Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

Университет Туран

Люблинский технический университет, Польша

«Ғылым ордасы»

МАТЕРИАЛЫ

IV международной научно-практической конференции "Информатика и прикладная математика", посвященной 70-летнему юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. 25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

Часть 2

Алматы 2019

УДК 378 (063)
ББК 74.58
И74

Главный редактор:
Калимолдаев М.Н. - генеральный директор ИИВТ, академик НАН РК, доктор физико-математических наук, профессор

Ответственные редакторы:
Мамырбаев О.Ж. - заместитель генерального директора ИИВТ, доктор PhD
Калижанова А.У. - заместитель генерального директора ИИВТ, кандидат физико-математических наук
Юничева Н.Р. - ученый секретарь ИИВТ МОН РК, кандидат технических наук, доцент

И 74 **Информатика и прикладная математика:** Мат. IV Межд. науч. конф. (25-29 сентября 2018 г.). Часть 2. – Алматы, 2019. – 647 с.

ISBN 978-601-332-384-8

В сборнике опубликованы доклады, представленные по 4 секциям от Республики Казахстан, Российской Федерации, США, Латвии, Польши, Республики Беларусь, Украины, Азербайджана, Узбекистана, Японии, Кореи, Ирана, Португалии, Испании, Великобритании, Греции, Кыргызской Республики и других.

Рассмотрены актуальные вопросы в области математики, информатики и управления: математического моделирования сложных систем и бизнес-процессов, исследования и разработки защищенных и интеллектуальных информационных и телекоммуникационных технологий, математической теории управления, технологий искусственного интеллекта.

Материалы сборника предназначены для научных работников, докторантов и магистрантов, а также студентов старших курсов.

УДК 378 (063)
ББК 74.58

ISBN 978-601-332-384-8

© Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, 2019

Программный комитет

Почетный председатель:

- Мутанов Г.М., академик НАН РК, Казахстан

***Председатель Международного Программного комитета*:**

- Калимолдаев М.Н., академик НАН РК, д.ф.-м.н., профессор, генеральный директор ИИВТ МОН РК, Казахстан

Сопредседатель:

- Алшанов Р.А., академик Международной инженерной академии, д.э.н., профессор, президент Ассоциации вузов РК, ректор университета «Туран», Казахстан

Заместители председателя:

- Ружанский М., доктор PhD, Великобритания
- Wójcik Waldemar, doctor of technical sciences, professor, Poland

Члены международного программного комитета:

- Абламейко С.В., академик НАН Беларусь
- Адамов А., д.ф.-м.н., профессор, Азербайджан
- Айда-заде К.Р., д.ф.-м.н., член-кор. НАН, профессор, Азербайджан
- Амиргалиев Е.Н., д.т.н., профессор, Казахстан
- Арсланов М.З., д.ф.-м.н., профессор, Казахстан
- Ахмед-Заки Д.Ж., д.т.н., доцент, Казахстан
- Ашимов А.А., академик НАН РК, Казахстан
- Балгабаева Л.Ш., к.т.н, доцент, Казахстан
- Бияшев Р.Г., д.т.н., профессор, Казахстан
- Бобров Л.К., д.т.н., Россия
- Дженалиев М.Т., д.ф.-м.н., профессор, Казахстан
- Дрозденко А.А., PhD, Украина
- Евтушенко Ю.Г., академик РАН, Россия
- Ерзин А.И., д.ф.-м.н., профессор, Россия
- Имомназаров Х.Х., д.ф.-м.н., профессор, Россия
- Исмаилов Б.И., д.т.н., профессор, Кыргызстан
- Ищукова Е.А., к.т.н., Россия
- Конявский В.А., д.т.н., профессор, Россия
- Коплык И.В., PhD, Украина
- Кочетов Ю.А., д.ф.-м.н., профессор, Россия
- Куандыкова Д.Р., к.т.н., профессор, Казахстан
- Кубеков Б.С., к.т.н., доцент, Казахстан
- Кудайкулов А.К., д.ф.-м.н., профессор, Казахстан
- Мазаков Т.Ж., д.т.н., профессор, Казахстан
- Медянкина И.П., к.т.н., Россия
- Мусабаев Р.Р., к.т.н., Казахстан
- Набиев О.М., д.т.н., профессор, Узбекистан
- Нусупбекова Г.С., д.т.н., профессор, Казахстан
- Нысанбаева С.Е., д.т.н., доцент, Казахстан

- Пак И.Т., д.т.н., профессор, Казахстан
- Посыпкин М.А., д.ф.-м.н., Россия
- Родионов А.С., д.т.н., профессор, Россия
- Рысбайулы Б., д.ф.-м.н., профессор, Казахстан
- Сакабеков А.С., д.ф.-м.н., профессор, Казахстан
- Самигулина Г.А., д.т.н., доцент, Казахстан
- Суйменбаев Б.Т., д.т.н., Казахстан
- Соколова О.Д., к.т.н., Россия
- Ташев А.А., д.т.н., профессор, Казахстан
- Тузиков А.В., академик НАН, Беларусь
- Тукеев У., д.т.н., профессор, Казахстан
- Тультаев Б.Т., к.т.н., Казахстан
- Тарасов В.Б., д.ф.-м.н., профессор, Россия
- Тусупова С.А., д.т.н., профессор, Казахстан
- Ускенбаева Р.К., д.т.н., профессор, Казахстан
- Утепбергенов И.Т., д.т.н., профессор, Казахстан
- Федотов А.М., д.ф.-м.н., Россия
- Хайрова Н.Ф., д.т.н., Украина
- Харин С.Н., академик НАН РК, Казахстан
- Шаронова Н.В., д.т.н., Украина
- Шаршеналиев Ж.Ш., академик НАН КР, Кыргызстан
- Яворский В.В., д.т.н., Казахстан
- Erol Kurt, Professor, Doctor, Turkey
- Prof. Bagher Baba Ali, Iran
- Prof. Leonid Perlovsky, USA
- Prof. Frank Chong woo Park, South Korea
- Prof. Mohamed Othman, Malaysia
- Prof. Hamdani bin Saidi, Malaysia
- Prof. Hiroshi Inaba, Japan
- Prof. Keylan Alimhan, Japan
- Prof. Marat Ahmet, Turkey
- Prof. Masayasu Ito, Japan
- Prof. Nenad Mladenovich, Serbia
- Prof. Ravil Muhamediev, Latvia
- Prof. Tenreiro Machado, Portugal
- Prof. Thanos Stouraitis, Greece
- Prof. Kisala Piotr, Poland
- Prof.Kotyra Andrzej Antoni, Poland

Ученые секретари конференции:

- к.т.н. Юничева Н.Р.
- к.т.н. Капалова Н.А.
- PhD, Абдилдаева А.А.
- PhD, Шаяхметова А.С.
- PhD, Козбакова А.Х.

Организационный комитет

Председатель:

- PhD, ассоц. профессор, Мамырбаев О.Ж.

Сопредседатели:

- К.ф.-м.н., ассоц. профессор, Калижанова А.У.
- PhD, Ахметжанов М.А.

Члены организационного комитета:

- Айтмухамбетова Г.А.
- Ахметов Е.А.
- Амирханова Г.А.
- Анищенко Л.Н.
- Асқарова А.
- Аспантаев А.
- Абишева А.
- Ахмедиярова А.
- Бегимбаева Е.Е.
- Бегалиева К.
- Калиева Г.С.
- Касымова Д.Т.
- Кулемзин А.А.
- Мажитов Ш.С.
- Масимканова Ж.А.
- Маусымбекова С.Д.
- Науменко В.В.
- Нуржанов Ч.
- Зиятбекова Г.
- Галиева Ф.М.
- Джаксылыкова А.
- Дуйсенбаева А.
- Дюсенбаев Д.
- Елеусинов А.
- Нуркаманова М.А.
- Тасболатұлы Н.
- Тойбаева Ш.Ж.
- Турдалы М.
- Утегенова А.У.
- Усатова О.
- Шахмаев Р.А.
- Шокишалов Ж.

Место проведения

Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко 28,
Ғылым ордасы, с 25 по 29 сентября 2019 г.

Тел.:

+7 727 272 37 11;

+7 727 272 73 27;

+7 727 272 39 13

СЕКЦИЯ 3

Жасанды интеллект технологиялары. Интеллектуалды басқару жүйелері. Компьютерлік лингвистика және сөйлеу технологиялары. Бейнелерді танып білу және кескіндерді өңдеу. Биоинформатика және биометрикалық жүйелер. Адам-машиналық өзара әрекеттесуі. Машиналық оқыту. Интеллектуалды робототехникалық жүйелер

Технологии искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы управления. Речевые технологии и компьютерная лингвистика. Распознавание образов и обработка изображений. Биоинформатика и биометрические системы. Человеко-машинное взаимодействие. Машинное обучение. Интеллектуальные робототехнические системы

Technologies of artificial intelligence. Intelligent control systems. Speech technologies and computer linguistics. Image recognition and image processing. Bioinformatics and biometric systems. Human-machine interaction. Machine learning. Intelligent Robotic Systems

MATHEMATICAL MODEL OF THE BIOMETRIC SYSTEM OF FINGERPRINT AUTHENTICATION

Akhmetov B.[1], Rassomakhin S.[2], Alimseitova Zh.[3], Budianska K.[2], Uvarova A[2], Kuznetsova T.[2]
e-mail: zhuldyz_al@mail.ru
[1]KazNPU named after Abay, Almaty. Kazakhstan
[2]Kharkiv National University V.N. Karazin, Kharkiv, Ukraine
[3]Almaty University of Energy and Communications, Almaty. Kazakhstan

Abstract*. This paper considers mathematical models of biometric fingerprint images, as well as basic computational procedures for fingerprinting. The main stages of processing dactyloscopic portraits based on the selection of local features, their filtering and digital processing are investigated. The developed software implements the transformation of fingerprint images with the subsequent formation of a cryptographically strong password sequence based on them. This allows you to simulate a dactyloscopic authentication system for the purpose of studying certain of its properties, estimating probabilistic performance indicators (error probabilities of the first and second kind), and so on.*

Keywords*: fingerprints, biometric image, password authentication, biometric system.*

Introduction.

To date, biometric technologies are actively used in many areas of everyday life that are related to providing access to information [1-5], in the tasks of identification and authentication of personality [6-8]. Biometrics use the following features that are inherent to each individual: a papillary finger pattern, a pattern of the iris, voice parameters, a blood vessel pattern and so on [7, 9-10].

All people have a unique fingerprint pattern, so everyone can be identified. Identification algorithms use points on fingerprints: the end of the pattern line, line branching, single points [11-15]. Also, the morphological structure of the fingerprint is considered, namely, the relative position of the closed, arched and spiral lines of the papillary pattern. The features of fingerprint portraits are transformed into a unique code that preserves the informative image of the imprint [7].

Thus, the actual formation of a model of a biometric fingerprint portraiture system and subsequent authentication is relevant. The purpose of this work is to develop a mathematical method and algorithm for converting fingerprint portraits for reliable authentication on fingerprints. This research might be useful for the improvement of various methods of information security, as well as other practical use.

Dactyloscopy is a subdiscipline of traosology that studies the configuration of papillary lines of the skin on the palms, fingers, legs and special techniques for their investigation in order to establish the identity of the person in the process of identification and authentication of users for access to a secure system, etc. [14]. There are two types of attributes: global and local. The global features include the core (center), the point "delta"

(starting point), line type, counter line, types of patterns. Local signs are also minutias that are unique for each imprint of signs that determine the points of change in the structure of papillary lines (ending, splitting, rupture, etc.), the orientation of the papillary lines and the coordinates in these points. Each imprint can contain from 16 to 70 minutias [7, 9].

Classification of all fingerprints is based on the existence of singular points - global fingerprint signs [9, 14-19]. Although the fingerprints of different people may have the same global characteristics, it is completely impossible to have the same local characteristics. Therefore, global attributes are used to classify the database into classes - the authentication phase. At the next stage, local identification is used to identify.

Papillary patterns on the human fingertips form three types of patterns, namely: "loop" (left, right, central, double), delta or arc (simple and acute), "spiral" (central and mixed) (Fig. 1).

a b c

Fig. 1. Types of fingerprint patterns: loop (a), delta (b) and spiral (c)

The fundamental distinction between identification and authentication is the level of trust to the user. At the previous stage of system identification, the level of trust to the user being logged is a priori high. In a multi-user system, biometric identification must be carried out under the direct control of its owner or its representative, which confirms the user's authority and correctness of the behavior during the system training.

The biometric authentication mode, conversely, implies a low level of confidence in the identity that is authenticated. When biometric authentication, the applicant must prove the authenticity of his claimed name by presenting his unique biometric images. It should be noted that biometric authentication is potentially vulnerable if it is used regardless of the methods of classical authentication based on protocols using passwords and keys. An adequate level of information security can only be achieved by combining methods of classical and biometric authentication.

Any biometric system can accept errors of the first and the second kind. In biometrics, the most constant notions are FAR (False Acceptance Rate) and FRR (False Rejection Rate). The first number characterizes the probability of a false coincidence of the biometric characteristics of two people. The second is the likelihood of denial of access to a person with a tolerance. The system is considered to be better when the value of FRR is smaller with the same FAR values [18]. Fingerprint has a characteristic FAR of 0.001%, and FRR of 0.6% [19].

As matters currently stand, it can be identified three basic methods for comparing fingerprint images: comparing patterns of prints, correlation comparisons and a method that uses key points - minutias.

In the algorithm of pattern comparison, the peculiarities of the structure of the papillary pattern are used directly. The image of the fingerprint obtained from the scanner is divided into a large number of small particles, while the size of such cells depends on the required accuracy (the smaller the size of the cell, the more accurate the result is obtained).

The disposition of the lines in the cell is described by parameters of some sinusoidal wave: the initial phase shift, the wavelength and the direction of its propagation are determined. Accordingly, to receiving a fingerprint for comparison, it is aligned and is reduced to the same kind as the template. Then the parameters of the wave representations of the corresponding cells are compared.

The main advantages of this algorithm are quite high speed and low requirements for the quality of the resulting image. The method of comparison on the pattern has not yet become widespread because of the complexity of implementation, as well as high requirements to the mathematical base.

It should be noted separately that in the automated identification, there are several problems associated with the difficulty of scanning and recognizing some types of fingerprints.

In the algorithm that uses a correlation comparison, the received fingerprint is superimposed on each of the standards of the prints of the database and the calculation of the pixel difference between the input fingerprint and the reference.

The main advantage of this method is the low requirement for the quality of the received imprint. Disadvantages: the need for a large amount of memory to store the database, low speed algorithm. Every time a person places his finger at different angles and different places of the scanner's working area. This means that the process of comparing its fingerprint with the standards should include a lot of iterations, each of which the image obtained from the scanner returns at a small angle or slightly shifts [20]. Because of the duration of the comparison procedure, especially when solving the identification problem, the "one to many" comparison, this method is extremely rarely used for solving identification and authentication tasks.

The algorithm of a method that uses minutias describes a template that is formed on the basis of the fingerprint image on which the end points and branch points are marked. When comparing the key points at the input fingerprint image are also marked. After that, the minutias of the given imprint are compared with the templates. By the number of concurrency points, a decision is made on the identity of the images [21]. The advantage of this algorithm is the high speed of operation. That is why the algorithms of this class are the most common.

To work the algorithm for comparing fingerprints from key points, high quality images with low noise are required. Therefore, special image processing algorithms are used to improve the quality of the fingerprint images. In particular, as a model of noisy biometric imaging, the most commonly used normal distribution law with random variables. In this paper, the method of taking the inverse function is used to implement this model. This method is especially convenient to use in the case when the integral law of probability distribution is given analytically and a possible analytical take of the inverse function from it.

Thus, the mathematical models and operations investigated allow us to formulate a list of unique biometric features that can be applied in user authentication systems. Structurally, the proposed model of the biometric fingerprint authentication system consists of the following steps.

In **the first stage**, it is necessary to generate normally distributed random variables. Since the normal distribution law is encountered in nature very often, so for it effective methods of modeling have been developed. In this paper, we propose using the method of taking the inverse function. This method is especially convenient to use in the case when the integral law of probability distribution is given analytically and a possible analytical take of the inverse function from it.

At the next, the **second stage**, it is necessary to process the data from the matrix formed at the previous stage. Since we are only interested in key points (they will correspond to "1" in the matrix), then at this stage the task of finding the shortest path will be solved, that is, a chain of points, sorted by minimum distances between the points, will be created.

In the **third stage**, the algorithm "Method of branches and boundaries" will be used to solve the salesman problem. Such an optimization algorithm is one of the effective polynomial algorithms for finding approximate solutions of the salesman problem, as well as solving similar problems in finding routes in graphs. The general idea of the method can be described in the example of finding the minimum of a function $f(x)$ on the set of valid variable x values. For the method of branches and boundaries, two procedures are required: branching and finding the marks (boundaries). The branching procedure consists in splitting the set of permissible variable x values into subsets of smaller sizes. The procedure can be applied recursively. The resulting subsets form a search tree or tree of branches and boundaries. The nodes of this tree are constructed subsets of values of a variable x. The procedure for finding estimates is to find the upper and lower bounds for solving the problem on a subset of admissible values. Discrete optimization methods, in particular branches and boundaries, allow finding optimal or approximate solutions for quite large tasks. The result of this stage is an integer expression, which is the optimal way in the graph, with vertices of which there are minutias.

On the last, fourth stage, the formation of a passive sequence occurs. To do this, as one of the options, the SHA-256 hexing algorithm will be applied to the integer expression. With regard to the use of hexing during the formation of a passive sequence, such a method requires additional research in the further development of work. Technical characteristics of the SHA-256 hex function: The length of the message digest is 256 bits, the length of the internal state is 256 (8x32) bits, the block length is 512 bits, the iteration cycles are 64.

The scheme of the computational algorithm of the developed software implementation of the biometric fingerprint authentication system is shown in Fig. 2.

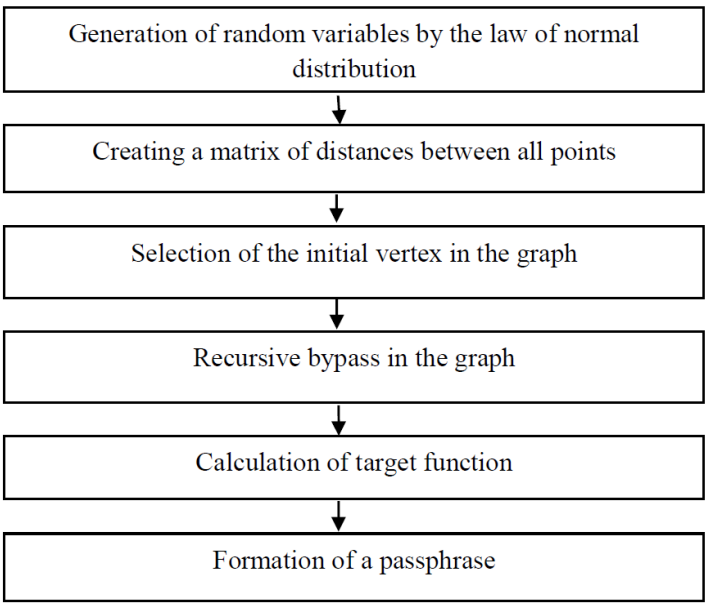


Fig. 2. Scheme of computational algorithm

The developed software performs the transformation of fingerprint images, formed by the normal law of random variables, with subsequent transformation into a passive sequence. Consequently, it can be provided for modeling the fingerprint authentication system in order to investigate certain properties of it, to evaluate the probability indicators of efficiency (probabilities of the first and second kind errors), etc. [39-43]. These and other studies are a promising direction for our further scientific works.

References

1. T. Ignatenko and F. M.J. Willems Privacy-leakage codes for biometric authentication systems / T. Ignatenko and F. M.J. Willems// 2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). - Florence, 2014. - P. 1601-1605. doi: 10.1109/ICASSP.2014.6853868

2. A. Laghari, Waheed-ur-Rehman and Z.A. Memon. Biometric authentication technique using smartphone sensor / A. Laghari, Waheed-ur-Rehman and Z.A. Memon// 2016 13th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST). - Islamabad, 2016. - P. 381-384. doi: 10.1109/IBCAST.2016.7429906

3. M. Lafkih et al. Application of new alteration attack on biometric authentication systems. / M. Lafkih et al.// 2015 First International Conference on Anti-Cybercrime (ICACC). - Riyadh, 2015. - P. 1-5. doi: 10.1109/Anti-Cybercrime.2015.7351944

4. A. Grivei. Touch based biometric authentication for Android devices /A. Grivei // 2015 7th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI). - Bucharest, 2015. - P. WSD-15-WSD-18. doi: 10.1109/ECAI.2015.7301209

5. S. Rassomakhin, A. Kuznetsov, V. Shlokin, I. Belozertsev and R. Serhiienko. Mathematical Model for the Probabilistic Minutia Distribution in Biometric Fingerprint Images. / S. Rassomakhin, A. Kuznetsov, V. Shlokin, I. Belozertsev and R. Serhiienko//

2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). - Lviv, Ukraine, 2018. - P. 514-518. DOI: 10.1109/DSMP.2018.8478496

6. L. Huixian and P. Liaojun. A Novel Biometric-Based Authentication Scheme with Privacy Protection / L. Huixian and P. Liaojun. A Novel // 2009 Fifth International Conference on Information Assurance and Security. - Xi'an, 2009. - P. 295-298. doi: 10.1109/IAS.2009.304

7. A. Kuznetsov, A. Kiyan, A. Uvarova, R. Serhiienko and V. Smirnov. New Code Based Fuzzy Extractor for Biometric Cryptography. / A. Kuznetsov, A. Kiyan, A. Uvarova, R. Serhiienko and V. Smirnov// 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). - Kharkiv, Ukraine, 2018. - P. 119-124. doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632040

8. N. Doshi and C. Patel. A Novel Approach for Biometric Based Remote User Authentication Scheme using Smart Card / N. Doshi and C. Patel. A Novel // 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI). - Bangalore, 2018. - P. 2093-2097. doi: 10.1109/ICACCI.2018.8554825

9. D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar. Handbook of Fingerprint Recognition / D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar/ Springer, 2009. ISBN 978-1-84882-253-5.

10. K. Han, Z. Wang and Z. Chen. Fingerprint Image Enhancement Method based on Adaptive Median Filter. / K. Han, Z. Wang and Z. Chen // 2018 24th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC). - Ningbo, China, 2018. - P. 40-44. doi: 10.1109/APCC.2018.8633498

11. Jacqueline A. Speir, Jack Hietpas. Frequency filtering to suppress background noise in fingerprint evidence: quantifying the fidelity of digitally enhanced fingerprint images / Jacqueline A. Speir, Jack Hietpas// Forensic Science Internationa, 2014. - Vol. 242. - No. 9. - P. 94-102.

12. Matthew B. Thompson, Jason M. Tangen, Duncan J. McCarthy. Expertise in fingerprint identification / Matthew B. Thompson, Jason M. Tangen, Duncan J. McCarthy// Journal of Forensic Science, 2013. - Vol. 58. - No. 6. - P. 1519-1530, 2013.

13. Stephen Meagher, Vladimir Dvornychenko, Michael Garris. Characterization of latent print ‘lights-out’ modes for automated fingerprint identification systems / Stephen Meagher, Vladimir Dvornychenko, Michael Garris// Journal of Forensic Identification, 2014. - Vol. 64. - No. 3. - P. 255-284.

14. Fingerprinting and genotyposcopy in forensic medicine. Forensic Library, 2000. [On-line]. Internet: http://www.forens-med.ru/book.php?id=105 (in Russian)

15. Criminalistic Study of the Hands (Dattiloscopy). Principles of fingerprinting. Online teaching materials, 2019. [On-line]. Internet: http://pidruchniki.com/2015060965282/pravo/kriminalistichne_doslidzhennya_slidiv_ruk_daktiloskopiya (in Ukrainian)

16. Shvets V., Fesenko A. Basic biometric characteristics, modern systems and technologies of biometric authentication. / Shvets V., Fesenko A. / Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2013. - Vol. 19. - P. 2-103 (in Russian)

17. Rikanov A. Analysis of fingerprint authentification and verification methods. / Rikanov A. // Information Processing Systems, 2010. - 6 (87) (in Russian)

18. ChernychenkoI.V. Separate aspects of the formation of fingerprinting until 1900. / ChernychenkoI.V. // Bulletin of criminal justice, 2005. - No. 3. P. 136 (in Russian)
19. V.O. Romanov, I. B. Galelyuk, P.S. Klochan. Technologies of person's authentication by biometric characteristics. / V.O. Romanov, I. B. Galelyuk, P.S. Klochan // Computer means, networks and systems, 2010. - No. 9. - P. 54-61 (in Russian)
20. Zaitsev V.G., Stepenko K.S. Method of Access Control on the Basis of Refrigeration of Fingers. / Zaitsev V.G., Stepenko K.S. // National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", [On-line]. Internet: http://pmk.fpm.kpi.ua/arhive_2009/36-Stepenko.pdf (in Ukrainian)
21. Moroz A.O. Biometric Technologies. Methods of fingerprinting. / Moroz A.O. // Mathematical Machines and Systems, 2011. - P. 3 - 64 (in Ukrainian)

INFORMATION TECHNOLOGY FOR SIGN LANGUAGE ALPHABET UNITS MODELING AND RECOGNITION

Amirgaliev[1,4] E., Kondratiuk[2] S., Krak[2,3] Iu., Aitimov[4] A.
e-mail: amir_ed@mail.ru, krak@univ.kiev.ua, askhat.aitimov@sdu.edu.kz
[1]Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan
[2]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[3]V.M. Glushkov Institute of Cybernetics, Kyiv, Ukraine
[4]Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan

Abstract. *The information technology, which is implemented with cross platform tools, is proposed for modeling and recognition of gesture units of sign language, animation between states of gesture units with a combination of gestures (words). Implemented technology simulates sequence of gestures using virtual spatial hand model and performs recognition of dactyl items from camera input. Convolutional neural networks are used for dactyl items recognition. With the cross platform means technology achieves the ability to run on multiple platforms without re-implementing for each platform. Information and gesture communication technology was developed with further scaling capabilities in mind for gestures of other languages alphabets.*

Keywords: *information technology, cross platform, sing language, fingerspelling alphabet, convolutional neural networks*

Introduction and problem statement

Up today modern hardware is able to collect information fast and almost without restriction, process data both in cloud computing (model, which provides a universal, easy access on demand through the network to the virtual cluster computing resources) [1] and locally on the device, and through data channel processing results are returned to the user. All this is also true for sign language. Sings can be stored and reproduced via a variety of devices and platforms, stationary or mobile, high performance or energy efficient. The actual problem is the reproduction of sign language on all these platforms, for further usage

by people with hearing disabilities in particular and everyone in general. Deployment of a single unified technology on various platforms (android, ios, windows, linux, web) without need to port it or to implement it under each platform is a major problem.

One way of solving the stated problem of visualization and reproduction of sign language is cross platform software development. Unlike single-platform technologies that operate only on a specific platform under which they were developed, “cross platform software provides the ability to perform on more than one platform with identical (or nearly identical) functionality” [2]. The term “platform” in this context may refer to one of or a combination of several definitions: 1) the type of operating system (such as Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, Solaris, Android, iOS); 2) processor type (such as x86, PowerPC, ARM); 3) the type of hardware (e.g., mainframe, workstation, personal computer, mobile device) [2]. Cross-platform technologies are on a par with the platform independent technologies (those that can operate on any platform, such as Web application) [2] and cross-platform virtual machines (technologies that support individual processes or systems, depending on the level of abstraction at which is virtualization) [3].

In this article the proposed solution of the problem is via cross platform development, taking into account characteristics of different classes of devices (such as hardware, CPU power, amount of memory, presence on the Internet) and setting the number of polygons of the three-dimensional hand model and gesture animation step. Given paper is a progress of investigations in the field of modeling, classification and clasterization communicative information [4]-[9]. Gesture modeling and gesture recognition is performed via cross platform means as a part of proposed communication technology.

1 Related work

Sign modeling is a problem that is considered both independently and as part of the problem of modeling and recognition of gestures and thus as a technology learning and evaluating sign language. One of the systems to display the sign language is American Sing Language Online Dictionary [10], which consists of a video database of words and phrases displayed via sign language. These developments were involved in a number of commercial agencies [11], but the systems they propose are configured to pre-determined number of gestures, and therefore do not solve the problem of modeling sign language. Also all of them lack functionality of gestures recognitions, thus not allowing to evaluate quality of sing language performed by a user.

Creating a model hand is the first step in the task of sing language modeling. In their work [12], authors analyze existing approaches of hand modeling, which are divided into two main groups: spatial and temporal. Former consider the characteristics of different positions for the hand gestures, while latter refer to the description of the dynamics of gestures. Modeling hands in the spatial area can be completed in two and three dimensions.

In [13] proposed system by authors is able to simulate sign animations for a given text. As a part of this system a statistical model is used to analyze input text and generative algorithm is used when creating the appropriate simulated kinematics of sign animations. Within the article, the authors have provided ANVIL tools for input text annotation, gesture generator NOVA, and DANCE library developed in [14] is used for gesture animation. The system is built on the Microsoft Windows platform and x86 processor. In [15] authors discuss the modeling of virtual character for spatial reproduction of sign

language on the platform of Microsoft Windows. The training system is based on Microsoft Windows platform and x86 processor. Gesture recognition for mobile platforms is developed in [18], but gesture modeling on mobile devices is not performed.

The proposed technology should perform modeling of sign units [15] - [17] of sign language, and reproduce animation of gestures structures (words, sentences) via state transitions between shown units using spatial virtual model hand. The proposed technology should perform recognition of sign language based on camera input from the device in order to evaluate sing language performed by user. The technology should be a combined solution for learning sing language via gesture modeling and recognition.

Technology should solve the problem of running on existing platforms using cross platform development without implementing the functionality for each platform separately. The effectiveness of the proposed approach is shown in building cross platform technology for modeling and recognition of Ukrainian dactyl alphabet.

2 Information technology for sing language investigation base on cross platform tools

To address the modeling of sign language and perform animation of sign structures using spatial virtual model hand the cross platform technology based on cross platform framework Unity3D [19] is proposed. Cross platform framework Unity3D is also used for the user interface, both libraries and technology are implemented with programming language C#. Proposed tools can solve the problem of running the technology on multiple existing platforms. The novelty of the proposed technology is that it is cross platform and has customizable level of polygons for three dimensional hand model and animation step for gesture transitions. This allows to run proposed technology without changes on multiple platforms (different types of processors, operating systems and hardware).

Advantage of cross platform technology over technologies developed for a single platform is that there is no need to modify or re-implement the functionality already available for other platforms (porting) [2], which speeds up the process of developing and deploying technologies, and increases the number of potential users. The advantage of cross platform technology over cross platform virtual machine emulators is performance speed and absence of necessity to install additional software (software dependencies).

The core of the technology is composition of three cross-platform modules (Figure 1): three dimensional hand model (which is implemented with cross platform framework Unity3D), user interface (implemented also with cross platform framework Unity3D) and gesture recognition module (implemented with cross platform framework Tensorflow [20]. Core functionality is implemented with C# and Python and runs on desktop OS (MacOS, Linux, Windows) and on mobile OS (Android, iOS).

Hand model module is cross platform and provides hand model representation for gesture recognition module. Hand renderer receives hand model representation and gesture specifications from gesture storage module, and provides a high-polygon rendered hand model. Gesture learning module and gesture modification module are implemented with cross platform Unity3D, both taking as input results of hand model renderer. Gesture modification module provides updated gesture specifications and transmits them to gesture storage. Gesture recognition module is proposed to be implemented with Tensorflow framework and receives as input hand model, gesture specifications and input from camera.

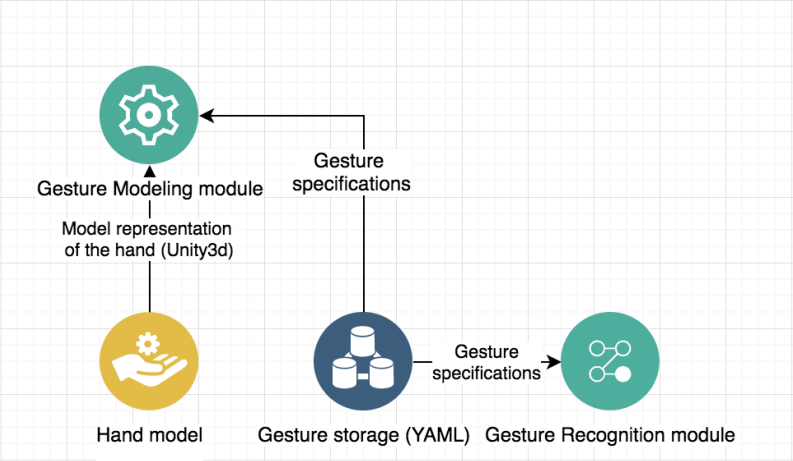


Fig. 1. Infologic model of cross platform gesture communication technology

3 Information technology for sing language modeling

The hand model which is built in gesture modeling module has 27 bones, 8 of the bones are in wrist, 3 are in the thumb (one metacarpal and 2 phalanx) and 4 metacarpus and 12 phalanges are in other fingers. Each bone is connected to the other through different types of joints.

Designing your own cross platform engine for simulating the hand is non-trivial task, thus as the core technology for modeling three-dimensional hand model and gesture animations between morphemes cross platform framework Unity3D was selected. Unity3D framework is able to effectively reproduce a realistic hand model which consists of more than 70,000 polygons (Figure 2).

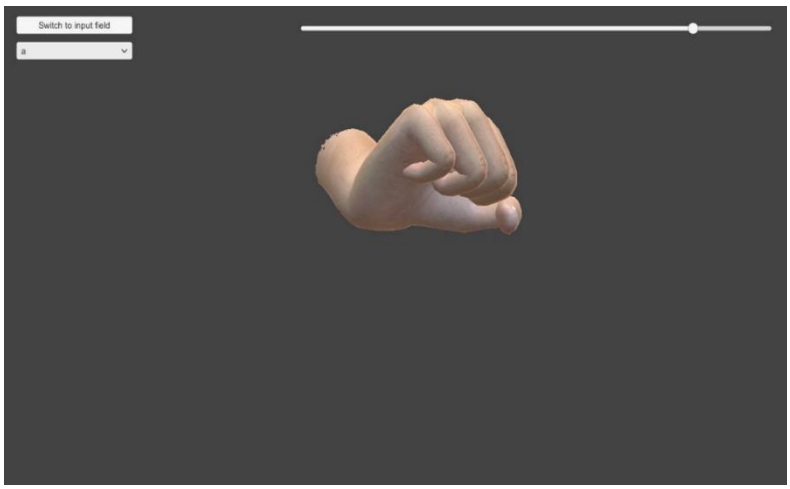


Fig. 2. Gesture modeling under iOS platform

Based on the anatomy of the hand within Unity3D hand model was developed with 25 degrees of mobility, four of them located in the metacarpal-carpal joint, to the little finger and thumb to provide movement palm. The thumb has 5 degrees of freedom,

middle and index fingers have 4 degrees of freedom (metatarsophalangeal joint with two degrees of mobility, and the distal and proximal interphalangeal joints each have one). To preserve the gesture YAML format was selected [21].

Gesture learning and gesture recognition modules, developed with cross platform tools (frameworks based on Python, C++) can be embedded into information and gesture communication cross platform technology. Multiple approaches were considered as an approach for gesture recognition. Automatic sign language recognition can be approached similarly to speech recognition, with signs being processed similar to phones or words. Conventionally, sign language recognition consists of taking an input of video sequences, extracting motion features that reflect sign language linguistic terms, and then using pattern mining techniques or machine learning approaches on the training data. For example, in the paper [22] propose a novel method called Sequential Pattern Mining (SPM) that utilizes tree structures to classify signs.

Convolutional Neural Networks (CNNs) have shown robust results in image classification and recognition problems, and have been successfully implemented for gesture recognition in recent years. In particular, deep CNNs have been used in researches done in the field of sign language recognition, with input-recognition that utilizes not only pixels of the images. With the use of depth sense cameras, the process is made much easier via developing characteristic depth and motion profiles for each sign language gesture. Multiple existing researches done over various sing languages show that CNNs achieve state-of-the-art accuracy for gesture recognition [23],[24].

Convolutional neural networks have such advantages: no need in hand crafted features of gestures on images; predictive model is able to generalize on users and surrounding not occurring during training; robustness to different scales, lightning conditions and occlusions. Although, selected approach has couple of disadvantages, which may be overcome with a relatively big dataset (1,000 images for each gesture, among more than 10 people of different age, sex, nationality and images taken under different environment conditions and scales): need to collect a rather big and labelled gesture images dataset; black-box approach which is harder to interpret.

Usage of cross platform neural network framework such as Tensorflow allows to implement gesture recognition as a cross platform module of proposed technology and serve trained recognition model on server or transfer it to the device.

Information technology for sing language recognition

For the training process of MobileNet [25] architecture based Convolutional Neural Network for the task of gesture recognition of Ukrainian dactyl alphabet gestures an appropriate dataset should have been collected, due to no available datasets for Ukrainian sign language in free access. A specific software (Figure 3) was developed for recording a short video sequences of Ukrainian dactyl alphabet gestures shown by different people. Since the recording software isn’t direct part of the proposed technology, but rather a helper tool, it was developed only under Windows family of operating systems, using C# programing language and .NET framework. The pipeline of recording a single entry looks like this:

The person sits in front of the webcam, connected to the recording software

The person needs to put one's hand into the region of interest of the recording software

The person shows specific gesture from the Ukrainian dactyl alphabet

The recording operator starts the recording

The person showing the gesture starts to smoothly move the hand across different axis's

After video of appropriate length was recorded, the operator stops the recording

The process goes on with the next gesture

Figure 4 shows example UI of how the proposed technology detects specific gesture from Ukrainian dactyl and draws a bounding box over a detected gesture

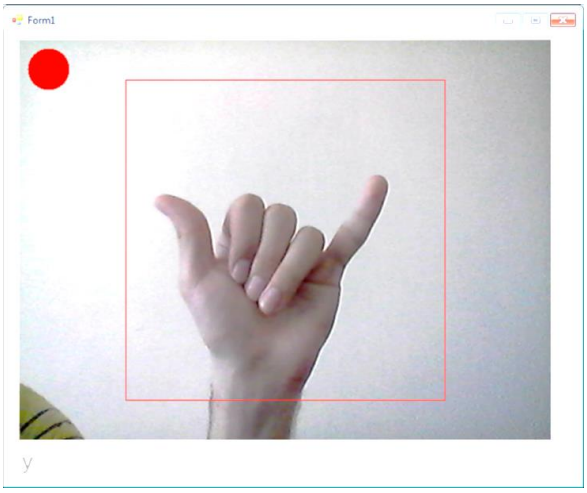


Fig. 3. UI tool for collection gesture database

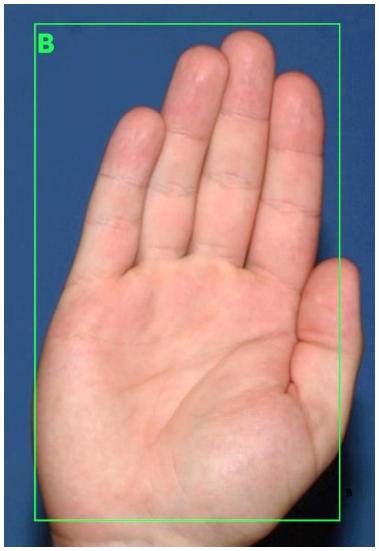


Fig. 4. Example of UI.

Scaling to Kazakh sing language modeling and recognition

As shown in Figure 1, using a database for storing gesture specification in a unified format such as YAML allows to scale the proposed technologies to other languages. Different language gestures configurations can be first modelled with the modelling module of the proposed technology, then stored into YAML format and tested with the recognition module as shown in Figure 1. For instance, a gesture from Kazakh language can be modeled from an open source such as surdo.kz [26] (Figure 5) using modeling module and user further.

Fig. 5. Example of dactylem from Kazakh sign language.

Due to selected cross platform implementation tools, the proposed technology solves the problem of executing on multiple platforms without the implementation under each platform separately.

Software offered and used in the implementation of information technology is cross-platform and operates unchanged regardless of operating system (Windows, Linux, Android, iOS), CPU type (x86, arm), and the type of hardware (mobile or stationary device).

With its cross platform build system Unity3D it is possible to create applications for each platform without porting or changing the original code.

As there are no specific hardware requirements for information technology for modeling sign language, there are objective obstacles for performance speed of older generations devices. To overcome this problem, the following adaptive approach to information technology was proposed [4].

Further modules implementation will leverage from existing cross-platform technology. Gesture learning and gesture recognition modules, developed with cross platform technologies (Python, Tensorflow) will be embedded into information and gesture communication cross-platform technology. In case of the mobile app (iOS, Android) or application on the device with a stationary operating system (Windows, Linux), during installation on the device, information technology analyzes the existing hardware and, depending on its capacity, conducts a series of adjustments: 1) number of polygons of the hand model changes to priority for performance speed; 2) during rotation hand model changes pitch angle at which it rotates, with priority for speed. If the available hardware does not meet the minimum requirements of information technology, the user is

given the recommendation to choose “online” mode, in which the calculation is not performed on hardware.

Dataset and model architecture

Since training of the Convolution Neural Network hardly depends on a big and diverse dataset, to achieve a high enough accuracy metrics level, dataset of Ukrainian dactyl language letters with diverse characteristics was collected. Each gesture consists of 1500 sample images, and 50 different people hands were showing gestures, with distribution of 70% male and 30% female hands. Different light conditions were used (with distribution of 20 % images in bad light conditions, 30% in mediocre light conditions and 50% in good light conditions). About 10% of images were distorted with noise and blur. Overall ~50,000 original images were collected as a training dataset. After applying additional dataset augmentation techniques (such as rotation, random crop, mirroring etc.) the final dataset became about 150,000 images. For testing purposes a fraction of 10% of the dataset was selected, making final training dataset of 135,000 images and final testing dataset of 15,000 images.

Standard techniques of fighting over fitting of the neural network were applied on each training. Different architectures (Figure 6) and their metrics and confusion matrixes are shown. Architecture 5 stopped showing growth in f1 score although having more complex performance. Architecture 4 was selected as the final option for the proposed technology as the best tradeoff of architecture size to performance.

Architecture 1	Architecture 2	Architecture 3	Architecture 4	Architecture 5
Conv / s2	Conv / s2	Conv / s2	Conv / s2	Conv / s2
Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1	Conv dw / s1
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s1	2 x Conv dw / s1	3 x Conv dw / s1	Conv dw / s2	Conv dw / s2
Conv / s1	2 x Conv / s1	3 x Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1
Conv dw / s2	Conv dw / s2	Conv dw / s2	4 x Conv dw / s1	5 x Conv dw / s1
Conv / s1	Conv / s1	Conv / s1	4 x Conv / s1	5 x Conv / s1
Avg Pool / s1	Avg Pool / s1	Avg Pool / s1	Conv dw / s2	Conv dw / s2
FC / s1	FC / s1	FC / s1	Conv / s1	Conv / s1
Softmax / s1	Softmax / s1	Softmax / s1	Avg Pool / s1	Conv dw / s2
			FC / s1	Conv / s1
			Softmax / s1	Avg Pool / s1
				FC / s1
				Softmax / s1

Fig. 6. Different architectures trained

During the training process of MobileNet architecture based Convolutional Neural Network multiple architecture modifications were set up in order to find the best trade-off in number of layers to accuracy. At some point the accuracy of the trained model stopped

increasing, which is show in Figure 7 so the architecture #4 was decided as optimal in terms of the smallest architecture with best accuracy (macro average f1-score).

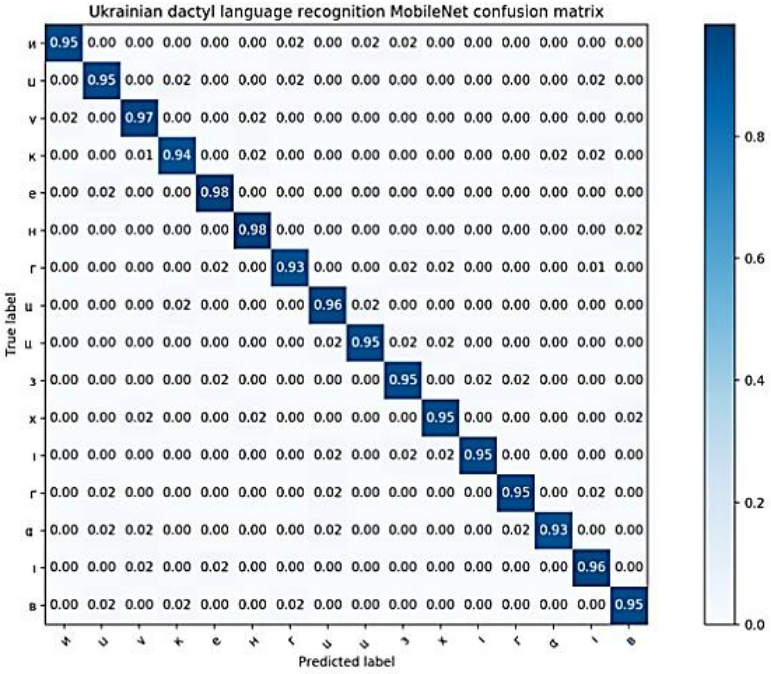


Figure 7. Confusion matrix of the best trained architecture #4

Conclusion

The proposed technology is built with cross platform tools for gesture modeling, gesture transitions animation and gesture recognition. The technology uses virtual spatial model of hand. With the help of cross platform development, the technology solves the problem of execution on the existing multiple platforms without implementing functionality under each platform separately. Thus, it was shown the effectiveness of the technologies built using cross platform tools, for example modeling and recognition elements of dactyl Ukrainian alphabet sign language. Information and gesture communication technology was developed with further scaling capabilities in mind for gestures of other languages alphabets.

To implement this idea, the validation mechanism of new gestures to the common database can be applied. Cross platform information and communication technology and standardized protocol and data format (YAML) allows a range of solutions for remote computing using cloud computing, Web servers, local servers using a single sign database PostgreSQL [27]. The gesture communication technology can be augmented with other cross platform modules, such as gesture recognition and gesture learning modules.

References

1. Mell, P., Grance, T. The NIST Definition of Cloud Computing (Technical report). National Institute of Standards and Technology: U.S. Department of Commerce. Special publication 800-145, 2011. doi:10.6028/NIST.SP.800-145.

2. The Linux Information Project, Cross-platform Definition [http://www.linfo.org/cross-platform.html] (access 10/08/2019).

3. Smith, J., Nair, R. The Architecture of Virtual Machines. Computer. 2005. Vol. 38, N5. P.32-38.

4. Krak, I., Kondratiuk, S. Cross-platform software for the development of sign communication system: Dactyl language modelling, Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017, 2017. Vol. 1, pp. 167-170. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098760.

5. Krak, I., Kryvonos, I., Wojcik, W. Interactive systems for sign language learning. 6th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2012 – Proceedings, art. no. 6398523, DOI: 10.1109/ICAICT.2012.6398523.

6. Kryvonos, Iu.G., Krak, Yu.V., Barchukova, Yu.V., Trotsenko, B.A. Human hand motion parametrization for dactylemes modeling. Journal of Automation and Information Sciences, 2011. Vol.43, N 12. P. 1-11.

7. Kryvonos, Iu.G., Krak, Iu.V. Modeling human hand movements, facial expressions, and articulation to synthesize and visualize gesture information. Cybernetics and Systems Analysis. 2011. Vol. 47, N. 4. P. 501-505.

8. Krak, Iu.V., Barmak, O.V., Romanyshyn, S.O. The method of generalized grammar structures for text to gestures computer-aided translation. Cybernetics and Systems Analysis. 2014. Vol 50, N 1. P. 116-123.

9. Kryvonos, I.G., Krak, I.V., Barmak, O.V., Kulias, A.I. Methods to create systems for the analysis and synthesis of communicative information. Cybernetics and Systems Analysis. 2017. Vol. 53, N. 6. P. 847-856.

10. ASL Sing language dictionary [http://www.signasl.org/sign/model] (access 10/08/2019)

11. Apple Touchless Gesture System for iDevices [http://www.patentlyapple.com/patently-apple/2014/12/apple-invents-a-highly-advanced-air-gesturing-system-for-future-idevices-and-beyond.html] (access 10/08/2019)

12. Rafiqul, Z. K., Noor, A. I., Natarajan, M., et al : Comparative study of hand gesture recognition system: SIPM, FCST, ITCA, WSE, ACSIT, CS & IT 06. 2012. P. 203-213.

13. Neff, M., Kipp, M., Albrecht, I., Seidel, H.-P. Gesture Modeling and Animation by Imitation. 2006. MPI–I–2006–4-008

14. Shapiro, A., Chu, D., Allen, B., Faloutsos, P. Dynamic Controller Toolkit [http://www.arishapiro. com/Sandbox07_DynamicToolkit.pdf] (2005) (access 10/08/2019)

15. Kryvonos, Iu.G., Krak, Iu.V., Barmak, O.V., Shkilniuk, D.V. Construction and identification of elements of sign communication. Cybernetics and Systems Analysis. 2013. Vol. 49, N. 2. P. 163-172.

16. Krak, I.V., Kryvonos, I.G., Barmak, O.V., Ternov, A.S. An approach to the determination of efficient features and synthesis of an optimal band-separating classifier of dactyl elements of sign language. Cybernetics and Systems Analysis. 2016. Vol. 52, N. 2. P. 173-180.

17. Krak, Yu.V., Golik, A.A., Kasianiuk, V.S. Recognition of dactylemes of Ukrainian sign language based on the geometric characteristics of hand contours defects. Journal of Automation and Information Sciences. 2016. Vol. 48, N. 4. P. 90-98.

18. Raheja, J. I., Sadab, A.S., Chaudhary, A. Android based portable hand sign recognition system, Science Gate Publishing, USA, 2015. P. 1-18. doi: 10.15579/gcsr.vol3.ch1 (access 10/08/2019)

19. Unity3D framework [https://unity3d.com/] (access 10/08/2019)

20. Tensorflow framework documentation [https://www.tensorflow.org/api/] (access 10/08/2019)

21. YAML – The Official YAML Web Site [http://yaml.org/] (access 10/08/2019)

22. Ong, E.-J., et al. Sign language recognition using sequential pattern trees. In: 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Providence, 16-21 June 2012, pp. 2200-2207 (2012) doi: 10.1109/CVPR.2012.6247928

23. Garcia, B. American sign language: real-time American sign language recognition with convolutional neural networks. Stanford University, Stanford, CA. 2015.

24. Bobic, V., Tadic, T., Kvascev, G. Hand gesture recognition using neural network based techniques, In: NEUREL 2016. 13th Symp. on Neural Networks and Applications (NEUREL), Belgrade, 22-24 November 2016. 2016. P.35-38.

25. Howard, A.G., Zhu, M., Bo C., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., Adam, H. MobileNets: efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. [https://arxiv.org/pdf/1704.04861.pdf] (access 10/08/2019)

26. Kazakh gesture language online database [surdo.kz/kaz/dictionary] (access 10/08/2019)

27. PostgreSQL official web site [https://www.postgresql.org/(access 10/08/2019)

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE 3D BUILDING TECHNIQUES IN MOUNTAINOUS REGIONS

[1]Amirgaliyev Ye., [1,2]Sarzhan M.

e-mail: amir_ed@mail.ru

[1]Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan

[2]Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Abstract. *The aim of this paper is to develop system which implements GIS and different programming technologies as Backend: Python, Django (python), Django RESTAPI, FronEnd: Angular V6 scripting dialects to assess hazard risk of constructions` damaging as the result of earthquakes, as well as computing the casualties of such catastrophic events. The study comprises of several phases which are the designing of disasters` hazard areas and precise database, the evaluation of building`s hazard and developing of optimal evacuation routes in mountainous regions. The results of the study demonstrated that system is able to assess the hazard even in seismic regions and suggest*

the beneficial ways of building construction techniques. Additionally, project allowed planning constructions of residential buildings in mountainous and bumpy grounds.

Introduction

There are numerous mountainous regions in the world. Especially Central Asian region is full of them. The Tien Shan mountain belt of focal Asia was framed in late Paleozoic time and reactivated in Tertiary time following the crash of India with Eurasia, in excess of 1500 km toward the south. Networks in sloping Central Asia are helpless against quake debacles. The ongoing seismic occasions in Kyrgyzstan, Tajikistan, Afghanistan, and Pakistan have demanded a colossal toll on lives, property, and framework. Helplessness research is basic when catastrophic event related mortality figures since 1600 have arrived at a record-breaking high, with mountain-based populaces in the less created world encountering more noteworthy post-seismic tremor weakness because of the remoteness of settlements, trouble of access for philanthropic guide, and absence of assets for remaking in minimized regions.

Understanding the way that the high structure harm figure because of quake and with the targets to decrease setbacks it is required to have an appraisal strategy that incorporate harms evaluation. The appraisal strategy can be utilized as the base of a spatial choice emotionally supportive network identified with the structure harm peril brought about by tremors for the most part led in the evaluation space of structure harm (Alam et al, 2013; Aghataher, et al, 2008) just as the evaluation on the structure harm risk and the effect on financial misfortune legitimately. (Tang and Zhao, 2012; Motamed et al, 2014; Duzgun et al, 2011; Hashemin and Alesheikh, 2011; Molina et al, 2010; Tang and Wen, 2009; Bo et al, 2009; Rosyidi et al, 2008; Yeh et al, 2006).

The strategy which is utilized for the most part by scientists to evaluate building harms is utilizing GIS though a few specialists are utilizing a coordinated framework, for example, incorporates hazard appraisal apparatuses and SIG (Alam et al, 2013), counterfeit astute and SIG (Tang and Zhao, 2012; Choun and Elnashai, 2010; Tang and Weng, 2009), furthermore Fuzzy-AHP and SIG (Aghataher et al, 2008). The goal of this exploration is to build up a coordinated methodology that executes fluffy kohonen grouping system (FKCN) calculation from the FNN model with GIS to survey the structure harm risk brought about by tremor and to assess the effect on monetary loss of structure harms straightforwardly utilizing seismic information and building stock in mountainous regions.

There is an overall propensity in expanded number of very populated locales in previously mentioned defenseless regions in light of overall developing number of individuals, prompting the synchronous development of urbanized and industrialized districts. There is a parallel development process, which, in some cases, leaves holes in institutionalization of structures forms (Manfré, L. A., Hirata. E., 2012). Populace in those regions is exceptionally powerless and security level of seismic areas relies upon the readiness of the neighborhood home office and other partners' capability and speed of activities in such crisis conditions. Inside the last 2,000 years’ seismic tremors are viewed as inducers of in excess of 8 million passings around the world. Numerous models show alarming repercussion of life misfortunes because of genuine tremors. In 1556 there have been kicked the bucket in almost 1 million individuals in China, while in 20s of XX century in excess of 100,000 Japanese populace were passed on as a result of this cataclysmic

event. Therefore, being a reason of essential and optional debacle quakes are one of the main sources of colossal human and monetary misfortunes (Badal, J., Vázquez-Prada, M., 2005). Factors growing defenselessness incorporate unpredictability of urban developments, specific and social interdependencies of foundation structures.

Almost 80% of seismic tremor related human losses are brought about by the breakdown of structures (Coburn and Spence, 2002). It is demoralizing to take note of that enormous divisions of the total populace still abide in ineffectively developed and non-designed habitations which have high vulnerability to separate in the midst of seismic territories. What's more, with growing urbanization half of total populace by and by lives in urban regions (Joined together Countries, 2001), and half of these urban focuses are found in seismic tremor inclined locale (Bilham, 2004). The desperate execution of most structure stocks in the midst of seismic breakdown remains a basic societal concern. Notwithstanding this dismal history and more disheartening future examples, there are no extensive overall structure inventories of adequate quality and degree to enough address and describe future seismic tremor adversities. Such a stock is basic both for tremor hardship balance and for catastrophe response purposes (Manfré, L. A., Hirata. E., 2012).

The underlying hours after a disaster happens are particularly riotous and irksome, yet maybe the chief indispensable for successfully tending to the results of sparing human lives and diminishing damages in private and open properties. In this period, the best possible estimation of the present condition is exceptionally critical. In addition to the misty situation, various particular on-screen characters from assorted fragments (fire detachment, police, paramedics, areas, and so on.) with clashing essentials are incorporated into regulating the condition. Since various of the tasks they must be perform are or possibly unmistakable than their step by step work routines, an incredible cooperation and coordinated effort between various gatherings is of fundamental importance. There is a complex of obstructions should have been taken in thought, for example, absence of powerful correspondence among those segments, the nonappearance of one regular programming and stage to give quick and brief data trade between gatherings, just as inadequate examination and low quality outcomes evaluation with unclear representation, which lead to the challenges taking post-quake wellbeing measures (Scholten, H., Fruijter, S, 2008).

As an answer of these issues, researchers and designers began to utilize current accessible instruments as Geographic Information System (GIS) and Global Navigation Satellite System (GNSS) strategies to make models to anticipate hazard and debacle the board. Be that as it may, there is a need in accessibility of information about topographical, hydrological and climatic states of specific seismic territory to support orchestrating, alleviation and quick response inside the quake (Manfré, L. A., Hirata. E., 2012).

Remote-detecting procedures and GIS and GNSS gadgets are routinely used in applications for fiasco control in pre-and post-calamity conditions. Pre-catastrophe applications are connected with control and availability activities. Balance suggests practices that abatement the lack of protection of social requests to the effects of a calamity, though preparation implies practices that urge making arrangements for responding to a quake when it occurs (Mansourian, A.; Rajabifard, A, 2005). Post-debacle applications are connected with response and recovery activities. Response is identified with the speedy and momentary effects of a seismic tremor, while recovery insinuates practices that restore

networks to pre-catastrophe conditions. There have been completed a few activities to make a 2D prescient model, yet contemporary mechanical advances offer a chance to make a forward advance to fabricate a 3 dimensional prescient model using distinctive accessible aviation information. 3 dimensional maps include the data about primary attributes of scenes and topographic articles, for example, streets, developments and so on; the essential depiction of the maps' condition shown by uncommon images, hues and just as sign of trees and different plants; and extra data containing the subjective and quantitative portrayal of delineated items (Bandrova, T., Zlatanova, S, 2012).

In 2013 looks into focused on the appraisal on just structure harms brought about by tremors and a spatial choice emotionally supportive network (SDSS) in two distinct urban areas which is Kelowna, Canada and Teheran in Iran, utilizing seismic information and building stock that is composed by joining the databases that has been checked with the aftereffect of documented overview. The two scientists utilized GIS as the principle device to break down where each is consolidates utilizing various strategies, which is Risk Assessment Integration instruments (RADIUS) and GIS apparatuses is helpful in the exceptional investigation process as the base in a successful choice help and recognizing hazard region (Aghataher et al, 2008 and Alam et al,).

Artificial intelligence (AI) as independent just as incorporated with GIS is utilized by Tang and Wen, 2009; Choun and Elnashai, 2010 and Tang and A.P Zhao, 2012 to evaluate building harms and furthermore ascertain the impact on financial misfortune because of structure harms brought about by tremor legitimately. Tang and A.P Zhao, 2012 utilized that technique to build up a choice emotionally supportive network explicitly to alleviate the danger of calamity brought about by quakes. Rather than the other two scientists, Choun and Elnashai, 2010 simply utilized AI in explicit the reproduction of Montecarlo way to deal with build up an estimation strategy to address the issue of the vulnerability estimations of the engendering by changing the quantile math technique to limit calculation process. The most recent rendition of the open source programming SELENA (v4.1) which is to figure the hazard brought about by seismic tremor is created by Molina et al, 2010. The examination is utilizing deterministic and probabilistic model utilizing close continuous information and received the rationale tree calculation method. The system created is independent terms of examining particularly for the count of certain structure typology harm level and incorporates the estimation of financial misfortune brought about by seismic tremor just as the quantity of losses.

To fabricate a quake's prescient model in our investigation we picked specific district of Almaty city, which situated at the foundation of Zaileeskii Alatay which is a piece of the northern Tien-Shan mountains and viewed as one of the biggest seismically dynamic zones (Campbell, G. E., Walker, R. T, 2015).

We estimate that improvement of 3D prescient system will add to better development arranging and if there should be an occurrence of event of seismic tremor will add to execution of quick crisis exercises. In this manner, the point of the examination is improvement of 3 dimensional frameworks for structure development dependent on accessible aviation data and information of specialized visas of neighborhood developments.

Methodology

This exploration is utilizing two sorts of information which is the information to create seismic tremor peril zone that is made out of the pinnacle ground quickening (PGA) information, lithology, and topographic zone and the structure stock information in Almaty, Kazakhstan. The examination strategy contains four stages which is the advancement of structure harm risk zone, the improvement of structure stock, evaluation of structure harm peril and the appraisal of the effect on financial misfortune brought about by structure harms. The structure information comprises of 37,203 structure unitsin the type of polygon and the shapefile (shp) design with the quality information that comprises of highlight ID, shape, include code, object name, and the territory of structure singular unit. The database is created utilizing social database in a GIS work area. In our examination we built up a prescient 3D model for tremor results using the information from aviation maps as google maps, yandex maps, google earth and online maps, just as information about principle attributes of nearby structures utilizing specialized travel papers of those developments. Primary forecast result is the likelihood of annihilation of fundamental and neighboring structures relying upon the scene qualities and extent of quakes. Programming the 3 dimensional web application was directed by utilizing Backend: Python, Django (python), Django RESTAPI, FronEnd: Angular V6 scripting dialects. As study model we utilized the seismically dynamic locale of Almaty city, which situated at the base of Zaileeskii Alatay Mountains. Utilizing these projects containing Python have various focal points considering high wide expansion of libraries for spatial and transient demonstrating, exact perception and lasting propelled accessibility to include changes of condition, just as free authorizing access (Bandrova, T., Zlatanova, S., 2012).

Results

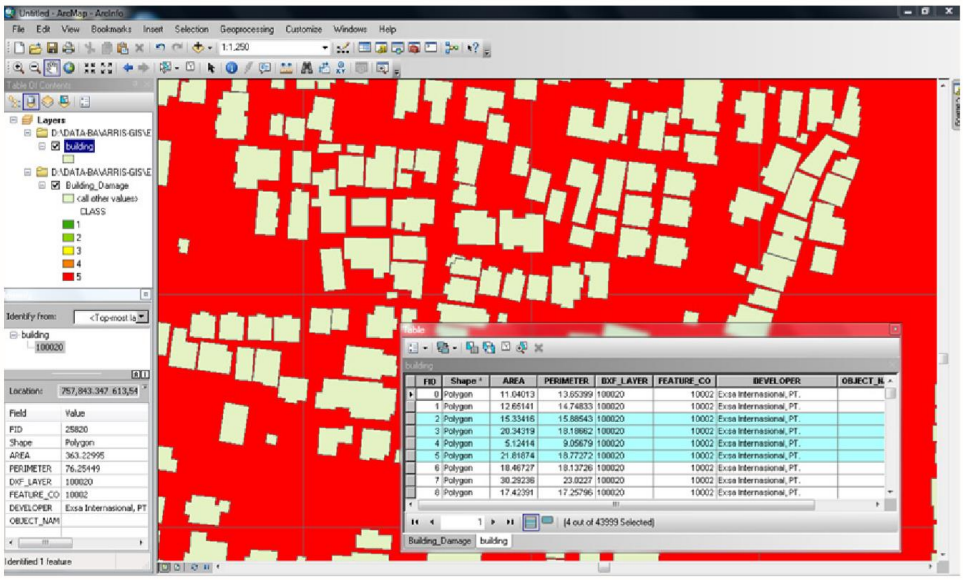


Figure 1. Web App for apparatus to foresee and evaluate the dangers and misfortunes of various power quakes on Richter scale

The virtual 3D web application is exceptionally helpful apparatus to foresee and evaluate the dangers and misfortunes of various power quakes on Richter scale. The application involves the particular scene information by advanced pictures and succinct perception. The following are outlined fundamental pieces of the made demonstrating.

Discussion

Advancement of 3D foreseeing model for quake results is viewed as more mind boggling than a customary model structure forms and require intensive information the executives, on account of need in linkage between existing enormous information and programming components (Campbell, G. E., Walker, R., 2015). All things considered, in the closest future 3D application will be in the essential significance in numerous spots of the world if there should arise an occurrence of tremor breakdown, which will obtain exact perception of any potential outcomes of quakes and will offer responses to the inquiries of the catastrophe greatness, area of primary crisis streets and passages, the vital number of various kinds of crisis staff and the most defenseless regions of the neighborhood scenes, comprising of modern land, topographical and geomorphologic information (Karssenberg, D., de Jong, K., 2007).

History of seismic tremors and different kinds of various risky fiascos demonstrated that spatial prescient advancements are valuable in checking, control and investigation of data in dire basic leadership forms. Creators of one specific examination in Turkey effectively utilized it to screen volcanic action (Voinov, A. and Cerco, C., 2010). Another comparative device was actualized in Taiwan and Japan to foresee the avalanches developments after seismic breakdown. These are genuine instances of execution of aviation information in basic leadership forms in profoundly helpless regions to give debacle the board exercises (Jaiswal, K., and Wald, D. J. 2008).

Subsequently Python scripting language was considered as perfect device to 3D avalanches qualities and displaying impacts of earthquakes.GIS libraries were appropriate to move geospatial data to Python scripting language and make prescient model (Hastaoglu, K. O., and Sanli, D. U., 2011) As generally realized natural prescient instruments exist, the greater part of them don't confront all necessities to get full picture of occasion: programming dialects, for example, MATLAB don't give transient demonstrating, while Geographical Information Systems make just two-dimensional representation. The few different reasons of utilizing this product incorporates the efficient arrangement of information trade, brief time of information digestion and ideal representation of nearby developments, just as plants' reality (Giardino, M., Perotti, L., 2012). Also, result of the coding information is clear and justifiable for expert of different spaces, which make it simple to examine the prescient information between them. Be that as it may, there are a few impediments such need in institutionalized 3 measurement's universal necessities and guidelines for making models of tremor breakdown practically identical with other seismic areas of the world to expound worldwide institutionalizations in 3D mapping (Argent, R. M., Voinov, A., 2016).

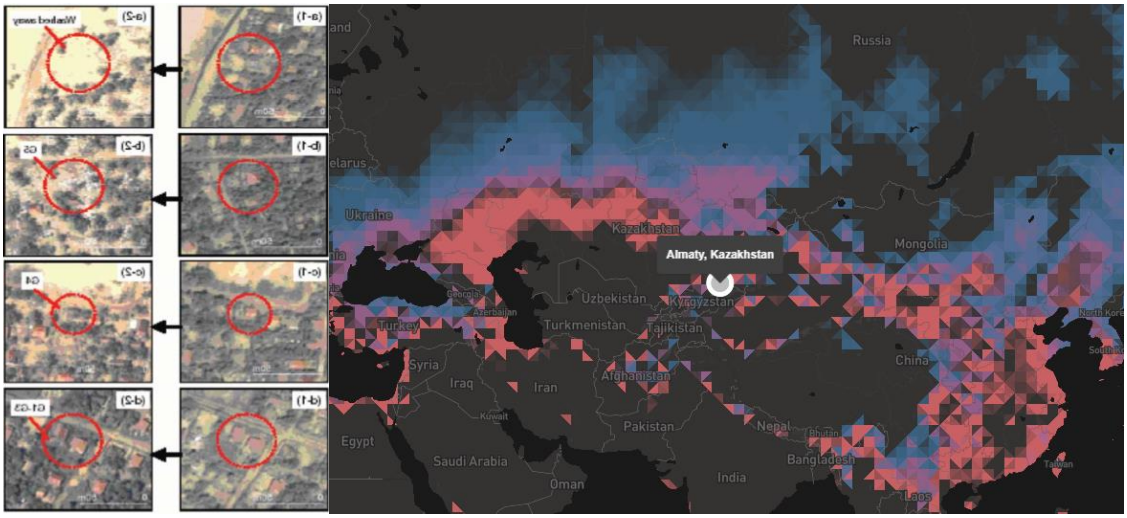


Figure 2. Evaluation of building damage (washed away a-2, totally collapsed b-2, partial collapsed c-2, slightly damaged d-2) after various power quakes

The executives of when calamity exercises might be improved even provincial regions where the hazard appraisal advancements are need to create reasonable crisis measures. This aviation information will be promptly moved to the framework and improve the adequacy of intercooperation of principle gatherings of crisis exercises (Jolma, An., Ames, D. P, 2008).

To finish up, advancement of prescient 3D model for anticipating the impact of tremors utilizing accessible aviation information is basic in larger part of seismic locales to avoid human and financial misfortunes by improving readiness and better structures arranging exercises.

References

1. Alam, M. N., Tesfamariam, S., & Alam, M. S. (2012). Gis-based seismic damage estimation: Case study for the city of Kelowna, BC. *Natural Hazards Review*, *14*(1), 66-78.

2. Aghataher, R., Delavar, M. R., Nami, M. H., & Samnay, N. (2008). A fuzzy-AHP decision support system for evaluation of cities vulnerability against earthquakes. *World Applied Sciences Journal*, *3*(1), 66-72.

3. Tang, A. P., & Zhao, A. P. (2012, January). A decision supporting system for earthquake disaster mitigation. In *2012 Second International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application* (pp. 748-751). IEEE.

4. Badal, J., Vázquez-Prada, M., & González, Á. Preliminary quantitative assessment of earthquake casualties and damages. *Natural Hazards*, *34*(3), 2005, PP - 353-374.

5. Scholten, H., Fruijter, S., Dilo, A., & Van Borkulo, E. Spatial Data Infrastructure for emergency response in Netherlands. Springer, Berlin, Heidelberg. In *Remote sensing and GIS technologies for monitoring and prediction of disasters*, 2008, pp. 179-197.

6. Sørensen, M. B., Spada, M., Babeyko, A., Wiemer, S., & Grünthal, G. Probabilistic tsunami hazard in the Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *117*(B1), 2012.

7. Coburn, A., and Spence, R., Earthquake Protection (Second ed.): West Sussex, John Wiley, 2002, p. 420.

8. Bilham, R., Urban earthquake fatalities-a safer World or worse to come?: Seismological Research Letters, v. 75, 2004, pp. 706-712.

9. Mansourian, A.; Rajabifard, A.; Valadan Zoej, M.J. SDI Conceptual Modeling for Disaster Management. In Proceedings of the ISPRS Workshop on Service and Application of Spatial Data Infrastructure, Hangzhou, China, 14–16 October 2005.

10. Bandrova, T., Zlatanova, S., & Konecny, M. Three-dimensional maps for disaster management. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume I-2, XXII ISPRS Congress, August-September 2012, pp. 19-24.*

11. Campbell, G. E., Walker, R. T., Abdrakhmatov, K., Jackson, J., Elliott, J. R., Mackenzie, D., ... & Schwenninger, J. L. Great earthquakes in low strain rate continental interiors: an example from SE Kazakhstan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *120*(8), 2015, PP - 5507-5534.

12. Karssenberg, D., de Jong, K., & Van Der Kwast, J. Modelling landscape dynamics with Python. *International Journal of Geographical Information Science*, *21*(5), 2007, PP-483-495.

13. Voinov, A. & Cerco, C., Model integration and the role of data. Environ. Modell. Softw. 25, 2010, PP-965–969.

14. Jaiswal, K., & Wald, D. J. *Creating a global building inventory for earthquake loss assessment and risk management* (No. 2008-1160). Geological Survey (US), 2008.

15. Hastaoglu, K. O., & Sanli, D. U. Monitoring Koyulhisar landslide using rapid static GPS: a strategy to remove biases from vertical velocities. *Natural hazards*, *58*(3), 2011, PP - 1275-1294.

16. Giardino, M., Perotti, L., Lanfranco, M., & Perrone, G. GIS and geomatics for disaster management and emergency relief: a proactive response to natural hazards. *Applied Geomatics*, *4*(1), . 2012, PP - 33-46.

17. Brasil Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. INDE: Infraestrutura Nacional de dados; Available online: www.inde.gov.br (accessed on 03 March 2012).

18. Jolma, A., Ames, D. P., Horning, N., Mitasova, H., Neteler, M., Racicot, A., & Sutton, T. Chapter ten free and open source geospatial tools for environmental modelling and management. *Developments in Integrated Environmental Assessment*, *3*, 2008, PP-163-180.

19. Argent, R. M., Voinov, A., Maxwell, T., Cuddy, S. M., Rahman, J. M., Seaton, S., ... & Braddock, R. D. Comparing modelling frameworks–a workshop approach. *Environmental Modelling & Software*, *21*(7), 2006 – PP. 895-910.

ANALYSIS OF DIGITAL MEDIA: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF INFORMATIVE FEATURES SIGNIFICANCE

Buldybayev T., Baimakhanbetov M., Nurumov K., Akoyeva I., Ospanova U., Atanayeva M.
e-mail: Timur.Buldybayev@iac.kz
Information-Analytical Center JSC under the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Abstract. *This paper presents interim results of a study to assess the impact of the media on the society of Kazakhstan. The purpose of this work is to establish significant informative features of reliability and unbiasedness of news and describe the process of setting and choosing appropriate features of media influence such as reliability, unbiasedness, tone, and public response. The research team formed the corpus of texts attracting a group of experts for annotation and in-depth analysis to test these features and assess their significance. The corpus contains media-texts of two Kazakhstani news portals.*

The assessment procedure includes the construction of additive indices for building the statistical model of validation. The article describes the approach to data collection, developed and tested the statistical model on the formed corpus of texts.

The results of a multiple regression model of significance assessment show a statistically significant effect between the effects of the reliability, tone, and unbiasedness indices on the variable "number of views". The R - square model showed a moderately good coefficient of determination (0.44), which indicates that the model reasonably well reflects the phenomenon under study. The results of statistical modelling will be further used for automated text mining procedures and ultimately to create an automated machine learning system and development of methods for assessing the impact of media-texts on society.

1. Introduction

It is not a secret that Mass Media plays a central role in informing the public and, accordingly, in shaping the outlook of the individual and social behaviour. In forming the ideas of the individual about the world, besides empirical experience, only two sources for obtaining information are the main ones: (1) the human environment – family, friends, colleagues, acquaintances and other people who are in direct contact with that person; (2) publicly available sources of information, such as books, magazines, the Internet, the media and others. If publicly available sources of reference information, such as encyclopaedias, textbooks, books, and other, help to generate fundamental knowledge, then the media is the primary source of news that directs society concerning what is happening in the world and the country at present.

Studies show that the media has a direct impact on shaping public beliefs and attitudes, and can also push society towards social change. In cases where the audience does not have direct knowledge or experience regarding what is happening, people are particularly dependent on information provided by the media (Miller, 1998). Thus, the

media are key players in defining the agenda and focus public interest on specific topics, which acts as a limiter on the range of arguments and points of view that serve as the informational basis for public debate.

Back in 1922, Lippmann (1989) paid particular attention to the role of the mass media in the life of a democratic society. It was suggested that media play the role of the transmitter, and can also become the basis for the human mindset. Throughout the twentieth century, social scientists continued to study the media, developing several theoretical models such as the magic bullet model (Katz & Lazarsfield, 1955), agenda-setter (Shaw, 1979), symbolic interactionism (Denzin, 1987) and uses and gratifications theory (Ruggiero, 2009). Attention was paid not only to general theoretical models but also to the personal effects of socialisation, the formation of public opinion, the effects of cruelty and violence (Perse, 2008). Despite the rich history of mass media research, the rapid development of information technologies has opened up new opportunities for both academics and media. A new era of so-called digital news has begun (Couldry, 2012). However, the digital nature of the publications made the news not only accessible but also allowed the use of more accurate tools for measuring the effects on society.

Despite the presence of a large amount of research, the attempts to automate the recognition of media effects that affect the social life of society remains one of the most interesting and timely tasks. Of the existing ones, we can outline the Sjovaag & Stavelin study (2012), in which they developed a new comprehensive design of quantitative content analysis of online publications, including automated computer analysis. Burscher et al. (2014) developed a supervised machine learning algorithm for the automatic recognition of structures in text. Flaounas et al. (2013) through an analysis of 2.5 million publications shows an automated procedure for analysing the semantic and stylistic features of the textual content. Although all the above works described the process of creating a text analysis system using machine learning algorithms, surprisingly scientific literature demonstrates the lack of systematic procedure for analysing effects from the news. Moreover, even having such a procedure without a suitable identification method, it is hard to determine which particular effects influence the reading of particular news by an individual.

In addition, one of the most important trends in modern communication is a dramatic increase in the influence of online and electronic media. The Global Web Index Agency has investigated the amount of time people spend on viewing specific types of media in 34 countries around the world. The results of the study indicate the predominance of digital sources of information over traditional media, where most of the time is spent on television (Mander & Young, 2017). People often encounter situations where certain points of view or versions of the narration of events are more repeatedly mentioned in the media compared to other versions events, thus receiving the status of authoritative, and in some cases even truthful, regardless of whether it is. In terms of content generation, Flegel and Chaffee (1971) stress out that there is a tendency when a particular circle of privileged individuals influences or directly participate in the publication, sponsors specific content in all types of media using this tool to manipulate public opinion (Van Dijk, 1998, Miller & Dinan, 2009). Such groups interact to determine the range of issues submitted for public discussion, which as a result can lead to a significant restriction of information available to a broad audience. The media can even act in such a way that specific topics are

"withdrawn" from public attention. The media gains authority if its content meets the expectations of the audience/public in terms of reliability and unbiasedness. These requirements to information become especially important for electronic media where deliberate or unintentional dissemination of false, unverified or incorrect messages is a typical case. It follows that features indicating reliability and unbiasedness of information serve as informative features of trustful media content capable of influencing the society. In their article, Otto and Köhler (2018) pressing nature of aspects of trust in the media and journalists including its factors. The Edelman Trust Barometer Survey in 28 countries focused on the issues of trust and reliability also shows a decrease of trust in the social platforms and increase of trust in traditional press and the Internet media (*Edelman Intelligence*, 2018).

Thus, the analysis of media content - about what we are told and silent about - is one of the main issues requiring increased attention.

2. Methodology

2.1. The results of the survey for the determination of informative features

A face-to-face sociological survey of the population of the Republic of Kazakhstan from 15 years and older covering 3,200 respondents was conducted in 16 regions of Kazakhstan (14 regions and two cities of republican significance). The survey showed that 60% of respondents prefer electronic media (social networks, bloggers - for 30.3% of respondents, news websites - 29.5%) as the primary source of information. The socio-demographic analysis of the results made it possible to highlight some of the peculiarities of the Kazakhstani population in terms of preferences and choice of information channels. According to the survey, social networks and bloggers have relatively high importance as a source of information for young people. The study revealed a direct relationship between the age and use of social networks: the younger the respondent, the more often social network acts as a source of information. Moreover, conversely, the older the respondent, the less often a person reads news online. Rural population and older respondents rarely spend their time in social networks, and schoolchildren and urban residents most likely will choose online sources to read the news.

According to the survey responses, people prefer to trust the messages published on the sites of officially registered media than the messages that different people and bloggers write on social networks. One of the factors of dissatisfaction both with social networks and official media is the facts of using fake news in the preparation of information materials and their distribution. Another observation that follows the survey outcomes is that in the opinion of respondents the false news is frequently spread not only in social networks but also through the websites of officially registered media.

At the same time, respondents note that the promptness and availability of the transmitted information is not a guarantee of trust to the news. The attitude towards the source of information plays an important role in the formation of trust. According to the respondents, the key trust factors are:

– the channel of information dissemination (TV, newspapers, Internet sites);
– status of the source of information (republican/regional/city);
– arguments, facts and references in the material.

The majority of respondents notes that while using online sources, they are attracted by the opportunity to find out how other readers perceive certain events (56.7%) and to learn information from the direct participants of the events (44.4%). The fact that the Internet provides anonymity for users and even certain impunity attracts every sixth to seventh survey participant (most often: respondents aged 15-19 years; men; Kazakhs; with secondary and vocational education). The survey showed that the reasons for respondents to take action after reading news are varied, and there is no unified motive for the majority (more than half of the respondents) to react.

The answers to the open question regarding the consequences of communicating biased information show that respondents mostly predict negative-emotional reactions. However, above all, it should be noted that every second respondent (51.9%) fail or did not want to answer the question. The top-listed effects such as loss of trust, rallies and protests, chaos and panic, unpredictable and sad, entailing scandals - are the predictions of direct negative-emotional and protest manifestations/consequences of biased communication. In addition to information about the consequences themselves, these responses also are indicative of the public moods, which are mostly pessimistic. At the same time, the share of rational and emotionally neutral answers ('a biased perception of information by people', 'wrong attitudes to the situation', 'negative attitude to the source of noise', 'distortion and concealment of facts and events', 'nothing will happen') is minimal.

According to the results of a sociological survey, the authors selected five major critically important areas for assessing the impact of the media on society, meeting the objectives of the study, and which formed the basis for the assessment: reliability, public response, tone, unbiasedness and media involvement.

At the stage of in-depth interviews with experts, it was found that all of the selected features are valid for assessing publications by the probable reliability criterion and, in aggregate, significantly increase its level. During the expert evaluation within the integral assessment index on the criterion of reliability, most experts (89%) expressed the opinion that the contribution of these informative features to the overall index is unequal, and requires determination of their significance in the framework of a single evaluation criterion. Thus, a research question arises: how can one create an automated procedure for analysing the media effects of digital news on society?

As a response, this article proposes a comprehensive quantitative method for constructing a model (supervised learning) of machine learning based on such informative criteria for news publication as reliability, unbiasedness, tone and public response. The technique will increase the efficiency of text analysis since it will point to statistically significant variables immediately before the procedure of the text mining itself.

2.2. Research Design

The research design includes a sampling procedure, an index building procedure, and building a statistical model for determining the significance of variables.

To elaborate possible calculations for recognising informative features, we formed the corpus of media-texts from two Kazakhstani web-sources: *Central Asia Monitor* and *Tengrinews*.

Double-stage systematic cluster sampling was carried out to form the corpus. We determined the period from August 2017 to August 2018 for the publications sampling. In

order to determine patterns in publications, we sampled the texts released during three consecutive days.

At the first stage of the sampling procedure, the calendar year from August 2017 till August 2018 was divided into 122 groups with three days step in each group. Further, we made a systematic sampling of 40 groups (clusters) out of the 122 groups. At the second stage, approximately 50 news publications from five different news sources were sampled within each cluster.

Thus, the sampling meets the necessary statistical standards (each sample unit has an equal chance of being selected), which in turn will allow transferring the test results to the general block of articles (Groves et al., 2009).

$$\text{Stage 1: } (\text{step}) = \frac{N}{n}; \quad (1)$$

where,

N is the total number of clusters (122),

n is the number of clusters sampled (40).

K (step) = rounding to the nearest digit.

We randomly carried out the selection of numbers from the smallest to the largest inside the resulting step. From each number, each K cluster was systematically sampled. During the calculation of a random number inside the step, the procedure showed the number 1 (out of 3) as the starting point for systematic sampling. Thus, clusters were calculated according to sequential numbers 1,4,7,10,13,16,19 …… 118.

$$\text{Stage 2: } Y\ (\text{number of sampled elements in each group }) = \frac{n}{N}; \quad (2)$$

where,

N - the total number of news publications in the cluster,

n - the number of news publications within the cluster (the maximum total number of 250).

For a comprehensive assessment of significance, the main criterion for corpora sampling was the availability of such data by the “Public Response” group of features as the number of views, the number of comments, and the number of shares. Then, in each of the two sources, we sampled 500 publications with the highest number of views distributed according to the percentage ratio between *Tengrinews* - 75.6% and *Central Asia Monitor* - 24.4% or 377 and 123 news publications, respectively. Sampled publications were viewed over 20 million times (the sum of the number of views of each article).

In order to obtain data to build a statistical and mathematical model, an expert assessment of sampled publications was carried out. An instruction was developed to ensure the effective organisation of expert analysis and obtaining objective results. The instruction consisted of 16 questions divided into four sections: determining the reliability of the publication, determining the public response to the publication, determining the tone of the publication, determining the unbiasedness of the publication. The authors formulated conceptual definitions. The “reliable publication” refers to the publication that genuinely, fully and correctly reflects the reality. Publication with the public response is a publication characterised by a widespread among the population causing its reaction, and the content of which is capable of causing a broad public response. The unbiased publication is a

publication in which describes facts in an unbiased manner, comprehensively and without attempting to manipulate the reader's opinion. The tone of the publication is the emotional tone of the presentation of information, facts in the publication, which the author communicates to the audience.

The expert assessment of 500 media-texts was carried out according to the following 16 indicators of the four criteria for assessing the impact of open-access textual information sources on society:

1. "Reliability" group of features

Indicating features:

a. The presence/absence of references in the publication to the competent source
b. Reference to the primary source
c. Coverage of the same event by various websites: cross-checking, discourse with other articles
d. Compliance of the publication's headline to the content of the media text.
e. An indication of the author's name in the article
f. The presence of verifiable facts in the article (Subject of Discussion/Location/ Action/Time).
g. The reputation of the source releasing or publishing the information (websites of news and information agencies, electronic media, other similar sites)

"Public Response" group of features

Indicating features:

a. Number of views
b. Number of reposts/shares
c. Number of comments to the publication
d. Tone of comments

3. "Tone" group of features

Indicating features: Tone of publications

4. "Unbiasedness" group of features

Indicating features:

a. The author's expressed a personal opinion in the media-text
b. Manipulative techniques in the media-text
c. The degree of politicisation of the publication
d. The degree of generalisation

A standard coding scale from -1 to 1 was applied to code the results of the publication's assessment for subsequent analysis.

2.3. Index building

In theory, in order to test the statistical significance of informative features, two approaches - supervised machine learning and unsupervised machine learning can be used. However, in this case, it is more reasonable to use the additive index building to continue the supervised machine learning procedure. This is justified by the availability of theoretically defined informative features, as well as the data structure, which contains such an assessment criterion as "public response" which includes such continuous variables as (1) the number of views, (2) the number of likes, (3) the number of comments, (4) the number of shares.

The above variables have clear notations and can serve as dependent variables in the statistical model. However, across the selected media resources completeness of data is only observed by the "number of views" variable, which makes it the only possible option to serve as a suitable dependent variable. Another point that favours the additive approach to index building is the availability of theoretically explicit informative features of a media text. Only in the absence of these, the use of the second approach would be more appropriate.

To measure the selected informative features, we calculated the additive indices using the formula below. In the case of additive index building, index variables are assigned weights according to the formula:

$$W_i = \frac{1}{\text{number of variables}}, \quad (3)$$

where "i" means the index

For example, the Reliability Index included seven variables. Further, it should be noted that if the component is a binary variable (0-1), then the weight remains according to the above formula, if the variable contains a value greater than 1, then its weight is calculated by the formula:

$$\frac{W_i}{\text{maximum value of variable}}; \quad (4)$$

The resulting weights are added to build a variable that is within the maximum limits [-1: 1]. Further, we multiply the variable by 100 in order to build the index. In the course of this procedure, three indices – the Unbiasedness Index, the Tone Index, and the Reliability Index – were built.

2.4. Statistical model

Due to the application of supervised learning algorithm, it is reasonable to use regression as the main statistical model. As the dependent variable number of views has a continuous type of data, it is possible to apply the model of multiple linear regression. Independent variables include indices obtained after the second stage: (1) Reliability Index; (2) Tone Index; (3) Unbiasedness Index. Thus, the model has the following components

$$y(\text{number of views}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Reliability} + \beta_2 \text{Tone} + \beta_3 \text{Unbiasedeness} + \varepsilon \quad (5)$$

Where,

β_0 – is interception

ε – random noise.

In addition, we look at the interaction term between the Tone Index and Unbiasedness Index. Thereby, the second model that includes the interaction term looks as follows:

$$y(\text{number of views}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Reliability} + \beta_2 \text{Tone} + \beta_3 \text{Unbiasedness} + \beta_4 \text{Tone} * \text{Unbiasedness} + \varepsilon \quad (6)$$

Here it must be mentioned that the dependent variable has an exponential probability distribution, which makes direct application of multiple regression somewhat problematic. It is obvious/evident that in order to run the model, one needs to apply technics of a linear transformation of the dependent variable.

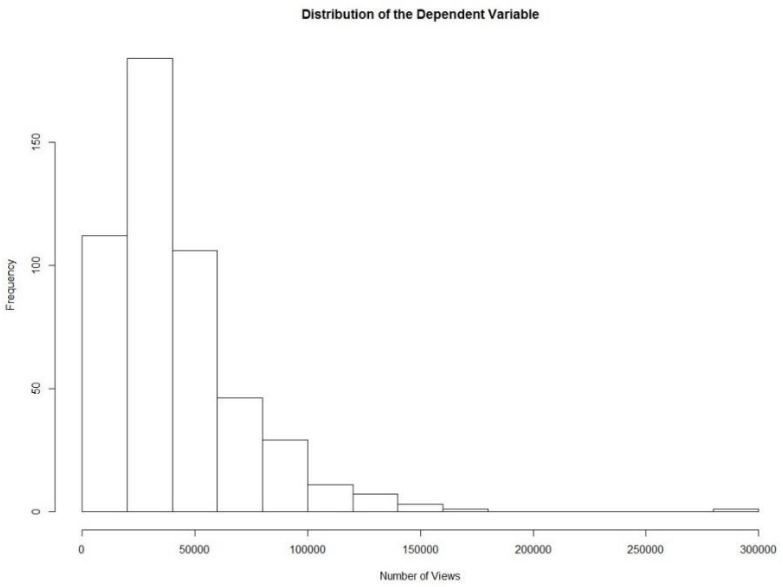


Figure 1**.** Distribution of the dependent variable “number of views”

Thus, for convenience and proper fit, the dependent variable “number of views” was put under the logarithmic transformation:

$$\log(y) = \beta_0 + \beta_1 \text{Reliability} + \beta_2 \text{Tone} + \beta_3 \text{Unbiasedness} + \varepsilon \qquad (5)$$

Because one of the variables constituting the Index of public response was used as the dependent variable in the model, the variable “tone of comments” was combined with the variable “tone of publication”, which led to the creation of the Tone Index. Finally, we used statistical programming software R to calculate the results of the model.

3. Results

Table 1 below contains the results of the first regression model without the interaction term. It is evident that all independent variables are statistically significant; their p-values are smaller than the 5% alpha threshold, and their mean values are within two standard errors. Looking at the regression coefficients, one must keep in mind logarithmic transformation of the dependent variable, which slightly changes interpretation according to the formula $\exp(\beta) - 1$. For instance, a one per cent increase in the Reliability Index leads to a two per cent increase in the number of views holding everything else constant. By the same token, one per cent increase of the Tone Index leads to 1/3 per cent change in the dependent variable. One per cent increase in the Unbiasedness Index leads to minus 2.3 per cent in the number of views. It should be mentioned that among three

independent variables, the Tone Index indicates the lowest level of significance; probably such effect occurred due to a small number of variables, which constitute the index.

Table 1. Results of the first model

	Regression coefficients	**Standard errors**	**t-value**	**p-value**
Interception	9.5805	0.1919	49.918	2e-16***
Reliability Index	0.0193	0.0031	6.126	1.84e-09***
Tone Index	-0.0026	0.0010	-2.514	0.0122*
Unbiasedness Index	-0.0230	0.0014	-15.563	2e-16***
R-square– 0.4274		Adjusted R-square -0.424		

Table two presents the regression output of the second model with the interaction term.

Table 2. Results of the second model

	Regression coefficients	**Standard errors**	**t-value**	**p-value**
Interception	9.586e+00	1.918e-01	49.970	2e-16***
Reliability Index	1.950e-02	3.160e-03	6.172	1.41e-09***
Tone Index	-1.586e-03	1.373e-03	-1.155	0.249
Unbiasedness Index	-2.428e-02	1.753e-03	-13.849	2e-16***
Interaction (Unbiasedness *tone)	-5.307e-05	4.085e-05	-1.299	0.194
R-square – 0.4294		Adjusted R-square -0.4248		

From the table above, one can see that the interaction term has no statistical significance. Moreover, the variable of interaction did improve the model, inclusion of interaction led to the worsened statistical significance of tone and only slightly improved coefficients of the R-square. At the same time, unbiasedness and tone slightly increased and their significance remained at the same level. It is reasonable to use the results of the first model in further analysis taking into consideration the results of the second model.

Despite high indicators of statistical significance of regression coefficients, the model indicates two severe violations of the regression assumptions, mainly: (1) residual autocorrelation, (2) heteroskedasticity. The conclusion was based on the results of several statistical tests.

Table 3**.** HAC statistical tests

Durbin-Watson autocorrelation test	p-value (<2.2e-16)
Beusch-Pagan heteroskedasticity test	p-value (<0.0046)

Both tests indicate a strong presence of heteroskedasticity and autocorrelation (HAC). Two alternatives can fix the situation. First, one can use new data and return to the model specification. Second, retain existing data, but increase intervals of standard errors around regression coefficients, however, a simple increase of the standard errors would be an inappropriate step. Thus, in this concrete case, we used heteroskedasticity autocorrelation robust standard errors suggested by Newey-West (1987). HAC standard errors can account for violations in data and at the same time allowing to retain model specification.

Table 4. HAC standards

	Regression coefficients	**HAC robust standard errors**
Interception	9.5805	0.35100
Reliability Index	0.0193	0.00538
Tone Index	-0.0026	0.001125
Unbiasedness Index	-0.0230	0.003320

From the above table 4, it can be seen that applying HAC standard errors almost doubled intervals around regression coefficients except for Tone.

Alternative model building with a bootstrap approach

Because the true statistical distribution of the population is unknown and sample distribution of the dependent variable is exponential, we applied bootstrap technic. Bootstrap is non-parametric technic, that can help to estimate sample parameters (variance, standards deviation, standard error, mean) without traditional assumptions about the form of the statistical distribution of the population (Fox, 2002). In order to apply bootstrap technic, one must take a sample with replacement from the sample of the population. The procedure must be repeated several times and then it is possible to take all required parameters of interest from the obtained distribution. In this case, statistical parameters of the population are indeed important, but more interesting would be to look at parameters of the regression model, such step to some extent modifies the standard technic of bootstrap implementation. In order to adequately built the distribution of coefficients and their standard errors, the bootstrap technic was implemented using resampling of random-x variables of the regression model. Formally, this method can be described in the following way. Write the dependent and the independent variables in the matrix $M_{n\times k} = (Y_{ij}, X_{i1}, X_{i2}, X_{i3})$, where i=1…..n. Next, sample a certain amount of observations O from the matrix $M_{n\times k}$, such that $0 < O < n$, after this step, based on the sample calculate the actual regression model and store coefficients with their respective standard errors into the matrix $M_{p\times c}$, where p is number of iterations and c-number of coefficients and with their respective standard errors. Thus, the above-written procedure was implemented 1000 times, and the resulting matrix L had the size of 1000×8. Table 5 below gives comparative results of parameters obtained after the bootstrap procedure and a simple model.

Table 5. Comparison of bootstrap and simple model results

	Regression coefficients (simple model)	**HAC standard errors (simple model)**	**Regression coefficients (bootstrap)**	**HAC standard errors (bootstrap)**
Interception	9.5805	0.35100	9.5779	0.20186
Reliability Index	0.0193	0.00538	0.0193	0.00327
Tone Index	-0.0026	0.001125	-0.0026	0.000954
Unbiasedness Index	-0.0230	0.003320	-0.0231	0.001597

From table 6 it can be seen that the bootstrap technic significantly lowered values of standard errors. Also, one can observe slightly different results in the actual and bootstrapped regression coefficients. Histogram 2 below presents detailed results of bootstrapped regression coefficients together with their respective confidence intervals.

Histogram 2 shows that bootstrapped confidence intervals are located not further than two standard errors from the mean value, and fall into 95% percentile of the distribution. Thus, if we are to repeat the experiment 100 times, 95 times out of 100, one can get the mean value falling into the range indicated by the confidence intervals.

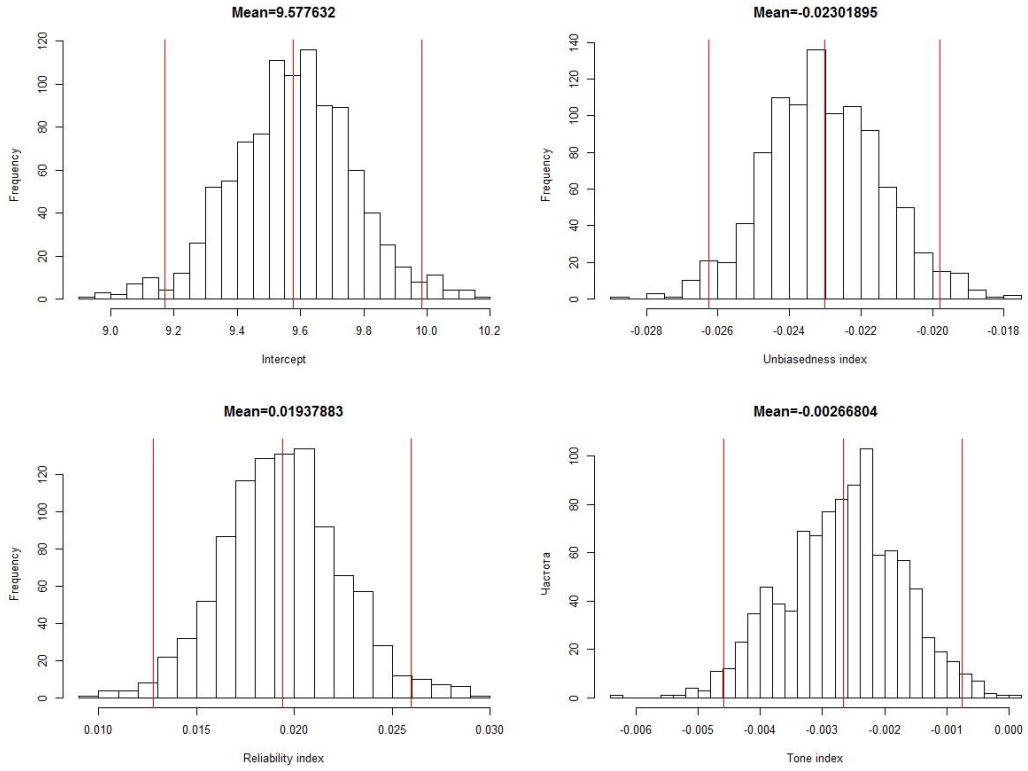


Figure 2. Bootstrapped regression parameters

4. Discussion and conclusions

For this paper, we studied the global experience of assessing the influence of the media on society, conducted a sociological survey[1] to determine the needs of society in assessing the influence of the media and public trust in the media. Based on a sociological survey, we identified problematic and critical aspects of assessing the impact of the media on society in Kazakhstan. The analysis of the problematic and critically important aspects of the influence of the media on society helped us to identify a number of informative features and assessment criteria, the validity of which was confirmed by experts to clarify and refine the gaps in the study. The main difficulty we encountered in conducting this study is that the most effective tools for assessing the impact of the media on society are based on expert opinion and analysis, in which the main informative features are not detected automatically. This article presents the results of the first stage of work on a Kazakhstani research project, the purpose of which is to develop a methodology for assessing the impact of open information sources on society using an automated information system. The main task at this stage was to determine the informative features of the assessment, which are: reliability, unbiasedness, tone, and media involvement.

The results of experimental validation make it possible to derive several conclusions. First, the proposed informative features such as reliability, unbiasedness and tone have a statistically significant influence on the number of views. For instance, a decrease of the unbiasedness and tone leads to a positive increase in the number of views, increase of the reliability, in turn, leads to a positive increase in the dependent variable. Second, apart from statistically significant results, the model indicated a moderately good coefficient of determination (R-square=0.44). However, it must be mentioned that the analysis revealed the problematic structure of data, namely residual autocorrelation and heteroskedasticity. Such problems violate the assumptions of ordinary least squares (OLS) regression model. Though the best way would be to return to model specification and gather new data, nevertheless, in order to retain the proposed informative features, the data problems were fixed with the help of HAC robust standard errors and bootstrap technic. It is necessary to point out that the main goal of the article is to create the appropriate method of building evaluation of informative features. Creation of automatize system of analysis is another step. Nevertheless, the results of the statistical modelling show that proposed informative features can serve as a framework for the creation of an automatizing model of machine learning.

Speaking about potential improvements, one can increase the number of variables inside each informative feature. We used only two variables to create the Tone Index, and though it showed statistically significant results, it would be better to improve the index by increasing the number of variables inside it. Another improvement is to include more informative criteria and additional independent variables. For example, such as a sphere of publication whether it political, social, cultural, international, military, and other. This step allows for obtaining a more accurate and valid index when building a complete model. Also, a rather unexpected result was the creation of an extended Tone Index, namely the inclusion of a variable in it - the tone of comments. Although the index showed the least

[1] Results of a sociological survey on the impact of open information sources (electronic media) on society, 2018. JSC ‘Information and Analytical Center’ of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. Astana

impact on the number of views, however, the results were statistically significant both in the model and after the bootstrap procedure.

Final improvement and the most important one would be to use a random sample of data during the third stage of sampling design. We sampled 500 publications based on the number of views; this led to the problematic structure of data revealed during the analysis. Thus, probably the application of representative sample can help to avoid the violations of the OLS regression model and come to more valid results.

These criteria will form the basis of a methodology for assessing the impact of the media on society using a combined automated-expert approach. A detailed report with the results of the survey is available on request.

This work was supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan under Grant number BR05236839

References

1. Burscher, B., Odijk, D., Vliegenthart, R., De Rijke, M., & De Vreese, C. Teaching the Computer to Code Frames in News: Comparing Two Supervised Machine Learning Approaches to Frame Analysis / B. Burscher // Communication Methods and Measures. – 2014. – Vol. 8, N.3. – P. 190-206.

2. Couldry, N. Media, Society, World / N. Couldry // Social Theory and Digital Media Practice. – Cambridge: Polity Press, 2012.

3. Denzin, N. On Semiotics and Symbolic Interactionism / N. Denzin // Symbolic Interaction. – Vol. 10(1). – P. 1-19. doi:10.1525/si.1987.10.1.1

4. Edelman Intelligence. Edelman Trust Barometer 2018 Global study. – http://cms.edelman.com/sites/default/files/2018-02/2018_Edelman_Trust_Barometer_Global_Report_FEB.pdf (March 29, 2019)

5. Groves, M.R., Floyd, J.F., Couper, M.P., Lepkowski, J.M, Singer, E & Tourangeau R. Survey Methodology (2nd Ed.) / M.R. Groves. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

6. Flaounas, I., Ali, O., Lansdall-Welfare, T., De Bie, T., Mosdell, N., Lewis, J. & Cristianini, N. Research Methods in the Age of Digital Journalism: Massive-scale Automated Analysis of News-Content, Topics, Style and Gender / I. Flaounas // Digital Journalism. – 2013. – Vol. 1(1). – P. 102-116.

7. Flegel, R.C., Chaffee, S. H. Influences of editors, readers, and personal opinions on reporters / R.C. Flegel // Journalism Quarterly. –1971. – Vol. 48(4). – P. 645–651.

8. Fox, J. Bootstrapping Regression Models. – http://statweb.stanford.edu/~tibs/sta305files/FoxOnBootingRegInR.pdf (July 30, 2019)

9. Katz, E & Lazarsfeld, P. F. Personal Influence: The Part Played by People in the Flow of Mass Communications / E. Katz. – New-York: Free Press, 1955.

10. Lippmann, W. Public Opinion / W. Lippmann. – New-Brunswick: Transaction Publishers, 1998.

11. Mander, J., Young, K. Digital vs. Traditional Media Consumption. Analyzing time devoted to online and traditional forms of media at a global level, as well as by age and across countries / J. Mander // INSIGHT REPORT SUMMARY | Q1. – 2017.

12. Miller, D. Promotional strategies and media power. In A. Briggs & P. Cobley (Eds.) / D. Miller // The media: An introduction. – London, United Kingdom: Longman, 1998. – P. 65-80.

13. Miller, D., Dinan, W. Journalism, public relations and spin. In K. Wahl-Jorgense & T. Hanitzsch (Eds.) / D. Miller // Handbook of journalism studies. – New York, NY: Routledge, 2009. – P. 250-264.

14. Newey, W.K. & West, K.D. A Simple Positive-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix / W.K. Newey // Econometrica, 1987. – Vol. 55. – P. 703-708.

15. Otto, K., Köhler, A. Trust in Media and Journalism / K. Otto // Empirical Perspectives on Ethics, Norms, Impacts and Populism in Europe. – Springer VS, Wiesbaden, 2018. – P. 179.

16. Perse, M.E. Media Effects and Society / M.E. Perse. – Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

17. Ruggiero, T.E. Uses and Gratifications Theory in the 21st Century / T.E. Ruggiero // Mass Communication and Society. – 2009. – Vol. 3(1). – P. 3-37.

18. Sjovaag, H. & Staveli, E. Web Media and the Quantitative Content Analysis: Methodological Challenges in Measuring Online News Content / H. Sjovaag // Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies. – 2012. – Vol. 18(2). – P. 215-229.

19. Van Dijk, T.A. Opinions and ideologies in the press. In A. Bell & P. Garrett (Eds.) / T.A. Van Dijk // Approaches to media discourse. – Oxford, United Kingdom: Blackwell, 1998. – P. 21-63.

MODIFICATION OF THE QUASILINEAR CONTROL SYSTEM OF BIOMEDICINE

Dyusembina Zh.K.
zdyusembina@mail.ru
Eurasian national university named after L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan, associate professor

Abstract. *The stability of the respiratory chemostat on a finite time interval was studied and the task of stabilizing the biomedical system of the respiratory chemostat for linear and quasilinear control systems was solved. The study of such regulatory processes in the body plays an important role in the development of technical life support systems, and this applies not only to the voltage regulating system of the of carbon dioxide and oxygen (the "respiratory chemostat" system), but also to a number of other vital systems. First of all, this refers to the "cardiovascular chemostat" system, which, as a biological self-regulation system, has the task of washing the tissue reservoir with fresh blood at such a rate as to maintain the voltage of carbon dioxide and oxygen in tissues at normal or near levels. This is a complex hydrodynamic system of biological self-regulation, the numerous*

parameters of which are under continuous influence of various kinds of control signals, which in turn depend on external conditions relative to the organism and perturbations. The regulating regime of this system is continuously subjected to sharply and suddenly changing external influences, which have an extreme character.

Keywords: *Respiratory chemostat, control system, biological system, finite interval, stability*

The problem of the stability of the medical and biological system is one of the main problems of system analysis, mathematical ecology and biomedicine. The task of synthesizing vector control from a given class for a managed medical-biological system and population dynamics of a community with self-limiting by mathematical models is represented in the form of quasilinear equations. The models of biomedicine are considered and the quasi-linear control system of the respiratory chemostat on a finite time interval is investigated.

Changing $F_{CO_2}^I$, we act on an isolated controlled system, it behaves like a simple linear system with constant coefficients. Concentration of $CO_2(F_{CO_2}^I)$ functions as a direct driving force. When the respiratory center affects the controlled system, this effect is manifested through ventilation $\dot{V}_A$. When considering the behavior of the chemostat in the steady state, we assumed for convenience that the input signals of the control system are determined by the levels of $pCO_2, [H^+]$ and pO_2 in arterial blood [1].

Receptors are really located on the path of arterial blood, but proceed only from the fact that in each particular considered steady situation the values of these parameters are closely related to their effective values in those places where the real receptors are located.

Let us consider the time course of pulmonary ventilation and changes of pCO_2 in arterial blood with a sudden change in the concentration of carbon dioxide in the inspired air.

To simplify the analysis, we introduce a number of additional assumptions: 1) the lungs are a reservoir of constant volume vented by a continuous gas stream with a dead space equal to zero, and with a uniform composition; 2) the respiratory coefficient (*RQ*) at each moment of time is equal to one; 3) transport delays in the transfer of blood are negligible; 4) the respiratory center and other tissues are a homogeneous reservoir, washed by a constant flow of blood; 5) arterial blood, venous blood and "tissues" are characterized by the same linearized absorption curve CO_2; 6) the partial pressures CO_2 in the exhaled air and in the alveolar air and the tension CO_2 in the arterial blood are always equal to each other, as well as the stresses CO_2 in the "tissues" and in the venous blood; 7) the control system is a simple inertial-free (that is, does not contain dynamic elements) proportional regulator.

To obtain equations describing the dynamic behavior of the biomedical system, we use the same general principles of equilibrium and continuity, on which Newton's Laws of motion and Kirchhoff's laws for electric circuits are based. We start with the pulmonary or alveolar reservoir and write down the "continuity equation for carbon dioxide", which states that the rate of change in concentration of CO_2 in the alveolar gas $\dot{\theta}_A$ is equal to the

quotient of dividing the difference between the rates of intake and washing out of carbon dioxide by the volume of the reservoir K_A [1]:

$$\dot{\theta}_A = \frac{1}{K_A}[\dot{V}_A F^I_{CO_2} + q_3 - q_1 - q_2] \quad (1)$$

Carbon dioxide enters the lungs with inhaled gas at a rate equal to the product of pulmonary ventilation by the concentration of $F^I_{CO_2}$ in the inspired air, and with venous blood at the rate q_3, and leaves the lungs with exhaled air at the rate q_1 and with arterial blood at the rate q_2. Next, we will write down another equation of continuity for the tissue reservoir: the rate of change in the concentration of carbon dioxide in the tissues ($\dot{\theta}_A$) is equal to the sum of the rates of formation of CO_2 during the exchange (MR) of CO_2 with arterial blood flow (q_2) and leaching of CO_2 with venous blood (q_3) divided by the volume of the tissue reservoir K_T:

$$\dot{\theta}_A = \frac{1}{K_T}[MR + q_2 - q_3]. \quad (2)$$

Let us write down three equilibrium equations.

The first of them reflects the equality of concentrations of carbon dioxide in the alveolar and exhaled air:

$$\theta_A = \frac{q_2}{\dot{V}_A}. \quad (3)$$

The second equation describes the equilibrium of concentrations of CO_2 in the alveolar air and in the arterial blood, taking into account the linearized CO_2 absorption curve:

$$\frac{q_2}{Q} = BA_S(\theta_A) + A_i, \quad (4)$$

where - Q minute volume of the heart, B - atmosphere pressure, A_S and A_i - respectively, the slope of the linear absorption curve and the ordinate of the point of its intersection with the ordinate axis.

The third equation expresses the equality of carbon dioxide concentrations in tissues and venous blood:

$$\theta_T = \frac{q_3}{Q}. \quad (5)$$

To study the behavior of an isolated controlled system, it is necessary to solve this system of equations. There are different ways for this, but in any case, we should, first of all, choose which of the five dependent variables is considered the output (or outputs) of the system and which of the nine independent variables ($\dot{V}_A, F^I_{CO_2}, MR, K_A, K_T, Q, B, A_S, A_i$) is considered to be the input (or inputs) of the system. We choose the variables θ_T and θ_A as the outputs of the system, and as the input - $F^I_{CO_2}(t)$. Thus, we assume that the variables $\dot{V}_A, MR, K_A, K_T, Q, B, A_S$ and A_i do not change with time. Combine the five obtained basic equations so as to get a differential equation with respect to one of the dependent variables, θ_T or θ_A. So, if we solve equation (3) relative to q_1, (4) - relative to q_2 and equation (5) – relative to q_3.

Substituting these values into equations (1) and (2), we obtain

$$\dot{\theta}_A = \frac{1}{K_A}[\dot{V}_A(F^I_{CO_2} - \theta_A) + Q(\theta_T - BA_S\theta_A - A_i)] \tag{6}$$

and

$$\dot{\theta}_A = \frac{1}{K_A}[MR - Q(\theta_T - BA_S\theta_A - A_i)]. \tag{7}$$

Solving equation (7) with respect to θ_A, we obtain

$$\theta_A = \frac{1}{QBA_S}(K_T\dot{\theta}_T - MR - QA_i + Q\theta_T)]. \tag{8}$$

The differentiation of (8) gives

$$\dot{\theta}_A = \frac{1}{QBA_S}(K_T\ddot{\theta}_{Ti} + Q\dot{\theta}_T)]. \tag{9}$$

Substituting (8) and (9) into (6), we obtain the required equation relative to θ_T:

$$\begin{aligned} &\frac{K_AK_T}{Q\dot{V}_A}\ddot{\theta}_T + \left[\frac{K_A}{\dot{V}_A} + \frac{K_TBA_S}{\dot{V}_A} + \frac{K_T}{Q}\right]\dot{\theta}_T + \theta_T = \\ &= BA_SF^I_{CO_2}(t) + \frac{BA_SMR}{\dot{V}_A} + \frac{MR}{Q} + A_i. \end{aligned} \tag{10}$$

Having obtained the equation with respect to θ_T, we can find θ_A in several ways. From equation (8), find the expression for the concentration θ_A, substituting in (8) the expressions for θ_T and $\dot{\theta}_T$. But there is another method of determination θ_A, analogous to

the method used to derive equation (10) with respect to θ_T. It consists in the fact that equation (6) is solved relatively to θ_T, the result obtained is differentiated (in this case, an expression for $\dot{\theta}_T$ is obtained) and the expressions for θ_T and $\dot{\theta}_T$ in equation (7) are substituted. The equation derived in this way has the following form [5]:

$$\frac{K_A K_T}{Q\dot{V}_A}\ddot{\theta}_A + \left[\frac{K_A}{\dot{V}_A} + \frac{K_T BA_S}{\dot{V}_A} + \frac{K_T}{Q}\right]\dot{\theta}_A + \theta_A = \\ = F^I_{CO_2}(t) + \frac{K_T}{Q}\dot{F}^I_{CO_2}(t) + \frac{MR}{\dot{V}_A}. \quad (11)$$

Equations (10) and (11) describe the behavior of an isolated controlled system under the assumption that the driving function is the concentration of carbon dioxide in the inspired air $F^I_{CO_2}(t)$. We solve these equations with respect to $\theta_T(t)$ and $\theta_A(t)$ for the case when $F^I_{CO_2}(t)$ represents a jump with amplitude $(F^I_{CO_2}(t))_1$. To solve these equations, we apply the classical method or the Laplace transform method.

The control system should be a "simple proportional regulator that does not contain dynamic elements". We suppose now that the same relation can be written in such a way that the concentration θ_T is included in it, and that it is valid for both transitional and steady-state conditions. We write down the equation of the control system in the following form:

$$\dot{V}_A = k_p\left[\theta_T - \theta_{Ti}\right] + \dot{V}_{Ar}. \quad (12)$$

In this equation θ_{Ti} - preset value, $\dot{V}_{Ar}$ - bias signal. The gain of the proportional regulator is k_p.

Equations of motion (12) can be reduced to the following form, assuming $y = \theta_T$:

$$M\frac{d^2y}{dt^2} + R\frac{dy}{dt} + Ky = F, \quad (13)$$

where

$$M = \frac{K_A K_T}{Q\dot{V}_A}, \quad R = \frac{K_A}{\dot{V}_A} + \frac{BA_S K_T}{\dot{V}_A} + \frac{K_T}{Q}, \quad K = 1,$$

$$F = BA_S F^I_{CO_2}(t) + \frac{BA_S MR}{\dot{V}_A} + \frac{MR}{Q} + A_i.$$

The angular frequency: $\varpi_n = \left(\frac{K}{M}\right)^{1/2} = \frac{1}{\sqrt{M}}$.

Attenuation factor: $b = \dfrac{R}{2(KM)^{1/2}} = \dfrac{R}{2\sqrt{M}}.$

Consequently, the equation (13) takes the form:

$$\frac{1}{\varpi_n^2}\cdot\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{2b}{\varpi_n}\cdot\frac{dy}{dt} + y = \left[\frac{1}{K}\right]F = F \tag{14}$$

or

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2b\cdot\varpi_n\frac{dy}{dt} + \varpi_n^2 y = \varpi_n^2 F \tag{15}$$

with boundary conditions

$$y(0) = y_0, \qquad \dot{y}(0) = y_1, \qquad y(T) = y_T, \qquad \dot{y}(T) = 0.$$

Using the change of variables

$$x = y - y_T$$

we have that

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b\cdot\varpi_n\frac{dx}{dt} + \varpi_n^2 x = \varpi_n^2(F - y_T) = u,$$

where

$$x = x_1, \qquad u = \varpi_n^2(F - y_T).$$

This differential equation in the Cauchy normal form takes the form:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -\varpi_n^2 x_1 - 2b\varpi_n x_2 + u \end{cases} \tag{16}$$

with boundary conditions

$$\begin{gathered} x_1(0) = x_{10} = y_0 - y_T, \\ x_2(0) = x_{20} = y_1. \\ x_1(T) = 0, \\ x_2(T) = 0. \end{gathered} \tag{17}$$

In the vector-matrix form:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \qquad x(0) = x_0, \qquad x(T) = 0,$$

where

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\overline{\omega}_n^2 & -2b\overline{\omega}_n \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, \quad u - \text{ scalar.}$$

Fundamental system

$$\hat{O}(t) = A\hat{O}(t), \quad \hat{O}(0) = \AA$$

is represented as:

$$\begin{pmatrix} \hat{O}_{11} & \hat{O}_{12} \\ \hat{O}_{21} & \hat{O}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2b\omega_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{O}_{11} & \hat{O}_{12} \\ \hat{O}_{21} & \hat{O}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{O}_{21} & \hat{O}_{22} \\ -\omega_n^2\hat{O}_{11} - 2b\omega_n\hat{O}_{21} & -\omega_n^2\hat{O}_{12} - 2b\omega_n\hat{O}_{22} \end{pmatrix}.$$

Hence we have

$$\begin{cases} \dot{\Phi}_{11} = \Phi_{21}, \\ \dot{\Phi}_{21} = -\varpi_n^2\Phi_{11} - 2b\varpi_n\Phi_{21}, \\ \dot{\Phi}_{12} = \Phi_{22}, \\ \dot{\Phi}_{22} = -\varpi_n^2\Phi_{12} - 2b\varpi_n\Phi_{21}\Phi_{22}, \end{cases} \tag{18}$$

$$\hat{O}_{11}(0) = 1, \qquad \hat{O}_{21}(0) = 0, \qquad \hat{O}_{12}(0) = 0, \qquad \hat{O}_{22}(0) = 1.$$

Next we get

$$\ddot{\hat{O}}_{11} + 2b\omega_n\dot{\hat{O}}_{11} + \omega_o^2\hat{O}_{11} = 0, \qquad \ddot{\hat{O}}_{12} + 2b\omega_n\dot{\hat{O}}_{12} + \omega_o^2\hat{O}_{12} = 0. \tag{19}$$

We note that the disturbance $F_{CO_2}^I(s)$ is the direct driving force for the controlled system, and the control value $\dot{V}_A(s)$ excites the system due to parametric influence. The latter is the source of the nonlinearity of the system, as can be verified by substituting the equation (6) in (19).

We obtain the following equation of a closed system with respect to θ_T:

$$a\ddot{\theta}_T + \beta\dot{\theta}_T + \gamma\dot{\theta}_T\theta_T + \theta_T^2 + \eta\theta_T = \lambda, \tag{20}$$

where

$$\alpha \equiv \frac{K_A K_T}{k_p Q},$$

$$\beta \equiv \frac{K_A + K_T BA_S}{k_p} - \frac{K_T\theta_{Ti}}{Q} + \frac{K_T\dot{V}_{Ar}}{k_p Q}, \qquad \gamma \equiv \frac{K_T}{Q},$$

$$\eta \equiv \frac{\dot{V}_{Ar}}{k_p} - \theta_{Ti} - BA_S F_{CO_2}^I - \frac{MR}{Q} - A_i,$$

$$\lambda = \frac{BA_S MR}{k_p} + \left[\frac{\dot{V}_{Ar}}{k_p} - \theta_{Ti}\right]\left[BA_S F_{CO_2}^I + \frac{MR}{Q} + A_i\right].$$

The equation (20) is a nonlinear differential equation, since it contains terms of the second degree $\dot{\theta}_T\theta_T$ and θ_T^2. Since $\dot{V}_A$ is a linear algebraic function of θ_T concentration (equation 6), then the equation of a closed system with respect to $\dot{V}_A$ in the form would be identical to equation (20). Relatively to θ_A, a complex nonlinear equation can also be obtained [2].

Let us consider the stabilization of the motions of the quadratic system (20) on a finite interval of time [4].

We denote $\bar{u} = \dot{V}_{A_r}$ – as control

$$\beta = \beta_1 + \beta_2\bar{u},$$
$$\eta = \eta_1\bar{u} - \eta_2, \qquad \gamma_1 = \gamma/\alpha, \qquad \lambda_1 = \lambda/\alpha, \qquad \eta_1 = 1/\alpha,$$
$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2\bar{u},$$

where

$$\beta_1 = \frac{\left[\frac{K_A + K_T BA_S}{k_p} - \frac{K_T Q_{T_i}}{Q}\right]}{\alpha}, \qquad \beta_2 = \frac{K_T}{k_p Q^{\alpha}},$$

$$\eta_1 = \frac{1}{K_p\alpha}, \qquad \eta_2 = \frac{\left[Q_{T_i} - BA_S F_{co}^I - \frac{MR}{Q} - A_i\right]}{\alpha},$$

$$\lambda_1 = \frac{\left[\frac{BA_S MR}{k_p} - Q_{T_i}(BA_S F_{co}^I + \frac{MR}{Q} + A_i)\right]}{\alpha},$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{k_p\alpha}(BA_S F_{co}^I + \frac{MR}{Q} + A_i).$$

Then,

$$\ddot{\theta}_T + \beta_1\dot{\theta}_T - \eta_2\theta_T + \beta_2\bar{u}\dot{\theta}_T + \gamma_1\dot{\theta}_T\theta_T + \eta_2\theta_T^2 + \eta_1\bar{u}\theta_T = \lambda_1 + \lambda_2\bar{u}. \qquad (21)$$

We consider,

$$\theta_T = y,$$
$$\ddot{y} + \beta_1\dot{y} - \eta_2 y + \beta_2\bar{u}\dot{y} + \gamma_1\dot{y}y + \eta_1 y^2 + \eta_1\bar{u}y = \lambda_1 + \lambda_2\bar{u}.$$
$$y(0) = y_{0_0}, \quad \dot{y}(0) = y_1, \quad y(T) = y_T, \quad \dot{y}(T) = 0.$$

Then,

$$x = y - y_T,$$
$$\ddot{x} + \beta_1\dot{x} - \eta_2(x + y_T) + \beta_2\bar{u}\dot{x} + \gamma_1\dot{x}(x + y_T) + \eta_1(x + y_T)^2 + \eta_1\bar{u}(x + y_T) = \lambda_1 + \lambda_2\bar{u}$$

or

$$\ddot{x} + \beta_1 \dot{x} + \eta_3 x + \beta_2 \bar{u}\dot{x} + \gamma_1 \dot{x}x + \eta_2 x^2 + \eta_1 \bar{u}x + \mu_1 = \lambda_3 \bar{u}, \tag{22}$$

where

$$\mu_1 = -\eta_2 y_T + \gamma_1 y_T + \eta_1 y_T^2 - \lambda_1,$$
$$\lambda_3 = \lambda_2 - \eta_1 y_T, \qquad \eta_3 = 2\eta_1 y_T - \eta_2,$$
$$x(0) = y_0 - y_T, \qquad \dot{x}(0) = y_1,$$
$$x(T) = y_T - y_T = 0, \qquad \dot{x}(T) = \dot{y}(T) = 0.$$

We consider,

$$u = \lambda_3 \bar{u} - \mu_1,\ \bar{u} = \frac{1}{\lambda_3}(\ u + \mu_1),\ \ddot{x} + \beta_4 \dot{x} + \eta_5 \mathrm{x} + \beta_3 u\dot{x} + \gamma_1 \dot{x}x + \eta_1 x^2 + \eta_4 ux = u, \tag{23}$$

where

$$\beta_3 = \frac{\beta_2}{\lambda_3}, \qquad \beta_4 = \beta_1 + \frac{\mu_1}{\lambda_3}, \qquad \eta_4 = \frac{\eta_1}{\lambda_3}, \qquad \eta_5 = \eta_3 + \frac{\eta_1 \mu_1}{\lambda_3}.$$

Let it be

$$\begin{cases} x = x_1, \\ \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = -\eta_5 x_1 - \beta_4 x_2 + u + f_2(x,u), \end{cases} \tag{24}$$

$$\mathrm{f}_2(x,u) = -\beta_3 u x_2 - \gamma_1 x_1 x_2 - \eta_1 x_1^2 - \eta_4 x_1 u, \qquad t \in [0,T]$$
$$x_1(0) = x_{10}, \qquad x_1(T) = 0,$$
$$x_2(0) = x_{20} = y_1, \qquad x_2(T) = 0.$$

We consider a linear system

$$\dot{x} = \mathrm{A}x + Bu^0.$$

Fundamental system

$$\hat{O}(t) = A\hat{O}(t), \qquad \hat{\mathrm{O}}(0) = \mathrm{E}$$

has the form:

$$\begin{pmatrix} \hat{O}_{11} & \hat{O}_{12} \\ \hat{O}_{21} & \hat{O}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\beta_4 & -\eta_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{O}_{11} & \hat{O}_{12} \\ \hat{O}_{21} & \hat{O}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{O}_{21} & , & \hat{O}_{22} \\ -\beta_4 \hat{O}_{11} - \eta_5 \hat{O}_{21}, & & -\beta_4 \hat{O}_{12} - \eta_5 \hat{O}_{22} \end{pmatrix}.$$

At that

$$\dot{\Phi}_{11} = \Phi_{21},$$
$$\dot{\Phi}_{21} = -\beta_4 \Phi_{11} - \eta_5 \Phi_{21},$$
$$\dot{\Phi}_{12} = \Phi_{22},$$
$$\dot{\Phi}_{22} = -\beta_4 \Phi_{12} - \eta_5 \Phi_{22},$$

$$\hat{\mathrm{O}}_{11}(0) = 1, \quad \hat{O}_{12}(0) = 0, \quad \hat{O}_{21}(0) = 0, \quad \hat{O}_{22}(0) = 1,$$

$$\ddot{\hat{O}}_{21} + \eta_5 \dot{\hat{O}}_{21} + \beta_4 \hat{O}_{21} = 0, \tag{25}$$

$$\ddot{\hat{O}}_{22} + \eta_5 \dot{\hat{O}}_{22} + \beta_4 \hat{O}_{22} = 0. \tag{26}$$

The characteristic equation:

$$\lambda^2 + \eta_5 \lambda + \beta_4 = 0, \quad \lambda_{1,2} = \frac{-\eta_5 \pm \sqrt{\eta_5^2 - 4\beta_4}}{2}.$$

has the roots

$$\lambda_1 = -\mu_1, \qquad \mu_1 = \frac{1}{2}\left[\eta_5 - \sqrt{D}\right] > 0,$$

$$\lambda_2 = -\mu_2, \qquad \mu_2 = \frac{1}{2}[\eta_5 + \sqrt{D}] > 0.$$

The fundamental matrix of solutions has the form:

$$\hat{O}(t) = \frac{1}{\mu_2 - \mu_1} \begin{pmatrix} \left[(\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_2 t} + (\eta_5 - \mu_1)e^{-\mu_1 t}\right] & \dfrac{-(\mu_2 - \eta_5)(\mu_1 - \eta_5)}{\beta_4}(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}) \\ \beta_4(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}) & [(\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_1 t} - (\mu_1 - \eta_5)e^{-\mu_2 t}] \end{pmatrix} =$$

$$= \frac{1}{\mu_2 - \mu_1} \overline{\hat{\mathrm{O}}}(t).$$

The inverse matrix:

$$\hat{O}^{-1}(t) = (\mu_2 - \mu_1)\ \overline{\hat{\mathrm{O}}}^{-1}(t),$$

$$\Delta = e^{-(\mu_1 + \mu_2)t}\left[\ (\mu_2 - \eta_5) - (\mu_1 - \eta_5)\ \right]^2 = e^{-(\mu_1 + \mu_2)t}(\mu_2 - \mu_1)^2 > 0.$$

Consequently,

$$\hat{O}^{-1}(t) = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\Delta} \begin{pmatrix} (\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_1 t} - (\mu_1 - \eta_5)e^{-\mu_2 t}, & \dfrac{(\mu_2 - \eta_5)(\mu_1 - \eta_5)}{\beta_4}(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}) \\ -\beta_4(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}), & (\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_2 t} + (\eta_5 - \mu_1)e^{-\mu_1 t} \end{pmatrix}.$$

we get

$$Q(t) = \hat{O}^{-1}(t)\ \mathrm{B} = \frac{(\mu_2 - \mu_1)}{\Delta} \begin{pmatrix} \dfrac{(\mu_2 - \eta_5)(\mu_1 - \eta_5)}{\beta_4}(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}) \\ (\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_2 t} + (\eta_5 - \mu_1)e^{-\mu_1 t} \end{pmatrix},$$

and

$$Q(t)Q^{\prec}(t) = \frac{(\mu_2 - \mu_1)^2}{\Delta^2} \begin{pmatrix} \Phi_{11}(t), & \Phi_{12}(t) \\ \Phi_{12}(t), & \Phi_{22}(t) \end{pmatrix},$$

where

$$\hat{O}_{11}(t) = \frac{(\mu_2 - \eta_5)^2(\mu_1 - \eta_5)^2}{\beta_4^2}(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t})^2,$$

$$\hat{O}_{12}(t) = \left[(\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_2 t} + (\eta_5 - \mu_1)e^{-\mu_1 t}\right]\frac{(\mu_2 - \eta_5)(\mu_2 - \eta_5)}{\beta_4}(e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t}),$$

$$\hat{O}_{22}(t) = \left[(\mu_2 - \eta_5)e^{-\mu_2 t} + (\eta_5 - \mu_1)e^{-\mu_1 t}\right]^2.$$

$$R(t,T) = \int_t^T Q(\tau)Q^*(\tau)d\tau = \begin{pmatrix} R_{11}, & R_{12} \\ R_{12}, & R_{22} \end{pmatrix}\frac{(\mu_2 - \mu_1)^2}{\Delta^2},$$

$$R_{11}(t) = \int_t^T \Phi_{11}(\tau)d\tau, \quad R_{12}(t) = \int_t^T \Phi_{12}(\tau)d\tau, \quad R_{22}(t) = \int_t^T \Phi_{22}(\tau)d\tau.$$

Let us check:

$$R(o,T) > 0, \quad \text{т.е. } R_{11}(0) > 0, \quad \mathrm{R}_{11}(0)R_{22}(0) - R_{12}^2(0) > 0, \text{ using } T > 0.$$

We calculate $R^{-1}(0,T)$:

$$W(t,T) = \hat{O}(t)\ \mathrm{R(t,}T)\ \ \hat{\mathrm{O}}^*(t) = \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} \\ W_{21} & W_{22} \end{pmatrix},$$

$$K(t) = W^{-1}(t,T) = \begin{pmatrix} K_{11}(t), & K_{12}(t) \\ K_{12}(t), & K_{22}(t) \end{pmatrix}.$$

Then the stabilizing control will take the form:

$$u^0(t,x) = -B^*K(t)x = -(0,1)\begin{pmatrix} K_{11}(t), & K_{12}(t) \\ K_{12}(t), & K_{22}(t) \end{pmatrix}x = -K_{12}(t)x_1 - K_{22}(t)x_2.$$

$$u(t,x) = u^0(t,x) + v(t,x), \quad \mathrm{t} \in [0,\mathrm{T}),$$

where the scalar function $v(t,x)$ is determined under the condition [3]

$$2B\,v(t,x) + 2\,f(-B^*K(t)x + v(t,x),x) - BB^*K(t)x = -\bar{R}(t)x, \tag{27}$$

where $\bar{R}(t) - 2\times 2$ matrix such that

$$K\bar{R}(t) + \bar{R}^*(t)K \geq 0,$$

ie, non-negative definite.

Let us suppose that

$$\overline{R}_{11} = 0, \quad \overline{R}_{12} = 0,$$

$$\overline{R} = \begin{pmatrix} 0, & 0 \\ \overline{R}_{21}(t) & \overline{R}_{22}(t) \end{pmatrix}.$$

From (27) we have the following equation for determining $v(t,x)$.

$$\begin{aligned} &2\ v(t,x) - 2\{\gamma_1 x_1 x_2 + \eta_1 x_1^2 + (\beta_3 x_2 + \eta_4 x_1)(-K_{12}x_1 - K_{22}x_2)\} - \\ &- 2(\beta_3 x_2 + \eta_4 x_1)v(t,x) - K_{12}x_1 - K_{22}x_2 = -\overline{R}_{21}x_1 - \overline{R}_{22}(t)x_2. \end{aligned} \tag{28}$$

Let it be

$$\overline{R}_{21} = K_{12}, \qquad \overline{R}_{22} = K_{22},$$

$$K\overline{R} = \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{12} & K_{22} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ K_{12} & K_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_{12}^2 & K_{12}K_{22} \\ K_{12}K_{22} & K_{22}^2 \end{pmatrix}.$$

$$K\overline{R} + \overline{R}^* K = 2\begin{pmatrix} K_{12}^2, & K_{12}K_{22} \\ K_{12}K_{22}, & K_{22}^2 \end{pmatrix} \geq 0, \qquad K_{12}^2 > 0,$$

$$K_{12}^2 K_{22}^2 - K_{12}^2 K_{22}^2 = 0.$$

It follows from (28):

$$v(t,x)\ \left[1 - \beta_3 x_2 - \eta_4 x_1\right] = C_{11}x_1^2 + C_{12}x_1x_2 - C_{22}x_2^2,$$

where

$$C_{11} = \eta_1 - \eta_4 K_{12}, \qquad C_{12} = \gamma_1 - \beta_3 K_{12} - \eta_4 K_{22},$$
$$C_{22} = \beta_3 K_{22}.$$

$$v(t,x) = \frac{C_{11}(t)x_1^2 + C_{12}(t)x_1x_2 - C_{22}(t)x_2^2}{1 - \beta_3 x_2 - \eta_4 x_1}, \quad t \in [0,T),$$

$$u(t,x) = -K_{12}(t)x_1 - K_{22}(t)x_2 + \frac{C_{11}(t)x_1^2 + C_{12}(t)x_1x_2 - C_{22}(t)x_2^2}{1 - \beta_3 x_2 - \eta_4 x_1}, \quad t \in [0,T)$$

provides stability in a finite time interval, i.e. $x(T) = 0.$

$$x_1(t) = \frac{1}{(\mu_2 - \mu_1)\Delta_1}\{(\mu_2 e^{-\mu_1 t} - \mu_1 e^{-\mu_2 t})[(R_{11}R_{22}(0) - R_{12}R_{12}(0))x_{10} +$$
$$+ (R_{12}R_{11}(0) - R_{11}R_{12}(0))x_{20}] + \varpi_n^2 (e^{-\mu_2 t} - e^{-\mu_1 t})[(R_{12}R_{22}(0) - R_{12}(0)R_{22})x_{10} +$$
$$+ (R_{11}R_{22}(0) - R_{12}R_{12}(0))x_{20}]\},$$

$$x_2(t) = \frac{1}{(\mu_2 - \mu_1)\Delta_1}\{(e^{-\mu_1 t} - e^{-\mu_2 t})[(R_{11}R_{22}(0) - R_{12}R_{12}(0))x_{10} +$$
$$+ (R_{12}R_{11}(0) - R_{11}R_{12}(0))x_{20}] + (\mu_2 e^{-\mu_2 t} - \mu_1 e^{-\mu_1 t})[(R_{12}R_{22}(0) - R_{12}(0)R_{22})x_{10} +$$
$$+ (R_{11}(0)R_{22} - R_{12}R_{12}(0))x_{20}]\}, \qquad t \in [0, T].$$

$$C_{11} = \eta_1 - \eta_4 K_{12}, \qquad C_{12} = \gamma_1 - \beta_3 K_{12} - \eta_4 K_{22},$$
$$C_{22} = \beta_3 K_{22}.$$

$$v(t,x) = \frac{C_{11}(t)x_1^2 + C_{12}(t)x_1x_2 - C_{22}(t)x_2^2}{1 - \beta_3 x_2 - \eta_4 x_1}, \quad t \in [0, T),$$

$$u(t,x) = -K_{12}(t)x_1 - K_{22}(t)x_2 + \frac{C_{11}(t)x_1^2 + C_{12}(t)x_1x_2 - C_{22}(t)x_2^2}{1 - \beta_3 x_2 - \eta_4 x_1}, \quad t \in [0, T) \quad (29)$$

provides stability in a finite time interval, i.e. $x(T) = 0$.

The obtained control (29) at parametric excitation gives certain prescriptions for closing the current process and, although the mechanisms of the regulator may require detailed consideration, the proposed approach answers the question of providing the desired state [6]. From the latest results, it is not difficult to restore the initial designations of the variables of the respiratory chemostat [7].

In the article the stability of the respiratory chemostat on the finite time interval was studied, the task of stabilizing the biomedical system of the respiratory chemostat was solved, for cases of linear and quasilinear control systems and unsteady regime. The simulation of the process in a closed system for controlling the process of the respiratory chemostat for various values of the attenuation coefficient and its own angular frequency was carried out.

References

1. Grodingz F. Teorija regulirovanija i biologicheskie sistemy. M.: Mir, 1966, 117c.

2. La-Sall' Zh. Lefshec S. Issledovanie ustojchivosti prjamym metodom Ljapunova. – M.: Mir, 1964,37c.

3. Abgarjan K.A. Vvedenie v teoriju ustojchivosti dvizhenija na konechnom intervale vremeni. – M.: Nauka, 1992, 87c

4. Petrosjan P.L., Zaharov V.V. Matematicheskie modeli v jekologii. –SPb.: Iz-vo SpbGU, 1997. – 254 s.

5. Bijarov T.N., Kalimoldaev M.N., Kenesbaev S.M. Ustojchivost' i upravljaemost' nelinejnyh sistem // Dep.nauch. raboty. KazNIINKI.- 1992, №3911 – K. 92, vyp. 2. – 45 s.
6. Bellman R. Matematicheskie metody v medicine. – M.: Mir, 1987. –200 s.
7. Wu M.-Y. On stability of linear time-varying system // Int. J. of systems Science. 1994. V.15. N 2. – P. 137 - 150

USE OF MATHEMATICAL METHODS FOR FORECASTING DISEASES OF INTERNAL ORGANS IN THE PROPOSED AUTOMATED SYSTEM

Myrzakerimova[1] A.B., Nurmagambetov[2] D.E., Nurmaganbetova[3] M.O.
email: alua.ospan@gmail.com
[1]International IT University, Almaty, Kazakhstan
[2]«Prairie View A&M University», Houston, USA
[3]Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *Nowadays, it is hard to estimate how diseases diagnosing is provided objectively and high-quality. There is vast availability of many different techniques, in which each type excels in particular situations, makes the process of choosing an appropriate model more challenging. However, the problem of diagnosing objectivity is existing. Therefore, the aim of this paper is to summarize and review different types of mathematical models to forecast the flowing diseases and to identify the effect of changes in the severity on the outcome of the disease. Automated systems today play a very important role in the development of medicine, and provide assistance to medical personnel in the event of controversial and problematic situations in the treatment of patients. For each type of model, we will list the current related research papers, briefly describe the underlying theories, and practically defended theory of our research. At the end, this paper also provides graphical results and the suitable forecasting models for case of study.*

This research paper presents the solution for solving the objectivity problem in diagnosing internal organs diseases, by using mathematical models of diagnosing and forecasting based on the methods of fuzzy sets. Thus, it would facilitate the work of specialists in the field of medicine (basically diagnosing internal organs diseases), and exclude to some extent the subjectivity, which may present during the initial examination. Therefore, the aim of this paper is to summarize and review different types of mathematical models to forecast the flowing diseases and to identify the effect of changes in the severity on the outcome of the disease. The implementation of the developed knowledge based systems will allow in short time to process a huge amount of information, monitor and find practical and technological solutions to the problem.

Mathematical methods in medicine - a set of methods for the quantitative study and analysis of the state and behavior of biological objects and medical systems [7]. The use of mathematical methods in medicine began in the 80s of the 19th century. The English psychologist and anthropologist Galton F. and mathematician Pearson K. used the idea of correlation to process biomedical data. The application of mathematical statistics methods is facilitated by computer software packages, which are used for data processing. The description of the properties of biological objects and medical systems, without information about the internal structure of the object, using mathematical statistics methods, is called data models [7]. The signs characterizing medical objects are both quantitative (for example, weight, height), and qualitative (for example, weight loss - significant, insignificant, cough - strong, weak, etc.). [5]

Math modeling in medicine

In the works of S. Bir it is shown how the laws of biological self-regulation can serve as a model of organs in technology (flight stabilization, identification of objects, etc.,), and brain activity is a model for creating robot control systems. The studies of P.K. Anokhin are devoted to the laws of self-regulation of the physiological functions of the body in the norm and make up a separate direction - physiological cybernetics [2]. In the field of neurocybernetics, the works of S.N. Braines, A.V. Napapkov, V. B. Svechinsky are known and used. The object of study of medical cybernetics is the issues of diagnosis, treatment, processing of experimental scientific materials, healthcare organization.

During diagnosing diseases, the patient’s symptoms compared with the symptoms of a typical disease. This process proceeds in several stages: collecting information about the patient's condition; highlighting the most significant signs of the disease, i.e. analysis and processing of information received; diagnosis by comparing the findings with typical diseases. At the end of the first stage the preliminary diagnose is detected. After collecting analysis and laboratory tests the preliminary diagnose is confirmed by clinical diagnose. But, sometimes it might be different diagnose from preliminary [1,5]. From the point of view of cybernetics, in the process of making a diagnosis, information is processed in the doctor-patient system, and the logical sequence of rules by which a diagnosis is made is called a diagnostic algorithm. The process of making a diagnosis, which is carried out using computer technology, is called machine diagnostics.

This paper discussed the mathematical model that was created by authors, to diagnosing functional dyspepsia and peptic ulcer based on decision-making with qualitative and probabilistic uncertainty. There was used the diagnostic table of usefulness, where the data is presented qualitatively: often, characteristically, rarely, possibly, etc. Using clinical indicators for the listed diseases, let’s compile a utility matrix of functional dyspepsia and peptic ulcer (Okorokov A.N. 2005).

Table 1: utility matrix of functional dyspepsia and peptic ulcer

	X1	X2	X3	X4	X5	X5*	X6	X6*	X7	X8	X8*	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X15*	X16	X16*
A1	НХ	Р	Р	НХ	Ч	НХ	Х	НХ	НХ	НХ	Р	Х	Ч	НХ	НХ	НХ	Х	Х	Р	Х	НХ
A2	Х	Х	Х	Х	НХ	Ч	НХ	Х	В	В	В	Ч	Р	Х	В	Х	В	Р	Х	НХ	Х

Where, A is alternatives: A1- functional dyspepsia, A2- peptic ulcer. Diagnostic signs (linguistic variables): X1 - daily rhythm of pain; X2 - seasonality of pain; X3 - many year rhythm of pain; X9 - the relationship of pain with psych emotional factors; X10 - nausea; X15 - data from an X-ray examination; X16-FEGDS and others.

Qualitative signs presented in the table by letter designations: X - characteristically; НХ is not characteristically; В - possible; Р-rare; Ч – often; КР – extremely rare. Utilities defined as linguistic variables. Imagine as subsets, given that the index, which accounts for the maximum degree of membership, is set by an expert:

X={0.5/9; 1.0/10}; Ч={0.5/7; 1.0/8; }; В={0.5/4; 1.0/5; 0.5/6};
НХ={0.5/2;1.0/3;}; Р={0.5/2;1.0/1}.

The task for current research is to create a mathematical model based on the use of various methods for predicting the course of the disease. In such a model, a change in the severity of symptoms should be reflected in the outcome of the disease.

Let’s take the symptoms of a conditional patient: the daily rhythm of pain; progressive course of the disease; disease duration: over five years; pain relief after eating, weight loss; symptom of local palpation tenderness; concomitant neurotic manifestations. Then the patient symptom utility matrix can be represented:

		X1	X4	X5*	X7	X12	X13	X14
U	A1	НХ	НХ	НХ	НХ	НХ	НХ	Х
	A2	Х	Х	Ч	В	В	Х	В

The condition of the patient, taking into account the specified severity of symptoms, is described by the following set:

$$\{0.8/X1;\ 0.9/X4;\ 0.8/X5^*;\ 0.9/X7;\ 0.8/X12;\ 0.9/X13;0.5/X14\}$$

Mathematically, the state of the system is given in the form of a fuzzy set:

$$X = \bigcup_k \mu \sim (Xk) / Xk ,$$

where $x_k \in X$ and $\mu \sim (x_k)$ - severity of the symptom k.

We use the mathematical method presented in the paper [3] and a given utility matrix for these diseases we find:

$U_1 = \{0.8/HX;\ 0.9/HX;\ 0.8/HX;\ 0.9/HX;\ 0.8/HX;\ 0.9/HX;\ 0.5/X\}$
$U_2 = \{0.8/X;\ 0.9/X.\ 0.8/Ч.\ 0.9/В.\ 0.8/X.\ 0.9/X.\ 0.5/В\}$

Convert it into:

$U_1 = \{0.999/HX;\ 0.5/X.\}$
$U_2 = \{0.999/X;\ 0.8/Ч.\ 0.95/В.\}$

We substitute the above subsets instead of the quality indicators:

$U_1 = \{0.999/(0.5/2;1.0/3;);\ 0.5/(0.5/9;\ 1.0/10)\}$
$U_2 = \{0.999/(0.5/9;1.0/10);\ 0.8/(0.5/7;\ 1.0/8;);\ 0.95/(0.5/4;1.0/5;0.5/6);\}$

and accordingly simplify:

$$\mu_{u_i} \sim (\tilde{u_k}) = \min\ [\mu_{\tilde{x}}(\tilde{x_k}),\ \mu_{\tilde{u}_{ik}}(u_i)]$$

$U_1 = \{0.5/2;0.999/3;);\ 0.5/9;\ 0.5/10)\}$
$U_2 = \{0.5/9;0.999/10);\ 0.5/7;\ 0.8/8;);\ 0.5/4;0.95/5;0.5/6);\}$

We find the maximizing set, with taking into account:

u_{max}=sup Y, where $Y=S(U_1) \bigcup S(U_2) = \{2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$; $u_{max}=10$;
$U_{1m} = \{2:10/2;3:10/3;\ 9:10/9;\ 10:10/10)\} = \{0.2/2;0.3/3;\ 0.9/9;\ 1/10\}$

Accordingly:

$U_{2m} = \{0.9/9;1/10;\ 0.7/7;\ 0.8/8;\ 0.4/4;0.5/5;\ 0.6/6;\}$

Then, we find optimizing sets:

$U_1 = \{0.2/2;0.3/3;\ 0.5/9;\ 0.5/10)\}$
$U_2 = \{0.5/9;0.999/10);\ 0.5/7;\ 0.8/8;\ 0.4/4;0.5/5;0.5/6);\}$

Determine the best alternatives:

μ ~(A1)= max (0.2,0.3, 0.5)=0.5; μ ~(A2)= max (0.4,0.5,0.8, 0.999,)=0.999

$$A(*)= \max (0.5, 0.999) = 0.999(A2).$$

Finally, with current symptoms and a given degree of severity of symptoms, the most likely disease: peptic ulcer.

As mentioned, the purpose of our study: to identify the effect of changes in the severity on the outcome of the disease. Lastly, we calculate the most likely disease with a decrease in the severity of symptoms: X1 и X13 (circadian rhythm of pain and a symptom of local palpation tenderness), then symptoms X4 and X12, then X5* and X7 etc. The results of the calculation of disease outcomes are presented in table form. First column numbers are describes the time, by decreasing the severity of symptoms characteristic of the disease peptic ulcer, how the result is changing (see table 2).

Table 2: Results of results of diseases from changes in the degree of expression of symptoms

№	The condition of the patient	A1	A2
1	{0.8/ *X*1; 0.9/X4; 0.8/X5*; 0.9/X7; 0.8/X12; 0.9/X13;0.5/X14}	0.5	0.999
2	{0.1/ *X*1; 0.9/X4; 0.8/X5*; 0.9/X7; 0.8/X12; 0.2/X13;0.5/X14}	0.5	0.985
3	{0.1/ *X*1; 02/X4; 0.8/X5*; 0.9/X7; 0.1/X12; 0.2/X13;0.5/X14}	0.5	0.8
4	{0.1/ *X*1; 0.2/X4; 0.1/X5*; 0.2/X7; 0.1/X12; 0.2/X13;0.5/X14}	0.5	0.5
5	{0.1/ *X*1; 0.2/X4; 0.1/X5*; 0.2/X7; 0.1/X12; 0.2/X13;0.1/X14}	0.3	0.48

The results of the study indicate the obvious effect of the severity of symptoms at various stages on disease outcomes. Moreover, with a decrease in the severity of symptoms characteristic of the disease peptic ulcer, the likelihood of this disease is reduced. There is dynamic trend - graphical dependence of the outcome of the disease on time, can be obtained (fig 1).

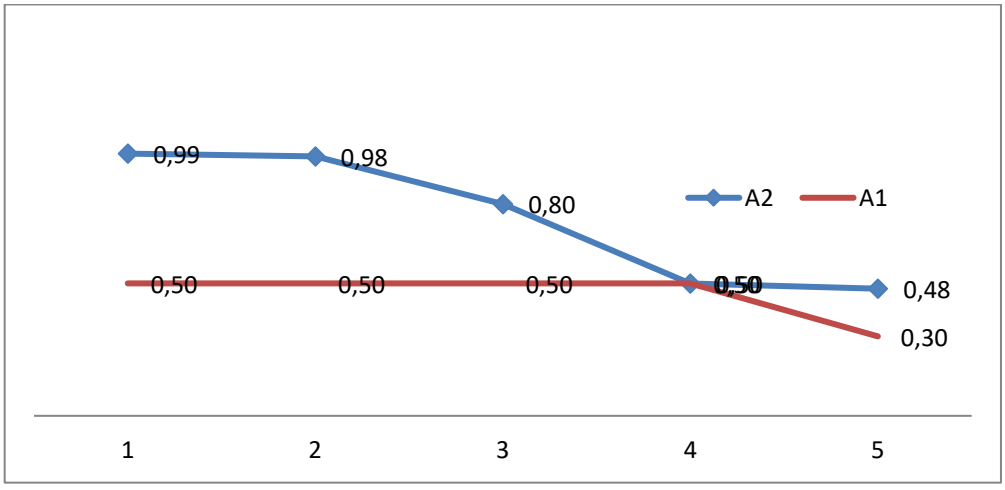


Figure 1: Dependence of the outcome of the disease on time

To confirm the results, we are going to use other mathematical approaches, for example, the gradient projection method, which is explained in papers [4, 6].

So, the patient's condition is written in the following set:

$$\{0.8/X1;\ \ 0.9/X4;\ \ 0.8/X5^*;\ \ 0.9/X7;\ 0.8/X12;\ \ \ 0.9/X13;0.5/X14\}$$

where: 0.8; 0.9; 0.8; 0.9; 0.8; 0.9; 0.5 – predetermined degrees of severity of symptoms, and fuzzy usefulness of alternatives for a given condition are taken from the matrix. The patient's condition is presented in the form of the following matrix A:

$$A=\begin{pmatrix} a_{1x1} & a_{1x4} & a_{1x5^*} & a_{1x7} & a_{1x12}a_{1x13}a_{1x14} \\ a_{2x1} & a_{2x4} & a_{2x5^*} & a_{2x7} & a_{2x12}\ a_{2x13}\ \ a_{2x14} \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 10 \\ 10 & 10 & 8 & 5 & 10 & 10 & 5 \end{pmatrix}$$

and

$$\text{vector } \vec{C}=\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} C_1=0.8 \\ C_2=0.9 \\ C_3=0.8 \\ C_4=0.9 \\ C_5=0.8 \\ C_6=0.9. \\ C_7=0.5 \end{pmatrix}$$

Find: $\vec{X}=A*\vec{C}$

$$A1=X_1=a_{1x1}*C_1+a_{1x4}*C_2+a_{1x5^*}*C_3+\ a_{1x7}*C_4+a_{1x12}*C_5+a_{1x13}*C_6+a_{1x14}*C_7=3*0.8+3*0.9+$$
$$+3*0.8+3*0.9+3*0.8+3*0.9+10*0.5=20{,}3$$

Same:

$$A2=X_2=a_{2x1}*C_1+a_{2x4}*C_2+a_{2x5^*}*C_3+\ a_{2x7}*C_4+a_{2x12}*C_5+a_{2x13}*C_6+a_{2x14}*C_7=47.4$$

(μ (Aio))=max (20,3; 47,4), then A(*)= μ ~ (A_{2o})=47.4

The best alternative is the disease: peptic ulcer.

We will carry out similar calculations of disease outcomes with a change in the severity of symptoms (see table 3).

Table 3: Results of the diagnosing with using method of projects of gradients

№	The condition of the patient	A1	A2
1	$\{0.8/X1;\ 0.9/X4;\ 0.8/X5^*;\ 0.9/X7;\ 0.8/X12;\ 0.9/X13;0.5/X14\}$	20,3	47,4
2	$\{0.1/X1;\ 0.9/X4;\ 0.8/X5^*;\ 0.9/X7;\ 0.8/X12;\ 0.2/X13;0.5/X14\}$	16,1	33,4
3	$\{0.1/X1;\ 02/X4;\ 0.8/X5^*;\ 0.9/X7;\ 0.1/X12;\ 0.2/X13;0.5/X14\}$	11,9	19,4
4	$\{0.1/X1;\ 0.2/X4;\ 0.1/X5^*;\ 0.2/X7;\ 0.1/X12;\ 0.2/X13;0.5/X14\}$	7,7	10,3
5	$\{0.1/X1;\ 0.2/X4;\ 0.1/X5^*;\ 0.2/X7;\ 0.1/X12;\ 0.2/X13;0.1/X14\}$	3,7	8,3

The results of the studies allow us to conclude that the same trend is observed. With a decrease in the severity of symptoms, the likelihood of developing a peptic ulcer disease decreases. Similarly, we can build a dynamic trend (see figure 2).

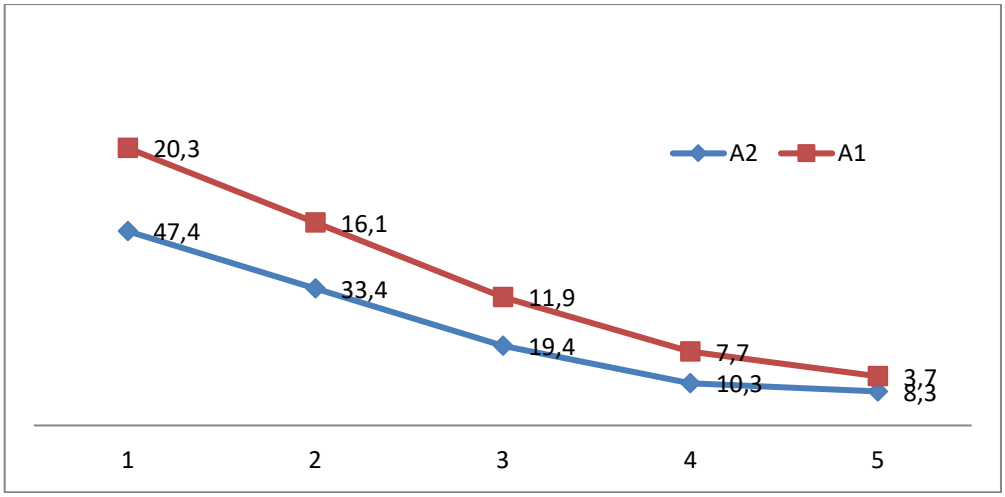


Figure.2 Dependence of the outcome of the disease

Conclusion

Used mathematical diagnostic models (such as the decision-making method with qualitative uncertainty and the gradient projection method) have several advantages over, for example, the classic Bayesian method in that it allows the use of clinical indicators given in a qualitative manner, as well as the severity of symptoms. The coincidence of the conclusions obtained by two mathematical methods indicates the acceptability of this approach for the mathematical prediction of the diseases.

This mathematical model can be used in automated diagnostic and predictive systems. Such systems will significantly expand the professional capabilities of the doctor, especially during the initial examination of patients, and can also be used in the educational process.

Literature:

1. Nurmaganbetova M.O. Mathematical Approaches in Medical Research: Monograph.- Germany, Lambert Akademic-Publishing, 2012, c.172

2. Nurmaganbetova M.O., Nurmaganbetov D.E., Ospan A.B. Mathematical Diagnostics // International Journal of Experimental Education.- 2016. - С.298-301

3. Nurmaganbetova M.O., Nurmaganbetov D.E., Myrzakerimova A.B., Mathematical model of diagnosis using rules in fuzzy inference - International Journal of Experimental Education.- 2017. - №4(part 2) – С.493-497

4. Myrzakerimova A.B., Nurmaganbetova M.O., Information Technology in Medical Research. - III International conference « Digital technologies in science and industry - 2017», Kazakhstan, Almaty, 19-20 may 2017, С.522-524.

5. Okorokov A.N., Diagnosis and treatment of internal diseases, 2005, Published: Medical literature

6. Nurmaganbetov D.E., Nurmaganbetova M.O., Myrzakerimova A.B., Diagnostic model based on the mathematical method of projection of gradients. International Journal of Applied and Basic Research. Saratov, №4 (part 3), 2017г., С.498-500

7. Bellman, R. E., Bellman, R. E., & Bellman, R. E. (1983). Mathematical methods in medicine. Singapore: World scientific.

APPLYING DECISION TREES ON EDUCATIONAL CAMP DATASET TO IMPROVE ITS LIKEABILITY ACROSS PARTICIPANTS

Serek A., Zhaparov M., Talasbek A.
E-mail: azamat.serek@sdu.edu.kz , meirambek.zhaparov@sdu.edu.kz, mzhaparov@paragoniu.edu.kh , assem.talasbek@sdu.edu.kz
Suleyman Demirel University, Paragon International University

Abstract. *In this paper we developed decision trees model, which predicts the feedback grade of participants about teaching part of organization in the educational camp EduCon. We achieved optimum results of precision, recall, and f1 score metrics which vary between 75 to 98 depending upon the change of hyperparameters of decision trees. The limitation of the research is that it was done in the local Kazakhstani camp, but we believe that the current model can also be successfully extrapolated to the educational camps across the world.*

Keywords: *education, machine learning, decision tree, camp, study organization, educational camp*

1. INTRODUCTION

Currently, there are a lot of studies conducted in the field of educational camps in terms of what influences to effective conveying of knowledge to participants. In one of those studies, it was investigated that asking reflective questions during preparation sessions in camps is very important component in enhancing the level of understanding of study materials across participants of camps [1]. Also, constructive approach to studies between participants have been considered as an important part in organization of camps,

and can be manifested in the principles as teacher should be a facilitator of learners, not instructor; materials should be relevant to learning (they should be aligned with the purpose of learning of students); teaching should be conducted according to explanation of multiple perspectives on the provided material, whereas in order to understand some theory or term, instructor should show the explanation from different perspectives with the purpose of conveying to others multidimensional view of the taught subject [2]. Educational camps have also been conducted in the field of robotics. In one of the studies, critical design issues have been deeply explored for educational robotics camps and some observations have been generated on the basis of the study as the ideas such that instruction strategies should be implemented from simple level to the complex one, project studies should be highly encouraged due to enjoyability across the students of the camp, and group size should be suitable for fair distribution of work between group members [3]. In the study about the impact of cheering in classrooms on the camp, results indicated that cheering has a positive influence on perception of technology across participants [4].

Machine learning is an indispensable tool in the process of solving huge amount of tasks. In this paper we used one of its algorithms - decision trees, in order to predict the feedback grade of a participant to the camp on the basis of input data about each student of EduCon camp regarding his personal information, favourite activities, and results of exams that have been conducted for 4 months. So each row corresponds to a participant, which has some information as his/her city, results of exams, favourite activities in a text form. We selected decision trees, because it is easy to understand from a human perspective and generate rules on its basis.

Decision trees have recently been applied in different contexts and situations as in one of the studies, test and training data sets have been created on the basis of information of two types of geographical areas and two types of sensors - multispectral Landsat ETM+ and hyperspectral DAIS, which were used to measure the effectiveness of univariable and multivariable decision trees in the task of classification of land cover [5]. Also, decision trees have been vastly used in the field of natural language processing systems. In one of such studies, part-of-speech tagging have been implemented using decision trees given small training data, which achieved remarkable accuracy [6]. As to large datasets, decision trees also proved that they can deal with large amounts of data with the right methodology. In one of such studies, decision trees have been trained on the basis of one terabyte labeled dataset by building them in parallel on tractable data chunks, which were subsets of the original dataset, and the system achieved good results according to cross-validation experiments on the dataset [7].

2. OBJECTIVES

There are the following objectives in this work:

- Investigating the data to see some patterns and general trends, which are useful for the study;
- Building effective decision tree model using hyperparameter optimization in order to achieve high optimal results in terms of classification metrics such as precision, recall, f1 score, support;
- Generate recommendation points of improvement for the camp according to the research results.

3. METHODS AND RESULTS

Decision Tree is a machine learning algorithm, which works by building a tree, where the root corresponds to the feature with the highest information gain, and leaves correspond to the target value, whereas the path from the leaf till the root can be considered as questions that the model asks in order to predict target variable for some provided input data. We used a variety of decision tree models in terms of changing its parameters to train and test the models in order to predict the feedback grade of a student about the camp teaching organizational part. It varies between 0 to 5. We divided the data into training and testing part, where 67 % of dataset have been allocated to training part, whereas the remaining 33 % to the testing phase. Table 1 shows the results we achieved in the first experiment according to classification report:

Table1. First experiment

Class	Precision	Recall	f1-score	Support
3	1.00	0.25	0.40	4
4	0.28	0.20	0.23	35
5	0.82	0.89	0.85	155

We decided to exclude 0 value, because actually no one gave 0 for the camp, but it was just a replacement variable for nulls. There was also almost no 1 and 2 grades, so that we did not consider them in the classification report. In order to deal with the features, which values have been represented in a textual manner, we used pandas dummy variables. After that, we decided to start hyperparameter optimization phase. The first parameter which we optimized is maximum depth of our decision tree model. Depth term refers to number of edges from the root node (which was splitted according to the methodology of selection the feature with the highest information gain) till the leaf, and Table 2 shows the results we achieved in the second experiment:

Table2. Second experiment

Class	Precision	Recall	f1-score	Support
3	1.00	0.25	0.40	4
4	0.22	0.23	0.22	35
5	0.82	0.83	0.85	155

In comparison with the previous results, we can see that for the class 3 results did not change, because the number of people who voted 3 for the organization of study in the camp is very low in comparison with classes 4 and 5. As to class 4 we can see that precision decreased a little bit, recall and f1 score increased a little bit. As to class 5 only recall decreased a little bit. It clearly shows that in this case optimizing maximum depth of the tree is not essential, because it did not lead to some extreme changes. As to the best value for maximum depth, we found that it was 7 using grid search methodology. The next interesting hyperparameter which we wanted to optimize was the minimum number of splits, which refers to the minimum number of samples of data which are needed to split an internal node of the decision tree model.

Table 3 shows the results we achieved in the third experiment:

Table 3. Third experiment

Class	Precision	Recall	f1-score	Support
3	0.00	0.00	0.00	4
4	0.25	0.03	0.05	35
5	0.80	0.98	0.88	155

We can see that recall of class 5 have been drastically increased from 0.83 to 0.98, as to class 3 and 4 these are of less importance, because the specificity of the dataset is that almost all participants gave 5 vote, which diminishes the importance of other grades due to their very few numbers in the data. We found that 192 is the most optimum number of splits for this dataset. Now, we thought what if we perform grid search on the intersection of maximum depth and minimum samples for splitting. Table 4 shows the results we achieved in the fourth experiment:

Table 4. Fourth experiment

Class	Precision	Recall	f1-score	Support
3	0.00	0.00	0.00	4
4	0.00	0.00	0.00	35
5	0.79	0.99	0.88	155

We see that precision, recall, and f1-score for grades less than 5 have been equalized to zero due to their unimportance, which was described in the previous analysis. As to metrics for class 5, some of them have been increased, some of them have been decreased. These are the most optimal parameters for maximum depth and number of samples for splitting according to intersectional grid search : {'max_depth': 3, 'min_samples_split': 192}

4. CONCLUSION

We investigated the dataset of educational camp across participants and highlighted the necessary points of improvement according to exploratory data analysis as checking the state of some cities whether they have some problems or not, and developing more sophisticated measures for capturing the feedback grade about teaching part. Also, we trained successfully decision tree model to predict feedback grade of participants about teaching organization part and achieved high optimal results.

ACKNOWLEDGMENT

We acknowledge EduCon and Dostyk educational organizations for providing us with the data to perform the analysis and apply decision trees on it.

REFERENCES

1. Bischoff bischopj@oneonta.edu, P.J., Castendyk, D., Gallagher, H., Schaumloffel, J.,/ Labroo, S., & Bischoff, P. J. (2008)/ A science summer camp as an

effective way to recruit high school students to major in the physical sciences and science education.// *International Journal of Environmental & Science Education*, *3*(3), 131–141.

2. Doolittle, P. E., & Camp, W. G. /(1999). Electronic Journals Journal of Vocational and Technical Education CONSTRUCTIVISM: THE CAREER AND TECHNICAL EDUCATION PERSPECTIVE.// *Journal of Vocational and Technical Education*, *16*(1), 23--46. https://doi.org/0021-9150(74)90027-6 [pii]

3. Ucgul, M., & Cagiltay, K. (2014). /Design and development issues for educational robotics training camps.// *International Journal of Technology and Design Education*, *24*(2), 203–222.

4. Jacobs-Rose, C., & Harris, K. /(2010). Educational camps and their effects on female perceptions of technology programs. //*Journal of Industrial Teacher Education*, *47*(1), 11–41.

5. Pal, M., & Mather, P. M. /(2003). An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification. // *Remote Sensing of Environment*, *86*(4), 554–565.

6. Màrquez, L., & Rodríguez, H. /(2005). *Part-of-speech tagging using decision trees*. 25–36.

7. Hall, L. O., Chawla, N., Bowyer, K. W., & Ave, E. F. (n.d.). /Decision Tree Learning on Very Large Data Sets

VOTED PERCEPTRON APPROACH FOR MORPHOLOGICAL DISAMBIGUATION

Tolegen G., Toleu A., Mussabayev R.

e-mail: gulmira.tolegen.cs@gmail.com, alymzhan.toleu@gmail.com, rmusab@gmail.com

Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *This paper presents an approach of voted perceptron for morphological disambiguation for the case of Kazakh language. The approach can use arbitrary features to learn the feature vector, which plays a vital role for disambiguation. Guided by the intuition that the feature value from the correct path of analyses must be higher than the feature value of non-correct path of analyses, we reproduce the voted perceptron algorithm with Viterbi decoding manner for disambiguation. Experimental results show that our approach outperforms other statistical and rule-based models.*

1. Introduction

Pre-processing the morphology of raw data in morphologically complex languages (MCL) is the essential process for natural language processing (NLP), which can influence the performance of the machine learning algorithms when applying them to solve the NLP tasks (Tolegen et al., 2016) [5]. Morphological analysis and disambiguation play a vital role for handling the problems for i) reducing the complexity of the word structures and ii)

avoiding the data sparseness problems (roots/stems for an MCL may produce hundreds or thousands of new word forms),

A morphological analyzer can decompose any raw word into a proper morphological tag sequence that contains: root, part-of-speech and morphemes. As we have known, the morphological analyzer may produce more than one analysis for a word since they have multiple interpretations for it. An example is given in Table 1, where a simple Kazakh phrase is analyzed and each word has more than one morphological analysis.

Table 1: An example of morphological analyses

"Қала" **"қала" n nom** "қала" n attr "қала" n nom "e" cop aor p3 pl "қала" n nom "e" cop aor p3 sg "қал" v iv prc_impf "қала" v tv imp p2 sg "қал" vaux prc_impf	"келбеті" **"келбет" n px3sp nom** "келбет" n px3sp nom "e" cop aor p3 pl "келбет" n px3sp nom "e" cop aor p3 sg	"жаңа" **"жаңа" adj** "жаңа" adv "жаңа" adj advl "жаңа" adj subst nom "жаңа" adj "e" cop aor p3 pl "жаңа" adj "e" cop aor p3 sg "жаңа" adj subst nom "e" cop aor p3 pl "жаңа" adj subst nom "e" cop aor p3 sg

It can be seen that each word has a different number of the morphological analyses and each of them contains different morphological tags. A model is required to choose the correct analysis that depends on the context among the given candidate analyses. This task often refers to morphological disambiguation (Hakkani-Tür et al., 2002) [1], which is a much harder problem when compared to POS tagging since it requires the classification of the roots, POS and morpheme tags.

In this paper, we focus on the disambiguation task for Kazakh language which is an agglutinative language with complex morphology. We present an approach for solving this task by using the voted perceptron algorithm. In order to improve the model performance, we extracted a set of features and trained a disambiguator with voted perceptron. Experimental results show that the voted perceptron-based model reached a higher accuracy when we only compare it to other statistical models, like HMMs. The presented approaches do not need to specify the rules by hand (like constrained grammars (CGs) does), and the proposed approach can achieve better results when compared to statistical and rule-based models.

2. Related Work

Several approaches have been applied for the morphological disambiguation and can be categorized as follows: rule-based, statistical-based model with discrete features, neural network-based and hybrid approaches. Makhambetov et al. (2014) [3] presented a data-driven approach for Kazakh morphological analysis and disambiguation that was based on the Hidden Markov Model (HMM). The authors conducted 10 cross-validated evaluations and obtained 86% accuracy on the test data. Kessikbayeva and Cicekli (2016) [2] presented a rule-based morphological disambiguator for Kazakh language and it achieved 87%

accuracy on the test data (about 15,000 words). In the same direction, Assylbekov et al. (2016) [4] presented a hybrid approach that applied constrained grammar (CG) with HMM tagger. The authors reported that the HMM tagger achieved 84.55% accuracy and the hybrid approach achieved 90.73% accuracy on the test data.

In recent years, deep learning arguably achieved tremendous success in many research areas such as NLP [10,13,14,15], speech signal processing [11, 12] and computer vision. Toleu et al. (2017) [8] presented a neural network-based disambiguation model, in which the author proposed to measure the distance of the two embeddings: the context and the morphological analyses. In order to measure the distances, the author applies neural networks to learn the context representation from characters and represents the morphological analyses as well. The correct analysis should more similar to the context's embedding; in other words, they are closely arranged in the vector space compared to the other candidate analyses. The authors also analyzed the effectiveness of using the morphological context: rightmost and leftmost morphological analysis, which improve the model's performance significantly.

We compare our approach with other statistical and rule-based modes. Compared to HMM, voted perceptron able to use many features and not suffer from label bias problem, it also the relax the assumptions of HMM (Rabiner, 1989) [9], like using trigram and the second-order way to decode the best path of analysis for a sentence.

3. Voted Perceptron

3.1. Local and Global Feature Vector

In this section, we describe the feature representations used in morphological disambiguation. Like many other tagging models such as HMM, maximum-entropy tagger, our approach also learns feature-vectors, and disambiguate the candidate analyses given the features vectors. In order to generalize the morphological tags and to train the perceptron algorithm, we find a set of features for global feature function $\Phi(\cdot)$. Table 2 summarizes the feature categories with description. The feature set takes into account the bigram, trigram of those features, which means we should define a feature template.

Let $\phi(\cdot)$ function be the local feature function which is indicator function, it maps the input to an d-dimentional feature vectors. For example, if the template only contains these two: "*w[0]/w[-1]; POS[-1]/POS[0]/POS[1]* " , *w* denotes for word feature. $\phi(\cdot)$ extracts the current and previous word, previous, current and next word POS tag as features through this template at each step to make the disambiguation. The global feature representation is the sum of all local features for input sequence: $\boldsymbol{\Phi}(\cdot) = \sum_n \phi(\cdot)$.

Table 2: A set of features used for training

#	Features	Description
0	word	word itself
1	root	lemma/stem of the word
2	part-of-Speech	POS tags, such as noun, verb etc.
3	morpheme chain	remaining part of the analysis, which does not include root and POS tag

4	morphological analysis	analysis itself
5	number of the tags	number of tags appeared in an analysis
6	lowercase/uppercase	if the word is capitalized or not
7	plural and singular tags	morphological tags of plural and singular
8	last inflectional group	a sequence of inflectional tags which is separated by the derivational tag
9	case features	morphological tags of case, such as nominative, accusative
10	last *n* characters of word	*n*-characters from words

3.2. Parameter Estimation

Let $x^i_{[1:n]}$ be a sequence of words and $y^i_{[1:n]}$ be shorthand for a label sequence. The all training examples can be write as $(x^i_{[1:n]}, y^i_{[1:n]})$ for $i = 1 \ldots n$, and T is the number of iterations over the training examples. $z_i \in z$ is a predicted path and $\boldsymbol{\Phi}(\cdot)$ is global feature function that generate features. As we can see, it increases the parameter values for features which are extracted from correct morphological analysis's sequence, and down weighting parameter values for features extracted in the non-correct morphological anlysis's sequence. Figure 1 shows the perceptron training algorithms (Collins, 2003). The final analyses path is decoded through the Viterbi algorithm.

Inputs: Training examples (x^i, y^i)
Initialization: Set parameters $\boldsymbol{\alpha} = 0$
Algorithm:
For $t = 1, \ldots, T$, $i = 1, \ldots, n$
Calculate $z^i = argmax_{z \in GEN(x^i)} \boldsymbol{\Phi}(x^i, z) \cdot \boldsymbol{\alpha}$
If $(z^i \neq y^i)$ **then** $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\Phi}(x^i, y^i) - \boldsymbol{\Phi}(x^i, z^i)$
Output: Parameters $\boldsymbol{\alpha}$

Figure 1: Voted perceptron algorithm.

4. Experiments

4.1. Data Set

We used the morphological disambiguated corpus (Assylbekov et al, 2016) for model training and testing. Table 3 shows the statistical information about the data. The out-of-vocabulary (OOV) rate, the percentage of the words appears in test set not in the training set, is 43.9%. *Avg.* denotes the average number of analysis per token.

Table 3: Statistics of the corpus

Train, #token	Test, #token	OOV (%)	Avg.
16.624	2,324	43.9	2.85

4.2. Results

Table 4 shows the experimental results of the overall and OOV accuracy. As baselines, the HMM-based and a rule-based model are chosen for comparisons. We used the HMM model[2] provided by Assylbekov et al. (2016), and constrained grammar tool from the Apertium-kaz CG tagger[3]. We run these models as baselines independently, which means we did not combine them because it is not fair to compare a combined model to our voted perceptron model which is a statistical model purely.

It is can be seen, voted-perceptron model outperforms HMM, a statistical tagging model frequently used for morphological disambiguation and also beats the constrained grammar (CG), a rule-based disambiguator. HMM-based model gives 84.55% accuracy; however, it fails to outperform the constrained grammar which achieves 87% overall accuracy. CG uses linguist written, context dependent rules to compile into a grammar which can limit the analyses' candidates by removing the morphological analyses which do not likely to fit the rule and the context. A shortcoming of CG is that it cannot deal the ambiguous analysis if it is not written in the rule, which means CG only reduces the number of the candidate, but not guarantee to limit the candidate to one (sometime gives more than one analysis as final result). In some cases, after CG processing, there are still have ambiguous analyses.

Table 4: Accuracy results on the test set

Models	Accuracy (%)	OOV (%)
HMM	84.55	80.90
Constrained Grammar (CG)	87	-
Voted Perceptron	**88.11**	**85.11**

Compared to CG, HMM tend to disambiguate the ambiguous analyses clearly (only gives one analysis per token). In HMM model, the morphological analysis is split into root and inflectional groups (with derivational boundary), then assume that the current parse root only depends on previous parse's root, and the inflectional groups in current parse depends on last inflectional group of the previous parse. These two types of transition probabilities are model in HMM-based model. Voted perceptron achieves 88.11% overall accuracy, and it is about 3.56% and 1.11% improvements over HMM and CG, respectively. For OOV, voted perceptron also achieves high accuracy about 85.11%.

5. Conclusion

In this paper, we represent an approach of voted perceptron for morphological disambiguation for the case of Kazakh language. The approach can use arbitrary features in training and testing and can also apply to other languages easily. Experimental results show that voted perceptron outperforms the frequently used HMM-based and the rule-based constrained grammar.

[2] https://svn.code.sf.net/p/apertium/svn/branches/kaz-tagger/
[3] http://wiki.apertium.org/wiki/Apertium-kaz

In the future, we are planning to improve the performance of voted perceptron algorithms by carefully analyzing the effectiveness of the features and adding more annotated data. Another direction of the future work is to perform transfer learning by using the learned feature vector of this approach for the typologically similar languages.

Acknowledgement

This research has been conducted within the framework of the grant num. BR05236839 "Development of information technologies and systems for stimulation of personalities sustainable development as one of the bases of development of digital Kazakhstan".

References

1. D. Z. Hakkani-Tür, K. Oflazer, and G. Tür, "Statistical morphological disambiguation for agglutinative languages," Computers and the Humanities, vol. 36, no. 4, pp. 381–410, 2002.

2. G. Kessikbayeva and I. Cicekli, "A rule based morphological analyzer and a morphological disambiguator for kazakh language," 2016.

3. O. Makhambetov, A. Makazhanov, I. Sabyrgaliyev, and Z. Yessenbayev, "Data-driven morphological analysis and disambiguation for kazakh," in Computational Linguistics and Intelligent Text Processing. Springer, 2015, pp. 151–163.

4. Zhenisbek Assylbekov, Jonathan North, Francis Tyers, Assulan Nurkas, Aida Sundetova, Aidana Karibayeva, Balzhan Abduali, Dina Amirova. A free/open-source hybrid morphological disambiguation tool for Kazakh. In proceedings of TurCLing 2016.

5. Gulmira Tolegen, Alymzhan Toleu, and Zheng Xiaoqing. 2016. Named Entity Recognition for Kazakh Using Conditional Random Fields. In Pro ceedings of TurkLang 2016, pages 122–129.

6. John D. Lafferty, Andrew McCallum, and Fernando C.N. Pereira. Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data. In Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning, ICML '01. pp. 282-289.

7. Collins, M. Discriminative Training Methods for Hidden Markov Models: Theory and Experiments with Perceptron Algorithms. In Proceedings of the 2002 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, ACL. 2002, pp 1-8.

8. Toleu, Alymzhan and Tolegen, Gulmira and Makazhanov, Aibek. 2017. Character-Aware Neural Morphological Disambiguation. In Proceedings of ACL 2017, pages 666 671, Vancouver, Canada.

9. Rabiner Lawremce R. 1989. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. In Proceedings of the IEEE, 1989, pages 257-286.

10. Toleu, Alymzhan, Tolegen, Gulmira., Makazhanov, Aibek.: Character-based deep learning models for token and sentence segmentation. In: Proceedings of the 5th International Conference on Turkic Languages Processing (TurkLang 2017). Kazan, Tatarstan, Russian Federation (October 2017).

11. Mamyrbayev, O., Turdalyuly, M., Mekebayev, N., Alimhan, K., Kydyrbekova, A., Turdalykyzy, T.: Automatic recognition of kazakh speech using deep neural networks. In: Nguyen, N.T., Gaol, F.L., Hong, T.P., Trawiński, B. (eds.) Intelligent Information and Database Systems. pp. 465–474. Springer International Publishing, Cham (2019).

12. Mamyrbayev, O., Turdalyuly, M., Mekebayev, N., Mukhsina, K., Alimhan, K., BabaAli, B., Nabieva, G., Duisenbayeva, A., Akhmetov, B.: Continuous speech recognition of kazakh language. ITM Web of Conferences 24, 01012 (01 2019).

13. Tolegen, G., Toleu, A., Mamyrbayev, O., Mussabayev, R.: Neural named entity recognition for kazakh. In: Proceedings of the 20th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Text Processing. CICLing, Springer Lec- ture Notes in Computer Science (2019).

14. Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G., Dean, J.: Distributed representa- tions of words and phrases and their compositionality. In: Proceedings of the 26th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 2. pp. 3111–3119. NIPS'13, Curran Associates Inc., USA (2013).

15. Toleu, A., Tolegen, G., Makazhanov, A.: Character-based deep learning models for token and sentence segmentation. In: Proceedings of the 5th International Confer- ence on Turkic Languages Processing (TurkLang 2017). Kazan, Tatarstan, Russian Federation (October 2017).

16. McCallum, A., Freitag, D., and Pereira, F. (2000) Maximum entropy markov models for information extraction and segmentation. In Proceedings of ICML.

FEATURES ANALYSIS FOR DETECTING INFORMATION-DENSE TEXTS IN ONLINE NEWS MEDIA

Ualiyeva I.M., Mussabayev R.R.
e-mail: i.ualiyeva@gmail.com, rmusab@gmail.com
The Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan

Abstract. *In this paper, we introduce the several classes of features that capture lexical and syntactic information. We discover how set of features provides the distribution of different types of texts. We then use the classifier to label automatically the texts. We found that the predefined set of features might be useful to differentiate uninformative texts from information-dense.*

Introduction

Official news portals published different types of the articles. The aim of these publication is different. Some aim to inform readers about an important event, focusing in facts: who did what to whom where and when. Others try to entertain the reader, give your own subjective opinion of the event using stylistic instruments that exert an aesthetic influence on a reader. Others want to provide background information, facts related to the event, take an opinion of experts.

In this paper we introduce the task of detecting if a text is information-dense or not. Information-dense news report important factual information about an event, in direct and succinct manner.

Examples:

Information-Dense text:

"... 58 cases of meningitis were registered, 12 people died from the disease. In the whole country, 128 people were hospitalized, 82 people were discharged, another 34 patients are being treated, including 7 patients in intensive care."

«...zaregistrirovano 58 sluchaev zabolevanija meningitom, ot bolezni pogiblo 12 chelovek. V celom po strane 128 chelovek gospitalizirovany, 82 cheloveka vypisany, eshhe 34 pacienta nahodjatsja na lechenii, v tom chisle 7 pacientov v reanimacii».

Uninformative text:

"Meningitis killed a lot of people and threatens to take over the whole country. Fever and sore throat have never caused the same panic as they are now. People are scared. At first, they were afraid for the children, but after death the adults, the panic increased to an unprecedented one."

«Meningit ubil nemalo ljudej i grozit zahvatit' vsju stranu. Povyshenie temperatury i bol' v gorle nikogda ne vyzyvali takuju paniku kak sejchas. Ljudi napugany. Snachala bojalis' za detej, no posle smerti i vzroslyh, panika vozrosla do nebyvalogo».

Below we propose an approach for labeling short news texts as information-dense or not. In our work we analyze several types of lexical and non-lexicalized syntactic features for distribution information-dense texts from other more general or creatively written texts.

Related Work

There are many researches in the field of text categorization [1][2]. Yinfei Y. and Nenkova A. in their work [3] label texts as information-dense or not analyzing a lead of texts. [4] demonstrate that in the context of news it is possible to learn an accurate predictor to decide if a sentence contains content that is summary-worthy. Other authors have zeroed in on issues of text style and potential impact, developing methods for deducing how information is conveyed and how information will be perceived by readers [5].

Which works in this area use the approach based on set of features? What kind of features are used for classification? [6][7] include sentence length, count of polarity words, adjectives and different types of syntactic phrases as features to recognize general and specific sentences. [8] consider specific features like a number of plural nouns and words quantification to find generalization in texts. Other authors used linguistic, credibility-related, and semantic features to detect fake news [9], artistic and nonartistic texts [10], humor and sarcasm [11][12]. [13][14] suggests that the use of punctuation might be useful to differentiate deceptive from truthful texts. This includes punctuation characters such as periods, commas, dashes, question marks and exclamation marks. Images. The number of pictures also is a measure to degree texts [7].

Data

The data for our experiments comes from the official informational portal Tengrinews. We selected a corpus of texts published in recent year. Texts are predefined on four types: *news, interview, articles, opinion*. The news and interview are categories that contain reportage and editorials. These two types are information-dense texts, because report important factual information in direct, succinct manner. While the essence and perception of articles and opinion texts are more individual and personified.

Noninformative texts are subjective and represents the product of an author's fantasy. An author of information-dense text often resorts to indefinite personal constructions in order to emphasize the objective character of his judgments. Finally, our balanced corpus of news, interview, articles, opinion texts contains 120 articles.

Methodology

Features

In this section we describe the features we used in our experiments.

1. Length of the article (number of tokens)
2. Average number of paragraphs in the article
3. Average number of words per paragraph
4. Number of images inside of the text body
5. Fraction of words that start with an uppercase letter
6. Fraction of adverbs
7. Fraction of verbs
8. Fraction of nouns
9. Average number of a double quotes
10. Average number of a question marks
11. Average number of an exclamation marks
12. Average number of three dots
13. Average number of commas per text
14. Average number of numbers

We also introduce other features [8]:

15. Number of words-quantifiers like *everything*, *everyone*, *anyone*, *always*, *forever*, *never*, *constantly*, *nobody*, *nothing* – vse, kazhdyj, ljuboj, vsegda, vechno, nikogda, postojanno, nikto, nichego
16. Number of plural nouns.

We added some sentiment-polarity features from Russian sentiment lexicon – RuSentiLex [15]. The RuSentiLex lexicon is an alphabet-ordered Russian sentiment vocabulary. The current size of the lexicon is about sixteen thousand words and phrases. The lexicon was gathered from several sources: opinionated words from general Russian thesaurus RuThes, slang and curse words extracted from Twitter, objective words with positive or negative connotations from a news collection. Based on this lexicon, we calculated the following features:

17. Fraction of positive words
18. Fraction of negative words

Another set of measures is based on the *idf* – inverse document frequency for a word [16].

Experiments

We applied K-means algorithm to divide texts into classes [17][18][19]. Let $X = \{x_i\},\ i = \overline{1,n}$ be the set of *n* d-dimensional points to be clustered into a set of K clusters, $C = \{c_k\}, k = \overline{1,K}$. K-means algorithm finds a partition the set of the dimensional points into a set of clusters such that the squared error between the empirical mean of a cluster

and the points in the cluster is minimized. Let μ_k be the mean of cluster C_k. The squared error between μ_k and the points in cluster C_k is defined as

$$J(C_k) = \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

The goal of K-means is to minimize the sum of the squared error over all K clusters,

$$J(C) = \sum_{k=1}^{K} \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

In such a case, the general procedure is to search for a K-partition with locally optimal within-cluster sum of squares by moving points from one cluster to another.

In our case $X = \{x_i\},\ i = \overline{1,n}$ are parameters with raw values received using our approach. To normalize them, we use the formula:

$$z_i = \frac{x_i - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

where z_i is normalized data.

After normalizing the parameters, texts can be regarded as points in multidimensional space with the parameters as their coordinates. To divide the points, we (1) arbitrarily select an initial partition with K clusters; (2) generate a new partition by assigning each point to its closest cluster center; (3) compute new cluster centers and repeat steps 2 and 3 until cluster membership stabilizes.

Prediction Accuracies. The non-lexical features perform best, with 73% accuracy for information-dense texts. The word features give about 61% and 58%. The combination of the two categories was not helpful on this dataset.

Table 1. Results of automatic prediction of information-dense and uninformative texts

Features	Accuracy	
	Information-dense	Uninformative
Non-lexical	73.2	68.3
Lexical	60.7	58.7
All features	71.8	62.1

Then we experimented with different variations of features to see which set of features shows the highest accuracy, we train the model for all sets of features. A combination of four attributes: the number of quotes, numbers and numbers, the average number of words in a sentence, the frequency of occurrence of verbs and adjectives showed the highest accuracy of 85%.

Additional experiments on recognition of texts showed that the algorithm recognizes *information-dense texts* with an accuracy of 88.5%, uninformative texts with a result of 75%. Higher results of automatic recognition of *information-dense texts* may be the result

of the fact that the syntactic features contained in them are more pronounced, in our opinion. Whereas uninformative texts differ more in lexical composition. This requires additional study and input of new features, for example, as the frequency of occurrence of unique words.

Conclusion and Future Work

We have shown a feature classifier on predefined categorized documents to achieve quite effective performance in assigning classes to documents. The results shown here for text categorization, in particular the ineffectiveness of clustering with lexical features, need further experimentation.

Acknowledgments

This research is conducted within the framework of the grant num. BR05236839 «Development of information technologies and systems for stimulation of personality's sustainable development as one of the bases of development of digital Kazakhstan»

References

[1] Y. Liu and Y. F. B. Wu, "Early detection of fake news on social media through propagation path classification with recurrent and convolutional networks," in *32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2018*, 2018.

[2] R. Mihalcea and C. Strapparava, "Making computers laugh: Investigations in automatic humor recognition," in *HLT/EMNLP 2005 - Human Language Technology Conference and Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Proceedings of the Conference*, 2005, pp. 531–538.

[3] Y. Yang and A. Nenkova, "Detecting Information-Dense Texts in Multiple News Domains."

[4] Y. Yinfei, F. S. Bao, and A. Nenkova, "Detecting (Un)Important content for single-document news summarization," in *15th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, EACL 2017 - Proceedings of Conference*, 2017.

[5] C. Danescu-Niculescu-Mizil, G. Kossinets, J. Kleinberg, and L. Lee, "How opinions are received by online communities: A case study on Amazon.com helpfulness votes," in *WWW'09 - Proceedings of the 18th International World Wide Web Conference*, 2009.

[6] Y. Yang and A. Nenkova, "Combining lexical and syntactic features for detecting content-dense texts in news," *J. Artif. Intell. Res.*, vol. 60, pp. 179–219, Apr. 2017.

[7] F. Hamborg, K. Donnay, and B. Gipp, "Automated identification of media bias in news articles: an interdisciplinary literature review," *Int. J. Digit. Libr.*, 2018.

[8] A. M. Krassovitsky *et al.*, "Lexicon-Based Approach In Generalization Evaluation In Russian Language Media" vol. 14, no. 3, pp. 567–572, 2018.

[9] M. Hardalov, I. Koychev, and P. Nakov, "In search of credible news," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2016, vol. 9883 LNAI, pp. 172–180.

[10] V. A. Yatsko, M. S. Starikov, and A. V. Butakov, “Automatic genre recognition and adaptive text summarization,” *Autom. Doc. Math. Linguist.*, vol. 44, no. 3, pp. 111–120, Jun. 2010.

[11] D. Yang, A. Lavie, C. Dyer, and E. Hovy, “Humor recognition and humor anchor extraction,” in *Conference Proceedings - EMNLP 2015: Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 2015.

[12] A. Dearden, E., Baron, “Fool’s Errand: Looking at April Fools Hoaxes as Disinformation through the Lens of Deception and Humour.”

[13] V. Rubin, N. Conroy, Y. Chen, and S. Cornwell, “Fake News or Truth? Using Satirical Cues to Detect Potentially Misleading News,” 2016.

[14] M. Ott, Y. Choi, C. Cardie, and J. T. Hancock, “Finding deceptive opinion spam by any stretch of the imagination,” in *ACL-HLT 2011 - Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, 2011.

[15] Н. В. Лукашевич and А. В. Левчик, “Создание лексикона оценочных слов русского языка РУСЕНТИЛЕКС,” *OSTIS-2016 (Open Semant. Technol. Intell. Syst.*, pp. 375–380, 2014.

[16] H. Joho and M. Sanderson, “Document frequency and term specificity,” *RIAO ’07 Large Scale Semant. Access to Content (Text, Image, Video, Sound)*, no. June, 2007.

[17] A. J. Gates and Y.-Y. Ahn, “The Impact of Random Models on Clustering Similarity,” Jan. 2017.

[18] W. M. Rand, “Objective Criteria for the Evaluation of Clustering Methods,” 1971.

[19] T. T. Hastie, “The Elements of Statistical Learning Second Edition,” *Math. Intell.*, vol. 27, no. 2, pp. 83–85, 2017.

ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДАҒЫ БІЛІМДЕР ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЗЕРДЕЛІК АГЕНТТЕРМЕН БАЙЛАНЫСТАРЫ

Әубәкіров Н., Ахметова М.А.
«Тұран» университеті

Аңдатпа. *Мақалада қазіргі кездегі өзекті мәселенің бірі болып саналатын ара қашықтықтан оқыту бағдарламаларындағы әдістемеліктердің оқушыға жеткізу түрін құру үшін жасанды зерде зерттеулері әдістерін пайдалану мүмкіндіктері қарастырылған. Жасанды зерденің бір бағыты сарапшы жүйелер өз бойында білім қорын жинақтап алыстағы адамдарға ара қашықтықтан оқыту арқылы жекеленген түрде білім беруге лайықты. Нейрон желілерінің тәсілдерін пайдалану үшін де ара қашықтықтан оқытатын маманның жылдар бойы жинақтаған тәжірибесінен қордаланған білім қорының құрылымы қажет. Білім қорының құрылымы сарапшы жүйедегі семантикалық желі үлгісімен бейнелене алады.*

Зерделік үлгілердің дамуындағы таңбаларға және нейрон желісіне негізделген бағыттардың барлығы «зерделік агент» терминімен тығыз байланысты. Мақалада зерделік агенттердің негізгі қасиеттеріне талдау жасалған. Агенттер қасиеттері семантикалық желі үлгісіндегі білімдерге қолдану іздеу сервистерін пайдаланып қажетті мағлұматты табуды тездетеді деген сенімдеміз.

Кілттік сөздер. *Сарапшы жүйелер, ара қашықтықтан оқыту, нейрон желілері, білім үлгілері, сарапшы жүйенің білім қоры, семантикалық желі білім үлгісі, зерделік агент.*

Қазіргі кезде ара қашықтықтан оқыту бағдарламаларында оқушыларға оқыту дағдыларын қалыптастыратын әдістемеліктер мен нұсқаулықтар көп емес. Осындай әдістемеліктер жұмысын тездетіп оқушыға жеткізу жолдарының бірі оның жұмысын тездету және автоматтандыру болып табылады. Оқытудың осындай түрін құру үшін жасанды зерде зерттеулері көмекке келеді. Осы ғылыми бағыттың зерделік және сарапшы жүйелері деп аталатын салаларының әдістері ара қашықтықтан оқыту жұмыстарын бізге қажетті деңгейде шеше алады деуге болады. Сарапшы жүйелер өз бойында өте зор білім қорын жинақтау арқылы көптеген адамдарға жекеленген түрде білім беруге лайықты. Сондықтан сарапшы жүйелерді қолданып ара қашықтықтан оқыту әдістемесін құру қазіргі кездегі көкейкесті мәселенің бірі.

Сарапшы жүйе – «Экспертные системы» дегеніміз адам-маманды белгілі бір сала мәселесінде ауыстыра алатын компьютерлік программалар жүйесі. Ондай жүйелерді жобалаудағы басты талап - адам-маманның болуы. Компьютерлік жүйе клиентпен адам ретінде сөйлесіп, алынған шешімді адам сияқты түсіндіріп, өз қорындағы білімдерді адам ретінде толықтыра алуы қажет. Сарапшы жүйелердің ең негізгі ерекшеліктерінің біріне ол өз бойында салаға қатысты білімдерді жинақтап, оларды ұзақ уақыт сақтап, оларды әр кезде жаңартып отыру қасиетіне ие болуы жатады. Жүйе құрамында білімдер қоры, сұқбат жүргізу, түсіндіру, білімді толықтыру сияқты бөліктері болады. Білімдерді ұсыну, пайдалану, сұрыптау мәселесі, сарапшы жүйелер үшін шешілуге тиісті ең маңызды мәселелер қатарына жатады. Өйткені жүйе дегеніміздің өзі, компьютер жадында белгілі бір тәртіппен орналасқан, сақталатын, білімдер жинағымен жұмыс істейтін программалар тобы. Білімдерді компьютерге кіргізіп салу үшін, оларды қалай жүйелеп, қалай топтауға болады, олардың құрылымдық түрін қалай құрады сол үшін жасалған, зерттелген білімдерді пайдалану үлгілері бар. Білімдерді пайдалану үлгілері үлкен екі топқа бөлінеді: *логикалық, эвристикалық.* Эвристикалық білімді пайдалану үлгілері, әр саланың өзіндік ерекшеліктерін білдіретін мәселелерді шешудің жолдарын таба білетін іс-әрекеттерінен тұратын әр - түрлі құралдары бар программалар. Бұл үлгілер, сол саладағы білімдер құрылымын, мәліметтердің қасиетін, ерекшелігін, басқа үлгілерге қарағанда дәлірек, бейнелеп бере алады. Әсіресе кең тараған түрлеріндегі білімдер нақты фактілер мен ережелерден тұрады. Фактілер осы салаға қатысты деректер тобын құрады. Бұл қорды белгілі бір тәртіпппен жинақталған, көп адамдарға пайдалануға ыңғайлы хабарлар жиынтығы ретінде қарауға болады. Қордың негізгі міндеті - мәселеге қатысы бар мәліметтерді бір жерде сақтай білуі және қажет болған уақытта, оларды пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етуі.

Сарапшы жүйе программаларының басқа программалық өнімдерден тағы бір ерекшелігіне ол деректер, білімдер құрылымдарымен бірге арнайы шешімді шығару механизмін бөлек ұстап пайдалана білуін де жатқызамыз. Білім үлгілерін үш топты құрайды: *продукциялық жүйе үлгісі, фреймдік үлгі, семантикалық желілер түріндегі үлгілер* [1].

Ара қашықтықтан оқыту әдістемесін құруда жасанды зерде бағытындағы Сарапшы жүйе зерттелген тәсілдері мен ой-пікірлері көмекке келеді. Мұндай көмекті аса қажет ететін басқару жүйелері қатарына: құрамындағы есептерді шешуде тек адамдарға ғана тән, солар ғана орындай алатын *интеллектуалдық-зерделік* деп аталатын амалдары бар жүйелерді жатқызуға болады. Әдеттегі тәсілдерді қолданып шығаратын есептер, шешу жолдары көрсетілген қатаң тәртіппен тізбектелген алгоритмдерге сүйенсе, эвристикалық есептердің деректері сарапшы адамдардан алатын мағлұматқа сүйенеді. Ол сан түрінде ғана емес, сапалы түрде де қарама-қайшылыққа толы болуы да мүмкін. Осы жағдайда жасанды зерде тәсілдері сандармен ғана емес, құрылым сапасы әртүрлі білімдермен жұмыс істейді. Бұл тәсілдер мамандар білімін жинақтауға, топтауға, жіктеуге, оларды басқару әдістерімен байланыстыруға мүмкіндік береді. Осы тәсілдер көмегімен құрылған программалық құралдарды компьютер мен пайдаланушы адам арасындағы интеллектуалды интерфейс есебінде қарауға болады. Бұл байланыс қазірдің өзінде белгілі бір саладағы мамандардың білімін пайдалануға мүмкіндік береді. Мұндай жинақталған білім мен тәжірбие алмасу, есептері құрылым жағынан өте қиын болып келетін саладағы мамандар үшін өте құнды [2].

Зерделік үлгілердің дамуында екі түрлі бағыт бар. Бірі таңбалық жүйелермен жұмыс, екіншісі нейрон желілері мен генетикалық алгоритмдерге негізделген ғылыми бағыт. Екінші бағытта жасанды зерде зерттеулері мағлұматтарды таңбалық бейнелеу мен оларды іздеудің қалыптасқан тұжырымдар стратегиясынан үйрету және бейімделу тәсілдеріне қарай ығысады. Нейрон желілеріне негізделген зерделік жұмыстар үлгілінетін дүниені қайтадан таңбалық түрге ауыстыруды қажет етпейді. Нейрон желілеріндегі білім анық емес түрдегі тәжірибе бейнеленген дүниемен қатынасу үлгісін қалыптастыра алады деуге болады. Олар тәжірибе негізінде алынған деректер көмегімен дүниеге бейімделе алатын үлгі түрін қалыптастырады. Бұл жердегі зерденің негізгі белгісінің бірі оның үйрене алу қабілеті. Нейрон желілері үйренеді оларды алдын ала программаламайды, сондықтан оның тәртібін алдын ала болжау қиын. Дегенмен оларды біріктіретін де жағдай бар. Жасанды зерде саласының осы екі бағытында да «ойлау» үдерісі есептеу операцияларына келіп тіреледі Екі бағыт әдістерін біріктіріп қойылатын мәселені шешу өз жемісін беретіні күмәнсіз [3].

Нейрон желілерінің тәсілдерін пайдалану үшін ара қашықтықтан оқытатын маман оқытушының көптеген жылдар бойы тәжірибе арқылы жинақтаған білімдерінің қордаланған білім қорының құрылымы қажет. Ол білім қорының құрылымы жоғарыда көрсетілген үлгілердің бірімен бейнелене алады. Білімдердің негізгі жұмыс істеу ортасы деректер құрылымдарына тығыз байланысты деген сөз. Бұндай жүйелерде басқа да зерделік жүйелер сияқты үлкен деректер қоры болуы қажет. Сарапшы жүйелердің әдеттегі компьютерлік программалардан ерекшелігі олар қалыптасуы қиын есептерді шешуге бағытталған. Яғни олар зерделік

көмекшілер – «интеллектуальные ассистенты» қызметін атқаруға әбден жарайды деуге болады. Бұндай көмекшілер көлемі ауқымды үлкен деректермен жұмыс істеуге бағытталған. Ара қашықтықтан оқыту саласындағы үлкен ауқымды деректер толық және дәл емес болуы біздің шешетін есебіміз қалыптасуы қиын зерделік мәселе қатарына жататынын көрсетеді. Яғни біздің жұмыс істейтін деректеріміз үлкен көлемді деректер тобына жатады. Біз өз мақаламызда осы деректерді өңдеу үшін зерделік көмекшілер деп аталатын агенттерді пайдалану мәселесін қарастырамыз. Есепті шешетін зерделік жүйеге нейрожелілік қабылдау мен білімдерге негізделген тұжырымдарды біріктіру «Зерделік көмекші» құруда да пайдасы бар деп есептейміз. «Зерделік көмекші» ұғымы «зерделік агент» терминімен тығыз байланысты. «Агент» – деп белгілі бір ортада деректер көлемімен жұмыс істеп, осы ортада болатын уақиғаларды бейнелейтін және осы ортаға әсер ететін командаларды орындайтын және түсіндіретін программа. Оның құрамдас бөлігінде программалық және аппараттық бөліктер болуы мүмкін. «Зерделік агенттің» мынандай қасиеттері бар: ***автономдығы*** – адам көмегінсіз, өз іс әрекеті мен ішкі күйін өзі бақылайды; ***қоғамдық тәртібі*** (*social ability*) – басқа агенттермен бірігіп қызмет ете білу қабілеті; ***реактивтігі*** (*reactivity*) – орта күйін қабылдап, ондағы өзгерістерге жауап бере білу қабілеті; *pro-**белсенділігі*** (*pro-activity*) – бастаманы өз қолына ала білу және мақсатты түрлендіру қабілеті. Сонымен бірге оның сана сезімге жататын «ділдік-ментальный» ұғымын қамтитын қасиеттері де бар: ***білімдер*** (*knowledge*) – агенттің өзі, орта, басқа агенттер тұралы білімдері, бұл бөлік көп өзгермейді; ***наным***(*beliefs, сенім*) – агенттің өзгеріп тұратын білімдері, уақыт өткенде олар өзгереді, агент оны білмеуі де мүмкін; ***тілектері*** (*desires*) – бұл агент үшін қалаулы тілек болуы мүмкін, бірақ ол қарама-қайшылыққа толы болса, оған жету қиын; ***ниеттері*** (*intentions*) – ол басқа агенттерге қатысты орындалуға тиісті амалдар, немесе ол өзінің тілегіне сәйкес келіп басқа лармен қайшылыққа келмейтін тілектер; ***мақсаттар*** (*goals*) – агент ағымдағы тәртіп ретінде қабылдайтын соңғы немесе аралық күйлер жиыны; ***міндеттемелер*** (*commitments)* – біріккен мақсаттар аумағында басқа агенттер тапсырысымен орындалатын есептер. Агенттер сәулеті мен теориясын зерттеушілер агент үлгісіне «ділдік-ментальный» ұғымын қамтитын қасиеттерді ендіру міндетті деп санайды: Ол қасиеттерге білімдер, сенімдер, мақсаттар жатады [4].

Қазіргі кездегі Web-контенттерде қолданылып жүрген семантикалық желілер (*Semantic Web*) концепциясының негізінде сарапшы жүйелерде зерттелген білімдердің семантикалық үлгісі элементтері бар. Бұндай үлгілерде үш принцип сақталған. Олар: агрегация, қауіпсіздік және қисын–логика. Агрегация деректерді бірігіп пайдалануды білдірсе, қауіпсіздік негізінде цифрлық қолтаңба бар, ол ақпарат сенімді көздерден алынғанын растайды. Логика – белгілі бір ережелер жиыны. Ол семантикалық желіге тұжырымдар жасауға және сұратуларды орындауға лайықталған операциялар мен әдістемелерді жүргізуге көмегін береді. Осы семантикалық желіде зерделік агенттер маңызды рөл атқарады. Олар деректер көздерін табады, деректерді іздейді, салыстырады, тексереді және оларды пайдаланушыға ыңғайлы түрде береді. Агенттер бір– бірімен мәліметтер және қисынды қорытынды жасайтын ережелер көмегімен бөлісіп тұрады. Білім қорындағы ережелер жаңа тұжырымдарды да қалыптастыруға әсері болады [5].

Қорыта айтсақ, ара қашықтықтан оқыту бағдарламаларындағы әдістемеліктердің тездетіп оқушыға жеткізу түрін құру үшін жасанды зерде зерттеулері әдістерін әбден пайдалануға болатыны сөзсіз. Жасанды зерденің бір бағыты саналатын Сарапшы жүйелер өз бойында өте зор білім қорын жинақтау арқылы көптеген адамдарға ара қашықтықтан оқыту арқылы жекеленген түрде білім беруге лайықты. Сондықтан осындай оқыту әдістемесін құру қазіргі кездегі өзекті мәселенің бірі деуге болады. Нейрон желілерінің тәсілдерін пайдалану үшін ара қашықтықтан оқытатын маманның жылдар бойы жинақтаған тәжірибесінен қордаланған білім қорының құрылымы қажет. Жасанды зерде саласының осы екі бағытында да «ойлау» үдерісі есептеу операцияларына келіп тіреледі. Болашақта осы екі бағыт әдістерін біріктіріп қойылған мәселені шешу өз жемісін беретіні күмәнсіз. Білім қорының құрылымы сарапшы жүйедегі семантикалық желі үлгісімен бейнелене алады. Зерделік үлгілердің дамуындағы таңбаларға және нейрон желісіне негізделген бағыттардың барлығы «зерделік агент» терминімен тығыз байланысты. Мақалада зерделік агенттердің негізгі қасиеттеріне талдау жасалған. Агенттер қасиеттері семантикалық желі үлгісіндегі білімдерге қолдану іздеу сервистерін пайдаланып қажетті мағлұматты табуды тездетеді деген сенімдеміз.

Әдебиеттер тізімі

1. Ахметова М. Сарапшы жүйе және оның құрамы: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2004, 100б.

2. Ахметова М. Функционалдық-логикалық программалау және жасанды зерде жүйелері: Оқу құралы. - Алматы: «Бастау» баспасы. – 2012.- 330 б.

3. Люгер, Джордж, Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М:, 2003г.- 864с.

4. http://www.aiportal.ru/

5. Даниил Кальченко. Интеллектуальные агенты семантического Web'а. – Компьютер Пресс №10, 2004г.

СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕГІ ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ САРАПТАУҒА АРНАЛҒАН ТИІМДІ ДЕГЕН БАҒДАРЛАМАЛАР ЛЕГІ ҚАНДАЙ

Бисаринов[1] Б.Ж., Мусабаев[2] Р.Р., Бисаринова[3] А.Т.

bbaituma@gmail.com, rmusab@gmail.com, aigulbis@mail.ru

[1] аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университет, Алматы қаласы, Қазақстан

[2] ҚР ҒА Ақпараттық және Есептеу Технологиялары Институты, Алматы, Қазақстан

[3] «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, Алматы қаласы, Қазақстан

Аңдатпа:

Нарықтағы үлкенді-кішілі барлық дерлік компьютерлер мен оларды торапқа біріктіруге, жалпы торап ресурстарымен мүмкіншіліктеріне қол жетуізуге, ғаламторға шығуға қажет аппараттық жабдықтар операциялық жүйелер (ОЖ), қосымша бағдарламалық құралдар қатарын өндіріушілер мен оны ұсынушылар. Өз өндіру-ұсыну құрал жабдығының, бағдарламалық қосымшасының көлемдерінің жайына қарай көбісінде ішкі үлкенді-кішілі сараптамалық құралдар бар. Оның басты мысалы ретінде барлық компьютерлермен ноутбуктерде бар basic input output system -(BIOS) немесе смартфондар мен планшеттердегі бастапқы және ОЖ іштеріндегі арнайы сараптауға жақын бағдарламалар қатарын айта аламыз.

Алайда, бұл құралдар, казіргі күндері маңызды және қажет болып отырған үлкен деректерді сараптауға арналғандарға қарағанда анағұрлым қарапайым және арналымы мүлде өзгеше, тек мысалға ғана жарамды дей алармыз. Алдымызға IBM, HP, Dell, Cisco, Juniper, Huawei, Hyundai және тағы басқа (т.б.) осы қатардағы өндірушілер келгенде басқаша күйде боламыз. Соған қарамастан, бұларда да негізгі өз қажетті саласына бағдарланған деректермен жұмыс жасауға арналған құрал-жабдықтар болып табылады. Себебі: 1. IBM, HP, Dell, т.б. үйге, кеңсеге, іскерлікке арналған серверлік жабдықтар тізбегін бастап тұрса, IBM, HP, Dell, Hyundai -ды қоса т.б. олар деректерді сақтау саласына маманданған, ал 2. Cisco, Juniper, Huawei, т.б. ол деректерді тасмалдау жабдықтарымен ерекшеленеді. Ал келесі бірқатар нақты бағдарламалық құралдар кешені: 3. IBM Cognos, IBM Watson, MATLAB, Google Analytics, Apache Hadoop, Apache Spark, SAP Business Intelligence Platform, Minitab, Stata, Visitor Analytics Sisense, Looker, Periscope Data, Zoho Analytics, Yellowfin, Domo, Qlik Sense, GoodData, Birst, IBM Analytics, сараптау бағдарламаларының соңғы уақыттағы алдыңғы легін құрайды және олардың арналымыда өздерін қазіргі таңдағы нақты үлкен деректерді сараташылар ретінде ұсынылады. Аталмыш зерттеу жұмысында «Кластерлік ұжымдық шешім негізінде үлкен деректерді (Big Data) талдаудың және өңдеудің тиімді әдістерін құру» жолында жалғасын табуда.

Түйін сөздер: *Операциялық жүйе, бағдарламалық қосымша, RFID, AI basic input output system -(BIOS), BI, Structured Query Language –(SQL), Google Drive, Dropbox, Python.*

Үлкен деректерді сараптауға кіріспе

Қазіргі уақытта «үлкен деректер» терминін пайдалану болжамды сараптамасын, пайдаланушының мінез-құлық жайын, немесе деректерден құнды шығаратын және басқа да мәліметтер жиынтығының белгілі бір мөлшерін алатын белгілі бір жетілдірілген деректерді сараптау әдістерін қолдануға сілтеме жасайды. «Қазіргі уақытта қол жетімді мәліметтердің үлкен екендігіне күмән жоқ, бірақ, бұл жаңа мәліметтер қоршаған жүйесінің маңызды сипаттамасы емес». Деректер жиынтығын талдау «зерттеу жұмыстарын, іскерлік бағыттарын анықтауға, аурулардың алдын алуға, қылмыспен күрес және тағы басқалар. «Ғалымдар, іскер-менеджерлер, медицина, жарнама және үкіметтің тәжірбеліктері Интернеттегі іздеу, мәліметтерді жинақтау және оларды оңтайлы тасмалдау, қалалық информатика және іскерлік-ақпарат сияқты салалардағы үлкен деректер жиынтығымен үнемі

кездеседі. Ғалымдар метеорологияны, геномиканы, коннектомиканы, күрделі физикалық модельдеуді, биологияны және қоршаған ортаны қорғау және оны зерттеуді қосқандағы электронды ғылымдағы шектеулерге тап болады.

Мәліметтер жиынтығы тез өседі, өйткені оларды ұялы құрылғылар, антенналық (қашықтықтан зондтау), бағдарламалық қамтамасыздандыру журналдары, камералар, микрофондар, радио жиілікті сәйкестендіру Radio Frequency Identification (RFID) сияқты құрылғылардың арзан және сандық интернеттері көбейіп келеді, сенсорлық сымсыз желілер. Әлемде жан басына шаққандағы ақпаратты сақтаудың технологиялық сыйымдылығы 1980-ші жылдардан бастап шамамен 40 айда екі есе өсті; 2012 ж. Жағдай бойынша күн сайын 2,5 эксабайт (2,5 × 1018) деректер шығарылады. International Data Corporation (IDC) есебінің болжамына сүйенсек, ғаламдық деректер көлемі 2013 және 2020 жылдар аралығында 4,4 зеттабайттан 44 зеттабайға дейін өскен болса. 2025 жылға қарай, IDC 163 зеттабайттық деректер болады деп болжайды. Ірі кәсіпорындар үшін бір мәселе - бүкіл ұйымға әсер ететін үлкен мәліметтер бастамаларын кім иеленуі керек екендігін анықтау.

Деректер қорын басқарудың жүйелері, жұмыс үстелінің статистикасы және деректерді визуализациялау үшін қолданылатын бағдарламалық жасақтама жиынтықтарды көбінесе үлкен деректерді өңдеуде қиындық тудырады. Жұмысқа «ондаған, жүздеген немесе тіпті мыңдаған серверлерде жұмыс істейтін жаппай параллель бағдарламалық қамтамасыздандыру» қажет болуы мүмкін. «Үлкен деректер» деп сипатталатын ұғым пайдаланушылардың мүмкіндіктері мен олардың пайдаланатын құралдарына байланысты өзгереді, ал кеңейтілген мүмкіндіктер үлкен деректерді жылжытатын мақсатқа айналдырады. «Жүздеген гигабайт деректерге алғаш рет тап болған кейбір ұйымдар үшін деректерді басқару нұсқаларын қайта қарау қажеттілігі туындауыда мүмкін. Ал басқалары үшін деректер өлшемі маңызды болғанға дейін ондаған немесе жүздеген терабайт қажет болуы мүмкін.»

Деректерді сараптауға арналған 2019 жылға арналған ең жақсы бағдарламалық жасақтаманың алғашқысы Sisense қарапайым, бірақ қуатты мүмкіншіліктері арқасында, деректерді жылдам жинақтауға, бейнелеуге және сараптауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл тұғыр кең көлемді сәулетке ие, бұл мәліметтердің үлкен көлемін өңдеуге мүмкіндік береді, бұл оны кіші және ірі іскерлік үшін де ыңғайлы етеді.

Бұл сандық ғасырда таңдап отырған зерттеулеріңіздің тиімділігін оңтайландыруға мүмкіндік беретін деректерге қол жеткізу жеңілірек болды. Бұл ақпаратты қолыңызда ұстай отырып, сіз байыптыда ақылды шешімдер қабылдай аласыз, іскерлік үрдістерімен айналыса аласыз, тіпті жалпы жұмыс нәтижелерін одан әрі жақсарту жолдарын табада аласыз.

Қазір жалғыз мәселе - мұндай деректерді жинау және өңдеу сіздің жұмыс уақытыңыздың үлкен көлемін алуы мүмкін. Процесті жеделдету үшін сізге деректерді сараптау бағдарламаларын қолдану қажет. Бұл шешімдер Artificial Intelligence (AI) және алдыңғы қатарлы алгоритмдерді қолданады, осылайша сіз түймені бірнеше рет басу арқылы бастапқы мәліметтерді құнды түсініктерге

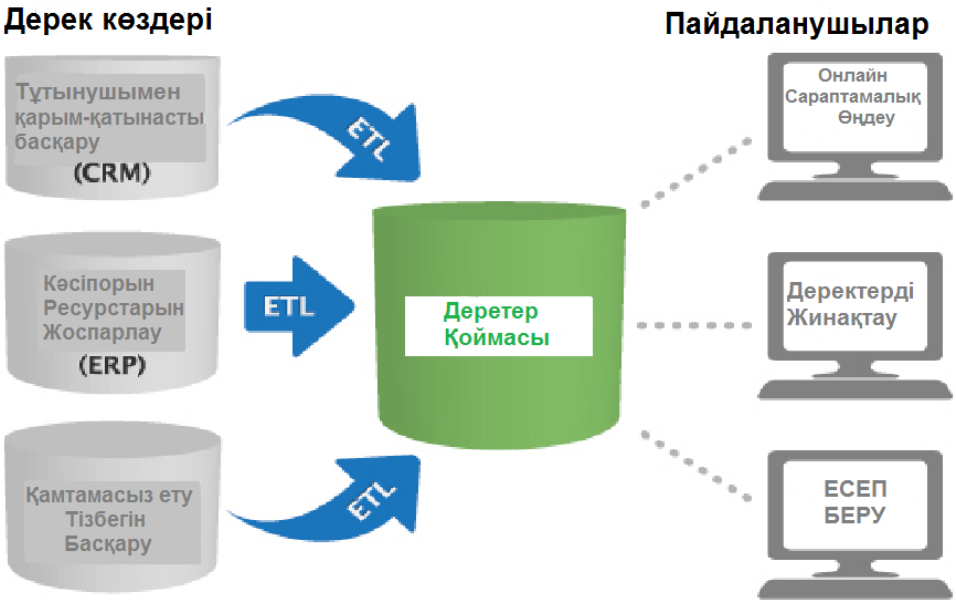
айналдыра аласыз, және оған мысал ретінде келесідей бағдрламалық кешенлерді жатқыза аламаыз.

Sisense - бұл деректерді зерттеушілерге ғана емес, сонымен қатар, барлық іскерлікті-пайдаланушыларға да сараптамалауды жеткізетін мықты деректерді талдау бағдарламасы. Ол ілгері іскер деректерді талдауды, оның техникалық құралдары мен мүмкіндіктері жиынтығы арқылы техникалық емес пайдаланушылар үшін де жеңілдетеді. Түсініктемелер кез-келген пайдаланушы дереу өзіне-өзі қызмет көрсету сараптау мүмкіншілігін пайдаланып, қатаң кодталусыз және жинақтаусыз пішіндейді. Мұны жасауға мүмкіндік беретін оның кейбір жақсы функциялары мүмкіншіліктері оның жеке бақылау тақталарын, интерактивті визуализация және сараптамашылық мүмкіндіктерін қамтиды. Оның бақылау тақтасы - сіздің сұрақтарыңызға жедел жауап алу үшін бірнеше рет нұқу арқылы деректерді сүзугілеп, зерттеуге және қажетін тауып алуға мүмкіндік беретін ең жақсы жағдайларының бірі. Өзінің чип технологиясымен деректерді талдауды байытылған мәліметтермен жылдамырақ орындауға болады. Сонымен қатар, ол (function in R: Calculate arithmetic mean) R функцияларын формулаларыңызға интеграциялау арқылы жақсартылған, жетілдірілген Business intelligence –(BI) есептілігі және болжамды анализ арқылы кеңейтілген сараптауды ұсынады. Алдымен, құралдың ерекшеліктері мен функционалдығын сынаған дұрыс, сонда ол сіздің талаптарға сәйкес келетіндігін білесіз.

Looker - кез-келген адамға таныс іскерлік терминдерін қолдана отырып, күрделі сұрақтар қоюға мүмкіндік беретін деректерді сараптау тұғыры Бұл сіздің ұжымыңыз пайдаланатын құралдарға және қосымшаларға, соның ішінде арнайы құралдармен деректерді тікелей жеткізеді. Қарапайым тілмен айтқанда, платформа деректерді әртүрлі көздерден жинайды және алады, содан кейін, құрылымды сұрау тілі -Structured Query Language –(SQL) дерекқорына жүктейді. Ол жерден жеке іскерлік логикасы үшін платформаның жедел модельдеу қабатынан өтіп, бақылау тақталары, ортақ түсініктер мен түсіндірмелер арқылы барлық пайдаланушылар үшін қол жетімді етеді. Шолғышқа негізделген шешім ретінде деректер сіздің қол жетімді жүйелеріңізде қол жетімді және сіздің тобыңыздағы барлық адамдарға оңай бөлісе алады. Экспорттауды жергілікті де, Google Drive және Dropbox сияқты платформаларға да тікелей жасауға болады.

Sisense by Periscope Data - қазіргі заманғы іскерлікке, ғылымға деректерді жинауға, сараптауға және ұжымда және тұтынушыларға алған түсініктерін бөлісу үшін іскерлік ақпараттары мен сараптамаларын біртұтас түпкі тұғырға біріктіреді. Ол нақты деректер көздерін бір шындықтың қайнар көзіне біріктіреді, содан кейін оларды барынша тиімді пайдалану үшін кеңейтілген талдаулар мен BI есептерін пайдаланады. Осы тұғыр таңдаудың көптеген визуализациялары мен диаграммаларын ұсынады, тіпті егер сіз өзіңіздің ұйымыңызды құруға тиімдірек әрекет болса, өзіңіз жасай аласыз. Оның болжалды сараптау мүмкіндігі, құрылымдалмаған деректерді талдауды жеңілдететін табиғи тілді өңдеу мүмкіндігімен бірге сіздің іскерлігіңіздің бәсекеге қабілетті және белсенді болуына көмектеседі. Интеграцияланған Python, R және SQL орталарының арқасында деректермен жұмыс жеңілдетіліп, тиімділігі жоғарылайды.

Бұрын **Zoho** есептері, іскери деректерді талдау платформасы **Zoho Analytics** әртүрлі компоненттерді, соның ішінде Key Performance Indicators – (KPI) көрсеткіштерін, пивот кестелерін және кестелік көрініс компоненттерін орналастыратын, бұл оған пайдалы мәліметтерді ұсынуға мүмкіндік беретін. Жүйе бірлескен шолу мен сараптауды алға тартады, бұл пайдаланушыларға есептерді әзірлеу және шешім қабылдау бойынша әріптестерімен етене жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Жүйенің жақсы жағы - іскерлік өз блогына, веб-сайтына және бағдарламасына кез-келген есепті немесе бақылау тақтасын ендіре алады. Жүйеде қауіпсіздіктің заманауи әдістері бар, олар қосылуды шифрлауды да қамтиды. Сондай-ақ, оны тәуелсіз бағдарламалық жасақтама ұсынушылары -independent software vendor -(ISV) мен әзірлеушілер сараптамалық және есеп беру функцияларын олардың жүйелеріне құру және біріктіру шешімін қолдана алады.



1 – сурет. Деректерді сараптаудың бағдарламалық жасақтамасы көбінесе BI-нің ұзақ тізбегіндегі ақырғы немесе соңғысы болып табылады: бұл тізбектік байланыссыз және құрылымданбаған мәліметтерден басталып, әрекет етілетін ақпаратпен аяқталады

Yellowfin - бұл пайдаланушыларға деректерді жақсырақ түсінуге көмектесу үшін жасалынған іскери сараптаманың түпкілікті шешімі. Талдаудың жан-жақты мүмкіндіктерімен, нарықта жетекшілік ететін ынтымақтастық құралдарымен және машинаны үйрену мүмкіндіктерімен жабдықталған, бұл сіздің зерттеуіңіздің жұмысынан әсерлі түсінік алуға мүмкіндік береді. Бұл ақылды іскерлік шешімдерін қабылдауға болатын деректерге негізделген болжамдар алуға мүмкіндік береді. Бағдарламалық жасақтамада деректерді визуализациялаудың бірнеше нұсқалары бар, сондықтан сіз өз деректеріңізді қалағаныңызша ұсына аласыз. Yellowfin жұмыс үстелі мен мобильді құрылғылар арқылы қол жетімді, сонымен қатар іскерлік-жүйелермен, қондырмалармен және виджеттермен біріктіруге мүмкіндік беретін

веб- - Application programming interface (API)-мен бірге келеді. Бұл сіздің іскерлігіңіздің өзгеретін қажеттіліктеріне байланысты оның функцияларын оңай кеңейтуге немесе жұмыс процесін жеңілдету үшін оны бар бағдарламалық шешімдермен біріктіруге болатындығын білдіреді.

Domo - бұл деректерді, адамдар мен жүйелер үшін цифрлы байланысқан ортаны қамтамасыз етуге бағытталған деректерді сараптау шешімі. Сіздің бизнесіңіздің деректері нақты уақыт режимінде деректерді жаңарту және көшіріп апару мүмкіндігі арқылы ұйымдағы барлық қызметкерлер үшін жұмыс істейді. Сонымен қатар, сіздің ұйымыңыздан тыс серіктестер де өнімділікті арттыру және олармен жұмыс істеу қабілетін арттыру үшін сіздің деректеріңізбен байланыса алады. Сіздің жүйеңізде тұтас көріністі қолдана отырып, құралдың жеті тұғыры бірге жұмыс істей отырып, көбірек ақпарат алуға болады. Сіздің ұйымыңызға әсер етпестен бұрын, маңызды мәселелер мен сауалдарды сіздің назарыңызға аудару үшін сізге алдын-ала ескертулер беріледі.

Qlik Sense- ассоциативті қозғалтқыштың көмегімен басқа сұрауларға негізделген деректерді сараптау құралдарымен жиі жіберілмейтін түсініктерді терең шығару үшін жұмыс істейді. Мұны деректер арасындағы әр мүмкін қатынасты индекстеу және әртүрлі деректер көздерінен орталықтандырылған көрініске біріктіру арқылы жасайды. Бұлтқа негізделген деректерді талдау тұғырнамасы сізге талдаушыларға, топтарға және ғаламдық кәсіпорындарға әртүрлі жағдайлар үшін дұрыс шешім ұсынуға икемділік береді. Жалпы сұранысқа негізделген құралдардан алдын-ала жинақталған деректердің болмауы жаңа сұрақтар қоюда сарапшылардың көмегін күтпей-ақ жаңа сұрақтар қоюға және ауқымды талдау жасауға мүмкіндік береді. Ұйымыңыздың көлеміне қарамастан, түсініктермен бөлісу оңай, өйткені жүйе қауіпсіз, бірыңғай хабта жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

GoodData - бұл деректерді қабылдаған сәттен бастап, сіз жасаған түсініктерді жеткізгенге дейін, бүкіл деректер тізбегін қамтитын қауіпсіз, ақырғы қауіпсіз бұлтты деректерді талдау жүйесі. Бұл тек кәсіпорындарға ғана емес, серіктестіктер мен бағдарламалық жасақтама компанияларына да қол жетімді. Өнім көбінесе сақтандыру, бөлшек сауда, қаржылық қызметтер және ISV сияқты салаларда қолданылады. Бұл ақылды бизнес қосымшасы шешім қабылдау процесін тездету үшін сіздің жұмысыңызға тікелей түсінік береді. Жақсартулар сонымен бірге уақыт өте келе автоматтандырылады, өйткені ол қолданушының әрекетінен үйренеді және деректерге негізделген болжам жасауға қабілетті. Сонымен қатар, құрал, басқаларымен қатар, HIPAA, GDPR, SOC II және ISO 27001 стандарттарындағы кәсіпорындардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Birst - бұл ақылды іскерлік шешімдерін қабылдау үшін сіздің көзқарастарыңызды байланыстыратын желіде деректерді сараптауды қолданатын шешім. Бұл желілік сараптамалық шешімдер тұтынушылық деңгейдегі жұмыс үстелі құралдарының жылдамдығын,ептілігін және қолайлылығын деректерді басқару және ұлғайту үшін IT мамандарының қажеттіліктерімен үйлестіреді. Бұл көп құрылымды бұлт сәулетіне ие, ол бөлімдерде, өнім желілері мен аймақтар бойынша деректерді талдауды кеңейтуге мүмкіндік береді. Оның мамандануы түпкілікті пайдаланушыларға деректерді визуализациялау, сұрау салу және өндіріске бағытталған іскерлік-ақпаратқа арналған екі деңгейлі тәсілге негізделген.

Сіз әртүрлі дерекқорлар мен бұлттарда немесе жергілікті қосымшаларда деректерді шығарып, қосылу параметрлерін ұлғайта аласыз. Әзірлеушілер өздерінің қосылымдарын жасай алады немесе олар үшінші тарап жүйелерімен көптеген қояң-қолтық қатынауды қолдана алады.

Деректерді сараптау - нақты сұрақтарға жауап табу мақсатында жасалады. Деректерді сараптау әдістері іскерлік аналитикасы мен кәсіпкерлік сараптамасына ұқсас.

Деректер өңдеуі - бұл деректердегі әртүрлі заңдылықтарды табу. Ол үшін мәліметтерге әртүрлі математикалық және есептеу алгоритмдері қолданылады және нәтижесінде өңделген жаңа қортынды деректер пайда болады.

Деректерді модельдеу - бұл мекемелердің деректерді қалай ұйымдастыратындығы немесе басқаратындығы туралы. Мұнда мәліметтерге әртүрлі әдіс-тәсілдер қолданылады. Деректерді модельдеу үшін алдымен деректерді сараптау қажет.

Қортынды

Қалай дегенмен де, белгілі бір салаға арналған дұрыс сараптау құралын табуға көптеген факторлар қатысады. Оның өнімділігін тексеруден және кешеннің мықты қолданылу үрдісін үйренуден бастап, оның басқа жүйелермен қаншалықты жақсы қабысалатындығын және техникалық шарттарды орындауын анықтағанға дейін, бүкіл зерттеу үрдісі өте қиын болуы мүмкін. Оны оңтайлы шешуге көмектесу үшін біз нарықта қол жетімді кейбір жетекші өнімдерді жинап, олардың функционалдығы мен қолайлылығына тоқталдық. Осылайша, сіздің зерттеу жұмыстарыңыз үшін деректерді талдаудың ең жақсы тұғырын анықтау оңайырақ болады дей аламыз. Деректер талдауы бағдарламалық жасақтамасын қолдану кезінде осы кеңестердің артықшылығын пайдалана отырып, сіз осы технология ұсынатын барлық артықшылықтарды жинауға бірнеше қадам қалды. Біздің деректерді сараптаудың келтіріліп қарастырылған ең жақсы құралының тізімі өңдеулеріңізге қажетті тұғырды табуға көмектеседі деп сенемін. Қорытындылай келе, Sisense, Looker, Periscope Data, Zoho Analytics, Yellowfin, Domo, Qlik Sense, GoodData, Birst, IBM Analytics, IBM Cognos, IBM Watson, MATLAB, Google Analytics, Apache Hadoop, Apache Spark, SAP Business Intelligence Platform, Minitab, Stata, Visitor Analytics - терді таңдауды ұсына аламыз, өйткені олар кеңейтілген техникалық заманауи үдерістермен жарақтарға ие, аса күрделі емес бола тұра, пайдаланушылар үшін өте ыңғайлы, өзіне-өзі қызмет көрсетуге арналған кодтарды ұсынбайды. Сонымен қатар, олар сіздің зерттеуіңіздің деректерін талдау және визуализация қажеттіліктеріне оңай бейімделуге мүмкіндік беретін жоғары икемделетін бақылау жолдарымен мүміншіліктерін ұсынады.

Деректер аналитикасын пайдалану арқылы қандай жетістіктерге жеткіңіз келетінін анықтаңыз. Деректер талдауы бағдарламасын иеленбес бұрын да, оны пайдалануға жоспарлап сынан өткізіп көріңіз. Деректерді пайдаланудан сіздің операцияларыңыздың қандай аспектілері пайда болатынын түсініп, платформаны ұсынғыңыз келетін түсінік түрін көрсетіңіз және өлшегіңіз келетін нәрсені анықтаңыз. Осылайша сіз өзіңіздің KPI мен басқа көрсеткіштеріңізді көрсете аласыз,

сондай-ақ жаңа ғылыми инвестицияңызды қалай пайдалануға болатындығы туралы жақсы негіз жасай аласыз.

Деректерді қайдан табуға болатынын анықтаңыз. Көптеген аналитикалық платформаларда деректерді жинау және үндестіру процесі үшін бірнеше ішкі және сыртқы жүйелерден деректерді алу мүмкіндігі бар. Алайда, бұл сіздің тұғырнамаңызды барлық қолданыстағы іскерлік жүйелеріңізге біріктіріп, оны кірщіксіз деп атаңыз дегенді білдірмейді. Деректерді қайдан табуға болатындығын мұқият таңдап, деректерді талдау әрекеттерін алға жылжытуға көмектесетіндерді ғана таңдаңыз. Осылайша, сіз көбірек мақсатты есептер шығарып қана қоймай, дерекқорды сіз тіпті пайдаланбайтын ақпараттың жиналуына жол бермейсіз.

Деректер үлгілерін үнемі бағалаңыз. Сіз сараптаулар жүргізу үшін ескірген ақпаратты пайдаланбас едіңіз, сондықтан неге ескірген деректер модельдерін пайдалану керек? Ескі деректер модельдерінің сіздің деректерді талдау әрекеттеріңізге теріс әсерін болдырмас үшін, сіз осы модельдерді әрдайым әрі қарай бағалайтындай етіп жасауыңыз керек. Белгілі бір дерек көздерін елемейтіндігіңізді немесе кейбір өрістердің модельге қалай әсер ететінін елемегеніңізді тексеріңіз. Мүмкін, сіздің деректер аналитикалық моделіңізге әсер ететін нашар атау стандарттары бар белгілі бір деректер көздері бар. Осы қосымша қадамды жасай отырып, сіз өзіңіздің зерттеуіңізді, іскерлігіңізді алға жылжытатын нақты есептер шығаратындығыңызға сенімді бола аласыз.

Іскерлік зерттеу-операцияларды жақсарту үшін үлкен деректерді талдау процесі деректерді талдау бағдарламалық жасақтамасын иелене алу кезінде тоқтап қалмайды. Егер сіз өз мақсаттарыңызға қол жеткізгіңіз келсе, сіз өзіңіздің деректеріңізді талдауға арналған жаңа жүйеңізді білуге барынша ынта салыңыз. Сонымен қатар, сіз оны өз пайдаңызға қалай пайдалану туралы нақты түсінікке ие болғаныңыз жөн. Сізді бағыттау үшін, деректерді сараптау бағдарламалық жасақтамасын кеңейтудің осындай жолдары бар: Ізденуші аталған бағдарламаларды өз зерттеу жұмысы «Кластерлік ұжымдық шешім негізінде үлкен деректерді (Big Data) сараптаудың және өңдеудің тиімді әдістерін құру» пайдалануды мақсат тұтады.

Әдебиеттер

1. Hilbert, Martin; López, Priscila (2011). "The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information". Science. 332 (6025): 60–65. Bibcode:2011Sci...332...60H. doi:10.1126/science.1200970. PMID 21310967. Retrieved 13 April 2016.

2. Breur, Tom (July 2016). "Statistical Power Analysis and the contemporary "crisis" in social sciences". Journal of Marketing Analytics. 4 (2–3): 61–65. doi:10.1057/s41270-016-0001-3. ISSN 2050-3318.

3. Laney, Doug (2001). "3D data management: Controlling data volume, velocity and variety". META Group Research Note. 6 (70).

4. Li, Rita; Li, Herru (29 January 2018). "Have Housing Prices Gone with the Smelly Wind? Big Data Analysis on Landfill in Hong Kong". Sustainability. MDPI AG. 10 (2): 341. doi:10.3390/su10020341. ISSN 2071-1050.

5. Marr, Bernard (6 March 2014). "Big Data: The 5 Vs Everyone Must Know". boyd, dana; Crawford, Kate (21 September 2011).
6. "Six Provocations for Big Data". Social Science Research Network: A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society. doi:10.2139/ssrn.1926431.
7. "Data, data everywhere". The Economist. 25 February 2010. Retrieved 9 December 2012.
8. "Community cleverness required". Nature. 455 (7209): 1. September 2008. Bibcode:2008Natur.455....1.. doi:10.1038/455001a. PMID 18769385.
9. Reichman OJ, Jones MB, Schildhauer MP (February 2011). "Challenges and opportunities of open data in ecology". Science. 331 (6018): 703–5. Bibcode:2011Sci...331..703R. doi:10.1126/science.1197962. PMID 21311007.
10. Hellerstein, Joe (9 November 2008). "Parallel Programming in the Age of Big Data". Gigaom Blog.
11. Segaran, Toby; Hammerbacher, Jeff (2009). Beautiful Data: The Stories Behind Elegant Data Solutions. O'Reilly Media. p. 257. ISBN 978-0-596-15711-1.
12. Hilbert M, López P (April 2011). "The world's technological capacity to store, communicate, and compute information" (PDF). Science. 332 (6025): 60–5. Bibcode:2011Sci...332...60H. doi:10.1126/science.1200970. PMID 21310967.
13. "IBM What is big data? – Bringing big data to the enterprise". www.ibm.com. Retrieved 26 August 2013.
14. https://www.softwareadvice.com/bi/data-analysis-comparison/

СӨЙЛЕУДІ ТАНУДЫҢ ӘЛІ ШЕШІЛМЕГЕН МӘСЕЛЕЛЕРІ

Мамырбаев Ө., Тұрдалыұлы М., Тұрдалықызы Т.
e-mail: morkenj@mail.ru, mkt_001@mail.ru, t_tolganai@inbox.ru
Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК, Қазақстан

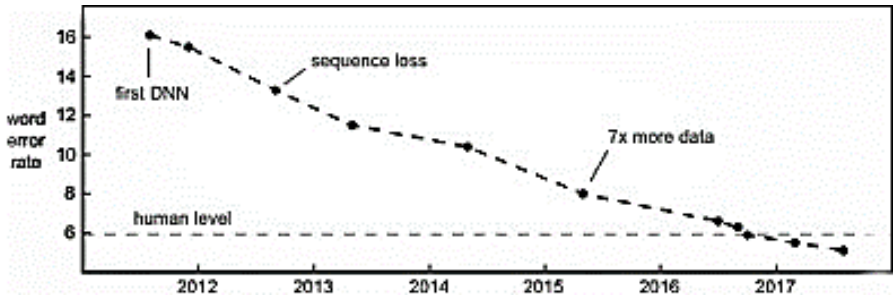
Аңдатпа. *Бұл мақалада сөйлеуді танудың айқын кемшіліктері және оның негізгі себептері жайлы баяндалған. Сөйлеудің түрлері салыстырмалы графикте көрсетілген. Семантикалық қателерге мысал келтірілген. Қатты шу аясында сөйлеу кезіндегі қателер туралы жазылған. Бір арнада бірнеше дауыстың қайталану мәселесі және сөйлеуді жазу сапасына әсер ететін факторлар қарастырылған.*

Кіріспе

Терең білім сөйлеуді тану сахнасынан көрініс тапқаннан бастап, сөзді анықтаудағы қателер саны күрт азайды. Бірақ сіз оқыған барлық мақалаларға қарамастан, біз әлі де адамның тану деңгейінде сөйлеуді тану мүмкін болмай отыр. Сөйлеуді тану құралдарында көптеген сәтсіздіктердің түрлері бар. Әрі қарай

жақсарту үшін оларды бөліп, жоюға тырысу өте маңызды. Бұл көптеген адамдар үшін қолайлы, танудан бастап, барлық уақытта бірдей жұмыс істейтін тануға көшудің жалғыз жолы.

Дауыстық теру тесті 2000 жылы телефонның коммутаторында ана тілі ағылшын тілі болып табылатын екі адамның 40 кездейсоқ сөйлесулерінен құрастырылды. Дұрыс танылмаған сөздер санының жақсару кестесі төмендегі 1-суретте бейнеленген [1, 3].

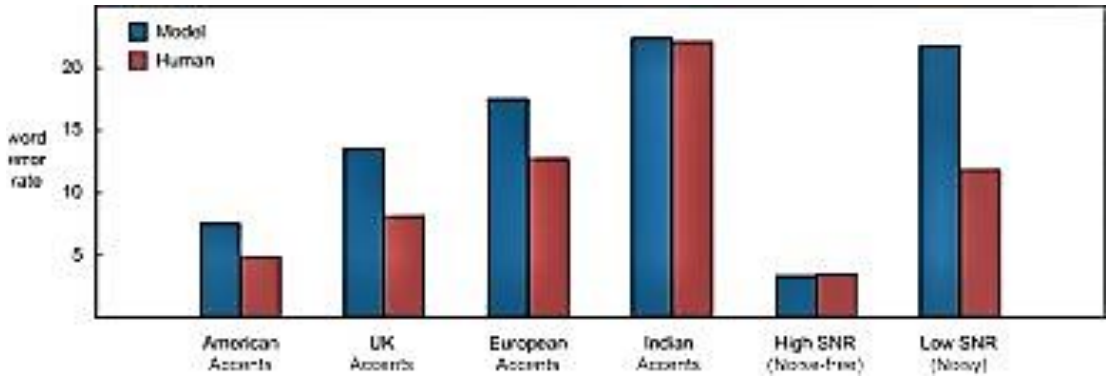


1-сурет. Қате танылған сөздер санының жақсару кестесі

Тек телефонның коммутаторындағы сөйлесулер жиынтығына негізделген нәтижелерге ғана сүйене отырып, сөйлесулерде сөйлеуді тану адам деңгейіне жетті деп айту, оны қалада бір шуақты, кептеліссіз күнде сынағаннан кейін, автономды көлік адамнан жаман емес деп айтумен бірдей. Сөйлеуді танудағы соңғы оқиғалар таңқаларлық болды. Бірақ сөйлеуді тану адам деңгейіне жетті деген мәлімдемелер тым батыл. Мұнда әлі де жетілдіруді қажет ететін бірнеше бағыт бар.

1. Акцент және шу

Сөйлеуді танудың айқын кемшіліктерінің бірі - акценттерді өңдеу және фондық шу. Мұның негізгі себебі – жаттығу деректерінің көп бөлігі сигналдың шуылға жоғары қатынасты американдық диалектілерден тұрады. Мысалы, телефонның коммутаторындағы сөйлесулер жиыныны, ана тілі тек ағылшын тілінде сөйлейтін адамдардың әңгімесі [2] (көбіне бұл американдықтар).



2- сурет. Сөйлеуді мәтінге айналдыратын адамдарды Baidu Deep Speech 2-мен сөйлеудің әр түрлі түрлері бойынша салыстыру

Бірақ, жалғыз жаттығу деректерін арттыру көп жағдайда, бұл мәселені шешпеуі мүмкін. Диалектілер мен акценттер бар көптеген тілдер бар. Белгіленген деректерді барлық жағдайлар үшін жинау мүмкін емес. Тек американдық ағылшын тілінде сөйлеудің жоғары сапалы танылуын жасау мәтінге аударылған 5 мың сағатқа жуық аудио жазбаларды қажет етеді.

Американдық емес акценттерді тану адамдарға ауыр тиеді – мұның себебі, олардың арасында американдықтардың көптігі болуы мүмкін.

Қозғалмалы көлікте фондық шу болған кезде сигналдың шуылға қатынасы -5 дБ мәндеріне жетуі мүмкін. Адамдар мұндай жағдайда басқа адамның сөйлеуін тануға оңай жеткізе алады. Автоматты танығыштар көрсеткіштері шуыл жоғарылаған сайын едәуір тез нашарлайды. Графикте [3] жоғарылаған шуылмен адамдардың тануы қаншалықты артта қалғаны көрсетілген (төмен SNR жағдайында, сигналдан шуылға қатынасы).

2. Семантикалық қателер

Көп жағдайда, қате танылған сөздердің мөлшері сөйлеуді тану жүйесінің өзіндік мақсаты емес. Біз семантикалық қателіктердің мөлшеріне тоқталамыз. Бұл біз мағынаны дұрыс танымайтын өрнектер пропорциясы.

Семантикалық қателіктің мысалы – әлдебіреу «let’s meet up Tuesday» [сейсенбіде кездесейік] деп ұсыныс жасаса, ал танушы «let’s meet up today» [бүгін кездесейік] деп тануы мүмкін. Сөздердің арасында семантикалық емес қателер де болады. Егер танушы «up»-ты танымаса және «let’s meet Tuesday» деп шығарса, сөйлемнің семантикасы өзгермейді.

Қате деп танылған сөздердің санын критерий ретінде мұқият пайдалану керек. Мұны суреттеу үшін мүмкін жағдайлардың ең нашарын мысалға аламыз. Қате сөздердің 5% -ы 20-дан бір жіберілген сөзге сәйкес келеді. Сөздердегі 5% қателер 20 сөздің ішінен бір сөзді тастап кеткенмен тең. Егер әр сөйлемде 20 сөз болса (бұл ағылшын тілінен орташа), онда дұрыс танылмаған сөйлемдердің саны 100% жетеді. Қате танылған сөздер сөйлемдердің семантикалық мағынасын өзгертпейді деп үміттенуге болады. Әйтпесе, танушы әр сөйлемді 5% мөлшерлі дұрыс танылмаған сөздермен дұрыс шеше алмайды [1].

Модельдерді адамдармен салыстырған кезде қателіктердің мәнін тексеріп, дұрыс танылмаған сөздердің санын ғана бақыламау керек.

3. Бір арнада көп дауыс

Жазылған телефон сөйлесулерін тану оңайырақ, өйткені әр сөйлеуші жеке микрофонға жазылады. Мұнда бір дыбыстық арнада бірнеше дауыстың қайталануы жоқ. Ал адамдар кейде бір уақытта сөйлейтін бірнеше спикерлерді түсінеді.

Жақсы сөйлеуді танушы дыбыстық ағынды сөйлеушіге байланысты сегменттерге бөле алуы керек (оның диарификациясына байланысты) [4]. Ол сондай-ақ дыбыстық жазбадағы екі қабаттасқан дауыстарды түсінуі керек (деректерді бөлу). Мұны әр спикердің аузында орналасқан микрофонсыз орындау керек, яғни еркін жерге орналастырылған танушы жақсы жұмыс істеу қажет.

4. Сөйлеуді жазу сапасы

Акцент және фондық шу - бұл сөйлеуді тануға болатын екі фактор. Мұнда тағы бірнеше мәселе маңызды рөл атқарады:

- Әр түрлі акустикалық жағдайдағы ревербарация;
- Жабдыққа қатысты артефактілер;
- Сигналды жазу және сығу үшін қолданылатын кодектің артефактілері;
- Дискреттеу жиілігі;
- Сөйлеушінің жасы.

Көптеген адамдар есту жазбаларын mp3 және wav файлдарынан ажыратпайды [5]. Көрсеткіштерді адаммен салыстырудан бұрын, танушылар тізбектелген өзгеру көздеріне қарсы тұруы керек.

Қортынды

Сөйлеуді танудың бірнеше басты мәселелері ашып көрсетілді. Оларды шешу мәселелері бүгінгі күнге дейін өзекті болып табылады.

Негізгі мәселелер ретінде: акцент және шу, семантикалық қателер, бір арнадағы көп дауыс және сөйлеуді жазу сапасын жатқызуға болады.

Мақала AP05131207 «Терең нейрондық желілерді пайдаланатын мультитілдік автоматты сөйлеуді тану технологиясын құру» жобасы негізінде дайындалды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. A. L. Maas, A. Y. Hannun, C. T. Lengerich, P. Qi, D. Jurafsky, and A. Y. Ng. Increasing deep neural network acoustic model size for large vocabulary continuous speech recognition. abs/1406.7806, 2014. http://arxiv.org/abs/1406.7806.
2. G. Hinton, L. Deng, D. Yu, G. Dahl, A. Mohamed, N. Jaitly, A. Senior, V. Vanhoucke, P. Nguyen, T. Sainath, and B. Kingsbury. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition. IEEE Signal Processing Magazine, 29(November):82–97, 2012.
3. A. L. Maas, A. Y. Hannun, and A. Y. Ng. Rectifier nonlinearities improve neural network acoustic models. In ICML Workshop on Deep Learning for Audio, Speech, and Language Processing, 2013.
4. A. Mohamed, G. Dahl, and G. Hinton. Acoustic modeling using deep belief networks. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, (99), 2011.
5. D. Povey, A. Ghoshal, G. Boulianne, L. Burget, O. Glembek, K. Vesely, N. Goel, M. Hannemann, P. Motlicek, Y. Qian, P. Schwarz, J. Silovsky, and G. Stemmer. The Kaldi speech recognition toolkit. In ASRU, 2011.

СИНТАКСИСТІК КОНСТРУКЦИЯЛАР АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ МӘТІНДЕР ОМОНИМИЯСЫН ШЕШУ

Мансурова М.Е., Мисебай А.М., Қадырбек Н.Қ.

e-mail: mansurova.madina@gmail.com, armanbek.missebay@gmail.com, nurgaliqadyrbek@gmail.com
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Қазақ тілінің басты ерекшелігі – оның иірімділігі мен сөздердің көпмағыналы болуында. Ең қызығы, сөздер сөз таптары бйынша ғана емес, сөздерге жалғанатын түрлі морфологиялық құрауыштар(қосымшалар) аясында да көптеген сәйкес келулер мен шиеленісті талдау нұсқаларын тудырады. Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты синтаксистік конситрукциялар арқылы мәтіннің тәуелділік графын құра отырып, ағымдағы контекс үшін мейілінше мүмкін талдау нұсқаларын іріктеп алу болып табылады.*

Зерттеу жұмысында қазақ тілінде кездесетін омонимия кластарының жіктелуі келтіріліп, әрқайсысына жеке дара сипаттама берілген. Синтаксистік конструкциялар фонында тиімді тәуелділік графын құру үшін қолданылатын сөздердің байланысу формалары да қарастырылған. Атап айтқанда синтаксистік, интонациялық сыңды байланысу тәсілдері сипатталған. Жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

–Қазақ тіліндегі сөйлемдекрдің құрылымы;
–Сөз тіркестері мен байланысу тәсілдері;
–Омонимдердің жіктелуі;
–Қазақ тілі үшін графтық модел және омонимияны шешу;

Кілттік сөздер. *Text mining, омонимдерді шешу, морфологиялық анализатор, синтаксис, тәуелділік графы.*

Қазіргі таңда көпмағыналылық пен омонимияны шешуге, сөз табын болжауға, сиентаусистік талдау жасауға арналған әдістер ішінара шешілген. Әсіресе, мұндай әдістердің көпгшілігі грамматикалық сөздікті ұтымды пайдалану арқылы жүзеге асырылуда. Алайда грамматикалық сөздіктің өзі талданатын сөз үшін бір ғана интерпретация ұсына бермейді, кей жағдайларда талдау нұсқаларынан контексткге лайықтысын таңдаудың өзі арнайы әдістерді талап етеді. Агглютинативті тілдер тобына жататын қазақ тілі үшін электронды ресур ретінде грамматикалық сөздіктің тапшы екендігімен қоса, омонимияның кең спектріне ие болғандықтан бұл жоба күрмеуі қиын жоба. Өз кезегінде жоғарыда айтылған есептердің оңтайлы шешімі үшін өзге тілдер үшін жасалынған әдістерді өзгерте отырып, комбинациялайтын алгоритм құру қажет. Тәжірибе жүзінде омонимияны шешудің екі түрлі әдісін ажыратуға болады: синтаксистік және статистикалық.

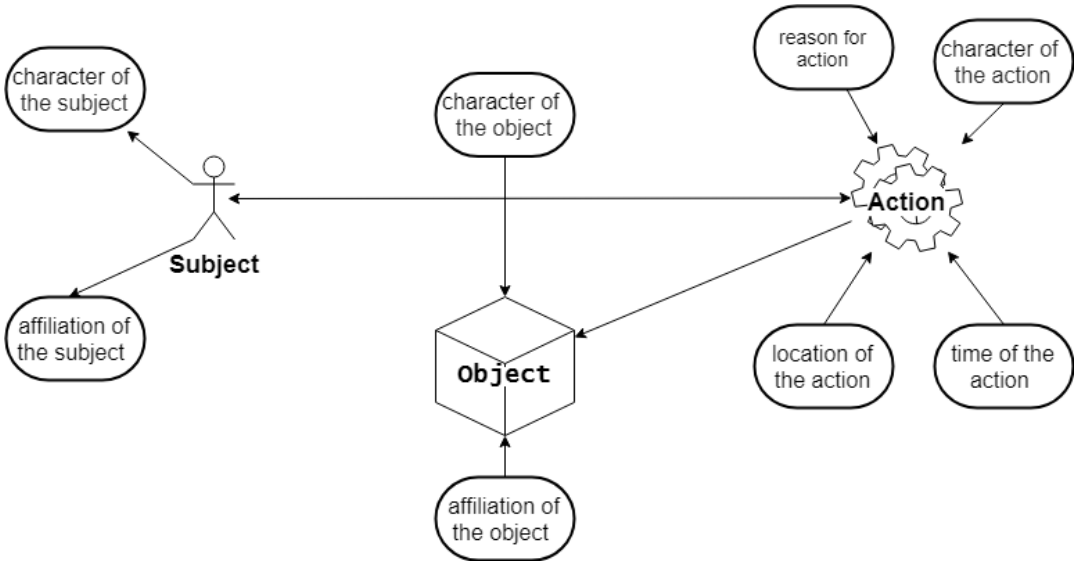
Орыс тілі үшін Зеленков және басқалар жасаған статистикалық әдісті [1] қазақ тілі үшін әзірге қолдана алмаймыз. Себебі қолжетімді омонимия шешілген мәтіндердің көлемді жинағы жоқ.

Синтаксистік қатынастар негізінде омонимияны шешу үшін, сөздердің байланысу тәсілдері мен онда болданылатын ережелерді жинақтау қажет. Сөйлемдегі сөз тіркестерін барынша ұтымды анықтау арқылы сөздер контексті туралы дәлірек ақпарат алуға болады. Дегенмен, бұл әдістің өзінде қарапайым әрі өзекті қиындықтар бар: синтаксистік талдаудың өзі қиын есеп, синтаксистік талдау үшін морфологиялық параметрлері айқын талдау нәтижелерін ғана қолдана аламыз.

Айтылған мәселеге қарамастан ЭТАП лингвистикалық ппроцессоры және Диалинг синтаксистік талдауыш сияқты жүйелер омонимияны шешуде синтаксистік әдісті қолданады. Зерттеу жұмысы барысында, қазақ тілі үшін синтаксистік әдіс арқылы омонимияны шешу әдісін сөйлемдегі сөздердің байланысу (тәуелділік) графын пайдалану арқылы жүзеге асыру құралы қарастырылады.

Қазақ тіліндегі сөйлемдекрдің құрылымы. Сөз тіркестеріндегі семантикалық-формальдық құрылымды сөз тіркесінің бағыныңқы және басыңқы сыңарларының бір-бірімен байланысу тәсілдері және оның мазмұнын анықтайды. Егер сөз тіркестерінің басыңқы сыңарлары зат, құбылыс не қандай да бір ұғымды атап көрсетсе, бағыныңқы сыңарының қызметі басыңқы сыңарда аталғанды нақтылау болып табылады. Ол үшін бағыныңқы сөз сыңарындағы сөз белгілі бір тұлғада тұруды қажет етеді.

Агглютинативті тілдердегі сөздің құрылымы, әдетте, сөздің өзгермейтін негізіне қосылатын көп аффикстермен сипатталады. Әрбір аффикс тек бір ғана, қатаң белгіленген мәнге ие. Аффикстер белгілі бір тәртіпте орналасады, бірақ сонымен бірге динамикалық қасиетке де ие (жазылмауы да мүмкін, мысалы: ілік септігі жалғауы). Агглютинативтік тілдердің мысалдары түрік және қазақ тілдері болып табылады.



1-схема. Сөйлемдердің семантикалық құрылуы және байланысуы

Қазақ тілінде сөйлемдегі сөздердің тәртібі маңызды. Ең бастысы – сөйлемдегі әрбір сөз қандай сөзден тәуелді екенін және осы тәуелділік қандай байланыс түрі арқылы жасалғандығын анықтай білу қажет.

Қазақ тіліндегі сөйлемдердің семантикалық құрылу және байланысу схемасы 1-сызбада көрсетілгендей жалпылауға болады.

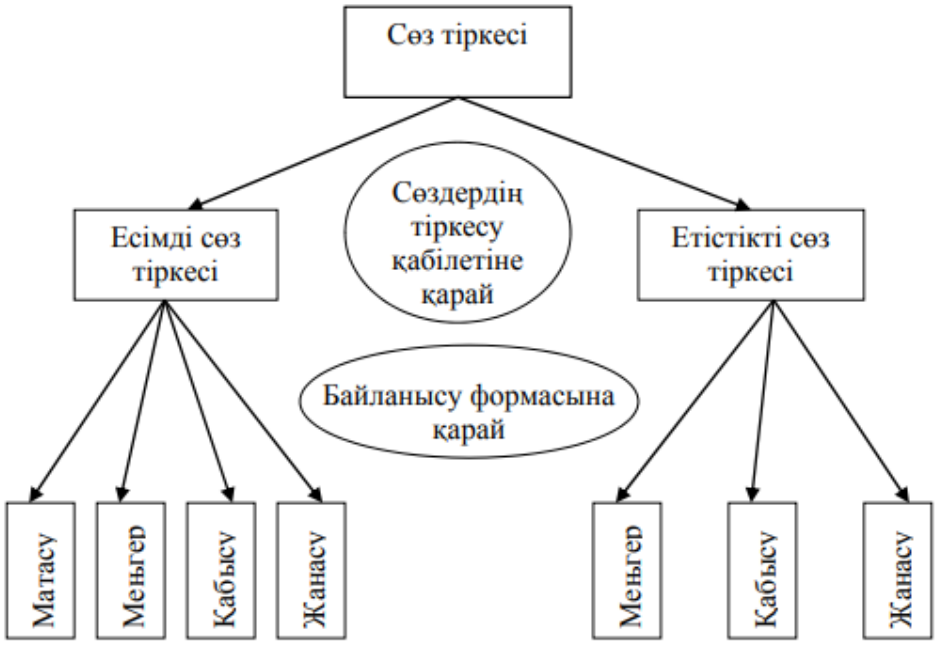
Ендігі кезекте сөздердің синтаксистік байланысу тәсілдерін қарастырайық.

Сөз тіркестері мен байланысу тәсілдері. Соңғы зерттеулерде сөз тіркестерін басыңқы сыңарлары тиесілі болған сөз таптарына қарай есімді, етістікті деп бөлумен қатар ортақ басыңқы түрі қарастырылуда. Демек, байланысу формаларын: есімді матасу, ортақ матасу; есімді меңгеру, етістікті меңгеру, ортақ меңгеру; есімді қабысу, етістікті қабысу, ортақ қабысу; есімді жанасу, етістікті жанасу, ортақ жанасу деп бөлген орынды (1-сурет).

Сөз тіркесіндегі сөздердің қосымша жалғануы арқылы байланысу тәсілі – синтетикалық байланыс, қосымшаларсыз, интонация, шылаулар арқылы, орын тәртібі байланысуы аналитикалық байланыс болады. Сөздердің өзара байланысу тәсілдері аясында қалыптасқан синтаксистік байланысу жүйесін сөздердің байланысу формалары деп атаймыз[2].

Сөз формасы деп оның (сөздің) морфологиялық құрамындағы бөлшектердің (морфемаларының), синтаксистік байланыс –жалғас тәсілдерінің өзара бір-бірінен ерекшеленіп бөлінерліктей және соған орай қосымша мағыналарды білдірерліктей (я сондай мағыналарға ие боларлықтай) әр алуан түрлерін айтамыз[3].

Әрбір байланысу тәсілінде <...><...> белгілері арасында, қазіргі уақыттағы анализаторға кірістірілген ережелер мен конструкциялар көрсетілген.



1-сурет. Сөз тіркестері

Қазіргі уақытта бағдарлама реализациясы үшін қолданылып отырған сөздердің байланысу түрлері:

Қиысу. Қазақ тілінде тұрлаулы мүшелерінің арасында бастауыш пен баяндауыштың арасындағы байланыс қиысу болып келеді. Қиысу бастауыш және баяндауыштың жақ бойынша және жекелік, көптік мәні мен тұлға жағынан сәйкестенуі болып табылады. Қиыса байланысқан сөз тіркестерінде басыңқысы –

бастауыш, бағаныңқысы - баяндауыш болады. Осы себепті бастауыш қандай тұлғада қолданылған болса, баяндауыш та сол тұлғада тұрады. Мысылы:

I. Мен жазушымын
II. Сен бала – сың
III. Біз барған – быз

Матасу. Матасу ілік жалғаулы анықтауыш пен тәуелдік жалғауы 1 жағында (көбінесе 3 жағында) анықталатын сөз тіркестері арасында келеді. Сөздердің меңгеру, қиысу сияқты байланыс тәсілдерінде сөз тіркестерінің қарым-қатынастары бірдей жақта болып, басыныңқы мүше өзіне бағынатын мүшенің морфологиялық тұлғасын өзіне сәйкестендіре бағындырып отырады. Ал матаса байланысқан сөз тіркестерінде арақатынас біржақты болмай, бірінсіз-бірі қолданылмайтын, бірін-бірі айқындайтын «тұтас» болып келеді. Осылайша, бірімен-бірі қарама-қарсы, матаса байланысатын сөздердің бірі ілік жалғауда, екіншісі тәуелдік жалғауда айтылады.

Кейде ілік септігі жалғауы жасырын, түсіріліп пайдаланылады.

Мысалы: Бала – ның үй - і, біз - дің гүл - іміз. Ауыл тұрғындары

<сөз+ІС><сөз+ТӘУЕЛДІК>
<сөз><сөз+ТӘУЕЛДІК>
<етістік+есімше+ІС><сөз+ ТӘУЕЛДІК >

Меңгеру. Сөздердің ілік септіктен басқа септіктердің жалғаулары арқылы байланысуы

Мысалы: *Су - ды төкті. Ағасы – на берді. Біз - ден сұрады.*

Ортақ меңгеру:

<сөз+ТС> <есім сөз> <көмекші етістік> оларды қонақ етті
<сөз+ТС><ет>
<сөз+БС><ет>
<сөз+КС><ет>
<сөз+ЖС><ет>
<сөз+ШС><ет>

Кейбір зерттеулерде сімді меңгерудің аз да болса кездесетіндігі көрсетілген.

<зат+ШС><сын>
<сөз+БС><сын>
<ет+есімше+ БС >< сын >
<зе+БС><зе(дерексіз)>

Қабысу. Сөздердің ешбір жалғаулықсыз тек орын тәртібі арқылы қатар тұрып байланысуы. Қабысу арқылы байланысқан сөз тіркестерінің ортасына өзге сөздерді орналастыруға болмайды. Бола қалған жағдайда да, сөз тіркестерінің ағымдағы синтаксистік қатынастары өзгереді. Қабыса байланысқан сөз тіркестері пысықтауышпен пысықталатын, анықтауышпен анықталатын, толықтауышпен толықталатын сөздер болып келеді. Қабыса байланысатын сөз тіркестерінің бірінші сыңары зат есім, сын есім, сілтеу есімдіктері, қимыл, амал үстеулері, етістіктің есімше, көсемше түрлері болады да, екінші сыңары зат есім не етістік сөздері болады. Мысалы: Алтын қақпа, қара қалам, төрт батыр, қызықты оқиға.

< зе><зе >
< сын><зе >
< сан>< зе>
<есім >< зе>
<зе+БС >< есімше>

Сонымен қатар, алдағы уақытта бинарлы тікркестерден бөлек бірнеше көмекші сөздер арқылы тіркескен сөз тіркестері де қарастырылуда.

< есімше><зе/сын/сан/есімдік >
< сөз+ТС/ЖС/ШС/КС>< есімше
<үстеу ><зе/сын/сан/есімдік >
<сын/сан ><есімше >
<үстеу/көсемше/ ><етістік >
<зе><көсемше >< есімше><етіст>
<зе+БС >< шылау>< есімше>

Жанасу. Сөздердің ешбір жалғаулықсыз бірде іргелес, бірде алшақ тұрып байланысуы. Негізінен үстеу мен етістік жанаса байланысады. Мысалы: Кеше болды, әдейі келді, сол арқылы білдім.

1. Мезгіл үстеулерінен болған пысықтауыштар: Кеше ғана біздің кеме өз жеріне жүздеген километр қашық, алыстағы теңізде болатын, ал бүгін жаға жақын және борттан жақсы көрініп тұр.(Л.К.)
2. Септік жалғаулы есім сөзіне шылау тіркесіп айтылуымен де жанаса байланысқан пысықтауыш болады. Мысалы: Оқушылар өзенге қарай топ-тобымен кетіп барады.
3. Атау тұлғалы есім сөздерінен кейін шылау сөздері тіркесіп айтылуы арқылы да жанаса байланысқан пысықтауыш жасалады. Мысалы: Біз күн сайын ертемен суға шомыламыз. Ертеңгі күннің ауа-райын радио арқылы колхоздарға хабарлап тұрады[4].

Сөздер сөйлемде шылаулар арқылы да байланысады. Мысалы: Біздің еліміз бейбітшілік үшін күреседі дегенде бейбітшілік сөзі мен күреседі сөзінің тіркесіп байланысуына үшін шылауы септігін тигізіп, мақсаттық мағынаны тудырып тұр. Сөздерді жалғаулық шылаулар мен септеулік шылаулар байланыстырады. Жалғаулық шылаулар бірыңғай мүшелерді яғни тең дәрежелі, бір тұлғадағы сөздерді салаластыра байланыстырса, септеулік шылаулар бір сөзді екінші сөзге бағындыра, сабақтастыра байланыстырады.

Сондықтан септеулік шылаулар байланыстырған сөздер сөз тіркесін құрайды да, жалғаулық шылаулар байланыстырған сөздер сөз тіркесі бола алмайды, тек бірыңғай мүшелер болады. Ал демеулік шылаулар сөздерді байланыстыра алмайды. Сөздерді сабақтастыра байланыстыратын шылаулар: сайын, үшін, жөнінде, туралы, дейін, шейін, тарта, таман, соң, кейін, бірге, қатар т.б.

Байланысудың соңғы тәсілі — **интонация**. Мұнда екі сөздегі орын тәртібі тиянақты болумен бірге, екеуінің арасында айтылуда дауыс ырғағы сақталып, екінші сөз сәл көтеріңкі естіледі, ал жазуда ол сөздер сызықшамен ажыратылады. Мысалы: Талғат — ұшқыш. Сәуле — мұғалім. Интонация арқылы байланысқан сөздер сөйлем құрайды да; алдыңғы сөз бастауыш, соңғысы баяндауыш қызметін

атқарады. Мұндай жалаң сөйлемдегі сөздердің орындары ауысса, ол сөздердің қызметі де өзгереді. Айталық, Ұшқыш — Талғат, мұғалім — Сәуле болған жағдайда, бастауыш — ұшқыш, мұғалім, баяндауыш — Талғат, Сәуле сөздері болады.

Омонимдердің жіктелуі. Лексикалық омонимия бірнеше құбылыстарды қамтиды. Омонимия – бұл сөздердің жазылуы мен айтылуы ұқсас, бірақ мағынасы әртүрлі болып келетін құбылыс. Омонимияның тіл білімі салаларына қатысты жіктелуіне келер болсақ: Лексикалық (әр түрлі лексемалардың формаларының сәйкес келуі), грамматикалық (бір лексеманың таңбаларының сәйкес келуі), синтаксистік (сөздердің бір бірізділігінің әртүрлі дұрыс түсіндірмелері) және омонимияның басқа да түрлері бар.

Параметр бойынша омонимия — талдауда грамматикалық параметрлері әртүрлі болғанымен, леммасы және сөз табы бойынша сәйкес келетін сөздер.

Сөз табы бойынша омонимия – талдау нәтижесінде сөз леммалары бірдей, ал сөз таптары әртүрлі болатын нәтижелер. Мысалы: бас – зат есім, адамның дене мүшесі: Басы ауырып тұр. Бас – етістік, таптау мағынасында: Нан қоқымын басты.

Лемма бойынша омонимия – сөздің леммалары әркелкі болып, ал сөз табы бірдей болатын жағдайлар. Сөздің параметрлері әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы: *пышақпен тіл* және *тілек тіле*. Екі сөз омоним тудырады. *Тіле* сөзі *тіл+е* яки *тіле* болып тұтастай талдануы мүмкін.

Сөз табы және лемма бойынша омонимия – сөз табы және леммасы бойынша ерекшеленетін талдау формалары болады. Ал параметрлерін салыстыру мүмкіндігі жоқ. . Мысалы: *жаз* – жыл мезгілі, *хатты жаза* отырды етістік + көсемше.

Қазақ тілі үшін графтық модел және омонимияны шешу. Сөйлемді V сөздігіне тиесілі T токендер тізбегі ретінде қарастырайық V: $T =< w_1, w_2,\ldots, w_n >$, мұндағы $w_i \in V$ – бұл сөйлемдегі i-позициядағы сөз болсын. V сөздігі тек қана сөздерді қамтыған, ал сөйлемнің басқа тыныс белгілер, цифрлар сыңды құрауыштары қарастырылмайды.

Морфологиялық талдаудың негізгі міндеті w токенінің қалыпты формасын (леммасын), сөз табын және морфологиялық құрамдас бөліктерін анықтау болып табылады.

Көп жағдайда бір сөз үшін бірнеше талдау нұсқалары анықталуы мүмкін. Осыған байланысты әрбір токен үшін v=<*l*, p, a > кортежін белгілейміз., мұндағы l-ағымдағы сөз леммасы, p – сөз табы, ал a – грамматикалық құрауыштар(қосымшалар) жиынтығы. Морфологиялық талдауыш нәтижесі w токені үшін сәйкесінше $\varphi(w) = \{v_1, v_2,\ldots v_k\}$ талдау нұсқалары болады, мұндағы v_i ағымдағы сөздің (токеннің) талдау нұсқасы. Егер w сөзі леммалар сөздігінен табылмаса, сөздіктен тыс деп аталады, яғни $\varphi(w) = \varnothing$ (или $k = 0$) болады. Егер де токен сөздіктен табылып, талдау оң нәтиже берсе, токе сөздікке тиесілі деп аталады және $k > 0$.

Егер $\varphi(w)$ бірнеше талдау формаларына ие ($k > 1$) болса, онда w токені біртекті емес, омонимия, деп аталады.

$\Psi=\{\Psi_1,\Psi_2,\ldots,\Psi_n\}$ – ақырлы бинарлы синтаксистік конструкцияларының жиыны болсын және кез кезлген қазақ тіліндегі сөз тіркесін осы ереже арқылы құрастыруға болады делік.

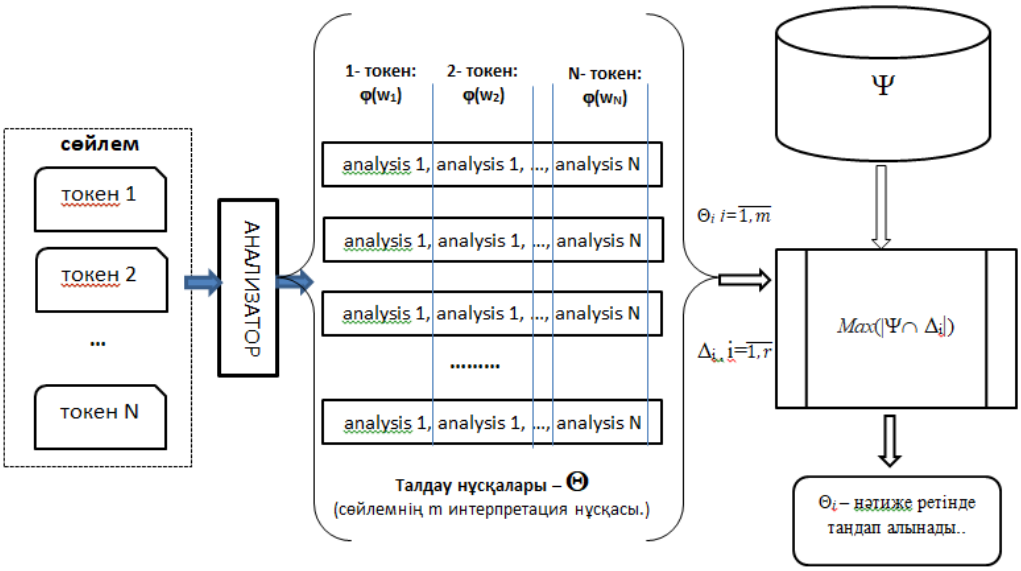
$\Theta=\{\Theta_1, \Theta_2,\ldots, \Theta_m\}$ – ағымдағы сөйлемнің морфологиялық талдауының мүмкін нұсқалары болсын.

Әдіс бойынша берілген T сөйлемдегі әрбір w_i токен үшін анықталған $\varphi(w_i)$ талдау нұсқаларын ескеріп тұтас сөйлемнің барлық талдану нұсқаларын генерациялаймыз. Барлық нұсқалар саны

$$m = |\Theta| = \prod_{i=1}^{n} |\varphi(w_i)|$$

Ендігі кезекте әрбір Θ_i $i=\overline{1,m}$ талдау нұсқасында үшін барлық ықтимал Δ бинарлы сөз тіркестері жиымын зерттейміз, $\Delta_i = \{(v_t, v_s) | v_t \in \Theta_I \ \& \ v_s \in \Theta_i, t<s\leq n\}$. Сөз тіркестрінің саны

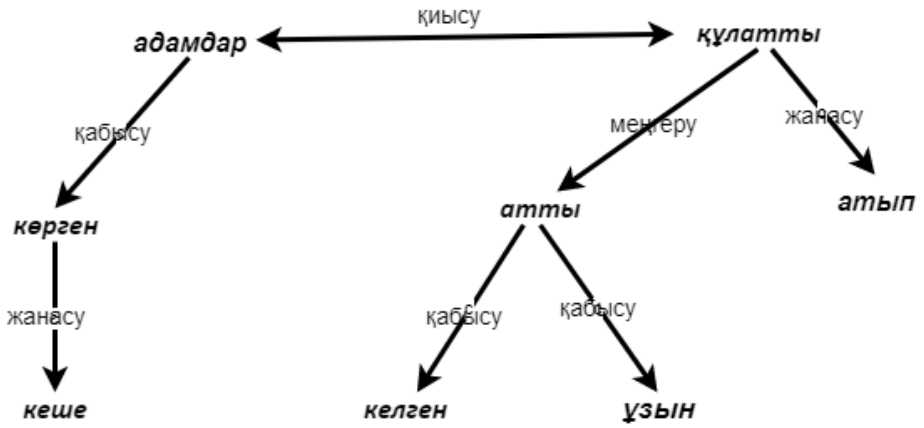
$$r = |\Delta| = C^2_{|T|} = \frac{n!}{2! * (n-2)!}$$



2-сурет. Анализатор жұмысы

Θ нұсқалары ішінен мейілінше көп сөз тіркестері анықталған болса, онда аталмыш талдау нұсқасы ақиқат немесе ақиқатқа жақын талдау нұсқасына алып келеді (2-сурет). Өйткені көп жағдайда, контекстке қатысы болмаған талдау нұсқалары өзге сөздермен ешбір синтаксистік қатынаста тұра алмайды да, өзінің синтаксистік салмақтылығын жоғалтады.

Мысал*: Кеше көрген адамдар келген ұзын атты атып құлатты.*



3-сурет. Сөйлемнің синтаксистік тіркестер бойынша тәуелділік графы

Келтірілген талдау барысында анализатор келесі нұсқаларды қайтарды:

[FullInfo{word='кеше', lem='кеше', affix=[], morph=usteu}, FullInfo{word='кеше', lem='кеш', affix=[Affix{content='е', type='Parti'}], morph=usteu}, FullInfo{word='кеше', lem='кеш', affix=[Affix{content='е', type='Parti'}], morph=synEsim}, FullInfo{word='кеше', lem='кеш', affix=[Affix{content='е', type='Parti'}], morph=zatEsim}]

[FullInfo{word='көрген', lem='көр', affix=[Affix{content='ген', type='Parti'}], morph=etistik}, FullInfo{word='көрген', lem='көр', affix=[Affix{content='ген', type='Parti'}], morph=zatEsim}]

[FullInfo{word='адамдар', lem='адам', affix=[Affix{content='дар', type='Plural'}, Affix{content='м', type='dep'}], morph=zatEsim}]

[FullInfo{word='келген', lem='кел', affix=[Affix{content='ген', type='Parti'}], morph=etistik}]

[FullInfo{word='ұзын', lem='ұзын', affix=[], morph=synEsim}]

[FullInfo{word='атты', lem='атты', affix=[], morph=synEsim}, FullInfo{word='атты', lem='ат', affix=[Affix{content='ты', type='zhedelOtken'}], morph=etistik}, FullInfo{word='атты', lem='ат', affix=[Affix{content='ты', type='TC'}], morph=zatEsim}]

[FullInfo{word='атып', lem='ат', affix=[Affix{content='ып', type='Conv'}], morph=etistik}, FullInfo{word='атып', lem='ат', affix=[Affix{content='ып', type='Conv'}], morph=zatEsim}]

[FullInfo{word='құлатты', lem='құлат', affix=[Affix{content='ты', type='zhedelOtken'}], morph=etistik}]

Мұнда нұсқалар саны $m = |\Theta| = \prod_{i=1}^{n} |\varphi(w_i)|$=4x2x1x1x3x2x1=48

Нализатор біздің $\Psi=\{\Psi_1,\Psi_2,\ldots,\Psi_n\}$ – ақырлы бинарлы синтаксистік конструкцияларының жиынынан 6 сөз тіркестерін анықтады: к*еше көрген, көрген адамдар, келген атты, ұзын атты, атып құлатты, адамдар құлатты.*

Аталмыш талдау нұсқасы дұрыс деп ұйғарылады ол:

FullInfo{word='кеше', lem='кеше', affix=[], morph=usteu}

FullInfo{word='көрген', lem='көр', affix=[Affix{content='ген', type='Parti'}], morph=etistik}

FullInfo{word='адамдар', lem='адам', affix=[Affix{content='дар', type='Plural'}, Affix{content='м', type='dep'}], morph=zatEsim}

FullInfo{word='келген', lem='кел', affix=[Affix{content='ген', type='Parti'}], morph=etistik}

FullInfo{word='ұзын', lem='ұзын', affix=[], morph=synEsim}

FullInfo{word='атты', lem='ат', affix=[Affix{content='ты', type='TC'}], morph=zatEsim}

FullInfo{word='атып', lem='ат', affix=[Affix{content='ып', type='Conv'}], morph=etistik}

FullInfo{word='құлатты', lem='құлат', affix=[Affix{content='ты', type='zhedelOtken'}], morph=etistik}

Қорытынды. Сөйлемдегі синтаксистік қатынастар арқылы тәуелділік графын құра отырып, контекстке лайықты талдау нұсқаларын іріктеу компьютерлік лингвистика саласындағы өзекті тапсырмалардың бірі.

Зерттеу жұмысында қарастырылған синтаксистік конструкцияларға негізделген әдіс оңтайлы жүзеге асырылуы үшін келесі алғышарттар орындалуы қажет:

−ауқымды морфологиялық сөздік;

−негізгі синтаксистік қатынастардың анықталуы;

−тілдің дұрыс ұйымдастырылған математикалық базасы;

Ағымдағы уақытта анализатор қолданатын конструкциялар саны 20-дан асады: ал талданатын мәтін көлеміндегі омонимдерді шешу дәлдігі 55-67%, ал сөйлемнен сөз тіркестерін анықтау және оның қатынас типін анықтау дәлдігі 50-60%.

Алдағы уақытта математикалық база негізінде тілдің виртуалды моделін жетілдіру арқылы нәтиже дәлдігін арттыру жүзеге асырылады. Ал анықталған синтаксистік конструкциялар мен тәуелділік графы синтаксистік талдауды жүзеге асыру үшін таптырмас құрал қызметін атқарады.

Пайдаланылған әдебиеттер

[1] Зеленков Ю. Г., Сегалович И. В., Титов В. А., Вероятностная модель снятия морфологической омонимии на основе нормализующих подстановок и позиций соседних слов. // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Труды международного семинара Диалог 2005.

[2] М.Балақаев, Т. Қордабаев, Қазіргі қазақ тілі, Алматы, Мектеп, 1971. – 34 б.

[3] А. Ысқақов, Қазіргі қазақ тілі, Алматы, Ана тілі 1991. – 81-84 б.

[4] Ғ. Әбуханов, Қазақ тілі, Алматы, Мектеп, 1982. – 188-192 бб.

ТОРЛЫ МОДЕЛЬДІ NVIDIA VULKAN RAY TRACING ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНЫП 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

[1]Мустафин М.Б., [2]Тұрар О.Н., [3]Ахмед-Заки Д.Ж.
e-mail: mustafin.mb@gmail.com
[12]Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби
[3]Университет Международного Бизнеса

Аннотация. *Бұл жұмыста екі өлшемді және үш өлшемді сандақ есептеулер нәтижелерін нақты уақытта жоғары өнімділікпен визуализациялауға мүмкіндік беретін бағдарлама құрылды. Бағдарлама, нақты уақытта жұмыс істегендіктен, есептеулер нетижелерінен шыққан жаңа деректерді қабылдап отырады. Торлы модельді визуализациялау сапасы үлкен рөл ақтарады.*

Бағдарламаны оңтайландыру үшін нақты уақытта Vulkan сәулелік іздестіру (Vulkan Ray Tracing) технологиясы қолданылады және қарапайым растерлеу әдісімен салыстыру жүргізіледі. Дайын бағдарлама нақты уақытта жоғары өнімділікпен кез келген сандық математикалық модельдеу нәтижелерін визуализациялайды.

1 Кіріспе

Екі өлшемді және үш өлшемді деректерді визуализациялайтын жүйелерді құру, сандық модельдеу нәтижелерін талдау үшін, ең дамыған және маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Есептеулердің нәтижесін графикалық түрде ұсыну мамандарға қабылдау және қолдануды жақсартады. Осыған байланысты есептеу нәтижелерін нақты уақытта бақылауға арналған заманауи технологияларды қолдану арқылы жоғары өнімді бағдарлама құрылады [1-3].

Vulkan – бұл графикалық және есептеуіш құрылғыларға арналған API болып табылады. OpenGL сияқты, Vulkan нақты уақытта 3D-графикалы қосымшаны жоғары өнімділікпен іске қосуға мүмкіндік береді, сонымен қатар орталық процессорді аз жүктеу арқылы жоғары өнімділікті көрсетеді [4]. NVIDIA компаниясы Vulkan RayTracing технологиясын енгізген болатын. Сәулелерді іздестіру (Ray Tracing) – бұл, шынайы физикалық процесстерге ұқсас принципті қолданып, үш өлшемді модельдерді құру әдісі.

Бұл жұмыста Vulkan RayTracing технологиясын қолданып, графикалық картамен жабдықталған қарапайым дербес компьютерде үлкен торлы модельдерді нақты уақытта визуализациялау бағдарламалары ұсынылады.

Бағдарлама уақыт өте жаңа деректерді қабылдап, экранға шығарып отыруы керек. Кіріс деректері ретінде кез келген сандық есептеулер нәтижесі алынады. Кіріс деректердің ішінде модельдің геометриясы мен түстері туралы ақпарат болады. Торлы модельді визуализациялаудың ұсынылған тәсілі салу жылдамдығын оңтайландырады.

Vulkan RayTracing технологиясын бағдарламада қолдану үшін бағдарламаға жеделдетілген құрылымдар, шейдерлерді байланыстыру кестесі және жаңадан графикалық конвейер құрылады.

Жұмыста Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби итерациялық әдісінің нәтижелерін, 2D және 3D, визуациялау жұмыстары істелінді. Екі технологиянаң жұмыс істеу өнімділігіне өте үлкен торлы модельді визуализациялау арқылы салыстырылулар жүргізіледі. Визуализациялау бағдарламасының шынайылығы ғылыми зерттеу деректері үшін кең қолданстағы TecPlot жүйесімен салыстыру арқылы расталды [5].

2 Vulkan Ray Tracing технологиясын қолдану

Сәулелік іздестірумен (ray tracing – трассировка лучей) жұмыс істеу үшін келесі элементтер мен ұғымдар бар [6]:

- Жеделдетілген құрылымдар (Acceleration structures) - геометрияның ішкі көрінісін инкапсультациялайтын арнайы объект. Оны сәуле мен геометрия қиылысуын іздеуді жеделдететін көлемдерді сипаттайтын ағаштың (BVH) бір түрі ретінде қарастыруға болады.
- Шейдердерді байланыстыру кестесі (Shader Binding Table, SBT) - API-ге сәулеләк іздестіру үшін бірнеше шейдерлерді (және / немесе оның жеке сатыларына) жіберуге мүмкіндік беретін деректер құрылымы, содан кейін динамикалық түрде шейдерлерде осы кестеден шейдерлерді шақырады.
- Іздестіруді іске қосатын жаңа команда (vkCmdTraceRaysNVX), есептеуіш шейдердерді қосу командасына (vkCmdDispatch) өте ұқсас.
- Сәулелік іздестіру үшін шейдердер кестесімен жұмыс істей алатын жаңа конвеер (pipeline).

3 Төменгі және жоғарғы деңгейлі жеделдетілген құрылымдарды құру

Геометриямен қиылысын тезірек табу үшін геометрия туралы кеңістіктік ақпараты бар және сәулемен қиылыспайтын бөліктерін жедел түрде алып тастауға мүмкіндік беретін деректер құрылымы қажет.

Қарапайым мысал ретінде параллелепипедтермен ұсынылған шектеулі томдардың (BVH) иерархиясын елестетуге болады. Осылайша, параллелепипедтермен қиылысу үшін сәулені сынақтан өткізіп, геометриямен қиылысу сынағын барлық сахнаға өтпестен, кішкене примитивтерге азайта аламыз [7].

API екі деңгейдегі жеделдетілген құрылымды (AS) қамтамасыз етеді: BLAS және TLAS.

BLAS – бұл геометрияны қамтитын Bottom Level Acceleration Structure (төменгі деңгейлі жеделдетілген құрылым).

TLAS – Top Level Acceleration Structure (жоғарғы деңгейлі жеделдетілген құрылым) – бұл бір немесе бірнеше төменгі деңгейлі құрылымдардан тұратын, сондай-ақ олардың трансформациясы туралы ақпараты бар құрылым.

BLAS TLAS ішіне инстанциялау (instancing) арқылы орналастырылады, сондықтан инстансқа BLAS және бөлек трансформация сілтемесін көрсете отырып BLAS көшірмесін жасауға болады.

4 Ray Tracing графикалық конвейерін құру

Келесі қадам шейдерлерді жүктеу және конвейерді құру (raytracing pipeline). Біздің жұмыс үшін 3 шейдер керек: shaders.rgen, shaders.rchit, shaders.rmiss.

Онымен қоса шейдерлік ресурстар сипаттағыштарының жиынтығы құрылады (descriptor set). Бұндай ресурстар екеу: іздестіру үшін сахнаны білдіретін TLAS және іздестіру нәтижесі үшін сурет (image).

Енді *VkRaytracingPipelineCreateInfoNV* құрылымын шейдерлік кезеңдерді және топтырдың номерлерін, сонымен қатар descriptor set-ті көрсетіп толтыру керек, одан кейін *vkCreateRaytracingPipelinesNV* функциясын шақыру арқылы іздестіру үшін конвейер құрылады [8].

Соңғы қадам болып шейдерлерді байланыстыру кестесін құру болып табылады.

5 Шейдерлерді байланыстыру кестесін құру

Алдымен, жаңа шейдерлер сатыларын (shader stages) қарастырылады:

- Raygen – сәулелерді генерациялауға және іздестіруді шақыруға жауап беретін шейдер. Маңызды.
- Intersection – сәуле мен геометрияның қиылысуын тексеруді орындайтын шейдер. Пайдаланушы анықтайтын примитивтер рейтрейсингін іске асыруға мүмкіндік береді. Маңызды емес, унсіз келісім бойынша сәуленің үшбұрышпен қиылысу іске асырылуы қолданылады.
- Any hit және Closest hit – примитивпен қиылысуын тексеру нәтижесі оң болған дағдайда шақырылатын шейдер. Any hit шейдері барлық қиылысулар үшін шақырылады, ал Closest hit шейдері, барлық қиылысулардың ішінен ең жақындары таңдалған кезде, соңынан шақырылады. Any hit маңызды емес, Closest hit маңызды.
- Miss – қиылысу табылмаған кезде орындалатын шейдер. Мысалы, аспаннын түсін қайтару үшін қолдануға болады. Маңызды емес

Көріп тұрғанымыздай, барлық қосымша іздестіру әдістерін дерлік іске асыра алатын бес қосымша шейдер сатысы қосылды. Бұл шейдерлер 3 функционалдық жиынға бөлінеді:

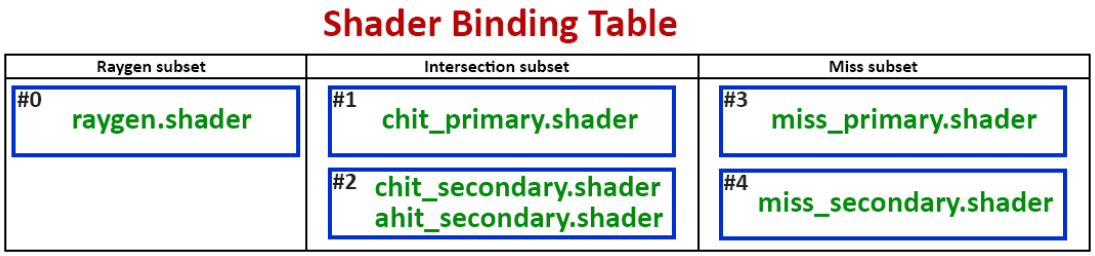
- Raygen – бұл шейдер әр іздестіру бастауы үшін тек бәреу бола алады (vkCmdTraceRaysNV шақыруы).
- Intersection – мұнда Intersection, Any hit, Closest hit шейдерлері кіреді.
- Miss - бұл ішкі жиында бір ғана Miss шейдері бар.

Мұнда сәулелерді генерациялау үшін Raygen шейдері қолданылады, қиылысу нүктесінің түсін алу үшін Closest hit және қиылыспаған жағдайда аспаннын түін алу үшін Miss шейдері қолданылады.

Бұл шейдерлер басты сәулелерге (primary rays) арналған. Геометриямен қиылысуы табылған кезде, қиылысу нүктесінде жарық көзінің көрінісін тексеру үшін, қайталама сәулелерді генерациялайды (secondary rays). Жақсы өнімділік алу үшін неғұрлым қарапайым, қиылысу болғандығын немесе болмағандығын анықтайтын, Closest hit және Miss шейдерлері қолданылады.

5 шейдер бар: 1 Raygen, 2 Closest hit, 2 Miss шейдерллері. Олар әр түрлі ішкі жиындарға жатады. Шейдерлерге арнап топ жинап, SBT құрастырылады.

Бірінші болып Raygen шейдері жүреді, ол бірінші #0 тобында болды. Одан кейін екі Closest hit шейдері жүреді, олар сәйкесінше #1 және #2 топтарында болады. Қалған екі шейдер #3 және #4 топтарында орналасады. SBT-дің визуалды мысалы 19-суретте көрсетілген.

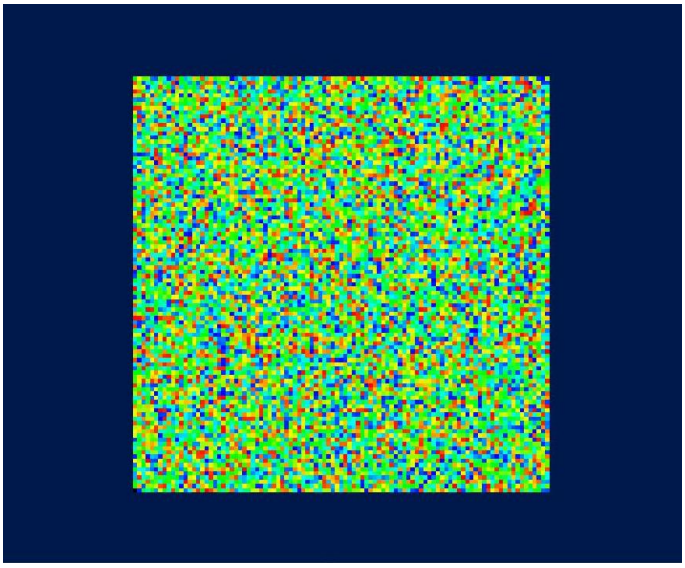


Сур. 1 Shader Binding Table

SBT – бұл шейдерлер тобынан тұратын қарапайым буфер. Сәйкесінше өлшемі “топ_саны * топ_өлшемі” болатындай буфер құрылуы қажет [6].

Буфер құрылғаннан кейін, ковейер құрған кезде көрсеткен шейдерлер тобымен толтырылады.

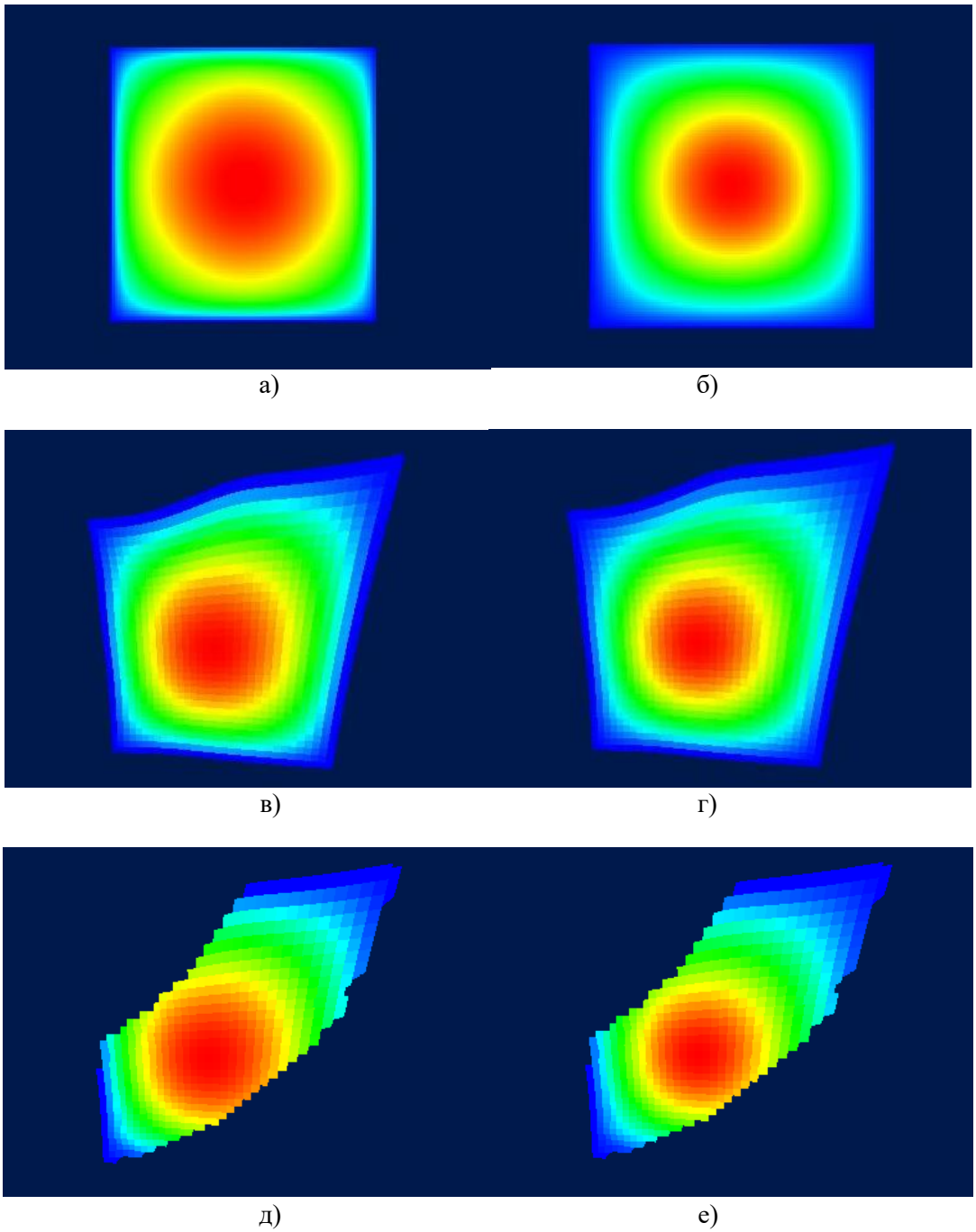
Бағдарлама визуализациялауға дайын болғаннан кейін екі өлшемді тордың геометриясы құрылады. Барлық жұмыс орындалғннан кейін 20-суреттегі нәтижені аламыз.



Сур. 2 100x100 өлшемді тор

2D моделін визуализациялау үшін кіріс деректері ретінде қарапайым координаталары берілген үшбұрыштардан тұратын тор алынды, ал 3D моделін визуализациялау үшін GRDECL форматы қолданылды [9].

6 Нәтижелер



а) б)

в) г)

д) е)

Сур. 3 Пуассон теңдеуін шешу үшін Якоби итерациялық әдісінің нәтижесінің торлы моделін визуализациялау нәтижесі: а) ең алғашқы итерацияның 2D моделі, б) ең соңғы итерацияның 2D моделі, в) ең алғашқы итерацияның 3D моделі, г) ең соңғы итерацияның 3D моделі, д) ең алғашқы итерацияның белсенді емес ұяшықтары бар 3D моделі, е) ең соңғы итерацияның белсенді емес ұяшықтары бар 3D моделі.

Нәтижелерді алу үшін дискретті графикалық картамен жабдықталған (nVidia GeForce RTX2080, 8Gb GDDR5) дербес компьютері (Core i7 3.40 GHz, 16Gb DDR3) қолданылды. Екі өлшемді және үш өлшемді кіріс деректері ретінде Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби әдісінің әр 100-ші итерациясының мәні алынды [10, 11]. Үш өлшемді модельді визуализациялау үшін GRDECL форматы қолданылды. Деректерді файлдан оқыту үшін деректер қатар бойынша оқытылып, тордың ұяшықтары кез келген түстердің орнына алынған мәнге сәйкес түске боялады. 22-суретте торлы модельді Vulkan RayTracing технологиясын колдану арқылы визуализациялау нәтижелері көрсетілген.

Vulkan RayTracing технологиясы арқылы құрылған бағдарламаның жұмыс істеуіне өлшеулер жүргізіліп, алынған нәтижелер 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Vulkan RayTracing технологиясын қолдану арқыла жұмыс істейтін бағдарламаның нәтижелері

Өлшемділік	2D, 1000x1000	3D, 33x33x11
Ұяшықтар саны	10^6	11979
FPS (секундына кадр саны)	680	2800
copy host to host, мс	8395	94
copy host to device, мс	15	0

Vulkan технологиясын растерлеу әдісі және ray tracing әдісін қолдану арқылы өте үлкен өлшемді торларды визуализациялау кезіндегі секундына кадр санының салыстыруы 5-кестеде көрсетілген.

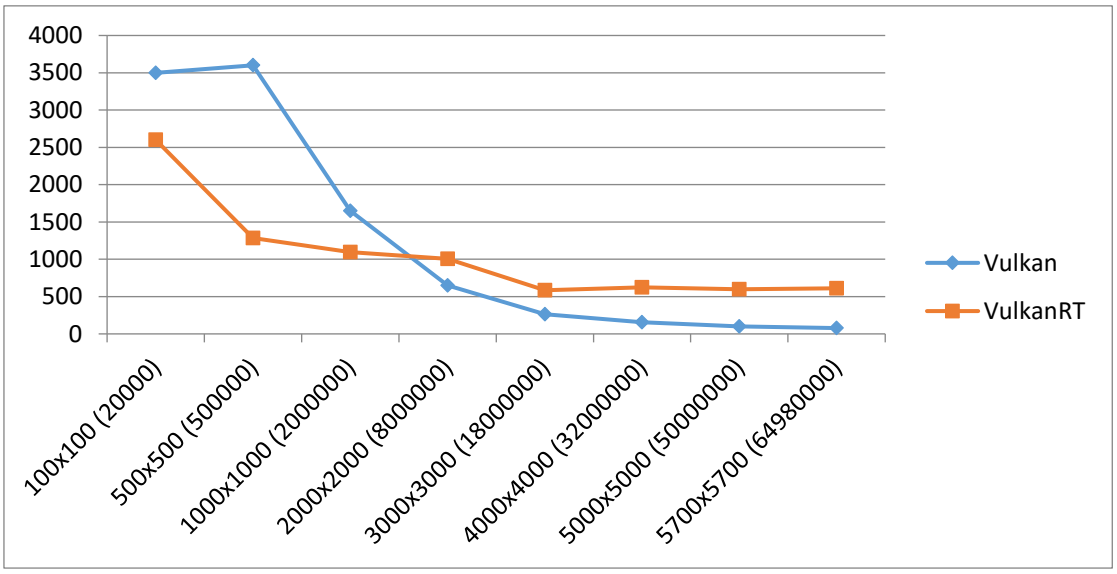
Кесте 2. Әр түрлі үлкен өлшемді торды визуализациялау кеіндегі секундына кадр саны

Өлшемі	**Түйін саны**	**Vulkan растерлеу (FPS)**	**Vulkan RT (FPS)**
100x100	20,000	3500	2600
500x500	500,000	3600	1285
1000x1000	2,000,000	1650	1095
2000x2000	8,000,000	650	1005
3000x3000	18,000,000	265	585
4000x4000	32,000,000	155	625
5000x5000	50,000,000	100	600
5700x5700	64,980,000	78	610

Тордың әр ұяшығы екі түйіннен (полигон) тұрады сондықтан визуализацияланатын түйін саны тордың өлшемінен екі есе көп болады.

5-кестеде көрініп тұрғандай растерлеу әдісін қолданып визуализациялаған кезде үлкен емес өлшемдерде, яғни шамамен 2000x2000 өлшеміне дейін немесе

8,000,000 түйін санына дейін, секундына кадр саны сәулелерді іздестіру (ray tracing) әдісін қолдану арқылы визуализациялаған кездегі секундына кадр санынан көп. Алайда модельдің өлшемі өскен сайын Vulkan ray tracing технологиясының нәтижесі растерлеу әдісінің нәтижесінен асып түседі. 23-суреттегі графикте көрсетілген растерлеу әдісінде өлшемі үлкейген сайын нәтижесі төмендейтіні байқалады, ал сәулелерді іздестіру (RT) әдісінде шамамен 18млн түйіннен үлкен жағдайда тұрақты нәтиже байқалады.



Сур. 4 Растерлеу және ray tracing әдістерінің секундына кадр санының салыстармалы графигі

7 Қорытынды

Бұл жұмыстың нәтижесінде екі өлшемді және үш өлшемді сандақ есептеулер нәтижелерін нақты уақытта жоғары өнімділікпен визуализациялауға мүмкіндік беретін бағдарлама құрылды. Бағдарламаның өнімділігін жоғарылату және графикалық картаның барлық мүмкіндіктерін пайдалану үшін Vulkan RayTracing технологиясы қолданылады. Vulkan RayTracing технологиясы арқылы құрылған бағдарламаның да екі өлшемді және үш өлшемді кіріс деректері ретінде Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби әдісінің әр 100-ші итерациясының мәні алынып, визуализациялау мысалдары көрсетілді. Визуализациялау нәтижесінің көрсеткіштері алынды.

Vulkan технологиясының растерлеу әдісі мен сәулелерді іздестіру әдісі арқылы құрылған бағдарламалардың жұмыс істеуіне салыстырулар жүргізілді. Салыстыру үшін өлшемдері әр түрлі екі өлшемді және үш өлшемді толдық модель аынды. Салыстыру нәтижесінде растерлеу әдісі аз өлшемдерде жақсы өнімділік көрсетеді, бірақ торлық модельдің өлшемі өскен сайын сәулелерді іздестіру әдісі тұрақты және жоғары өнімділікті корсетті. Сондықтан үш өлшемді торлы модельдерге сәулелік іздестіру әдісін қолдану тиімді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Клочков Михаил Аркадьевич К решению задачи визуализации результатов моделирования процессов разработки нефтегазовых месторождений // Известия Института математики и информатики УдГУ. 2017. №49

2. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие / Е.А. Гладков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 99 с.

3. Mullen T. et al., “Real-time modeling and 3D visualization of source dynamics and connectivity using wearable EEG”, (2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Osaka, 2013): 2184-2187.

4. Introduction to Real-Time Ray Tracing with Vulkan. – https://devblogs.nvidia.com/vulkan-raytracing/ (13.02.2019)

5. “Tecplot 360”, Tecplot. https://www.tecplot.com/products/tecplot-360/. (05.02.2018).

6. NVIDIA Vulkan Ray Tracing Tutorial – https://developer.nvidia.com/rtx/raytracing/vkray(15.02.2019)

7. “DirectX Raytracing: трассировка лучей в реальном времени” – https://www.ixbt.com/3dv/directx-raytracing.html. (15.02.2019).

8. “Что такое ray-tracing и стоит ли за него переплачивать – https://www.vestifinance.ru/articles/105774. (02.03.2019).

9. Schlumberger. Eclipse reference manual: technical description, 2002 P. 2683.

10. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). – М.: Высшая школа, 2001.

11. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений – М.: Наука, 1987. – С.130.

12. "Vulkan." Khronos Group. – https://www.khronos.org/vulkan/. (13.05.2018).

13. Khronos Group. SPIR Overview. – https: //www.khronos.org/spir/. (03.03.2018).

14. Селлерс Г. Vulkan. Руководство разработчика. Официальное руководство / пер. С англ. А. Б. Борескова. – М.:ДМК Пресс, 2017. – 394с.:ил.

15. Tutorial and Reference (6th Edi- tion). Addison-Wesley Professional; 6 edition (July 31, 2013) 2013 P. 848.

16. Khronos Vulkan Working Group. Vulkan 1.0.98 - A Specification (with KHR extensions). 1.0.98. Jan. 2019.

17. Karen L. et al., "Visualization in Science Education", Alberta Science Education Journal, vol. 41, no 1 (2011): 22-30.

18. Linda M. Phillips, Stephen P. Norris, John S. Macnab, Visualization in Mathematics, Reading and Science Education (Springer, 2010), 65.

19. “C++ Abstraction library for Vulkan API”, L. O. Tolo. – https://github.com/larso0/bp. (03.04.2018).

20. Учебное пособие для вузов. — М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. — 167 с.: ил.

21. "Vulkan." Nvidia developer, accessed – https://developer.nvidia.com/Vulkan/. (09.12.2017).

22. Parminder Singh, Learning Vulkan (Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2016), 10-12.

ҚАЗАҚ ТІЛІНІҢ СЕМАНТИКА ҮЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Рахимова Д.Р., Жомартова Л., Бикен М.Е.
e-mail: di.diva@mail.ru , laurazhomartova@gmail.com, mail_moka@mail.ru
Ақпараттық және Есептеуіш Технологиялар Институты , ҚР БҒМ, Қазақстан
Әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан

Аннотация. *Қазіргі уақытта табиғи тілдерді өңдеу ғылыми зерттеулердің өзекті салалардың бірі болып табылады. Әлемге танымал тілдер үшін (ағылшын, француз, орыс т.б.) көптеген бағдармалық құралдар жасалған. Осы мақалада қазақ тілінің семантика үлгісін зерттеуге бағытталған. Қазіргі уақытта семантикалық сараптама жасауға негізделген бағдарламалық шешімдерге шолу көрстілген. Қазақ тілінде жазылған мәтінге семантикалық талдау модельдері мен практикалық шешімдері көрсетілген. Қазақ тіліндегі мәтіндерінің семантика моделін құру арқылы оны кең қолданысын табуға болады. Ол модельді ақпараттық іздеу есептерінде, сұрақ-жауап жүйелерінде, автоматты түрде биологиялық және медициналық диагноз кою салаларында практикалық қолданыс табады.*

Кіріспе

Адам зерттейтін ақпарат көлемі күннен күнге өсуде. Сол себептен қазіргі таңда құжаттарды мета мәліметтермен толықтыру маңызды орын алады. Бұл мәселе әсіресе мәтіндік құжаттарды семантикалық талдау (интеллектуалді) процессінде жиі туындайды.

Мәтінге семантикалық модель құру арқылы ұғымдардың және сөздердің өзара байланысы анықталады. Семантикалық модель — семантикалық жадта ұғымдарды граф түрінде ұсыну. Оның төбелерінде ұғымдар, терминалдық төбелерінде элементарлық ұғымдар орналасқан, ал доғалар ұғымдардың арасындағы қатынастарды ұсынады.

Семантиканы зерттеудің негізгі есептеріне келесіні жатызуға болады:

1) мәтіннен негізгі сөздерді бөліп шығару;
2) контексті сөздерді бөліп шығару ;
3) мәтінді аннотациялау.

Соңғы уақытта экономика мен ғылым салаларында мәліметтердің үлкен көлемін жүйелеу және автоматты түрде категорияларға бөлу қажеттілігінде кең сұраныс табылуда. Автоматты іздеу есебін шешу әдістерінің ішінде ең қарқынды қолданыс тапқан ол машиналық оқытуға негізделген әдіс болып табылады.

Классификациялау есептерінде көбінесе білімді көрсетудің векторлық моделі қолданылады және онымен бірге латентті-семантикалық сараптамаға негізделген әдістер қолданылады.

Әр түрлі әдістерді қолдану барысында табысты нәтижелерге жетуге қарамастан, олардың да кемшіліктері бар. Көптеген модельдер ақпараттық элементтер арасындағы байланысты ескермейді және қолданушының білімге қатысты қатынасын қарастырмайды. Сол себептермен іздеу нәтижелерінің эффективтілігі төмендейді.

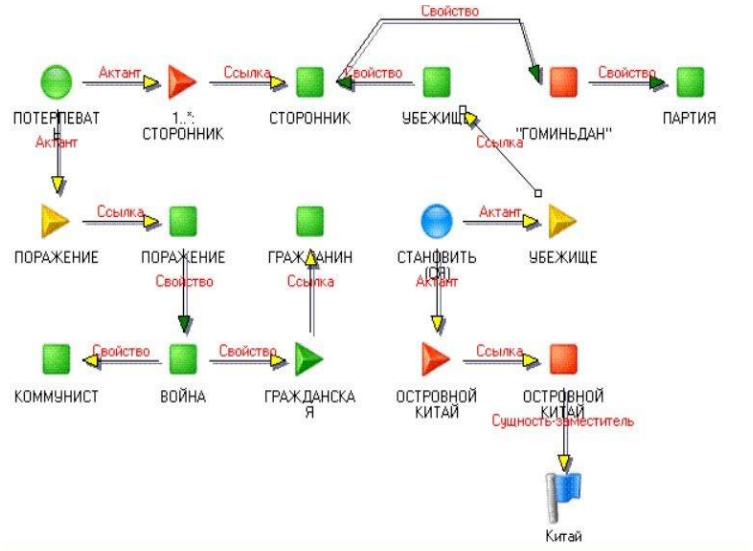
1. Семантикалық сараптама жасайтын бағдарламалық шешімдерге шолу

Адам ойлау арқылы жасай алатын сараптаманы ешбір бағдарламалық құрал алмастыра алмайды. Дегенмен, қазіргі таңда жасалып жатқан бағдарламалар үлкен мәліметтер қорын зерттеуге кететін уақытты қысқартуға мүмкіндік береді. Осыған орай келесі бағдарламардың жұмысы қарастырылады. Әр түрлі өндіруші ұсынатын бағдарлама алуан түрлі пәндік аймақта қолданылады

1.1 «ООО Семантик» жобасы

Құрылымданбаған мәтіндерді өңдеуге бағытталған бағдарлама болып табылады. Семантикалық желі бағытталған граф түрінде бейнеленеді.Оның әрбір түйіні семантикалық элемент болып табылады, ал қабырғалары - элементтер байланысын көрсетеді. Әрбір түйін атрибуттардың көп мағынасы бар, атрибуттар жиыны элемент типіне тәуелді.

Келесі мысал мәтінді қарастырайық: “Убежищем потерпевших поражение в гражданской войне с коммунистами сторонников партии Гоминьдан стал островной Китай.” Бағдарламаға мәтінді кіріс мәліметтері ретінде беру арқылы келесі нәтижені аламыз:



Сурет 1.Семантик бағдарламасының жұмыс істеу нәтижесі

Бұл бағдарламада семантикалық желінің келесі негізгі элементтерінің типтері анықталған:

- Аталмаған объект –сызбада жасыл квадрат түрінде бейнеленген;
- атаулы объект – қызыл квадрат;
- Предикат (қарапайым іс) –көк немесе жасыл шеңбер;
- Предикат актанті (агенс) –қызыл үшбұрыш;
- Предикат актанті (пациенс)–сары үшбұрыш;
- Предикат актанті (басқалары)–сұр үшбұрыш.

Бұл желінің басқа бейнеленуінде бұл актанттар бейнеленбейді. Олар тізбектелген диаграммасы арқылы бейнеленеді. Әрбір қадамды бейнелеу арқылы көрсетіледі.

Сурет 2.Семантика желісінің актантсіз бейнеленуі

1.2. «Томита-парсер (Яндекс)» бағдарламасы

Құрылымданған мәтіндерден фактілерді шығаруға мүмкіндік беретін бағдарлама. Фактілерді бөліп шығару контексті-бос грамматикалық ережелер негізінде жасалынады. Және бағдарламаны жұмыс істеуі үшін басты сөздер сөздігі қажет. Парсер өз грамматиканды жазуға мүмкіндік береді. Парсер келесі ұғымдарды қамтиды:

- Газеттир -бұл сөздік. Белгілі бір сипаттамаға сәйкес келетін сөздер жиынтығын анықтауға мүмкіндік береді. Сол сөздер жиынтығын грамматикада қолдануға болады.
- Грамматика - кіріс мәтінімен сәйкестендіруді орындау үшін қажет ережелер анықталатын, контексті-бос грамматика.

- Факты - бізге қажет ақпарат. Грамматикада анықталады және мәтінмен сәйкесу орын алса, нәтиже ретінде шығарылады.

Бір сөйлемге және бір грамматика үшін парсердің жұмыс істеу алгоритмі:

1. Газеттирден барлық кілттердің кірістері анықталады. Егер кілт бірнеше сөзден тұрса, онда жасанды сөз құрастырылады. Мұндай сөзді «мультиворд» деп атайды.
2. Барлық газеттирде табылған сөздердің ішінен грамматикадан табылған сөздер алынады.
3. Алынған кілттердің арасынан мультифордтарда кездесуі мүмкін. Олар бір бірімен қайшылық тудыруы мүмкін. Парсер мұндай жағдайда сөйлемді өзара қайшылық тудырмайтын сөдер жиынтығымен жабуға тырысады.
4. Тізбектелген сөздер жиынтығы және мультивордтар GLR-парсеріне беріледі. Терминалдарда элементтер бейнеленеді.
5. Терминалдыр жиынтықтары тізбегінде GLR-парсері барлық мүмкін варианттарды құрастырады. Бұл варианттардың арасынан тағы да сұрыпталу жүргізіледі.
6. Құрылған синтаксистік ағаштың негізінде интерпретация процедурасы іске асырылады.

1.3.“JHON” семантикалық парсері

«JHON» семантикалық талдаушысы орыс тіліндегі табиғи тіл мәтіндерінен алынған мағыналарды алады және келесі тапсырмаларды шешеді:

1. Мәтінді лексикалық талдау - мәтінді сөйлемдерге және лексемдерге аудару.
2. Сөздерді морфологиялық талдау - сөздің мәнмәтінін ескере отырып, сөйлеу бөлігін, ісін, жынысын, санын және басқа грамматикалық белгілерін анықтау.
3. Сөйлемдегі синтаксистік талдау - сөйлемдегі барлық мүшелерді анықтау және сөйлемдегі лек-семнің синтаксистік байланыстарының анықтамасы.
4. Семантикалық талдау - пәндік-объектілі қарым-қатынастардың үштіліктерін тартудан, мәтіннің семантикалық желісінің құрылуынан, оқиғалардың фактісін жасайды.

1.4. «SummarizeBot API» бағдарламасы

Web Service мәтінді өңдеу және суреттерді өңдеудің барлық тапсырмаларын шешу үшін RESTful API ұсынады. Ол 100-ден астам тілдерді, соның ішінде орыс, ағылшын, қытай, жапон тілдерін қолданады және машина оқыту технологиясын пайдаланады. Ағымдағы нұсқада мынадай нұсқалар қолданылады:

1. Автоматты түрде мәтінге сілтеме;
2. Талданған құжаттың түйінді сөздер мен тұжырымдамаларын таңдау;
3. Құжаттардың тоналдылығын талдау және тоналды объектілер мен атрибуттарды таңдау;
4. Құжаттың тілін автоматты түрде анықтау;

5. Құжаттардан жасалмаған деректерді алу: мақалалардың негізгі мәтіні, форумдардың ескертулері және т.б .;

6. Кескінді өңдеу: бейнелерде нысандарды анықтау және тану.

1.5. «TextAnalyst 2.0» бағдарламасы.

Бағдарлама мәтіндерді талдау құралы ретінде MicroSystems Research and Production Innovation Centre компаниясы шығарады. Мәтін мәнге сілтемелермен өңделген мәтінде көрсетілген түсініктердің семантикалық желісін құруға мүмкіндік береді. Сұраудың сөздерімен мәтінде жасырылған семантикалық сілтемелерді ескере отырып, мәтіндік фрагменттерді семантикалық іздеу мүмкіндігі бар. Мәтінді қамтитын тақырыптар / ішкі тақырыптардың иерархиялық ағашын құрастыру арқылы мәтінді талдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, мәтінді абстракттау мүмкіндігі бар. Сонымен қатар, TextAnalyst өніміне қосымша, TextAnalyst SDK әзірлеуші құралдар жиынтығы ұсынылады, ол лемматизация функцияларын (орыс және ағылшын тілдерінде сөздерді келтіру), тұжырымдамалар жиілігін жасау тізімдерін, контекстте сөздерді іздеуді және т.б. қамтиды. TextAnalyst Lib-тың басқа компоненті гипермәтінді электронды кітаптарды құру үшін пайдаланылуы мүмкін. Барлық компоненттер Windows 95 және одан жоғары нұсқаларына арналған және жүктеу тегін болады. TextAnalyst компаниясы АҚШ-тың Megaputer Intelligence Inc. компаниясымен марапатталды.

Негізгі ерекшеліктері:

- еренсілтемелермен семантикалық желіні автоматты түрде қалыптастыру арқылы мәтіннің мазмұнын талдау - негізгі түсініктер мен олардың семантикалық байланыстары бойынша мәтіннің семантикалық портретін алу;
- тақырыптық ағаштан еренсілтемелермен автоматты түрде қалыптасатын мәтіннің мазмұнын талдау - тақырыптың және субтопиктердің иерархиясы түріндегі мәтіннің семантикалық құрылымын анықтау;
- семантикалық іздестіру мәтіннің сөздерімен сұрау сөздерінің жасырын семантикалық байланыстарын ескере отырып, мәтінді автоматты түрде жинақтау - оның семантикалық портретін ең ақпараттылық фразалар бойынша қалыптастыру;
- ақпараттық кластерлеу - тақырыптық сыныптар бойынша мәтіннің материалдарын бөлуді талдау;
- гипермәтінге түрлендіру арқылы мәтінді автоматты индекстеу; мәтіннің семантикасы туралы барлық маңызды ақпараттың дәрежесін «маңыздылық дәрежесі» бойынша зерттеудің егжей-тегжейін өзгерту мүмкіндігімен бағалау;
- гипермәтін құрылымымен және ақпаратқа ассоциативті қол жетімді толық мәтінді білім базасын автоматты түрде қалыптастыру.

Мәселені автоматтандырылған өңдеудің нәтижелері әрбір жеке тұлғаның миы мен лингвистикалық сана-сезімі жеке лингвистикалық және мәдени тәжірибеге негізделген өте субъективті түрде көрінетін семантикалық байланыстарды ашатындығын ерекше атап өтсе болады.

1.6. «Galaktika-ZOOM» бағдарламасы

«Галактик» корпорациясы жасаған ақпаратты іздеудің және талдаудың автоматтандырылған жүйесі. Мәліметтерді үлкен көлемде қажетті ақпаратты алу мүмкіндігін беретін қуатты мәтіндерді өңдеу және өңдеу құралы болып табылады. Бұл жарнамалық, үкіметтік және бұқаралық ақпарат құралдарында тұтынушылармен коммерциялық жүйе ретінде ұсынылады.

Бұл бағдарлама семантикалық желілерді құрастыруға мүмкіндік береді, бірақ оның бағдарламалық кодтары ашық жүйеге берілмеген. Жабық ортада мамандармен өндіріледі.

1.7. «NLP ISA» бағдарламасы

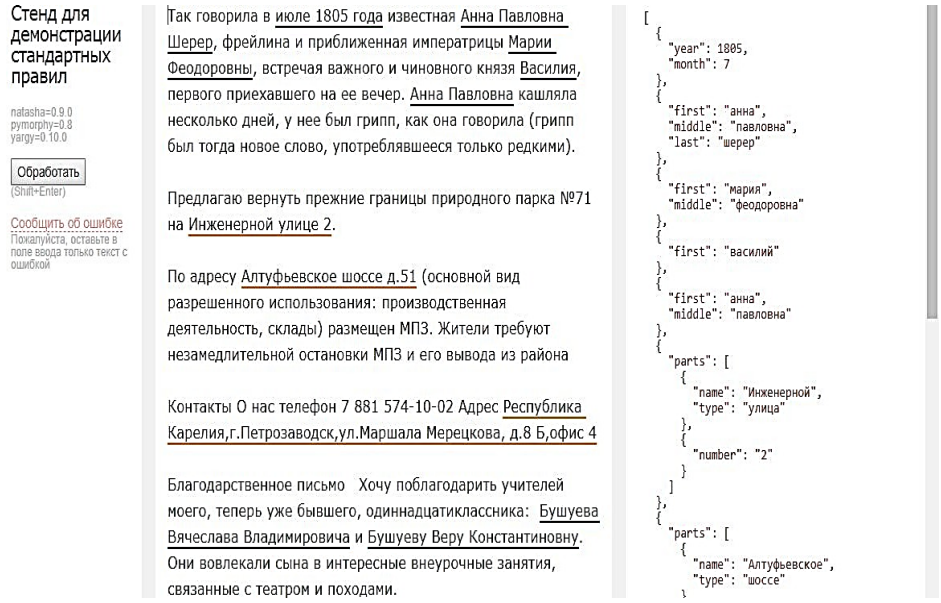
Мәтін үшін синтаксистік талдаудың ағашы жасалынады, семантикалық роль мен байланыстар орнатылады. Тізбектелген синтаксистік және семантикалық талдау режимін таңдауға мүмкәндәк береді. Немесе синтаксистік-семантикалық режимнің бірігуі қамтамасыз етілген режимді де таңдауға болады.

Сурет 3. NLP ISA бағдарламасының жұмыс істеу нәтижесі

1.8. «Наташа» бағдарламасы

Наташа - Python үшін Tomita-парсерін (Yargy-parser) және аты-жөнін, мекен-жайларын, мерзімдерін, ақша сомасын және басқа да объектілерді алудың дайын ережелерінің жиынтығынан тұратын бағдарлама.

«Наташа» бағдарламасының жұмыс істеу нәтижесін келесі суреттен көруге болады:



Сурет 4. «Наташа» бағдарламасының жұмыс істеу нәтижесі

Жоғарыда көрсетілген бағдармалалар ағылшын мен орыс тілдері үшін жасалған. Өкінішке орай , қазақ тілі үшін мұндай бағдармалық шешімдер ашық тұтынушылық қолданыста жоқ.

2. Қазақ тілінің семантика үлгісін әзірлеу

Қазақ тілінің құрылымды-типологиялық сипаттамасы негізінен қазақ тілінің агглюнативті тілдер қатарына тиісті болуына байланысты. Агглюнативті типті жазу үшін әдетте фонетикалық ерекшеліктермен бірге морфологиялық және синтаксистік ерекшеліктерді есептейтін белгілер жиынтығы қолданылады. Кез-келген табиғи тілдің морфологиялық және синтаксистік ережелерін формальдау ауызекі және жазбаша тілді синтездеу есептері мен анализді автоматтандыру есептерін шешу үшін қажет екені белгілі. Қазақ тілінің ерекшелігі: әрбір сөз үшін сөзжасамның саны өте көп. Бір сөздің көптеген сөзжасамдары тек қана сөз соңымен ерекшеленеді.

Мәтіннің семантика үлгісін жасау үшін алдымен мәтінді алдын-ала өңдеу – яғни бізге қажетті белгілі бір форматқа келтіру қажет. Ол үшін өңдеу қадамнан өту керек. Келесі мәтінді кіріс мәтіні ретінде мысалға қарастырайық:

Бауырсақ – шай, қымыз, шұбат ішкенде дастарқанға бауырсақ салады. Бауырсақты жоғары немесе бірінші сортты бидай ұнынан пісіреді. Оны қамырды ашытып та ашытпай да дайындауға болады. Ашытпай пісірген бауырсақ көпке шыдайды, ал ашытып пісірілген бауырсақ кеуіп қалса, жеуге жайсыз болады. Ашымаған қамырдан бауырсақ пісіру үшін ұнға май, жұмыртқа, сүт, тұз салып илейді. Қамырды жазып, төрт бұрыштап немесе жіңішкелеу кеседі.

1-Кезең. Мәтінді сөйлемдерге бөлу.

2-Кезең. Токенизация, немесе сөздерді бөліп алу.

Мәтінді сөйлемдерге бөлгеннен кейін біз әрбір жеке сөйлемді өңдей аламыз. Келесі қадам ол сөйлемдерді жеке жеке сөздерге бөлу.Басқаша айтқанда токендерге бөлу. Бұл қадамның нәтижесі келесідей көрінеді:

«Бауырсақ», «жоғары» « немесе» « бірінші» « сортты» « бидай» « ұнынан» « пісіреді»**.**

3-кезең. Морфологиялық талдау немесе сөз таптарын анықтау.

Әрбір токенға қарап біз олардың қай сөз табына жататының анықтауымыз қажет. Ол етістік, зат есім немесе басқа сөз табы болуы мүмкін. Сөйлемдегі әрбір сөздің сөз табын анықтай отырып оның жалпылама мағынасын анықтай аламыз.

4-кезең. Лемматизация.

Қазақ тілінде сөздердің әр түрлі формалары болуы мүмкін. Келесі мысалдан біз сөздің әр түрлі формаларын коре аламыз.

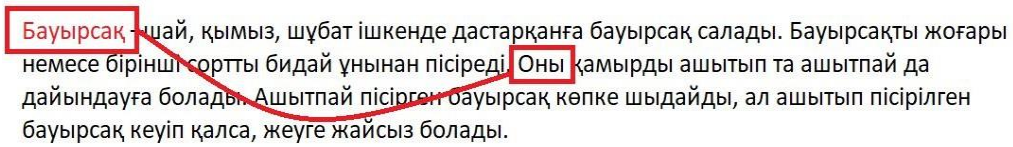
Бұл жерде “Бауырсақ” сөзі екі сөйлемдеде кездесіп тұр. Бірақ формалары әр түрлі. Мәтінді компьютер өңдеп жатқандықтан ол әрбір сөздің леммасын білуі қажет. Осылай жасап жатқан бағдарлама мәтін контекстісін анықтай алады.

5-кезең. Байланыстар парсингі.

Семантикалық талдау есебінің мақсаты толық сөздер байланысын бейнелейтін ағашты құрастыру. Бұл процесс көптеген фактілердің әсеріне тәуелді.

6-кезең. Кореференцияны шешу.

Сөйлемдердің ішіндегі сөздер байланысын анықтап алғанннан кейін, модельді құріға қажет болатын, шешуді қажет ететін есеп бар. Ол кореференцияны шешу. Қазақ тілінде мәтіннің ішінде бастапқыда сөз “Бауырсақ” деп анықталса, кейіннен “Ол”, “Бұл” сияқты есімдіктерге ауысады. Сол кезде жасалып жатқан бағдарламалық жүйе екі сөздің бір мағынаны білдіретіндігін анықтай алуы қажет.



Сурет 5. Қазақ тілінде жазылған мәтінде кездесетін кореференция

7- кезең. Фактілерді бөліп алу.

Сөздер байланысын құрып алғаннан кейін фактілерді бөліп алуға кірісуге болады. Фактілерді бөлу есебін келесі құралдарды қолдану арқылы шешуге болады:

- *Басты элементті зертеу*. Мәтіннен басты біз сөз ізделінеді. Сол табылған сөздің қоршаған мағынасына қарай фактілер құрастырылады.
- *Шаблон бойынша іздеу*. Белгілі бір шаблон беріледі. Мысалы: Мәтінді жазған авторды іздеу, Мәтіннің стилі, Мәтннің жазылу бағыты мен уақыты.
- *Онтология бойынша іздеу*. Предикаттар ережесі арқылы іздеуді ұйымдастыру.

3. Семантикалық үлгіде атаулы объектілерді бөліп шығару

Атаулы субъектілерді шығарып алу үшін жүйелерді әзірлеу кезінде, келесі факторларды қарастыру қажет:

- *Тілдік фактор*

Белгілі бір объектілерді шығаруға арналған жүйелерді әзірлеу кезінде тіл өзінің ерекшеліктерін ескереді. Мысалы, қазақ тіліндегі мәтіндерде солдан оңға қарай оқылады, ал аталмыш ұйымдар жиі атаулары бас әріппен жазылады. Дегенмен, бұл мүмкін емес. Фарси, идиш, иврит сияқты тілдерге арналған әдістер, оқу оңнан солға, және тиісті атаулардың басында үлкен әріптер жоқ.

- *Мәтіннің жанры мен пәндік аймағы*

Мәтіндер әр түрлі сөйлеу стиліне (журналистік, ғылыми, сөйлесу) түрлі салаларға арналған (мысалы, саясат, медицина, ғылым, экономика, спорт). Стильдердің және пәндік салалардың ерекшеліктері ескеріледі аталмыш объектілерге мамандандырылған іздеу жүйелері мәтіндердің нақты түрлері. Осы түрлердің мысалдары - электрондық пошта, ғылыми мақалалар, жаңалықтар, діни мәтіндер, телефон жазбалары сөйлесу және т.б. Тәжірибе жүзінде бұл жүйе жақсы болады белгілі бір типтегі мәтіндермен жұмыс жасағанда, ең нашар нәтижелерді көрсетеді мәтіннің басқа түрін өңдеу кезінде.

- *Атаулы субъектілердің типтері*

Аталған субъектірлердің негізгі түрлері әдетте PERSON, ORGANIZATION, LOCATION. Қарастырылып отырған пәндік аймақ пен тілдік ерекшеліктерге байланысты аталған субъектілердің типтері әр түрлі болуы мүмкін.

Атаулы объектілерді шығару есебі үшін оқытылған қазақ тіліне арналған модель бұрын болмаған. Қазіргі таңда бар бағдарламаларға қазақ тілінде мәтін енгізетін болсақ, нәтижесінде атаулы объектілерді қате бөліп шығарады.

Алдыға қойылған есепті шешу үшін келесі есептерді қарастырып, шешу қажет:

- Қарастыруды өажет ететін атаулы объектілердің типтерін анықтау;
- Атаулы объектілерді бөліп шығаруға мүмкіндік беретін жүйені таңдап, оны модификациялау;
- Атаулы объектілерді бөліп шығару;

Атаулы объектілерді классификацияға жіктеу қазақ тілінің ерекшеліктеріне негізделген және жүзеге асыру мақсатына көзделген.

4.1 Бағдарламаны әзірлеуге қажет технологияларды таңдау және әзірлеу

Қазіргі таңда NLP есептерін шешуде үлкен мүмкіндік беретін бағдарламалардың бірі Python тілі. Python тілінде жазылған бибилиотекалар NLP есептерін шешуге бағытталған, және әр түрлі тілдердің моделін құрастыруға мүмкіндік береді.

Кітапханалардың түрлері өте көп, соның ішінен келесі кітапханалардың жұмысы қарастырылды:

- Spacy
- NLTK
- CoreNLP
- StanfordNER

Оларды салыстырмалы түрде келесі функционалды мүмкіндіктері арқылы бағалай аламыз:

Кесте1. NLP есептерін шешуге бағытталған кітапханалардың мүмкіндіктерін салыстыру

Функция	Spacy	NLTK	CoreNLP
Бағдарламалау тілі	*Python*	*Python*	*Java/Python*
Нейрондық жүйелер моделі	+	-	+
Интеграцияланған сөздер векторы	+	-	-
Мульти-тілдік модельдер	+	+	+
Токенизация	+	+	+
POS- тэгтеу	+	+	+
Сегмантация	+	+	+
Парсинг	+	-	+
Атаулы объектілерді бөлу	+	+	+
Объектілерді байланыстыру	-	-	-
Кореференцияны шешу	-	-	+

Ерекшеліктерді зерттей отырып келесі бағдарламаны жасау үшін Spacy және StanfordNER кітапханаларын қолданатын боламыз.

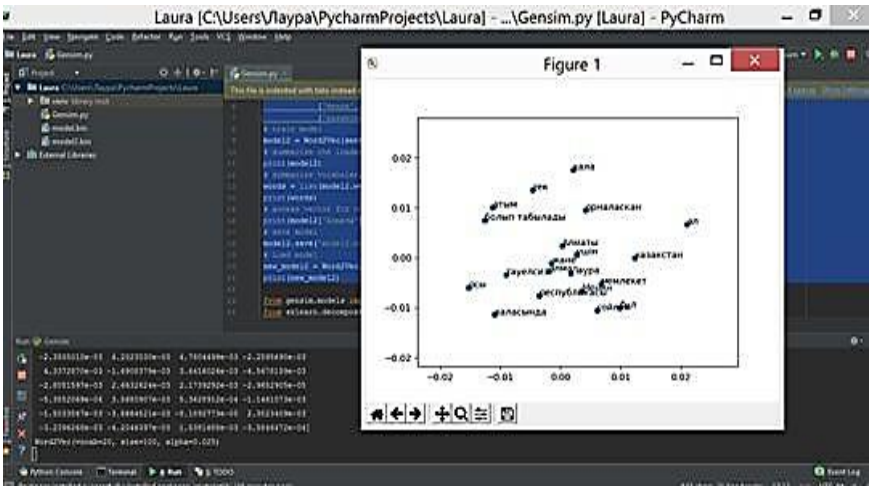
StanfordNER және Spacy библиотекалары өзінннің моделінді оқытуға мүмкіндік береді. Сонымен бірге қарастырылып отырған тілдің ерекшеліктеріне орай, қажетті конфигурациялар жүргізуге мүмкіндік береді.

StanfordCoreNLP параметрлерін анықтау қажет.

- tokenize – токендерге бөлу
- ssplit – сөйлемдерге бөлу
- pos — сөз табын анықтау
- lemma – әрбір сөздің бастапқы формасын табу
- ner — атаулы объектілерді бөлу
- regexner — тұрақты тіркестермен жұмыс істеу
- parse — әрбір сөзді семантикалық талдау
- depparse — сөз бен сөйлемдер арасындағы синтаксистік байланысты анықтау
- coref- кореференцияны шешу.

Spacy библиотекасында жаңа тілді қосу керек. Қолданушы тілдік мәліметтермен толықтырып, токенизаторға логиканы жаңартылады.

4.2 Stanford NER және Python көмегімен мөдельді оқыту және бағдарлама практикалық нәтижелеріне сараптама жүргізу



Сурет 7. Векторлық кеңістік.

Модельді оқыту үшін StanFord NER бағдарламалық кешенді қолданамыз. Бұл кешенді қазақ тілінде жазылған мәтіндерді оқытуға үйретеміз.

NLP- Бұл адам тілдерін түсінуге тырысатын машина жасау саласы. Бұл жасанды интеллектке тап болатын ең күрделі міндеттердің бірі. NLP сөйлеуді тану, тілдерді қалыптастыру, ақпарат алудың бірнеше проблемаларын қамтиды.

NLTK (Natural Language Toolkit) - табиғи тілдер жиынтығын және NLP алгоритмдерінің әсерлі алуан түрлілігін қамтамасыз ететін тамаша Python пакеті. Қолдану оңай, толық және жақсы құжатталған. Әрине, бұл тегін, ашық қолжетімділікте орналасқан.

NER - бұл орындарда, адамдарда, күндерде, құндылықтарда, ұйымдарда аталған объектілерді іздеу және жіктеу. Мысалы:

Қазақстан Республикасында 2018 жылы ұл балаларға қойылған есімдердің ішінде ең жиі кездесетін атау – Айсултан.

Бұл жерде атаулы объектілерді анықтау арқылы келесі нәтижеге қол жеткіземіз:

Айсултан – PERSON

Қазақстан Республикасы – LOCATION

2018 жылы – DATE

Қорытынды

Қазақ тіліндегі құжаттардың семантика моделін құру арқылы оны кең қолдануға болады. Ол модель ақпараттық іздеу есептерінде, сұрақ-жауап жүйелерінде,автоматты түрде биологиялық және медициналық диагноз кою салаларында практикалық қолданыс табады жұмыс жасау барысында келесі есептер шешілді:

- Қазақ тілінде жазылған құжаттар мен мәтіндік ресурстарды өңдеу ерекшеліктерін қарастырылды;
- Қазіргі таңда семантикалық сараптама жасауға негізделген бағдарламалық шешімдерге шолу жасалынды;
- Қазақ тілінде жазылған құжаттар мен мәтіндік ресурстарды семантикалық талдау модельдері мен алгоритмдері әзірленді;
- Семантикалық модельді қолдану: атаулы объектілерді және маңызды сөздерді бөліп шығару бағдарламасы әзірленді.

Python тілінің көмегімен бағдарламаны жүзеге асыруы сипатталды. Сонымен бірге атаулы объектілерді шығару бағдарламасының архитектурасы сипатталып, бағдарламасы жүзеге асырылды. Табиғи тілде кіріс параметрі ретінде берілетін мәтін ішінен табылатын атаулы объектілердің классификациясы сипатталды және құрылды.

Бұл зерттеу жұмысы AP05132950 «Қазақ тіліндегі деректерге арналған ақпараттық-аналитикалық іздеу жүйесін құру» жобасы бойынша жүзеге асырылды және қаржыландырылды, Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы қ.

Әдебиеттер

1. А.А. Шарипбаев, Г.Т. Бекманова, Б.Ж. Ергеш, А.К. Бурибаева, М.Х. Карабалаева. Интеллектуальный морфологический анализатор, основанный на семантических сетях // Материалы международной научно- технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2012). Минск, БГУИР, 16–18 февраля 2012 г. С. 397–400.
2. А.К. Бурибаева, А.А. Шарипбаев, А.А. Бекманова А.А., Б.Ж. Ергеш, М.Х. Карабалаева. Аппаратная реализация синтеза словоформ казахского языка с помощью ассоциативной памяти // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, 2012. Специальный выпуск. С.180–183.
3. Д.Р. Рахимова. Построение семантических отношений в машинном переводе // Вестник КазНУ серия мат.мех.инф. 2014, № 1 (80) стр 90-101.
4. Б.А. Абдуали, Д.Т. Әмірова, Д.Р. Рахимова, А.С. Кәрібаева Аналитическая обработка текстовых ресурсов и документов на казахском языке//№2 (132) 2019 Вестник КазНИТУ, 356-362 стр.

РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИДЕОИГРАХ

Әбдіразах А.М., Куандыкова Д.Р.
e-mail: abdirazaxm@gmail.com
Университет «Туран», Казахстан

Аннотация. *Данная статья посвящена теме развития машинного обучения в видеоиграх. Были рассмотрены различные видеоигры, в некоторых из которых была использована технология машинного обучения. В каждом приводимом примере подчеркнуты особенности реализации искусственного интеллекта или машинного обучения. В статье также разъяснены способы создания правдоподобного искусственного интеллекта в видеоиграх: приведены примеры, показаны с помощью схем. Проведен сравнительный анализ этих видеоигр.*

Статья может помочь начинающим разработчикам искусственного интеллекта разобраться, как обычно в данный момент используется машинное обучение в индустрии видеоигр.

Ключевые слова*: искусственный интеллект, машинное обучение, видеоигры, реализация, развитие.*

Введение

Уже в 1950-х годах ученые изучали искусственный интеллект на настольных играх, таких как «Шахматы». А в 1980-х с приходом аркадных автоматов, фокус сместился уже на видеоигры. Тем не менее, искусственный интеллект тогда представлял собой понятные и простые скрипты.

В данный момент искусственный интеллект — это отдельная сфера в индустрии видеоигр со своими особенностями и трудностями.

В последнее время наблюдается интерес у общества к теме машинного обучения и искусственного интеллекта. Скорее всего, это связано с тем, что технологии машинного обучения начинают использоваться везде в различных сферах, в том числе в сфере развлечения и искусства.

Также наряду с машинным обучением наблюдается интерес к видеоиграм со стороны научного сообщества. Видеоигры уже давно перестали считаться чем-то несерьезным, и сейчас производятся в промышленном масштабе. Осуществляются попытки создать алгоритмы по производству игр. Например, уже в 2007 году изучаются отношения между разработчиками с различными ролями в разработке видеоигры жанра «adventure» [6]. В статье представлен документный подход к разработке видеоигры, который позволяет художникам, писателям и программистам рационально взаимодействовать друг с другом для достижения общей цели. Более свежая статья 2017 года посвящена серьезным играм (игры, сделанные с каким-либо предназначением, для какой-то цели, а не только ради развлечения) [7]. В статье объясняется, как серьезные игры могут быть использованы для внедрения интегрального устойчивого дизайна (ISD), который предлагает целостный подход, при котором одинаковый акцент делается на количественную производительность и качественную оценку. В 2019 году, помимо множества статей посвященных влиянию видеоигр на общество, все еще создаются статьи, посвященные именно разработке самой видеоигры [8][9][10][11].

Список обозреваемых игр с машинным обучением начинается со старых игр, использующих машинное обучение во время разработки видеоигры и заканчивается относительно новой видеоигрой, где машинное обучение происходит прямо во время игрового процесса.

1.1 Серия игр Halo

Это первая игра, неигровые персонажи в которой могли использовать командную тактику в целях противостояния игроку.

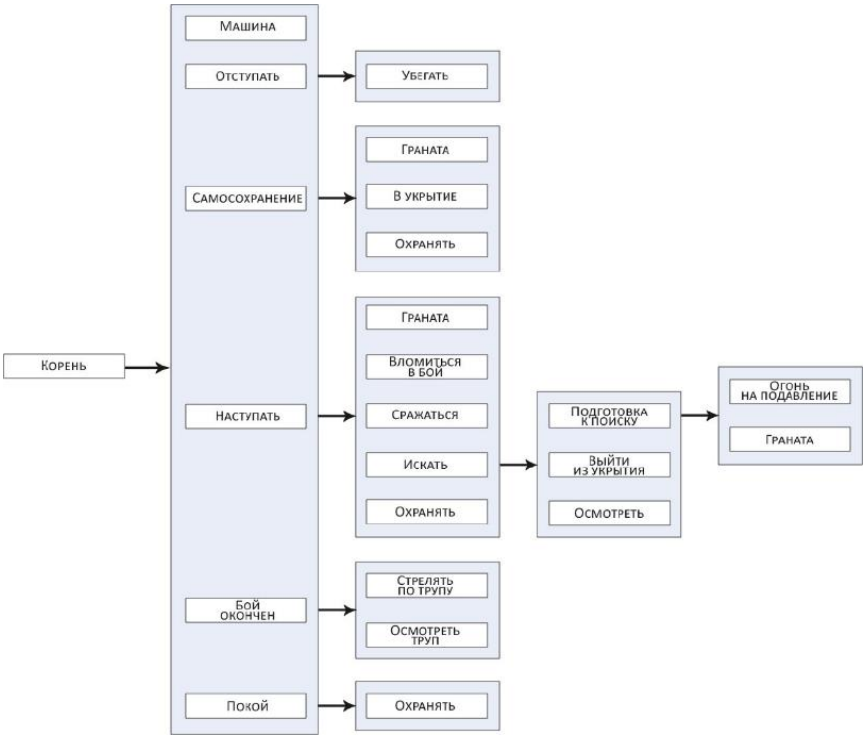


Рисунок 1. Модель поведения неигрового персонажа в игре «Halo 2»

Вторая часть серии имела отличия в том аспекте, что популяризировала использование дерева решений в видеоиграх. Если изначально скрипты в видеоиграх имели логику «если произошло событие А, то требуется действие Б», то дерево решений представляет из себя комбинированную и комплексную систему «Если Х», построенную с помощью графов. Приведена модель поведения одного из неиграбельных персонажей из «Halo 2» (рис. 1), представленная Дэмиеном Ислой в конференции «GameDevelopers Conference», в 2005-м году.

Как видно из таблицы, существуют разные состояния пребывания персонажа, и в каждом состоянии по определенным обстоятельствам выбирается в какое из дочерних состояний должен перейти персонаж.

1.2 Серия игр «Half-Life»

Разработчиками серии игр «Half-Life» был использован дополненный движок из другой знаменитой игры «Quake», но, в отличие от последнего, программный код был написан на языке «C++», который позволял использовать технологии объектно-ориентированного программирования – полиморфизм и наследование.

Иначе говоря, разные классы противников, существующих в игре, были созданы путем наследования и небольшого изменения характеристик от класса-родителя.

Абсолютно каждый искусственный интеллект в игре должен был иметь способность взаимодействовать с окружением. И для этого были созданы функции:

- Функция «смотреть» – проверяет, находятся ли другие важные объекты в поле зрения данного персонажа.
- Функция «слушать» – проверяет, издает ли какой-либо объект звук в определенном радиусе от местоположения данного персонажа.

```
Schedule_t  slIdleStand[] =
{
    {
        tlIdleStand1,
        HLARRAYSIZE ( tlIdleStand1 ),
        bits_COND_NEW_ENEMY     |
        bits_COND_SEE_FEAR      |
        bits_COND_LIGHT_DAMAGE  |
        bits_COND_HEAVY_DAMAGE  |
        bits_COND_HEAR_SOUND    |
        bits_COND_SMELL_FOOD    |
        bits_COND_SMELL         |
        bits_COND_PROVOKED,

        bits_SOUND_COMBAT       |// sound t
        bits_SOUND_WORLD        |
        bits_SOUND_PLAYER       |
        bits_SOUND_DANGER       |

        bits_SOUND_MEAT         |// scents
        bits_SOUND_CARCASS      |
        bits_SOUND_GARBAGE,
        "IdleStand"
    },
};
```

Рисунок 2. Отрезок программного исходного кода игры «Half Life»

Также в игре персонажи могли иметь свой список запланированных действий и выполнять каждое действие в свое время в определенной последовательности. Планы могли в любой момент прекратиться, если срабатывали какие-либо триггеры. На рисунке 2 показан план действий в состоянии покоя. Здесь предусмотрены:

1. Разные условия (слова, начинающиеся на «bits_COND…»), такие как «новый враг», «легкий урон», «тяжелый урон», «почуять еду» и т.д.
2. Разные звуки (слова, начинающиеся на «bits_SOUND…»)
3. Те же самые звуки, отвечающие за звуки запахов

1.3 Серия игр «Left 4 Dead»

«Left 4 Dead» –видеоигра, в которую могут играть до четырех игроков в режиме кооператива. Задача игроков состоит в том, чтобы их персонажи добрались из точки А в точку Б в другом конце карты, при этом сохранив персонажам «жизни», отбиваясь от нападений антагонистов, представленных в форме зомби. В игре существует встроенный «режиссер», который следит за тем, чтобы монстры появлялись в наиболее интересных по сюжету моментах и в неожиданных для игроков местах.

Антагонисты могут появляться лишь тех местах, которые находятся вне зоны поля зрения игрока. «Режиссер» может призвать четыре вида антагонистов: «скитальцев», «толпу», «особенных» и «боссов».

«Режиссер» пытается все время адаптировать появление зомби под действия игроков. Например, если игроки слишком долго сидели в безопасной зоне, где не может появиться толпа, то в следующий раз режиссер призовет большую толпу чтобы наказать игроков за неспешность.

Также в игре имеется отдельный режиссер, отвечающий за сопровождающую музыку.

1.4 Серия игр «The Sims»

В серии игр «The Sims» игроку дается управление ежедневной жизнью т.н. «симов», виртуальных людей которых игрок создает в начале игры. Если игрок не дал персонажу никаких поручений, искусственный интеллект случайным образом выбирает определенное действие из списка необходимых. Персонаж может выбрать пойти спать, даже если он давно не ел, поэтому участие игрока в жизни персонажа все-таки имеет смысл, хоть геймплей и не требует слишком детального микро-менеджмента.

У персонажей есть четыре ключевых аспекта в архитектуре их личных агентов:

1. Личность. Имеет пять ползунков типов личности, которые разнятся от небрежного к аккуратному, от застенчивого к общительному, и т.д.
2. Потребности. Каждый персонаж имеет два вида потребностей:
   a. Физические: голод, комфорт, гигиена и естественная нужда.
   b. Умственные: энергия, веселье, общение и комната.

Каждая потребность особенна и по-своему (с помощью специальных функций) влияет на общий параметр «настроение», который может иметь значение от -100 до 100 (рис. 3).

3. Навыки. Влияют на исход некоторых действий персонажа.
4. Отношения – ползунки отношений между двумя определенными персонажами. Чем выше ползунок – тем лучше отношения между двумя персонажами.

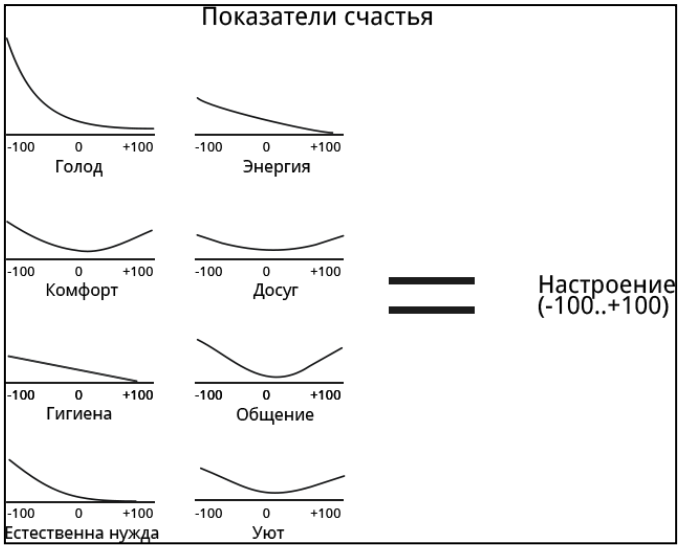


Рисунок 3. Функции потребностей

2.1 Серия игр «Creatures»

В игре игроку ставится цель заботы о «норнах» (далее – «персонаж»), маленьких существах, живущих в мире под названием «Альбия».

Каждый персонаж имеет собственную уникальную ДНК, которая определяет различные характеристики существа вплоть до органов. При скрещивании двух персонажей, они могут передать некоторую часть своих генов потомку. Также имеют место быть и случайные мутации, которые тоже можно передать будущим поколениям.

У всех персонажей есть «мозг», основанный на технологии нейронных сетей. Существо может видеть, слышать и чувствовать прикосновение. К примеру, зрение имитируется наличием группы нейронов, представляющих каждый тип объекта в мире. Когда объект, принадлежащий к этому типу, находится перед существом («в поле зрения»), нейрон становится активным, и существо может «видеть» объект.

Персонаж выбирает порядок своих действий, основываясь на своих нуждах. У каждого персонажа есть некий параметр его состояния, который повышается, когда он чувствует себя неудовлетворительно, и понижается, когда персонаж делает что-то, приносящее удовольствие. Персонаж будет действовать в интересах понижения данного параметра, предварительно выяснив необходимое для этого действие. Игрок может использовать это для дрессировки своих персонажей с помощью метода «хлыста и пряника».

2.2 «Supreme Commander 2»

В игре были использованы нейронные сети для управления отрядами компьютером.

Использовался тип нейронных сетей под названием многослойный перцептрон (MLP). MLP обычно состоит из трех слоев нейронов или «узлов», как их часто называют. Этими слоями являются входной слой, скрытый слой и выходной слой. С

каждым узлом связано значение, которое лежит в диапазоне от нуля до единицы и указывает на его уровень возбуждения. Узлы связаны с другими узлами однонаправленными «Весами», которые являются аналогом биологических синапсов и определяют, как уровень возбуждения одного узла влияет на возбуждение другого.

Информация об окружении поступает во входной слой, а входной слой тем или иным образом возбуждает узлы скрытого слоя. Через несколько слоев, определенным образом возбуждаются узлы выходного слоя, которые и заставляют искусственный интеллект делать ту или иную вещь.

Входной информацией для MLP любого отряда служат соотношения между дружественными и вражескими значениями определенных статистик, таких как: количество юнитов, здоровье юнитов, общий урон в секунду (DPS), скорость передвижения, количество ресурсов, здоровье щита, DPS ближнего боя, DPS в средних дистанциях, DPS дальнего боя и скорость ремонта. Вся статистика собирается из дружественных и вражеских подразделений в радиусе вокруг отряда данного искусственного интеллекта. В конце MLP выводит различные числа от 0 до 1. Эти числа являются репрезентацией того, насколько целесообразно будет выполнить определенное действие. В список возможных действий входят: нападение на самого слабого врага, нападение на ближайшего врага, нападение на самого ценного врага, нападение на генератор ресурсов, нападение на генератор щита, нападение на защитную структуру, нападение на мобильное подразделение, нападение на инженеров и нападение с расстояния. Таким образом, отряд исполняет то действие, которое набирает наибольшую целесообразность. А если ни у какого из действий значение целесообразности не превышает половины, то отряд решает отступить.

Следует отметить, что у разработчиков была проблема с выбором количества скрытых слоев в MLP. При создании малого количества слоев искусственный интеллект формируется чрезмерно прямолинейным и неспособным заметить некоторые комплексные закономерности. При создании избыточного количества слоев велик шанс переобучения искусственного интеллекта. Рекомендуется исходить из сравнительно интеллекта с малым количеством скрытых слоев, и постепенно увеличивать их, пока не найдется оптимальный вариант. В конце для игры были использованы 98 скрытых слоев.

2.3 Серия игр «Black and White»

«Black and White» – игра, в которой игрок принимает на себя роль божества. Цель игрока – сформировать условия, при которых как можно больше людей поклоняются ему. Завоевывать покорность племен можно двумя противоположными способами: либо помогая людям в их жизни, либо наоборот, заставляя бояться себя.

Особенностью данной игровой серии является то, что у каждого божества есть свой питомец в игровом физическом мире, представляющее собой огромное, по сравнению с обычными людьми, животное, которое, тем не менее, поначалу ведет себя как маленький ребенок. Со временем этот питомец можно будет натренировать вести себя определенным, необходимым игроку, образом.

Для описания отношений божественного существа и определенных типов объектов используется дерево решений. Для описания желаний существа используются нейронные сети.

Существо может учиться выполнять какие-либо действия разными путями. Как только существо завершило то или иное действие, игрок имеет возможность погладить его, либо шлепнуть. После этого существо изменит свое отношение к только что сделанному поступку, изменив некоторые цифры у себя в алгоритме. Также простой приказ что-либо сделать воспринимается существом как что-то хорошее. Например, если игрок будет часто приказывать питомцу атаковать определенный тип жителей, питомец в будущем будет «думать», что атака именно этого типа жителей чем-то полезна. Существо умеет учиться на опыте своих подобных себе, оно может пытаться имитировать то, что делают обычные жители. И наконец, оно может учиться просто на собственном опыте. Например, существо с самого рождения знает, что для избавления от голода необходимо принимать пищу, но какие предметы лучше утоляют голод, какие являются несъедобными, оно может узнать, лишь попробовав что-нибудь на вкус.

Далее показан пример дерева решения существа, после того как он попробовал атаковать разные объекты, и получил ответную реакцию от игрока:

Таблица 1. Дерево решения существа

Кого атаковал монстр	Реакция игрока
Дружелюбный городок, слабая оборона, племя кельтов	-1.0
Вражеский городок, слабая оборона, племя кельтов	+0.4
Дружественный город, сильная защита, племя норвежцев	-1.0
Вражеский городок, сильная защита, племя норвежцев	-0.2
Дружественный город, средняя оборона, племя греков	-1.0
Вражеский городок, средняя оборона, племя греков	+0.2
Вражеский городок, сильная оборона, племя греков	-0,4
Вражеский городок, средняя оборона, племя ацтеков	0.0
Дружелюбный город, слабая оборона, племя ацтеков	-1.0

После такого исхода, существо построит дерево решений, показанное на рисунке 4.

Рисунок 4. Древо решений, составленное после наблюдения реакции игрока

Обобщая вышесказанное, разработчики ввели в игру алгоритм динамичного построения дерева решений, который умеет определять, каким образом необходимо построить иерархию решений, чтобы минимизировать неточность.

2.4 «Evolution»

Игра «Evolution» – это прекрасный инструмент для наглядного показа процесса работы машинного обучения с подкреплением. Игрок может создать свой организм, состоящий из костей и мышц. Далее игра создает несколько десятков копий таких организмов и каждому дает случайно настроенную модель поведения, построенную на технологии нейронных сетей. Все эти организмы запускаются на двухмерное игровое поле, и каждый из них начинает сжимать или наоборот разжимать мышцы согласно своей модели поведения. Через несколько секунд оказывается, что некоторые организмы передвинулись вперед, некоторые остались стоять на месте, а некоторые и вовсе ушли в противоположном направлении. Игра через определенное время останавливает процесс и смотрит, какой из организмов смог продвинуться на наибольшее расстояние вперед. На основе этого организма создаются еще несколько десятков копий со случайными частичными изменениями в поведении (по умолчанию на 50%), а все предыдущие организмы удаляются. Таким образом, игра имитирует естественный отбор. А через достаточное количество поколений существа выучивают довольно эффективную стратегию.

Помимо построения организма, в игре можно настроить такие опции как:

- количество копий в одном поколении, количество времени перед завершением цикла одного поколения;
- интенсивность рандомизированного изменения поведения организмов;
- цель организма, исходя из которой будет определяться какая из копий больше всех добилась успеха.

2.5 «Football Evo»

В игре «Football Evo» игроку дается возможность тренировать свою футбольную команду при помощи машинного обучения с подкреплением. В игре есть одиннадцать футболистов, которыми игрок не управляет напрямую. У всех есть мозг, построенный на технологии нейронных сетей. В качестве входных данных используются различные параметры вроде местонахождения самого ближнего футболиста или местонахождения мяча.

Обучение происходит путем создания двух копий каждого футболиста и сопоставления двух созданных команд друг другу. Самые лучшие мозги комбинируются в один улучшенный мозг для следующего поколения. Также перед началом обучения есть опция настройки некоторых параметров мозга. Это дает возможность создать различных футболистов с уникальным строением мозга в целях выполнения разными членами команды различных. Настраиваемые параметры включают в себя:

- Количество ближайших игроков из своей команды, за которыми следит мозг;
- Количество ближайших игроков из чужой команды, за которыми следит мозг;
- Количество постоянных игроков из своей команды, за которыми следит мозг;

- Количество постоянных игроков из чужой команды, за которыми следит мозг;
- Просчитывает ли этот мозг расстояние между ним и другим футболистом;
- Просчитывает ли этот мозг угол между ним и другим футболистом;
- Просчитывает ли этот мозг расстояние и угол между ним и мячом;
- Просчитывает ли этот мозг в каком направлении движется мяч.

2.6 «Semantris»

Игра, созданная GoogleAI, на нахождение общих по смыслу слов. Логика игровой механики проста, но реализация была бы невозможной без технологии машинного обучения. Представлены два режима игры: аркадный и режим блоков.

В аркадном режиме есть список из около 10 слов. Каждые пару секунд список пополняется новыми словами, появляющимися в начале списка. Некоторые слова в этом списке подсвечиваются. А игрок должен написать подходящее к ним по смыслу слово. Как только игрок это сделает, список заново сортируется по похожести к написанному слову. Если подсвеченное слово окажется среди последних четырех слов, то все четыре слова уничтожаются и игроку зачисляются баллы. Цель игрока состоит в том, чтобы уничтожать слова быстрее, чем заполняется список.

Сама механика игры проста, но без технологии распознавания смысла слов данная игра была бы невозможной в исполнении.

Заключение

Таблица 2. Сравнительный анализ видеоигр

	Особенность	**Использованная технология**	**Год(-ы) выпуска**	**Жанр**
Серия игр Halo	Первый ИИ использующий тактику. Взаимодействие врагов	Древо решений	2001-2007 (три-логия)	Шутер от первого лица
Серия игр «Half-Life»	Правдоподобный ИИ, который может «смотреть» и «слушать»	Объектно-ориентированное программирование	1998-2007	Шутер от первого лица
Серия игр «Left 4 Dead»	«Режиссер», который следит за тем, чтобы игрокам было максимально интересно	Движок «Source», разработанный Valve	2008-2009, 2009-2012 (DLC)	Шутер от первого лица
Серия игр «The Sims»	Использование функций для определения потребностей и свойств личностей неигровых персонажей	Функции с формулами, где у зависит от x	2000-2014 (оригинальная квадрология)	Симулятор жизни

	Особенность	**Использованная технология**	**Год(-ы) выпуска**	**Жанр**
Серия игр «Creatures»	Использование нейронных сетей для создания обучающегося ИИ. Дрессировка ИИ	Нейронные сети. Обучение с подкреплением	1996-1999	Симулятор жизни, тамагочи
«Supreme Commander 2»	Заранее обученный ИИ. ИИ построенный на машинном обучении для стратегической игры	Нейронные сети. MLP (многослойный перцептрон)	2010	стратегия
Серия игр «Black and White»	ИИ самообучающийся с нуля. Дрессировка ИИ. Большой проект с машинным обучением на свое время	Динамично-выстраиваемое древо решения. Нейронные сети. Обучение с подкреплением	2001-2005	Симулятор бога
«Evolution»	Настройка параметров «тела» ИИ. Симуляция эволюций. Мутация. Симуляция естественного отбора. Геймплей основанный на внутриигровой физике	Нейронные сети. Обучение с подкреплением.	2018	Симулятор
Football Evo	Настройка параметров «мозга» ИИ. Самообучение ИИ наряду со взаимодействием с другим ИИ. ИИ выполняющие разные роли	Нейронные сети. Обучение с подкреплением.	2018	Симулятор
Semantris	Второстепенная роль машинного обучения (Использование машинного обучения только для поддержки самой игровой механики)	Обучение с учителем. Распознавание слов.	2018	Головоломки

В заключение исследовательской работы можно сделать несколько выводов, касательно обеих частей. Сущность вышеизложенного сводится к следующему:

1. Все видеоигры, использующие машинное обучение в своей игровой механике, также используют обычные алгоритмы искусственного интеллекта. Например, дерево решений или заранее подготовленные сценарии. Причиной этому является то, что алгоритмы машинного обучения сами по себе очень энергозатратные (как в разработке, так и в вычислениях во время игры).
2. Технологии нейронных сетей и машинного обучения с подкреплением отлично подходят для использования в видеоиграх. Довольно много игр используют его, особенно если обучение программы происходит прямо во время игры.
3. Разработчики игры «Semantris» постарались сделать игру визуально приятной и интуитивно понятной. Игроку бросается вызов, после чего незамедлительно объясняется, как он может победить игру. В «Football Evo» представлен мощный и гибкий движок игры, который можно использовать различными способами, однако игроку не дается никакой цели и не задумывается, как плавно ввести человека в игру. «Semantris» имеет большую популярность чем «Football Evo». Это означает, что в любой игре важно именно взаимодействие с игроком. Любую хорошую и продуманную механику игры важно сделать понятной и доступной для обычного человека, в последствие чего игра будет лучше выполнять свою поставленную цель.
4. При разработке концепции искусственного интеллекта игры, лучше решить какие входные данные будет использовать искусственный интеллект, и каким образом выходные данные искусственного интеллекта будут влиять на игру.
5. Следует рассмотреть вариант добавления в игру возможности настройки искусственного интеллекта под свой лад. Это делает искусственный интеллект интерактивным, а самой игре это добавляет глубины и реиграбельности.

Литература

1. http://gameai.com/wiki/index.php?title=The_Sims – статья по игре «The Sims», созданная «Гильдией Программистов Игровых ИИ» (AI Game Programmers Guild), часть проекта «История игровых ИИ»(“History Of Game AI”)
2. https://github.com/ValveSoftware/halflife– Исходный код игры «Half Life» в свободном доступе для некоммерческого использования.
3. «Artificial Intelligence and Games» – Georgios N. Yannakakis и Julian Togelius (26 января, 2018 г.)
4. Глава «Using Neural Networks to Control Agent Threat Response» – Michael Robbins из книги «Game AI Pro» – Steve Rabin.
5. «Artificial Intelligence in Games: A look at the smarts behind Lionhead Studio’s “Black and White” and where it can and will go in the future» – James Wexler, Рочестерский университет (7 мая, 2002 г.)
6. «A documental approach to adventure game development» – Pablo Moreno-Gera, Jose Luis Sierra, Ivan Martinez-Ortiz, Baltasar Fernandez-Manjon (1 июня, 2007 г.)
7. «Serious Games for Integral Sustainable Design: Level 1» – Jules Moloney, Anastasia Globa, Rui Wang, Astrid Roetzel (2017 г.)
8. «In the uncanny valley, transportation predicts narrative enjoyment more than empathy, but only for the tragic hero» – Karl F.MacDorman (май 2019 г.)

9. «The Impact of Video Games on the Players Behaviors: A Survey» – Muhannad Quwaider, Abdullah Alabed, Rehab Duwairi (2019 г.)

10. «Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game-making» – Bruno Henrique de Paula, Andrew Burn, Richard Noss, José Armando Valente International (Journal of Child-Computer Interaction, Volume 16, 2018 г.)

11. «Virtual pet powered by a socially-emotional BICA» – Anastasia A. Bogatyreva, Andrei D. Sovkov, Svetlana A. Tikhomirova, Anna R. Vinogradova, Alexei V. Samsonovich (Procedia Computer Science, Volume 145, 2018 г.)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ НА ОСНОВЕ 2D ИЗОБРАЖЕНИЙ

Әлиасқар М.С., Мазаков Т.Ж.
e-mail: 87019931011@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена биометрической идентификации человека по лицу. Рассматриваются методы распознавания лиц по двухмерным (2D) изображениям. Выделены основные достоинства и недостатки такого подхода. Особое внимание уделено анализу методов Eigenface, Виолы-Джонса и активной модели формы. Дана рекомендация для осуществления эффективного подхода к решению задачи распознавания.*

Ключевые слова: *Идентификация, анализ, метод, алгоритм, 2D изображение.*

Введение. Автоматическое распознавание лица для установления личности имеет большое количество приложений в различных областях. Проблемы общественной безопасности, потребность в удаленной аутентификации, развитие человеко-машинных интерфейсов вызывают повышенный интерес к данной технологии. Существует множество методов распознавания по геометрии лица. Все они основаны на том, что черты лица и форма черепа каждого человека индивидуальны. Эта область биометрии многим кажется привлекательной, потому что люди узнают друг друга в первую очередь по лицу. Данная область делится на два направления: 2D распознавание и 3D (трехмерное) распознавание. У каждого из них есть достоинства и недостатки, однако многое зависит еще и от области применения и требований, предъявленных к конкретному алгоритму.

В данной статье рассматриваются методы распознавания лиц по 2D изображениям. Преимуществом этих методов, в отличие от большинства биометрических методов, является отсутствие необходимости использования дорогостоящего оборудования. Существуют и недостатки: низкая статистическая достоверность, повышенные требования к освещению, обязательно фронтальное

изображение лица и др. Однако, системы распознавания лиц по двухмерным изображениям в силу указанного преимущества в настоящее время являются широко востребованными.

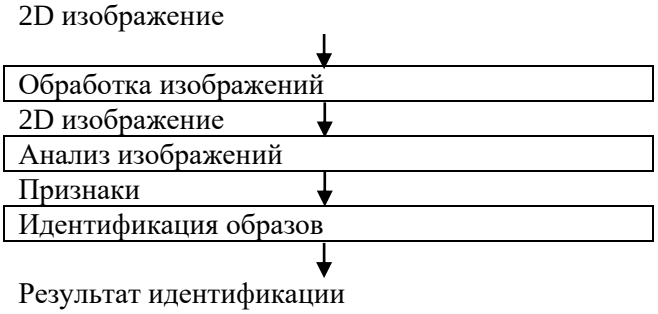


Рис. 1 Этапы работы системы идентификации лиц

Этапы работы такой системы приведены на рис. 1. Здесь, обработка изображений – низкоуровневая обработка без детального изучения содержимого изображения. Она применяется для подготовки изображения к анализу и заключается в следующих действиях:

- восстановление;
- очистка от шумов;
- сжатие данных;
- улучшение характеристик (четкость, контраст и др.).

На входе и выходе этого этапа всегда находятся двухмерные изображения.

Анализ изображений – выделение из изображений объектов и измерение их параметров, представляет собой извлечение информации из изображения. Входом анализа изображений всегда является одно или несколько двухмерных изображений, к ним могут относиться изображения с цветной или черно-белой камеры, данные с ИК-камеры. Карта глубины тоже относится к двухмерным изображениям, хоть и характеризует трехмерное пространство. На выходе получается вектор признаков с их значениями, и возможно, с вероятностными оценками.

Этап распознания образов представляет собой классификацию или кластеризацию вектора признаков, полученного от этапа анализа изображений. На выходе может быть либо номер образа (класса, кластера), либо вектор вероятностей принадлежности исходного изображения к образам. Трудности, возникающие при распознании лиц:

- перекрытые лица;
- различные повороты и наклоны головы;
- вариативность спектров, интенсивностей и углов освещения;
- лицевая мимика;
- старение.

Основная часть. В первых работах по компьютерному зрению осуществлялось построение модели простых геометрических тел по нескольким изображениям проекций. Результаты этого исследования применялись в роботах, которые собирали конструкции из разбросанных по столу деталей. Большинство ранних исследований по распознанию лиц не публиковались, что затрудняет исторический анализ. Первые системы распознания лиц были полуавтоматическими и требовали, чтобы оператор вручную осуществлял локализацию признаков на изображении (такие как глаза, уши, нос и рот). После чего система вычисляла расстояния до опорной точки, которые в дальнейшем и использовались для сравнения моделей. В 1971 году была опубликована работа [1], представляющая использующие 21 признак (такие как цвет волос, толщина губ и др.) для полуавтоматического распознавания.

Eigenface - одна из ранних полностью автоматических систем. Она была представлена в 1991 году [2]. Метод, положенный в ее основу, заключается в нахождении главных компонент из нормализованных изображений обучающей выборки. Т.е., по сути, сводится к понижению размерности обучающей выборки для упрощения будущего классификатора. Происходит это за 2 шага.

Шаг 1 - нормализация изображений. В обучающей выборке, состоящей из различных изображений одного лица очень много повторяющихся элементов. Для сокращения размерности следует исключить из изображений все общие компоненты, оставить только особенности. Для этого рассчитывается среднее изображение (рис. 2), состоящее из оценок математического ожидания соответствующих пикселей.

Рис. 2 Среднее изображение

Полученное среднее изображение вычитается из всех изображений обучающей выборки (рис. 3). В результате остаются только уникальные черты.

Рис. 3 Получение уникальных черт изображения путем вычитания среднего изображения

Шаг 2 - вычисление главных компонент. Вычисляются собственные вектора и собственные значения ковариационной матрицы. Отбираются несколько наиболее весомых собственных векторов. Отброс остальных приведет к незначительной потере информации, но при этом к существенному сокращению размерности. Отобранные собственные вектора и значения и представляют новое, сокращенное, пространство признаков. На основе этих данных строится классификатор.

Метод Виолы-Джонса был разработан в 2001 году Полом Виолой и Майклом Джонсоном [3]. Метод позволяет распознавать лица в полностью автоматическом режиме. Низкая алгоритмическая сложность позволяет использовать его в системах реального времени. Метод инвариантен к цвету кожи и освещения. Метод включает в себя использование признаков Хаара на стадии Анализа изображений, и классификатора AdaBoost (Adaptive Boosting) на стадии Распознания образов.

Признаки Хаара были представлены Виолой и Джонсом, и названы так из-за своего сходства с вейвлетами Хаара. Вейвлет Хаара представляет собой свертку одномерного сигнала, в виде разности двух ближайших отсчетов. Функция свертки изображена на рис. 4.

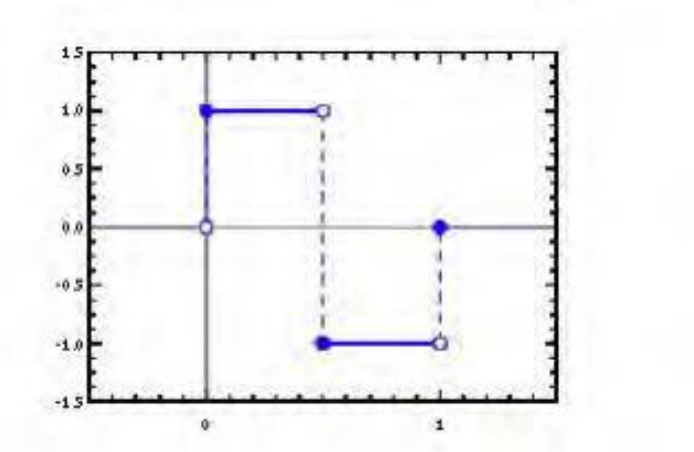


Рис. 4 Вейвлет Хаара

Признак Хаара представляет собой прямоугольную область, разделенную на две смежных области. Признаки накладываются на изображение на различных позициях и в различных масштабах. Значение признака определяется как разность сумм пикселей из областей. Примеры признаков Хаара изображены на рис. 5.

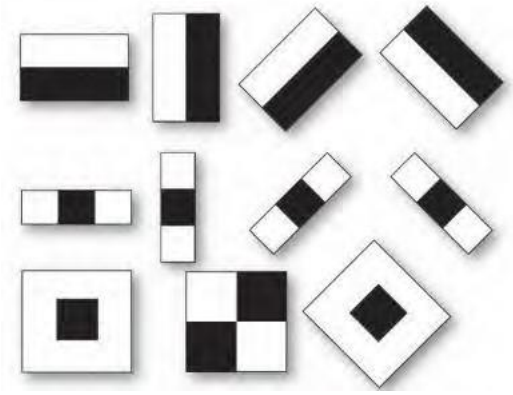


Рис. 5 Примеры признаков Хаара

Каждый признак может показать наличие (или отсутствие) какой-либо конкретной характеристики изображения, таких как границы или изменение текстур. Например, признак из двух смежных прямоугольных областей может показать, где находится граница, между темным и светлым регионами. Наклонные признаки удачно расширяют пространство признаков, например, позволяют определить наличие края под углом в 45 градусов. Хоть с математической точки зрения идея наклонных признаков и является верной, но на практике возникают проблемы с округлением на изображениях низкого разрешения, которыми обычно и пользуются для обеспечения реального времени.

AdaBoosting (адаптивный бустинг) – это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех

предыдущих алгоритмов. В основе такой идеи лежит построение цепочки (ансамбля) классификаторов, который называется каскадом, каждый из которых (кроме первого) обучается на ошибках предыдущего. Бустинг является «жадным» алгоритмом, т.е. в каждом последующем каскаде делается локальный наилучший выбор в надежде, что итоговое решение будет правильным. Адаптивный бустинг является частным развитием бустинга, в котором каждый последующий каскад обучается только на тех выборках, на которых ошибся классификатор предыдущего каскада.

Активная модель формы была представлена Тимом Кутсом в 1995 году [4]. Активная модель – это статистическая модель, которая путем различного рода деформаций может быть подогнана под реальное изображение. Форму определяет ряд точек, расположенных на лице. Перед распознанием необходимо построить (обучить) статическую модель формы. Далее, при распознании, эта модель итеративно примеряется к реальному изображению, для определения схожести.

Обучение статистической модели формы происходит следующим образом. На вход поступает обучающая выборка. Каждый элемент выборки представляет собой множество помеченных точек. Расстановка точек для обучающей выборки осуществляется оператором по изображениям. Перемещения, повороты, масштабирование выполняются таким образом, чтобы минимизировать суммарное среднеквадратичное отклонение между элементами обучающей выборки. На рис. 6 изображен результат нормирования.

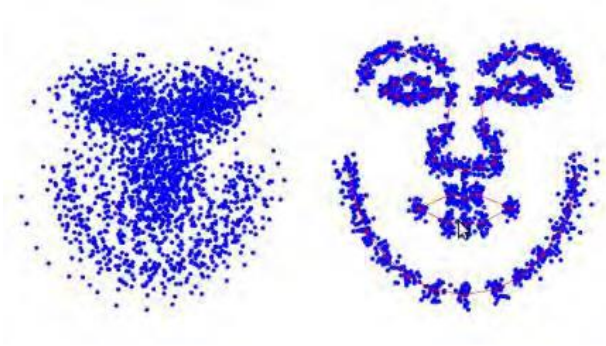


Рис. 6 Результат нормализации статистической модели формы

Каждой точке соответствует облако точек из обучающей выборки. Для сокращения размерности эти точки аппроксимируются по Гауссу (хотя в частных модификациях могут применяться другие распределения). Аппроксимация осуществляется методом главных компонент.

Варьируя параметрами модели, можно синтезировать из модели конкретные примеры формы (точные координаты точек), которые далее примеряются к изображениям. Примеры синтезируемых форм, полученных из одной модели, приведены на рис. 7.

Рис. 7 Примеры форм, синтезируемых статистической моделью формы для трех разных параметров

На этапе подгона формы к изображению синтезируемая форма определенным образом размещается на изображении. Это может быть случайное место или, например, заранее локализованное другим методом (например, методом Виола-Джонса) лицо. Далее для формы итеративно подбирается аффинное преобразование (транспонирование, масштаб, поворот) такое, чтоб минимизировать ошибку. Для оценки ошибки из каждой точки проводится нормаль (рис. 8), и вдоль нормали на изображении находится граница (наибольший дифференциал). Расстояние от точки, до границы на ее нормали представляет собой ошибку, усреднение которой для всех точек стремится минимизировать алгоритм.

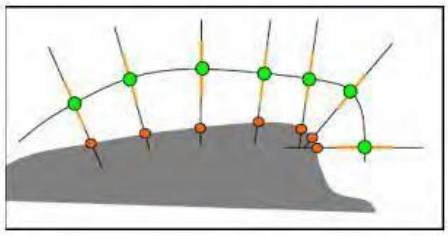


Рис. 8 Оценка ошибки приближения модели

В модификациях алгоритма могут применяться другие метрики ошибки, например, значение признака Хаара в точке. Пример итеративной подгонки изображен на рис. 9.

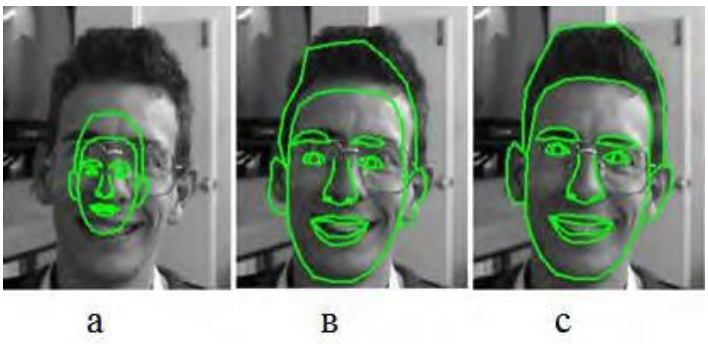


Рис. 9 Подгонка формы к изображению при увеличении количества итераций (от a до c)

При распознании лиц человеком, свойства пигментации не менее важны, чем свойства формы. Учитывать текстуру в контексте формы позволяет активная модель внешности, представленная Тимом Кутсом в 1998 году [5]. В данной модели текстура поделена на не пересекающиеся треугольники с вершинами в точках формы. В начале, форма нормализуется точно так же, как в активной модели формы. Текстура терпит те же преобразования, что и треугольники, на которых они расположены. В результате имеются облака соответствующих точек и множество сопоставленных текстур (рис. 10). Оба этих параметра усредняются посредством поиска главных компонент, а главные компоненты текстур ищутся подобно методу Eigenface.

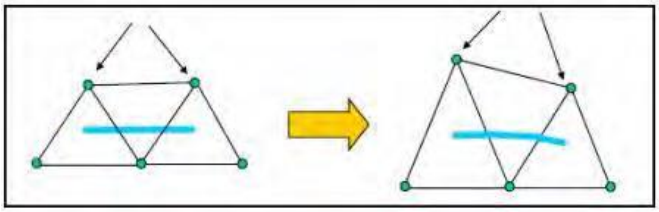


Рис. 10 Преобразование текстуры

Для сопоставления помимо конкретной формы синтезируется конкретная текстура. При сопоставлении итеративно уменьшается не только ошибка формы, но и ошибка текстуры.

Заключение

После обзора и анализа методов распознавания лиц по 2D изображениям можно сделать вывод, что самым быстрым методом является метод Виолы-Джонса, но при этом его алгоритм является самым “жадным”. Скорость работы алгоритма активной модели формы зависит от того сколько итераций придется пройти алгоритму для подгонки формы для минимизации возникновения ошибки. В результате можно предложить в качестве эффективного подхода к решению задачи распознавания комбинацию метода Виолы-Джонса и метода активной модели формы.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

Литература

1. A.J. Goldstein, L.D. Harmon, A.B. Lesk, “Identification of Human Faces”, Proc. IEEE, May 1971, Vol. 59, No. 5, 748-760.

2. M.A. Turk and A.P. Pentland, “Face Recognizing Using Eigenfaces”, Proc. IEEE, 1991, 586-591.

3. P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001.

4. T.F. Cootes and C.J. Taylor and D.H. Cooper and J. Graham (1995). "Active shape models - their training and application". Computer Vision and Image Understanding (61): 38–59.

5. T.F. Cootes, G. J. Edwards, and C. J. Taylor. Active appearance models. ECCV, 2:484– 498, 1998.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ОТМЫВАНИЮ ДЕНЕГ И ФИНАНСИРОВАНИЮ ТЕРРОРИЗМА В КАЗАХСТАНЕ

Адилова К., Аубакиров С., Абенов Ж.
ka.adilova@gmail.com, aubakirov.sanzhar@gmail.com,
zhansultan996@gmail.com
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, факультет информационных технологий, Казахстан

Аннотация. *Ежегодно требования законодательства к субъектам финансово мониторинга ужесточаются, усиливаются санкции за позднее обнаружение ненадежных операций. Организациям грозят не только значительные репутационные потери, но и риски выплат высоких штрафов, приостановление деятельности и даже лишение лицензии. Крупные компании выполняют до 20 млн транзакций в день, в то время как обнаружение подозрительных операций связано с ручной работой, что может вызвать риск ошибок и ложных срабатываний. Именно поэтому крайне важна разработка и внедрение высокотехнологичных AML-систем, отвечающих всем современным тенденциям и требованиям цифровой экономики. Среди современных инструментов AML можно отметить big data, machine learning, AI. Этот инструментарий позволяет совершенствовать риск-ориентированные подходы и дает возможность успевать за развитием технологий отмывания денег.*

Аббревиатура ПОД/ФТ дословно расшифровывается как «противодействие отмыванию денег и финансированию терроризма» (зарубежный аналог AML/CFT – Anti-money laundering and combating the financing of terrorism). Под этим термином принято понимать сложившуюся международную систему борьбы с легализацией преступных доходов и финансированием терроризма, включающую национальные подразделения финансовой разведки, надзорные и правоохранительные органы, межправительственные структуры и организации [1].

Ключевым элементом ПОД/ФТ служит сбор сведений о подозрительных операциях и ненадлежащих клиентах службами внутреннего контроля банков, страховых компаний, организаций – участников рынка ценных бумаг и др. подотчетных структур. Противодействием и регулированием данной проблемой занимается межправительственная организация ФАТФ (FATF) которая формирует

мировые стандарты в сфере противодействия отмыванию преступных доходов и финансированию терроризма (ПОД/ФТ), а также занимается оцениванием соответствия национальных систем ПОД/ФТ этим стандартам. Основным инструментом ФАТФ в реализации своего мандата являются 40 рекомендаций в сфере ПОД/ФТ, которые подвергаются ревизии в среднем один раз в пять лет [2]. На рисунке 1 показаны страны участницы ФАТФ [3].

Рисунок 5: Визуализация страц участниц

На сегодняшний день, на рынке существует много AML решений, которые помогают субъектам финансового мониторинга, соблюдать все требования, указанные в законе «О противодействии отмывания денег и финансирования терроризма» и требования ФАТФ, тем самым оберегая их от карательных санкций, значительных репутационных потерь и, наконец, прекращения деятельности, но каждое из решений имеет определённые преимущества недостатки. Существующие AML-решения не способны обрабатывать операции в режиме онлайн. Интеллектуальный анализ выполняется фильтрацией транзакций в соответствии с определенными правилами, на него влияют установленные ограничения. Все отфильтрованные транзакции считаются «законными» и не проходят процедуру анализа. Существующие AML-системы рассматривают только индикаторы, непосредственно связанные с операцией или ее участниками, и не учитывают косвенных показателей. В результате возникают ложные срабатывания и ошибки.

Казахстан с 2004 года является членом Евразийской группы по противодействию легализации преступных доходов и финансированию терроризма (ЕАГ) региональная группа по типу ФАТФ.

28 августа 2009 года президент Казахстана подписал закон "О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма". 9 марта 2010 года этот закон вступил в силу. С этого момента начинается деятельность Комитета по финансовому мониторингу как национального подразделения финансовой разведки [4]. В 2011 году Комитет стал полноправным членом в Группе подразделений финансовой разведки "Эгмонт", которая объединяет подразделения финансовой разведки более 151-ти

юрисдикции и представляет своим членам возможность обмена информацией с целью борьбы отмыванием денег и финансированием терроризма. С начала своей деятельности Комитет ведет постоянный диалог с субъектами финансового мониторинга. Выполнение международных стандартов ФАТФ является обязательным для любой страны – члена ООН в соответствии с Резолюцией Совета Безопасности ООН.

Для того что бы Казахстан в полной мере выполнял как требования Законодательства, так и требования международной организации ФАТФ, возникает необходимость в создании системы по противодействию отмыванию денег и финансированию терроризма для Платежных организаций, которая будет соответствовать всем стандартам. Так же, создание данной системы становится возможным в связи с тем, что в Казахстане с 2019 года, все граждане должны произвести регистрацию своего сотового номера телефона к своему ИИН.

Одним из инструментов для выявления подозрительных транзакций являются методы визуализации при помощи графов [5, 6]. Целью исследования является поиск наиболее подходящих для нашей задачи инструментов визуализации транзакций, поиск и применение алгоритмов используемых для построения графов, а также само построение графов на выбранном инструменте разработки. Для этого были просмотрены такие инструменты визуализации как D3.js, библиотека networkX для python и gephi. При поиске нужного инструмента разработки были выявлены их преимущества и недостатки. В итоге были получены результаты визуализации графов на нескольких инструментах разработки, на которых можно отследить сомнительные транзакции.

Библиотека D3.js позволяет делать визуализацию широкого круга задач, в том числе и графов. Использование библиотеки крайне простое, библиотека схожа с jQuery. Библиотека позволяет пользователю не учитывать выявление групп в графах и выявление в них связей. Также библиотека сама считает координаты ребер и вершин графов. Все вычисления проходят на клиентской части, поэтому для небольших графов можно обойтись исключительно клиентской частью. Однако в ходе исследования было выявлено, что для нашего набора данных не подходит применение только клиентской части, так как ресурсов ноутбука не хватало для рисования графов.

Следующим инструментом является jupyter notebook с использованием библиотеки для языка python networkX. Данный инструмент удобен тем, что все вычисления происходят не на клиентской стороне, поэтому ресурсы ноутбука не были использованы на пределе, и вычисления происходили быстрее. В ходе построения графов было выявлено, что данная библиотека удобна для использования, быстра, но сама визуализация не дает никаких полезных знаний, так как не поддерживает увеличения при наведении. Также требуются большие усилия для разделение сформированных групп по цветам и различным размерам в зависимости от популярности узла. Также эта библиотека не позволяет отслеживать направление ребер, так как два узла могут передавать друг другу платежи, что нужно учитывать обязательно. На рисунке 2 показан результат визуализации.

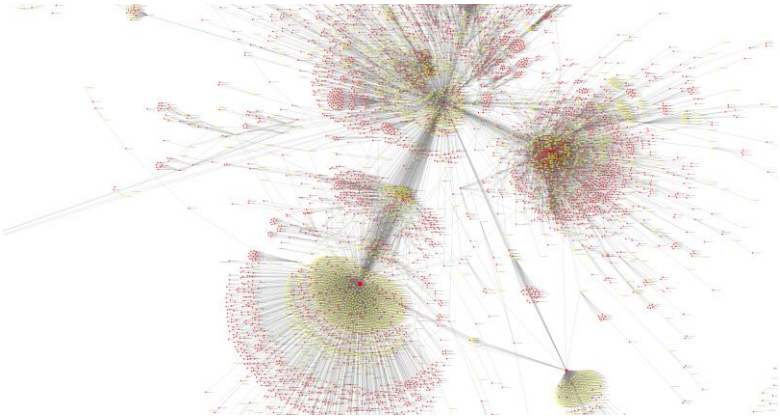


Рисунок 6: Визуализация транзакций за двухмесячный период

На рисунке вершины — это контрагенты транзакций, а рёбра показывают совершенную транзакцую между двумя соответсвующими вершинами. Отчетливо видны популярные контрагенты, например, магазины, в виде скоплений маленьких вершин около больших вершин. Так хорошо визуализировались все связи между котрагентыми. Маленькие кучкующиеся скопления можно считать подозрительными, если среди них нет юридических лиц.

Следующим был использован инструмент gephi. Данный инструмент готовое решение для визуализации графов, он очень быстр и не требует больших ресурсов для вычисления. Данный инструмент также проводит все вычисления координат, выявление сообществ, а также разделение сообществ на разные цвета сам. Среди всех инструментов, gephi является самым удобным так как не требует написания кода. Так как это готовое решение, тут присутствуют различные настройки и фильтры для рисования. Данное приложение поддерживает формат данных GEFX, который более продвинут с точки зрения описания данных по сравнению с JSON. Но для интеграции с веб-приложением для выведения графа в веб-странице данный инструмент не подходит.

При поиске подходящего инструмента для визуализации графов было выявлено что библиотека d3.js удобна при рисовании небольших графов. Для рисования графов с большим количеством ребер и вершин требуется генерация их координат, выявление группа также задание толщины и цветов для ребер и вершин. На Jupyter Notebook нам не имеет смысла визуализировать транзакции, так как этот инструмент не имеет возможности редактирования и полноценного просмотра ребер и вершин. Gephi является мощным инструментом с широким выбором настроек и фильтров для визуализации данных, но не подходит для интеграции с веб-сайтом компании если это потребуется.

При сопоставлении всех полученных результатов следует, что наиболее подходящим для нас является применение библиотеки d3.js с использованием сервера для расчетов координат, выявления подгрупп и генерации цветов для подгрупп в графе. Это даст нам увеличение скорости рисования графа и снятия нагрузки с клиентской части. Рисование графов на реальных данных в библиотеке

d3.js у автора не получилось, поэтому это было сделано руководителем проекта. Также автором не было изучено генерация GEFX файла для библиотеки Gephi, графы в Gephi построены с использованием данных в файле CSV. Для дальнейшего продвижения хода исследования следует выполнить поставленные задачи руководителем, а именно:

1. Провести эксперимент, понять с каким количеством вершин и ребер невозможно работать на d3.js с использованием только клиентской части.
2. Сравнить с другими инструментами, именно в контексте анализа. Для того чтобы можно было посмотреть на результаты построения графа на всех видах исследованных инструментов разработки.
3. Изучить форматы данных для описания графов такие как – gefx, graphML, gml и сравнить их и высказать мнение что лучше подходит для нашей задачи.

На данном этапе исследования было ознакомление с инструментами визуализации графов. Эти знания дали нам новые направления для изучения алгоритмов генерации координат для ребер и узлов. Также были выявлены слабые стороны инструментов разработки, такие как ресурсоемкость задачи визуализации большого количества транзакций.

Библиография

1. United nations convention against illicit traffic in narcotic drugs and psychotropic substances. – https://www.unodc.org/pdf/convention_1988_en.pdf (01.05.19)
2. Официальный сайт международной организации FATF.– http://www.fatf-gafi.org
3. Страны участницы ФАТФ. – http://www.fatf-gafi.org/about/membersandobservers/ (01.05.19)
4. Действующие нормативные правовые акты Комитета по финансовому мониторингу Министерства финансов Республики Казахстан.– https://kfm.gov.kz/ru/regulatory-framework/is-the-current-legislation/ (10.06.19)
5. Chang, R., Lee, A., Ghoniem, M., Kosara, R., Ribarsky, W., Yang, J., Sudjianto, A. Scalable and Interactive Visual Analysis of Financial Wire Transactions for Fraud Detection. Information Visualization // , 2008 , 7(1), 63–76.
6. Weber, Mark & Domeniconi, Giacomo & Chen, Jie & Weidele, Daniel & Bellei, Claudio & Robinson, Tom & Leiserson, Charles. Anti-Money Laundering in Bitcoin: Experimenting with Graph Convolutional Networks for Financial Forensics. // 2019.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OMNET++ И СИМУЛЯТОРА CASTALIA

[1,2]Айткулов Ж.С., [1,2]Калижанова А.У., [3]Комада П., [1,2]Козбакова А.Х.
e-mail: jalau@mail.ru

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[2]Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан
[3]Люблинский технический университет, Польша

Аннотация. *Данная статья посвящена моделированию беспроводных сенсорных сетей (БСС) на базе современных маломощных модулей. В работе исследуются существующие аналогичные системы моделирования беспроводных сенсорных сетей, рассмотрены и проанализированы альтернативы для реализации программного комплекса OMNET++ и симулятора Castalia при решении задач имитационного моделирования. При использовании OMNET++ и Castalia увеличивается скорость передачи данных, уменьшается энергопотребление и затраченное время обработки.*

Введение. Castalia - это система, включающая в себя набор элементов и библиотек для моделирования беспроводных сенсорных сетей, написанных на C-подобном языке, и использующая программный пакет OMNET++ в качестве основы для моделирования событий.

OMNET++ является объектно-ориентированным модульным дискретно-событийным средством для моделирования сетей. С его помощью возможно:

−моделировать проводные и беспроводные сети;

−моделировать сети массового обслуживания;

−моделировать многопроцессорные и другие аппаратно-распределенные системы;

−оценивать производительность сложных программных систем.

Выбор ОС

OMNET++ изначально создавался для работы в среде Linux (поддерживаются дистрибутивы Ubuntu 8.04 и старше, Fedora Core 13, Red Hat Enterprise Desktop Workstation 5.5 и OpenSUSE 11.2). Так же существуют версии для Windows, Mac OS X и Unix.

Castalia разрабатывалась только для Linux-подобных систем, так как для моделирования сетей применяются скрипты, написанные на языке *Python* (встроенный язык интерпретатора). При использовании Castalia на других ОС необходимо предварительно установить на персональный компьютер *Python* и внести необходимые изменения в скрипты. Исходя из этого, для работы с OMNET++ и Castalia была выбрана OS Linux. На данный момент стабильной версией Linux является *Ubuntu 10.10.*

Установка и настройка

Для корректной работы OMNET++ и Castalia необходимо учесть следующие требования к системе:

Оборудование.

На диске должны быть свободными минимум 400 МБайт, для выходных файлов моделирования потребуется дополнительное место. Минимальная оперативная память 512 МБайт, рекомендуемая память 1ГБайт.

Загрузка программного обеспечения.

OMNET++ можно скачать по следующим ссылкам:

для Linux и MAC OS: *http://omnetpp.org/download/release/omnetpp-4.1-src.tgz*

для Windows: *http://omnetpp.org/download/release/omnetpp-4.1-src-windows.zip*

Castalia можно скачать по ссылке:

http://castalia.npc.nicta.com.au/download.php

Необходимо заполнить форму (указать почтовый адрес, подтвердить его и принять пользовательское соглашение) и нажать кнопку *Continue*. В новой странице необходимо нажать на кнопку *Download Castalia*.

Установка и настройка программного обеспечения.

Для установки OMNET++ необходимо скопировать архив *omnetpp-4.1-src.tgz* в домашний каталог */home/<you>*. В меню выбрать Приложения > Стандартные > Терминал (Applications > Accessories > Terminal). В появившемся окне ввести команду:

$ tar xvfz omnetpp-4.1-src.tgz

она создает директорию *omnetpp-4.1* с установочными файлами OMNET++.

Перед началом установки OMNET++ необходимо обновить базу данных доступных системных пакетов Linux. Вводим команду:

$ sudo apt-get update

Для корректной работы OMNET++ необходимо установить следующие пакеты. Вводим команду:

$ sudo apt-get install build-essential gcc g++ bison flex perl \
tcl-dev tk-dev blt libxml2-dev zlib1g-dev openjdk-6-jre \
doxygen graphviz openmpi-bin libopenmpi-dev libpcap-dev

На появившейся вопрос (Хотите продолжить? [Д/н]/Do you want to continue? [Y/N]), отвечаем: Y.

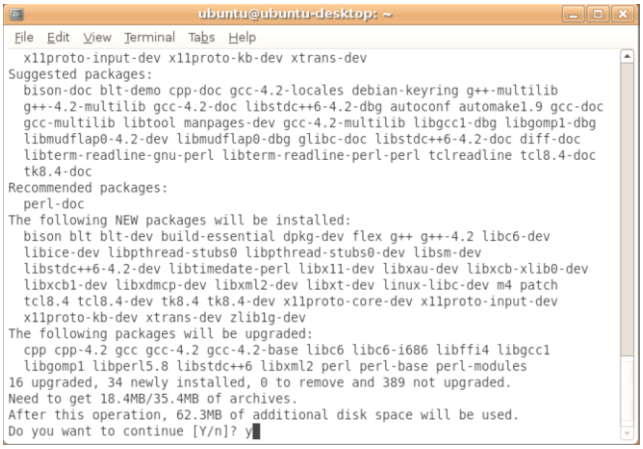


Рис. 1 Установка пакетов

Так же можно произвести установку файлов через графический менеджер пакетов Synaptic. В меню выбираем Система > Администрирование > Менеджер пакетов Synaptic (System > Administration > Synaptic package manager), в

появившемся окне необходимо найти и поставить галочку напротив следующих пакетов:

build-essential, gcc, g++, bison, flex, perl, tcl-dev, tk-dev, blt, libxml2-dev, zlib1gdev, openjdk-6-jre, doxygen, graphviz, openmpi-bin, libopenmpi-dev, libpcap-dev.

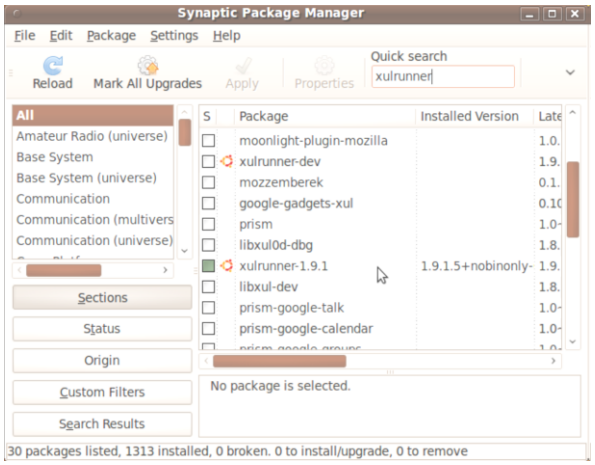


Рис. 2 Установка пакетов в графическом режиме

После выбора всех пакетов нажимаем кнопку Применить (Apply). В появившемся окне Внести следующие изменения? (Apply the following changes?) снова нажимаем Применить (Apply). Дожидаемся, пока установятся все пакеты, и нажимаем клавишу Закрыть (Close).

Для корректной установки OMNET++ необходимо подключить библиотеку TCL/TK и указать путь к каталогу *bin* в директории *omnetpp-4.1* в конфигурационном файле операционной системы. Вводим команду:

$ gedit ~/.profile

и добавляем в конец открывшегося файла строчки:

export PATH=$PATH:/home/<you>/omnetpp-4.1/bin

export TCL_LIBRARY=/usr/share/tcltk/tcl8.4

После внесенных изменений необходимо перезагрузить операционную систему.

Для определения всех файлов OMNET++ необходимо ввести в терминале следующие команды:

$ cd omnetpp-4.1

$. setenv

Этот скрипт проверяет наличие всех установочных файлов и их целостность.

Для установки OMNET++ вводим команду:

$ ./configure

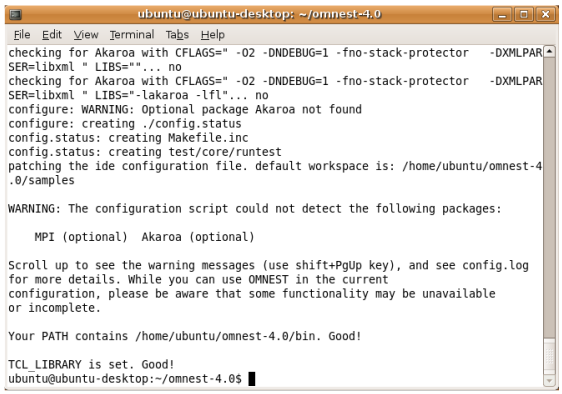


Рис. 3 Установка OMNET++

После завершения установки необходимо скомпилировать OMNET++. Вводим команду:

$ make

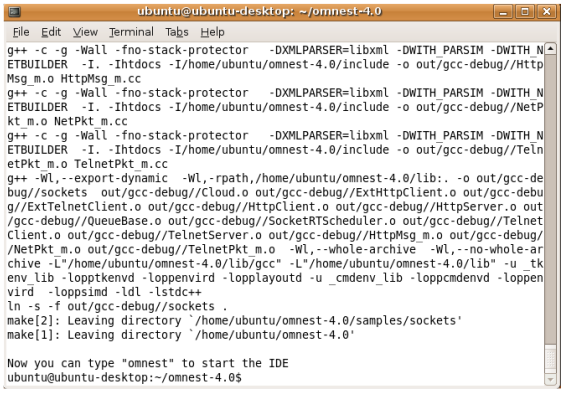


Рис. 4 Компиляция установочных файлов OMNET++

Для запуска OMNET++ вводим в терминале команду:

$ omnetpp

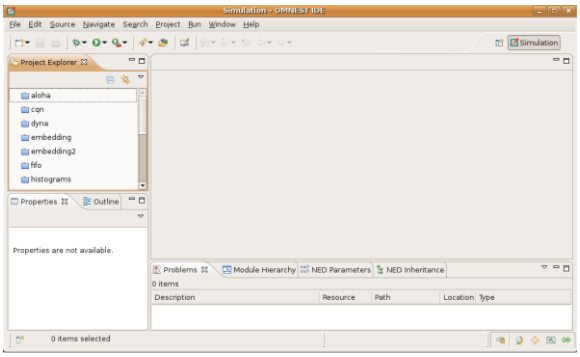


Рис. 5 Рабочее окно OMNET++

Для установки Castalia необходимо скопировать архив *Castalia-3.1.tar* в домашний каталог */home/<you>*. В меню выбираем Приложения > Стандартные > Терминал (Applications > Accessories > Terminal). В появившемся окне вводим команду:

$ tar xvfz Castalia-3.1.tar

она создает директорию *Castalia-3.1* с установочными файлами Castalia.

Для корректной установки и запуска Castalia необходимо в конфигурационном файле операционной системы указать путь к каталогу *bin* в директории *Castalia-3.1*. Вводим команду:

$ gedit ~/.profile

и добавляем в конец открывшегося файла строчку:

export PATH=$PATH:/home/<you>/Castalia-3.1/bin

После внесенных изменений необходимо перезагрузить операционную систему.

Для установки Castalia вводим команды:

$ cd Castalia-3.1

$ ./makemake

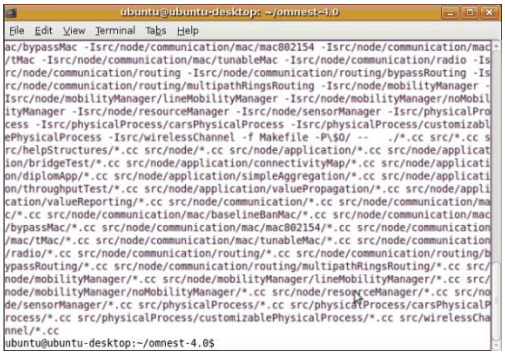


Рис. 6 Установка Castalia

После завершения установки необходимо скомпилировать Castalia. Вводим команду:

$ make

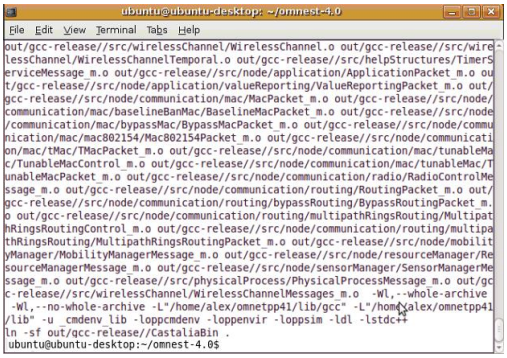


Рис. 7 Компиляция установочных файлов Castalia

Для корректной работы Castalia необходимо установить пакет *gnuplot*. Для этого вводим в терминале команду:

$ sudo apt-get install gnuplot

Так же можно произвести установку данного приложения через графический менеджер пакетов Synaptic.

Установка и настройка программного обеспечения завершена.

Проверка работоспособности установленного ПО

Для проверки работоспособности установленного ПО вводим в терминале команды:

$ cd omnetpp-4.1/samples/dyna

$ ./dyna

По умолчанию симуляции выполняются с использованием графической среды Tcl/Tk. При корректном функционировании системы должен появиться диалогово-оконный интерфейс.

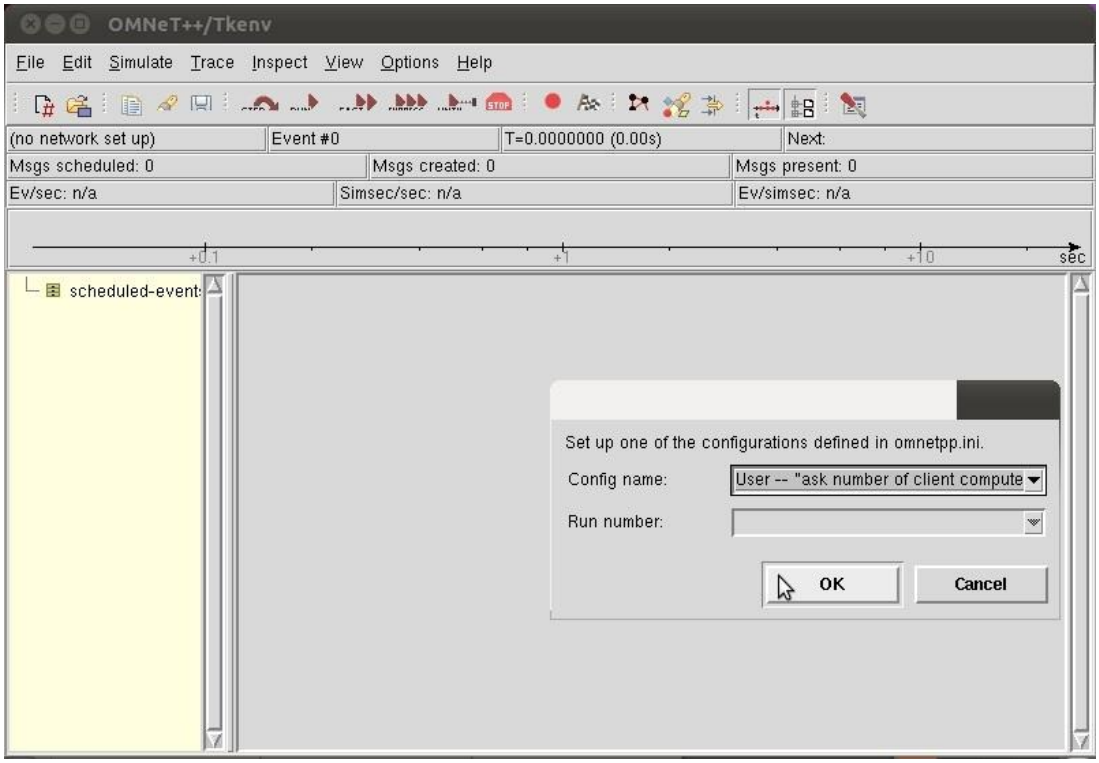


Рис. 8 Моделирование в графическом режиме

Если необходимо перекомпилировать OMNET++, следует ввести следующие команды:

$ cd omnetpp-4.1

$ ./configure

$ make cleanall

$ make

Если ли же нужно перекомпилировать только одну библиотеку, необходимо перейти в каталог с этой библиотекой (например *cd src/sim*) и ввести:

$ make clean

$ make

Для проверки работоспособности Castalia в терминале вводим следующие команды:

$ cd Castalia-3.1/Simulations/radioTest

$ Castalia

Этот скрипт выводит на экран список всех доступных конфигурационных файлов и симуляций: List of available input files and configurations:

* omnetpp.ini
  General
  InterferenceTest1
  InterferenceTest2
  CSinterruptTest
  varyInterferenceModel

Для симуляции и просмотра данных вводим команды:

$ Castalia -c [General] -o sim.txt

Running configuration 1/1

$ CastaliaResults -i sim.txt

```
+---------------------+---------------------------------+------------+
|           Module    |                          Output | Dimensions |
+---------------------+---------------------------------+------------+
|      Application    | Application level latency, in ms | 1x1(11)    |
|                     |        Packets received per node | 1x2        |
| Communication.Radio |                RX pkt breakdown | 1x1(3)     |
|                     |                      TXed pkts | 2x1        |
|   ResourceManager   |                 Consumed Energy | 3x1        |
+---------------------+---------------------------------+------------+
```

NOTE: select from the available outputs using the -s option

Просмотрим сколько энергии затратила каждая станция по отдельности:

$ CastaliaResults -i sim.txt -s energy -n

ResourceManager:Consumed Energy

```
+--------+--------+--------+
| node=0 | node=1 | node=2 |
+--------+--------+--------+
| 6.8    | 6.288  | 6.288  |
+--------+--------+--------+
```

Выведем значение таблицы в файл:

$ CastaliaResults -i sim.txt -s energy -n | CastaliaPlot -o energy.jpg -s histogram

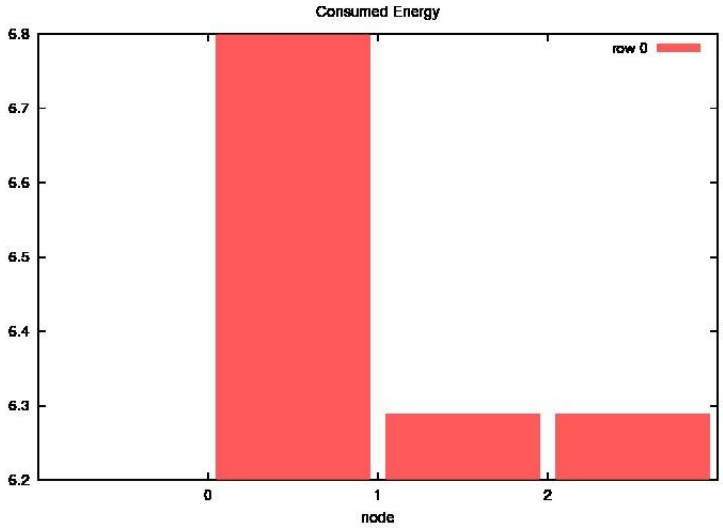


Рис. 9 Количество потраченной энергии (в мАч)

Установленное программное обеспечение функционирует корректно.

Структура каталогов OMNET++ и Castalia
Корневой каталог OMNET++ содержит:
–bin/ - каталог, содержащий исполняющие файлы OMNET++
–contrib/ - каталог для файлов стороннего ПО для OMNET++
–doc/ - каталог, содержащий файл пользовательского руководства
–ide/ - каталог, содержащий файлы OMNET++ для различных платформ
–images/ - каталог, содержащий иконки для графического редактора
–include/ - каталог, содержащий файлы библиотек для сетей
–lib/ - каталог, содержащий файлы библиотек для OMNET++
–migrate/ - каталог, содержащий скрипты для преобразования файлов версии 3.x для 4.x
–out/ - каталог, содержащий файлы компиляции OMNET++
–samples/ - каталог простых симуляций
–src/ - каталог, содержащий файлы, необходимые для работы OMNET++
–test/ - каталог, содержащий набор тестов для OMNET++
–config.log, config.status, configure, configure.in, configure.user, Makefile, Makefile.inc, Makefile.inc.in, setenv - файлы конфигурации, необходимые для установки и компилирования OMNET++
–INSTALL - файл, содержащий инструкции по установке
–MIGRATION - файл, содержащий инструкции о преобразовании моделей OMNET++ 3.x в 4.x
–README - файл, содержащий информацию об OMNET++
–Version - файл, содержащий информацию о текущей версии
–Корневой каталог Castalia содержит:

–bin/ - каталог, содержащий скрипты *Castalia* and *CastaliaResults*

–config/ - каталог, содержащий конфигурационные файлы (создается скриптом *makemake*, удаляется после завершения работы скрипта)

–out/ - каталог, содержащий все промежуточные файлы, а также исполняемые файлы *Castalia* при компилировании сети

–Simulations/ - каталог, содержащий файлы конфигурации для моделирования

–src/ - содержит исполняющие файлы *Castalia* (*.cc, *.h, *.msg, *.ned files). Структура каталога соответствует структуре соединения модулей и подмодулей

–Makefile - файл, создающийся после выполнения скрипта *makemake*

–makemake - скрипт, генерирующий соответствующие файлы установки. Используется инструментом opp_makemake в OMNET++

–CastaliaBin - исполняемый файл *Castalia* (находится в out/gcc-debug/CastaliaBin)

–CHANGES.txt - история внесенных изменений

–LICENSE - файл лицензии (в виде текста)

–VERSION - файл, содержащий информацию о текущей версии

–Число пользователей

Обе программы предназначены для некоммерческого использования и распространяются абсолютно бесплатно, что не ограничивает количество пользователей, которые могут их использовать.

Заключение

Известно, что стоимость компонентов сенсорных сетей достаточно велика, чтобы иметь возможность построить сеть значительных размеров для научных исследований. В работе рассмотрены и проанализированы альтернативы для реализации программного комплекса OMNET++ и симулятора Castalia при решении задач имитационного моделирования. Результаты исследования, что при использовании OMNET++ и Castalia увеличивается скорость передачи данных, уменьшается энергопотребление и затраченное время обработки.

Литература

1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер –Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для ВУЗов. 4-е изд. –СПб.: Питер, 2012. –25 с.

2. Сетевые технологии. Локальные вычислительные сети. [Электронный ресурс] http://www.lessons-tva.info/edu/e-inf3/m3t1_1.html, дата обращения (16.02.19)

2. Стандарты беспроводных сетей IEEE 802.11 [Электронный ресурс] http://qpcs.ru/standarty-besprovodnyh-setei.html, дата обращения: (26.03.19)

3. Стандарт IEEE 802.11a, b, g, n. [Электронный ресурс] http://ab57.ru/soft/wifidoc.pdf, дата обращения (14.04.19)

4. Fall K., Varadhan K., Eds., The ns Manual, The VINT Project, UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC, Nov. 2011. –430 с.

5. Галкин А.М., Кучерявый Е.А., Молчанов Д.А. Моделирование в среде ns2. Учебно-методическое пособие. –СПб.: СПбГУТ, 2007. -–[Электронный ресурс] 70

http://www.seti.sut.ru/course/admin61/editor_files/file_upload/metod_ns/.pdf, дата обращения (25.05.19).

6. Кокорева Е.В. Моделирование в среде network simulator–2: Методические указания.–Новосибирск: СибГУТИ, 2013. –62 с.

7. Фадеев А.Н. Аналитически обзор имитационного моделирования [Электронный ресурс] http://conf.mirea.ru/CD2013/pdf/p5/5.pdf, дата обращения (1.03.19).

О РАЗРАБОТКЕ БАЗЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА

Амиргалиев Е.Н[1]., Елеусинов А.И.[2], Мажитов Ш.С[1].
armankaznu@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК[1]
Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби[2]

Аннотация. *Распознавание рукописных текстов разных языков в последнее время вызывает большой интерес у исследователей в связи с развитием различных алгоритмов машинного обучения, глубокого обучения и компьютерного зрения. В этой работе рассматриваются этапы создания базы рукописных текстов для казахского языка и подготовки обучающей выборки для обучения нейронной сети. Приводятся результаты применения широко используемых алгоритмов машинного обучения для распознавания оффлайн рукописных текстов.*

Ключевые слова: *распознавание рукописи, машинное обучение, CNN*

I. Введение

Распознавание рукописного текста является одним из популярных и активных исследований в области распознавания образов. Автономные системы распознавания рукописных символов очень важны для создания электронных библиотек, сортировки почты, цифровизации рукописных документов и исторических книг. Распознавание текста документа облегчает приложения автоматического ввода данных, идентифицируя содержание текста в изображениях документа и, таким образом, значительно сокращает ручное усилие. Прогресс в этой области обусловлен достижениями разработкой многих работ и наличием международных базу данных, которые позволили исследователям протестировать эффективности своих подходов и сравнивать их с другими, использующими те же базы данных. Первым шагом в реализации распознавания рукописи для любого конкретного языка является выбор подходящей базы данных изображений текстов. Если такие базы данных недоступны, то первой задачей является создание новой базы данных изображений рукописи для этого языка. Исследователи в области распознавания текста разработали несколько баз данных для оценки OCR систем для оффлайн-распознавания рукописного текста. Несколько таких баз данных доступны

для текстов на латинском, французском, китайском, корейском, японском, арабском, уйгурском, урду, хинди, испанском, тамильском, индонезийском, греческом, русском языках [1-13]. Эти база данных отличается друг от друга своей структурой и содержанием [14]. Некоторые состоят из букв, некоторые из которых состоят из слов или фраз [15]. Как следует из обзора баз данных для распознавания базы рукописных символов, слов на казахском языке отсутствует.

Распознавание рукописных символов казахского языка остается сложной проблемой из-за специфики казахского языка. Казахский алфавит содержит 42 букв с прописных и строчных букв. Форма каждого символа в курсивном тексте меняется в зависимости от расположенных рядом символов. Также существует огромное разнообразия стилей написания отдельных авторов [Рис.1]. Это доказанный факт, что разные почерки оказывает решающее влияние на производительность и скорость распознавания. Следовательно, существует необходимость в создании баз данных казахский символов разных авторов для обучения, тестирования и сравнения систем распознавания.

Отсутствие стандартной эталонной базы данных изображений рукописных символов для казахского языка затрудняет сравнительную оценку результатов исследований. В этой работе мы представляем этапы создании базы изображений символов казахского языка и анализ эффективности различных систем распознавания в созданной базе данных.

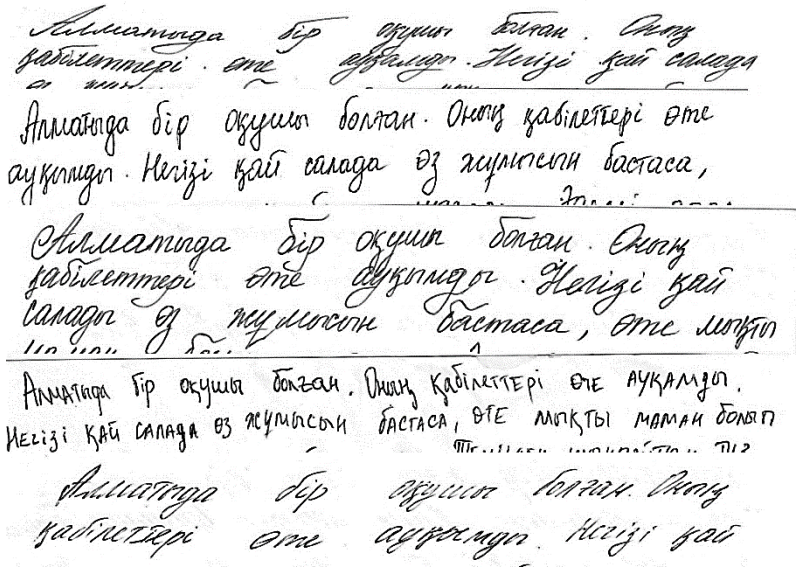


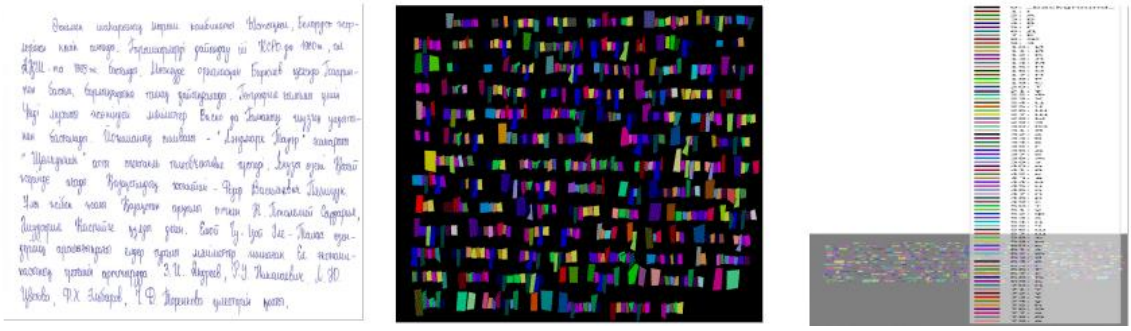
Рис. 1 Различные образцы казахских рукописных текстов

II. Создание и обработка базы данных

В этом разделе описывается процесс сбора данных рукописных изображений для создания базы данных символов казахского алфавита. Причины, по которым HKCR является нетривиальной проблемой, можно сформулировать следующим образом:

1) вариация написаний;
2) курсивный текст;
3) сходство между символами.

Главной задачей при реализации системы распознавания является сбор образцов данных. Сбор данных является одной из утомительных задач в большинстве приложений распознавания образов. Классы символов определяются на основе орфографических структур казахского языка. Казахский алфавит на основе кириллицы состоит из 42 строчных и прописных букв, из них 33 буквы русского алфавита и 9 специфических букв казахского языка. Каждая буква имеет разные формы, в зависимости от ее положения в слове, которое может быть в начале, в середине или в конце. Поэтому для достижения точности системы символы пишутся не отдельно, а извлекаются из написанных слов. Рукописные тексты собраны у разных 120 местных авторов. Для сбора изображений символов авторам предлагается написать на страницах тексты из разных источников. Собранные рукописные листы данных сканируются и сохраняются в формате png. На рис. 2 показаны образцы рукописных текстов и отмеченные классы символов.



а) б) с)

Рис. 2 а) пример рукописного текста б) размеченные полигоны в) визуализация классов

Сегментированные изображения символов вручную группируются в рассматриваемые 80 классов казахского языка. Сильно искаженные изображения исключаются при группировании, а сегментированные символьные изображения изменяются до размеров 32 32. Информация о них записывается в файл csv. Каждая строка в файлах csv представляет собой изображение символа. Первый столбец представляет символ, второй - метку класса, а третий столбец номер изображений. Для обучающего набора данных взяты 75% изображений символов с каждого класса, оставшиеся 25% составляют тестовый набор данных. Общее количество изображений в созданной базе данных составляет 59 274. Количество изображений символов в классе не одинаково, так как некоторые символы редко встречаются, а некоторые изображения отбрасываются из-за некорректной сегментации символов. Среднее количество символьных изображений для класса по всей базе данных составляет 1340. На рис. 3 показаны случайные образцы, взятые из 6 различных классов рукописных символов казахского языка.

Рис.3 Случайно выбранные изображения символов в шести различных классах

III. Предобработка данных

3.1. Предобработка данных

Традиционные оффлайн методы OCR обычно используют архитектуру из трех основных этапов: предварительная обработка введенного рукописного символа, извлечение признаков и классификация с помощью методов машинного обучения таких, как метод опорных векторов (SVM), многослойный перцептрон (MLP), k-ближайших соседей (KNN), случайный лес (RF), деревья решений и др.

Для получения лучшего результата и удаления шума выполняется этап предварительной обработки изображений символов в базе данных. При распознавании рукописи с помощью алгоритмов выявления признаков, которые извлекают векторы признаков из сложных изображений рукописных символов, а именно масштабно-инвариантная трансформация признаков (siftD) и гистограмма направленных градиентов (HOG) были получены сравнительно хорошие результаты в разных дата сетах [16]. Дескрипторы объектов вычисляют векторы объектов с помощью фильтров изображения, таких как фильтр Собеля и Гаусса. Впоследствии ориентации внутри каждой области вычисляются и взвешиваются в гистограмму направлении. Поскольку эти дескрипторы признаков инвариантны к небольшим локальным смещениям, дескрипторы предоставляют надежные векторы признаков.

3.2. Гистограмма направленных градиентов (HOG)

Обычно HOG применяется в качестве представляющий точное местоположение изображения для обнаружения объекта в различных областях, таких как обнаружение лиц, пешеходов и транспортных средств [17]. Дескриптор HOG изначально определяется как распределение локальных градиентов интенсивности из изображения, которые вычисляются из небольших связанных областей (ячеек). Для повышения эффективности поиска объектов необходимо нормализовать цвета и гамму изображения.

Вектор признаков HOG вычисляется из изображения с использованием градиентных детекторов. После разделения исходных изображений на блоки каждый

блок разделяется на небольшие области, известные как ячейки. Каждый пиксель свернут с простым ядром свертки следующим образом:

$$G_x = f(x+1,y) — f(x-1, y)$$

$$G_y = f(x,y+1) — f(x, y-1) \quad (1)$$

G_x и G_y - соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие градиенты. В наших экспериментах дескриптор HOG рассчитывается по прямоугольным блокам (R-HOG) с неперекрывающимися блоками. Величина градиента M и ориентация градиента θ рассчитываются как:

$$M(x,y) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\theta(x,y) = \arctan\left(G_y / G_x\right) \quad (2)$$

Затем для каждой ячейки вырабатывается HOG, который охватывает все изображение. В конце дескрипторы функций нормализуются путем применения нормализации блоков L2 [18] следующим образом:

$$V'_k = \frac{V_k}{\sqrt{\|V_k\|^2 + \epsilon}} \quad (3)$$

где V_k - объединенная гистограмма из всех областей блока, ε - небольшое значение, близкое к нулю, и V'_k - нормализованный вектор признаков дескриптора HOG.

В нашем случае градиенты рассчитываются в диапазоне [0,180]. Гистограммы из 8 бинов рассчитываются с величинами в виде весов. Для вычисления каждое изображение нормализуется на размер 32x32 и по гамме, а затем по контрасту (рис. 4).

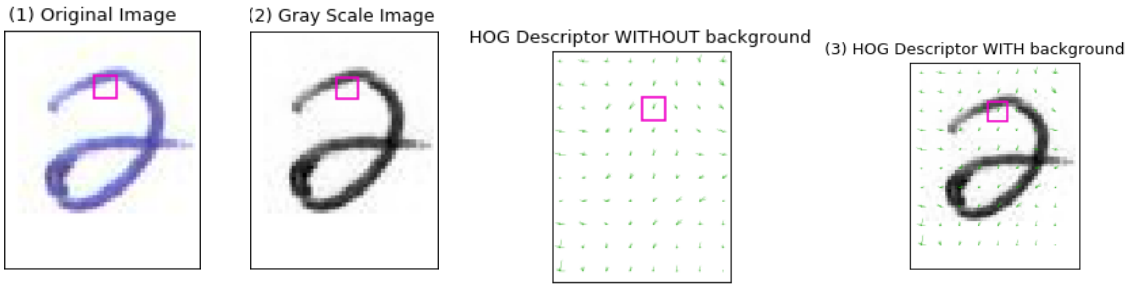


Рис. 4 Визуализация результата HOG дескриптора

Каждая пиксельная матрица изображения 32x32 разделены в ячейки 8x8, а затем получается матрица 4x4 с 8 ячейками в каждой ячейке. Эта матрица получена как блоки 2X2 (с перекрытием 50%) и нормализована путем деления на величину

вектора бинов гистограммы. Всего 9 блоков x 4 ячейки x 8 бинов = 288 признаков. Результат гистограммы градиентов показан на рис. 5.

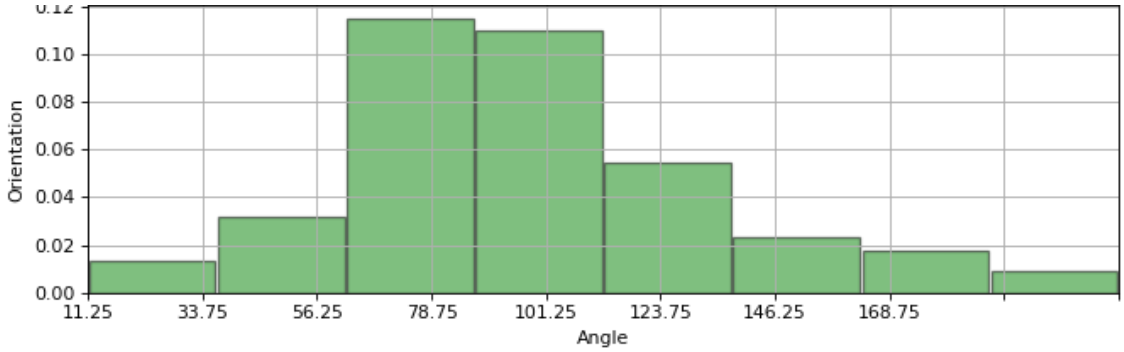


Рис. 5 — Гистограмма градиентов

IV. Классификация с использованием глубокого обучения

С развитием глубокого обучения в последние годы, сверточные нейронные сети (CNN) привели к новым прорывным технологиям для распознавания рукописи с большим успехом [19, 20]. CNN используют множество многослойных восприятий, которые, как предполагается, должны иметь незначительную предрасположенность. Также называется искусственными нейронными сетями, инвариантными к сдвигу или инвариантами области, в соответствии с их архитектурой с общими весами и свойствами дисперсии преобразования. Современные CNN, используемые в области машинного обучения, построены с использованием тех же принципов, что и традиционные: они используют чередующиеся слои свертки (CL) и слои с максимальным пулом (MP), за которыми следует ряд полностью связанных слоев (FC). Наиболее распространенными архитектурами модели CNN являются: LeNet, AlexNet, ZF Net, GoogLeNet, VGGNet и ResNet.

В нашей архитектуре размер входных изображений 32×32. В качестве входных данных используется тензор с размерами по 1024 пикселя каждый. Мы начали с загрузки данных и преобразования их в массив изображений с 4 измерениями. Наша нейронная сеть состоит из 17 слоев. Первый сверточный слой имеет ядра размером 5×5, а остальные сверточные слои — 3×3. Второй сверточный слой преобразует 32-мерный вектор признаков в 64, а третий в 128. Мы используем пулирующие слои с размерами 2×2. Пулирующие слои применяют неперекрывающееся объединение 2x2, поэтому здесь происходит понижающая дискретизация. Затем в полностью подключенном к каждому входу будет подключен каждый узел в следующем слое, вместо этого некоторые случайные ребра должны быть отброшены. Это делается в выпадающем слое, и это важно, потому что следует избегать загруженность. Все скрытые слои используют активационную функцию ReLU (Rectified Linear Unit). Предлагаемая архитектура и полная информация представлена в таблице-1. Окончательный блок сверток создает карту объектов размером 8×8×128. Выходной слой будет иметь 42 узлов, каждый узел будет

принимать значение от 0 до 1, и он будет представлять каждый символ. Потом он подается к выходу 42-softmax, где номер соответствует количеству классов символов, рассматриваемых в этой работе.

Таблица 1. Архитектура, используемая для классификации рукописных символов

Тип слоя	Выходной размер	Параметры
conv2d_1 (Conv2D)	(32, 32, 32)	832
max_pooling2d_1 (MaxPooling2	(16, 16, 32)	0
dropout_1 (Dropout)	(16, 16, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(16, 16, 64)	18496
leaky_re_lu_1 (LeakyReLU)	(16, 16, 64)	0
max_pooling2d_2 (MaxPooling2	(8, 8, 64)	0
dropout_2 (Dropout)	(8, 8, 64)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(8, 8, 128)	73856
leaky_re_lu_2 (LeakyReLU)	(8, 8, 128)	0
max_pooling2d_3 (MaxPooling2)	(4, 4, 128)	0
dropout_3 (Dropout)	(4, 4, 128)	0
global_max_pooling2d_1 (Glob)	(128)	0
dense_1 (Dense)	(1024)	132096
leaky_re_lu_3 (LeakyReLU)	(1024)	0
dropout_4 (Dropout)	(1024)	0
dense_2 (Dense)	(42)	13325
activation_1 (Activation)	(42)	0

V. Результаты и анализ

В этом разделе кратко рассматриваются некоторые сравнения между экспериментальной архитектуры CNN. Моделирование и эксперименты

проводилось на платформе Jupyter Notebook. Эффективность распознавания символов оценивается для нашего датасета рукописных символов казахского языка с использованием различных алгоритмов выделения и классификации признаков. Процесс извлечения признаков извлекает информативные дескрипторы из изображений и помогает классификаторам в оценка границ принятия решений среди участвующих классов. Чтобы защитить предложенную модель от переобучения, мы применили метод исключение или дропаут, в качестве метода оптимизации сети [21].

Как и в обычном процессе распознавания изображений, датасет разделены на обучающие и тестовые наборы. В наших экспериментах мы будем работать с 42 классами наборов, которые имеют нормальные изображения для определения производительности в алгоритмах. Ниже рис-5 показывает количество обучающих и тестовых образцов для каждого класса.

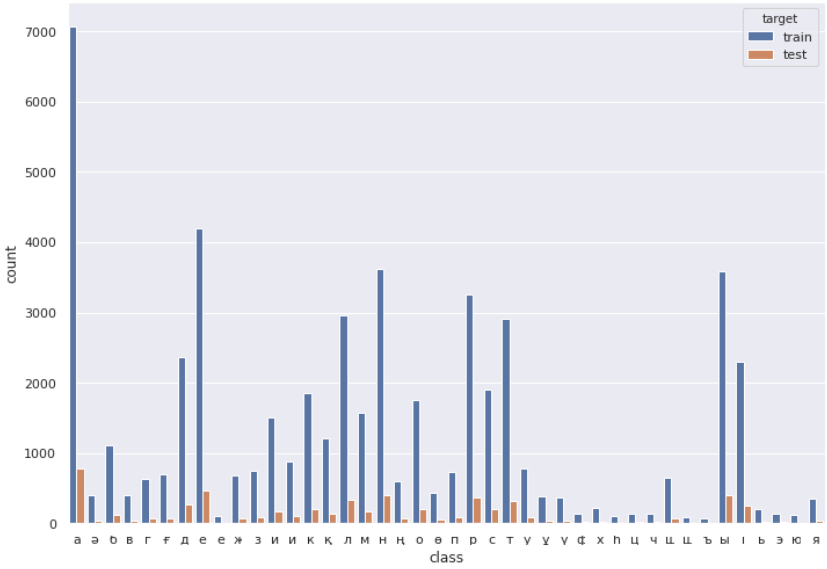


Рис. 5 Количество обучающих и тестовых данных каждого класса

VI. Заключение

Распознавание рукописных символов представляет собой сложную проблему распознавания образов из-за высокой степени изменчивости среди образцов изображений рукописных символов. Базы данных эталонных тестов необходимы и являются главным требованием для реализации любой системы распознавания. Отсутствие стандартных ресурсов изображений символов является одной из проблем распознавания рукописных документов для большинства сценариев на казахском языке. Настоящая статья посвящена реализации базы данных изображений на уровне символа на казахском языке. На сегодняшний день нет общедоступны базы данных изображений на нашем языке. Для создания базы данных рассматривался 42 классов — все строчные буквы казахского алфавита. Дальнейшие работы над базой данных включают расширение коллекции классов символов за счет включения всех используемых символов казахского языка.

Литература

1. Batuhan Balci, Dan Saadati, Dan Shiferaw. Handwritten Text Recognition using Deep Learning.

2. Emmanuèle Grosicki, Matthieu Carré, Jean-Marie Brodin, Jean-Marie. Rimes evaluation campaign for handwritten mail processing. In Proceedings of the Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition , volume 1, 2006.

3. Pavlo Melnyk, Zhiqiang You, Keqin Li. A High-Performance CNN Method for Offline Handwritten Chinese Character Recognition and Visualization.

4. In-Jung Kim, Xiaohui Xie. Handwritten Hangul recognition using deep convolutional neural networks.

5. Masaki Nakagawa, Xiang-Dong Zhou, Cheng-Lin Liu, Da-Han Wang. Handwritten Chinese/Japanese Text Recognition Using Semi-Markov Conditional Random Fields.

6. Amine Mezghani, Slim Kanoun, Mahdi Khemakhem, & Haikal El Abed. A database for arabic handwritten text image recognition and writer identification. In Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR), 2012 International Conference. IEEE, 2012

7. Kurban Ubul, Mavjuda Zunun, Alim Aysa, Nurbiya Yadikar, & Umut Yunus. Creation of uyghur offline handwritten database.

8. Malik Waqas Sagheer, Chun Lei He, Nicola Nobile, & Ching Y. Suen. A new large urdu database for off-line handwriting recognition. In Image Analysis and Processing#ICIAP 2009, pages 538-546.

9. B.V.R.G.Benne, “Kannada, Telugu and Devanagari Handwritten Numeral Recognition with Probabilistic Neural Network: A Novel Approach”, IJCA Special Issue on “Recent Trends in Image Processing and Pattern Recognition”, 2010

10. Nicolas Serrano, Francisco Castro, & Alfons Juan. The RODRIGO database. In LREC, 2010.

11. S. Thadchanamoorthy, N. D. Kodikara, H. L. Premaretne, Umapada Pal, & Fumitaka Kimura. Tamil handwritten city name database development and recognition for postal automation.

12. Peb Ruswono Aryan, Iping Supriana, & Ayu Purwarianti. Development of indonesian handwritten text database for o#ine character recognition.

13. Ergina Kavallieratou, Nikos Liolios, E. Koutsogeorgos, Nikos Fakotakis, & G. Kokkinakis. The GRUHD database of greek unconstrained handwriting.

14. Muhammad Rashid Hussain, Ahsen Raza, Imran Siddiqi, Khurram Khurshid & Chawki Djeddi *EURASIP Journal on Image and Video Processing*volume 2016, Article number: 38 (2016) Erratum to: A comprehensive survey of handwritten document benchmarks: structure, usage and evaluation

15. A comprehensive survey of handwritten document benchmarks: structure, usage and evaluation Raashid Hussain, Ahsen Raza, Imran Siddiqi, Khurram Khurshid, Chawki Djeddi. *EURASIP Journal on Image and Video Processing,* 46 (2015)

16. Recognition of handwritten characters using local gradient feature descriptors. Olarik Surinta

17. Déniz, O., Bueno, G., Salido, J., la Torre, F.D., 2011. Face recognition using histograms of oriented gradients. Pattern Recognit. Lett. 32 (12), 1598–1603.

18. Lee, S.E., Min, K., Suh, T., 2013. Accelerating histograms of oriented gradients descriptor extraction for pedestrian recognition. Comput. Electr. Eng. 39 (4), 1043–1048.
19. High Performance Offline Handwritten Chinese Character Recognition Using GoogLeNet and Directional Feature Maps. Zhuoyao Zhong, Lianwen Jin, Zecheng Xie.
20. Handwriting Recognition of Historical Documents with few labeled data.
21. Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors. Geoffrey E. Hinton, Nitish Srivastava, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan R. Salakhutdinov

АЛГОРИТМЫ БИОИНФОРМАТИКИ

Амирханов Б.С., Мазаков Т.Ж., Шорманов Т.С., Жолмагамбетова Б.Р., Зиятбекова Г.З.
e-mail: amirkhanov.b@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Проведен обзор по алгоритмам биоинформатики. Рассмотрены основные задачи бионформатики и алгоритмы, с примерами на Python: алгоритм по обработке последовательностей ДНК, поиск паттернов, алгоритм множественного выравнивания последовательностей, алгоритмы филогенетического анализа, граф де Брёйна.*
Ключевые слова*: биоинформатика, алгоритмы, ДНК, РНК, BioPython*

Введение. В последние десятилетия были достигнуты важные успехи в биологической и биомедицинской областях, чему способствовали важные достижения в экспериментальных технологиях. Самый известный и, пожалуй, наиболее актуальный пример - впечатляющая эволюция технологий секвенирования за последние 40 лет, чему способствовали крупные инвестиции в проект «Геном человека», главным образом в 1990-х годах. *Биоинформатика* - это междисциплинарная область на стыке биологии, информатики и статистики. Естественно, ее развитие следовало за технологическими достижениями и направлениями исследований в области биологии и информационных технологий. Например, Национальный институт здравоохранения (NIH) определяет биоинформатику в широком смысле, как «исследование, разработка или применение вычислительных инструментов и подходов для расширения использования биологических, медицинских, биологических, поведенческих или медицинских данных». Согласно этому определению, задачи включают сбор, хранение, архивирование, анализ и визуализацию данных. Национальный центр биотехнологической информации (NCBI) раскрывает биоинформатику в трех основных областях:

- разработка новых алгоритмов и статистики для оценки взаимосвязей в больших наборах данных;
- анализ и интерпретация различных типов данных (например, нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, белковых доменов и белковых структур);
- разработка и внедрение инструментов, обеспечивающих эффективный доступ и управление различными типами информации.

В русскоязычных публикациях биоинформатику в основном определяют как совокупность методов и подходов, включающих в себя:

- математические методы компьютерного анализа в сравнительной геномике (геномная биоинформатика);
- разработку алгоритмов и программ для предсказания пространственной структуры биополимеров (структурная биоинформатика);
- исследование стратегий, соответствующих вычислительных методологий, а также общее управление информационной сложности биологических систем.

Какие бы не были определения данного направления на стыке наук, это направление является одним из важнейших достижений науки в целом. В этой статье мы рассмотрим основные алгоритмы для решения задач биоинформатики на базе языка Python.

Клетки являются основными единицами жизни. Все живые существа сделаны из клеток. В организмах, таких как растения или животные, первая клетка организма, называемая первичной зародышевой клеткой, получается путем слияния спермы и яйцеклетки, которые вносятся родителями. Эта первая клетка подвергается множественным циклам деления и дифференциации, в результате чего клетки разной природы. Таким образом, каждая ячейка будет производной от другой ячейки и будет содержать всю необходимую информацию для репликации. Клетка в основном состоит из воды. Например, бактериальная клетка имеет состав по массе приблизительно 70% воды и 30% химического происхождения. Из них 7% представляют собой небольшие молекулы, включая аминокислоты и нуклеотиды, и 23% представляют собой макромолекулы, включая белки, липиды или полисахариды.

Среди молекул с биологической ролью мы можем найти нуклеиновые кислоты. Они кодируют и экспрессируют генетический код, который хранится в клетке. Существует два основных типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК). ДНК содержит информацию, необходимую для построения клетки и поддержания ее функционирования. Отражая информацию, закодированную в ДНК, РНК используется в качестве промежуточного звена при определении состава и, следовательно, природы клетки.

ДНК представляет собой полимер, состоящий из четырех единиц нуклеиновой кислоты, называемых нуклеотидами или парами оснований. Нуклеотиды имеют сходный химический состав, но их можно различить по соответствующим азотистым основаниям: аденин, гуанин, тимин или цитозин. Аденин и гуанин входят в группу пуринов, а цитозин и тимин - пиримидины. Нуклеотиды обычно обозначаются их первой буквой: A, G, T или C.

РНК - это одноцепочечная молекула, которая в отличие от ДНК не образует спиральную структуру. Он также состоит из четырех нуклеотидов, но содержит пятый тип нуклеиновой кислоты под названием урацил (U), который отсутствует в ДНК. Таким образом, в то время как тимин существует только в ДНК, урацил находится только в РНК. Три других основания являются общими для ДНК и РНК. Алфавит последовательности РНК: {A, G, U, C}.

Поскольку в молекулах ДНК (или РНК) существует четыре различных типа нуклеотидов, компьютерное представление этих последовательностей состоит из строк (то есть последовательностей символов), определенных в алфавите из четырех различных символов. Для ДНК эти символы представляют собой буквы A, C, G и T, которые представляют соответственно аденин, цитозин, гуанин и тимин, в то время как в случае РНК T заменяет U, представляющий урацил.

Научное сообщество использует несколько языков программирования для решения задач биоинформатики. Основным для исследователей является язык программирования Python Давайте посмотрим на некоторые особенности Python, на которые стоит обратить внимание. Основные особенности Python:

- краткий и понятный синтаксис. Синтаксис не только улучшает читаемость кода, но также позволяет легко писать код, который повышает производительность программирования;
- набор высокоуровневых и мощных типов данных. Встроенные типы данных включают в себя примитивные типы, которые хранят атомарные элементы данных или типы контейнеров, которые содержат коллекции элементов (сохраняя или не упорядочивая порядок их элементов);
- наличие сторонних модулей для широкого спектра деятельности. Визуализация и отображение данных, генерация PDF, анализ биоинформатики, обработка изображений, машинное обучение, разработка игр, интерфейс с популярными базами данных и прикладное программное обеспечение - это лишь несколько примеров модулей, которые можно установить для расширения функциональности Python;
- встроенные высокоуровневые структуры данных: словари, наборы, списки, кортежи и другие. Они очень полезны для моделирования реальных данных. Сторонние модули, такие как NumPy и SciPy, также могут расширять структуры до kd-деревьев, n-мерных массивов, матричных операций, временных рядов, объектов изображений и многого другого;
- мультипарадигма: Python может использоваться как «классический» процедурный язык или как «современный» язык объектно-ориентированного программирования (ООП). Большинство программистов начинают писать код процедурным способом, а когда им нужно, они переходят на ООП. Python не заставляет программистов писать ООП-код, когда они просто хотят написать простой скрипт;
- кроссплатформенность: программу, созданную на Python, можно запускать на любом компьютере с интерпретатором Python. Таким образом, программа, созданная в Windows 10, может работать без изменений в Linux или OSX. Интерпретаторы Python доступны для большинства компьютеров и операционных

систем, и даже для некоторых устройств со встроенными компьютерами, таких как Raspberry Pi;

- процветающее сообщество: Python в настоящее время является языком программирования для ученых и исследователей. Это приводит к большему количеству библиотек для ваших проектов и людей, к которым вы можете обратиться за поддержкой.

Стоит отдельно отметить проект Biopython. Проект Biopython - это коллекция некоммерческих инструментов Python для вычислительной биологии и биоинформатики с открытым исходным кодом, созданный международной ассоциацией разработчиков. Он содержит классы для представления биологических последовательностей и аннотаций последовательностей, а также способен читать и записывать файлы различных форматов. Это также позволяет программным способом получить доступ к онлайновым базам данных биологической информации, например, в NCBI.

Алгоритмы. *Основная обработка биологических последовательностей.* Здесь мы рассмотрим реализацию процессов, связанных с экспрессией генов, включая транскрипцию, трансляцию и идентификацию открытых рамок считывания. Так как последовательность ДНК является строкой начнем с функции, в которой подсчитываются действительные символы, а их сумма сравнивается с длиной строки, чтобы проверить правильность всех символов. Подобные функции могут быть легко построены для последовательностей РНК или белка.

```
def validate_dna ( dna_seq ):
" Проверка на правильность последовательности ДНК. Возвращает True если последовательность действиельна иначе False. "
seqm = dna_seq .upper ()
valid = seqm.count("A") + seqm. count("C") + seqm. count("G") +
seqm. count("T")
if valid == len (seqm): return True
else : return False
>>> validate_dna (" atagagagatctcg")
True
>>> validate_dna (" ATAGAXTAGAT ")
False
```

Другим полезным примером является возможность вычислять частоту различных символов в последовательностях. Результатом функции будет словарь, где ключи - это символы, а соответствующие значения - частоты. Обратите внимание, что это может быть применено к любому из типов последовательностей, определенных выше (ДНК, РНК и белки):

```
def frequency (seq):
"""Вычисляет частоту каждого символа в последовательности. Возвращает словарь."""
dic = {}
for s in seq.upper ():
if s in dic: dic[s] += 1
else : dic[s] = 1
```

return *dic*
>>> frequency (" atagataactcgcatag ")82 Chapter 4
{'A': 7, 'C': 3, 'G': 3, 'T': 4}
>>> frequency (" MVVMKKSHHVLHSQSLIK ")
{'H': 3, 'I': 1, 'K': 3, 'L': 2, 'M': 2, 'Q': 1, 'S': 3, 'V': 3}

Также вы можете запрограммировать функции, которые

- Возвращает частоту аминокислот от самых частых до наименее частых;
- Возвращает процентное содержание G и C нуклеотидов в последовательности ДНК;
- Возвращает содержимое GC непересекающихся подпоследовательностей размера k;
- Функция, которая вычисляет РНК, соответствующую транскрипции предоставленной последовательности ДНК;
- Вычисляет обратный комплемент последовательности ДНК;
- Переводит кодон в аминокислоту, используя внутренний словарь со стандартным генетическим кодом;
- Переводит последовательность ДНК в аминокислотную последовательность.

Поиск конкретных паттернов в биологических последовательностях является одной из наиболее распространенных задач, с которыми биоинформатики сталкиваются ежедневно. Поскольку соответствующая биологическая информация хранится в последовательностях, анализ локальных закономерностей в этих последовательностях является весьма актуальным. Алгоритмы данного направления - это алгоритмы относящиеся к поиску подстроки в строке. Наиболее распространенные: это примитивный поиск (правда его не используют), алгоритм Бойера-Мура, использование детерминированного конечного автомата, алгоритм Кнута-Морриса-Пратта и многие другие. Очень часто для поиска паттернов используют регулярные выражения. Регулярные выражения - это концепция программирования, существующая во всех современных языках программирования, которая позволяет гибко определять шаблоны для поиска в строках, что позволяет находить паттерны использую гибкие шаблоны. Пример использование регулярных выражений для проверки корректности входящей последовательности предсатвлен ниже:

def *validate_dna_re (seq):*
from *re* ***import*** *search*
if *search("[^ACTGactg]", seq) !=* ***None****:*
return *False*
else *:*
return *True*
>>> validate_dna_re(" ATAGAGACTATCCGCTAGCT")
True
>>> validate_dna_re(" ATAGAGACTAXTCCGCTAGCT")
False

Сравнение последовательностей и выравнивание последовательностей. Одним из основных вкладов, которые биоинформатика вносит в биологические исследования, является помощь в выяснении функции данных генов или белков,

которые они кодируют. Общий подход к решению этих задач состоит в том, чтобы генерировать гипотезы относительно их биологической функции на основе сходства их последовательностей с другими, которые имеют определенную функцию, предпочтительно с экспериментальной проверкой. На самом деле мы пытаемся достичь гомологии, то есть существования общей родословной, основанной на сходстве последовательностей. Важно подчеркнуть, что эти понятия не эквивалентны. Однако на практике последовательности, которые демонстрируют высокую степень сходства, имеют высокую вероятность того, что они будут гомологичны и имеют схожие функции. Эта вероятность возрастает с увеличением степени подобия. Когда сходство достигает высоких уровней (определение правильного порога, к сожалению, не очевидно), мы можем вывести функцию с некоторой достоверностью, хотя идеалом всегда является экспериментальное подтверждение. Целевую функцию для задачи оптимизации (проблемы парного выравнивания последовательности) можно определить следующим образом:

Вход: две последовательности с четко определенным алфавитом; целевая функция для оценки каждого решения выравнивания;

Вывод: оптимальное сочетание символов в каждой последовательности, расставляя пробелы в соответствующих позициях, чтобы максимизировать целевую функцию.

Прежде чем смотреть более подробно на особенности целевой функции, давайте попробуем понять потенциальную сложность этой проблемы, оценив число возможных решений. Для этой цели мы рассмотрим упрощение, согласно которому обе последовательности имеют одинаковый размер n. Это ограничение будет служить только для упрощения наших выражений и будет достаточным, чтобы дать представление о сложности. Поскольку для нашей задачи решения различаются по способу размещения пробелов в последовательностях, мы можем легко выяснить, что максимальный размер всего выравнивания будет равен 2n, для случая, когда мы помещаем n пробелов, поскольку это не имеет смысла иметь разрыв в обеих последовательностях. Таким образом, общее количество решений будет обеспечено возможными комбинациями размера n из 2n элементов, определяемыми как:

$$\binom{2n}{n} = \frac{(2n)!}{n!^2}$$

Чтобы иметь представление о представленном значении, для n = 20 (очень маленькое значение для реальных биологических последовательностей) это составляет около 130 миллиардов решений. Это дает представление о том, что проблема довольно сложна и что ее невозможно решить с помощью метода грубой силы, в котором перебираются все возможные варианты.

В первые годы биоинформатики различные исследователи предложили использовать алгоритмы динамического программирования (DP) для решения задач выравнивания биологической последовательности. DP - это универсальный класс алгоритмов оптимизации, основанный на принципе «разделяй и властвуй», где оптимальные решения для подзадач и их оценки используются повторно (а не пересчитываются) при решении более крупных задач. Эта идея была применена к

выравниванию последовательностей, учитывая, что выравнивание двух последовательностей может быть составлено из выравниваний подпоследовательностей этих последовательностей. Примерами использования динамического программирования являются алгоритмы: алгоритм Нидлмана-Вунша и алгоритм Смита-Уотермана. Описание построения этих алгоритмов вы можете найти в [4]. В пакете BioPython реализованны алгоритмы динамического программирования, например, в следующем примере показано, как выполнить выравнивание двух последовательностей ДНК, используя оценку соответствия 1, в то время как оценка несоответствия и штрафы за пропуски равны 0:

```
from Bio import pairwise2
from Bio. pairwise2 import format_alignment
alignments = pairwise2 .align. globalxx(" ATAGAGAATAG ", " ATGGCAGATAGA ")
print ( l e n ( alignments))160 Chapter 6
for a in alignments:
print ( format_alignment( ∗ a))
```

Особо стоит отметить отдельную проблему: поиск похожих последовательностей в базах данных. За последние годы сообществом биоинформатики было предложено несколько эвристических алгоритмов для решения этой задачи. Наиболее популярными из них являются FASTA, появившаяся в первые годы биоинформатики, и BLAST (Basic Local Search Alignment Tool), который в настоящее время является широко используемой программой, доступной для запуска сообществом на большом количестве серверов, включая основные исследовательские институты как NCBI или EBI.

Выравнивание нескольких последовательностей. Отдельной задачей стоит выравнивание нескольких последовательной сразу. Если выше мы рассматривали попарное выравнивание, то сейчас задача ставится для n последовательностей сразу. Это имеет особое значение, например, при определении функции белков, где комбинация различных последовательностей с потенциальной гомологией нашей цели из разных организмов может придать дополнительную уверенность в создании гипотез для функционального описания и обеспечивает более надежный способ идентифицировать консервативные области тех белков, которые могут играть соответствующую функциональную роль. Белковые выравнивания могут также очень помочь в определении их вторичных или третичных структур.

Проблема множественного выравнивания последовательностей (MSA) обобщает попарное выравнивание, рассматривая N (N> 2) последовательностей для выравнивания. Хотя определение проблемы очень похоже, сложность возрастает с ростом числа последовательностей. Действительно, проблема считается NP-трудной с точки зрения сложности. Таким образом, нет эффективных алгоритмов для решения проблемы, когда N становится большим. Для решения задач множественного выравнивания используют методы динамического программирования с построением гиперкуба и методы эвристические алгоритмов. В целом, эвристические алгоритмы для MSA могут быть классифицированы как:

- прогрессивный - начинается с выравнивания двух последовательностей и затем итеративно добавляются остальные последовательности к выравниванию;

- итеративный - рассмотрите начальное выравнивание и затем попытайтесь улучшить это выравнивание, перемещая, добавляя или удаляя пробелы;
- гибридный - может сочетать разные стратегии и использовать дополнительную информацию (например, информацию о структуре белка, библиотеки с хорошим локальным выравниванием).

Филогенетический анализ. Филогенетика - это раздел биологии, который изучает эволюционную историю и отношения между людьми или видами. Вывод филогений, представленных в виде филогенетических деревьев, которые объясняют эволюционные отношения между этими индивидуумами или видами, традиционно достигается на основе наследственных признаков, в основном морфологических. Наличие последовательностей ДНК позволило изменить эту область, сделав ее гораздо более строгой, поскольку она основана на прямом продукте эволюции, учитывая, что мутации происходят непосредственно над ДНК.

Алгоритмы филогенетического анализа можно в целом разделить на три основных класса, которые в основном различаются по стратегии, используемой для вычисления целевой функции, и в то же время предлагают альтернативные подходы для поиска в огромном пространстве решения этой проблемы. Основными классами являются следующие:

- алгоритмы на основе расстояний: включают в себя методы, основанные на расчете парных расстояний между последовательностями (на основе выравнивания последовательностей), с целью поиска деревьев, в которых расстояния соответствуют значениям во входной матрице;
- максимальная экономия: включает методы, которые ищут деревья, где количество необходимых мутаций (во внутренних узлах дерева) для объяснения изменчивости последовательностей минимизировано;
- статистические/байесовы методы: определяет вероятностные модели для возникновения различных типов мутаций и использует эти модели для оценки деревьев на основе их вероятности (или вероятности), поиска наиболее вероятных деревьев, которые объясняют последовательности в соответствии с предполагаемой моделью.

Алгоритмы обнаружения мотива. В контексте анализа биологической последовательности термин «мотив» относится к нетривиальному последовательному шаблону, который характерен для нескольких последовательностей. Под нетривиальным мы подразумеваем, что мотив имеет минимальную соответствующую длину и захватывает комбинацию символов, которая отличается от базового распределения символов. Однако его главной особенностью является повторение, то есть тот факт, что это происходит в нескольких из проанализированных последовательностей. Проблема обнаружения детерминированных мотивов представляет собой интересную вычислительную задачу, которая привлекала внимание многих биоинформатиков и ученых на протяжении многих лет. Алгоритмы для решения этой задачи:

- алгоритмы грубой силы: исчерпывающий поиск
- алгоритм ветвления и границ. Алгоритм принадлежит группе комбинаторных алгоритмов оптимизации. Он перечисляет кандидатов, но

использует интеллектуальный механизм прогнозирования, чтобы избежать явного перечисления некоторых решений. Поэтому он хорошо подходит для этой задачи.

- Эвристические алгоритмы. Эвристические алгоритмы были введены в различных методах, с компромиссом между оптимальностью решения и вычислительной эффективностью основанные на предыдущих алгоритмах.

Вероятностные мотивы и стохастические алгоритмы. Вероятностные мотивы, как правило, выражаются через позиционную весовую матрицу (PWM), также называемые шаблонами или профилями. PWM - это матрица взвешенных совпадений каждого из биологических символов (нуклеотидов или аминокислот) в виде строк и каждой позиции мотива в виде столбцов. PWM обеспечивает вероятностное представление мотива путем захвата частоты каждого символа вдоль его положений последовательности. PWM может затем использоваться для поиска новых совпадений мотивов во входных последовательностях и может быть уточнено путем включения других сопрадений с высокими показателями. Стохастические алгоритмы, основанные на максимизации ожиданий (EM), могут решить эту проблему эффективного поиска мотива, предоставляя способ обхода пространства поиска и оптимизации мотивов. Эта стратегия опирается на итеративный подход, который может одновременно определять наиболее представительные подпоследовательности, т.е. лучшие совпадения мотива по входным последовательностям при обновлении и уточнении модели мотива. Предыдущий алгоритм можно улучшить, введя стратегию под названием «выборка Гиббса». Эта идея, предложенная Lawrence [11], используется несколькими алгоритмами поиска мотивов и в качестве эвристического метода не гарантирует наилучшего решения, но на практике при многократном запуске он работает хорошо.

Скрытые марковские модели (HMM). В анализе биологической последовательности события, связанные с последовательностью, часто являются вероятностными. Примеры этого включают, например, классификацию субклеточной локализации (например, цитозоль, ядро или мембрана) белка по его последовательности; наличие белковых доменов в последовательности или вероятность связывания транскрипционного фактора с последовательностью области промотора гена. Скрытые марковские модели- стохастические модели, которые фиксируют статистические закономерности из входных последовательностей и позволяют разрабатывать алгоритмы для поиска мотивов и поиска в базе данных. HMM - вероятностные модели, которые фиксируют статистические закономерности в линейной последовательности. Действительно, HMM широко использовались во многих различных задачах молекулярной биологии, включая поиск генов, поиск профилей, множественное выравнивание последовательностей, идентификацию регуляторных сайтов или предсказание вторичной структуры в белках.

Общее введение в скрытые марковские модели можно найти в [12]. HMM очень хорошо подходят для многих задач в задачах анализа биологических последовательностей. Это включает в себя задачи поиска генов, поиска профиля, выравнивания нескольких последовательностей, идентификации сайта регулятора и прогнозирования вторичной структуры или определения числа копий. В поиске генов стоит выделить методы HMMgene и GENSCAN.

Графы и биологические сети. Граф может быть определен в математике как набор объектов, с которыми связаны некоторые пары объектов в этом наборе. Хотя они могут быть легко определены и имеют простую структуру, они представляют собой мощные и гибкие структуры данных с огромным набором приложений в области компьютерных наук и многих областях науки и техники.

В последние годы различные типы представлений, основанные на концепции графов, использовались для характеристики и моделирования различных типов биологических систем, в основном внутри клеток. Эти графы, глобально обозначенные как биологические сети, обычно представляют в своих узлах биологические объекты, такие как гены, белки или химические соединения, в то время как ребра представляют различные типы взаимодействий или отношений между этими объектами с четко определенным биологическим значением (например, гены -кодирующие белки, метаболиты - участвующие в реакциях, белки - которые регулируют экспрессию генов или связываются с соединениями). Эти сети предоставляют мощные инструменты в области системной биологии для поддержки глобального анализа клеточной организации и фенотипического поведения, а также их основных подсистем с акцентом на метаболизм, регуляцию экспрессии генов и передачу сигнала. С другой стороны, регуляторные сети охватывают гены и белки, представляющие процессы, которые позволяют клеткам контролировать уровни экспрессии генов в различных ситуациях (например, разные типы клеток или разные стимулы), в то время как сигнальные сети представляют собой белковые каскады, обычно участвующие в трансдукции сигналов снаружи клетки во внутренние регуляторные и метаболические системы. Для анализа биологический сетей используются: степень распределения, поиск кратчайшего пути, коэффициенты кластеризации и много другое почерпнутого из теории графов.

Сборка генома - процесс объединения большого количества коротких фрагментов ДНК (ридов) в одну или несколько длинных последовательностей в целях восстановления последовательностей ДНК хромосом, из которых возникли эти фрагменты в процессе секвенирования.

Секвенирование генома много раз сравнивалось с чтением книги, книги жизни. Тем не менее, секвенирование генома технически совсем не процесс чтения. Действительно, в настоящее время нет технологий, позволяющих секвенировать полные геномы, поскольку эти методы ограничены последовательностью небольших фрагментов молекул ДНК, состоящей не более чем из нескольких сотен пар оснований. Эти перекрывающиеся фрагменты, называемые ридами, необходимо затем собрать вместе, чтобы восстановить исходную последовательность (или геном), почти так же, как можно собрать кусочки головоломки.

Сложность этой проблемы может быть огромной, что легко понять, если учесть, что размер считываний обычно составляет несколько сотен нуклеотидов, в то время как полные геномы обычно содержат от нескольких до тысяч миллионов нуклеотидов. До 1990-х годов это действительно считалось невыполнимой задачей, и даже сегодня некоторые более крупные геномы все еще недоступны для современных программно-аппаратных комплексов.

Помимо размера геномов, другие факторы делают это очень сложной проблемой на практике. Некоторые из них перечислены ниже:

- Молекулы ДНК имеют две комплементарные цепи, и невозможно определить, из какой цепи был взят данный фрагмент;
- все типы оборудования для секвенирования генома имеют относительно высокую частоту ошибок, и, таким образом, во многих случаях фрагменты могут отличаться от исходной последовательности, что затрудняет вывод наложения с другими смежными фрагментами;
- Существуют области генома, которые очень трудно или даже невозможно упорядочить, и поэтому они не охватываются никакими ридами.

Наиболее эффективные алгоритмы для этих сложных задач основаны на графах, если точнее на концепциях гамильтоновых и эйлеровых путей, и связанных с ними алгоритмах. *Графы перекрытия.* Одним из вариантов решения этих проблем является теория графов. Действительно, фрагменты для этой последовательности могут быть организованы в особый тип графа, называемый графом перекрытия, который может привести к другой постановке задачи и альтернативным алгоритмам. Граф перекрытия определяется следующим образом:

- Узлы (вершины) соответствуют входным фрагментам, то есть для каждого фрагмента будет одна вершина (рид);
- Ребра созданы между двумя узлами v и w, если $\text{suffix}_{k-1}(v) = \text{prefix}_{k-1}(w)$, т.е. последовательностей узлов v и w имеют перекрытие K - 1 нуклеотидов.

Решением задачи восстановления последовательности можно представить в виде пути по этому графу. Чтобы решение было правильным, этот путь должен проходить ровно один раз по каждому узлу графа.

Гамильтонов цикл. В ориентированном графе гамильтонов цикл - это путь, который проходит через все узлы графа ровно один раз. Как мы уже упоминали выше, проблема восстановления строки последовательности с учетом ее состава может быть определена как проблема нахождения гамильтоновой схемы в графе перекрытия. Действительно, из пути, заданного гамильтоновым циклом, мы можем легко получить «исходную» последовательность. Это делается простым извлечением последовательности из первого узла в пути и конкатенацией последнего символа последовательностей в оставшихся узлах пути в соответствии с его порядком. При увеличении размера последовательности алгоритм начинает вести себя все хуже и хуже с точки зрения времени выполнения. Фактически этот алгоритм нельзя использовать для больших последовательностей и соответствующих графиков перекрытия. Действительно, проблема нахождения гамильтоновых графов довольно сложна и относится к классу NP-полных задач оптимизации, что подразумевает отсутствие эффективных алгоритмов при масштабировании задачи, в данном случае, когда граф становится больше.

Графы де Брёйна для сборки генома. В поиске эффективных алгоритмов для сборки генома исследовательское сообщество искало другие пути решения. Действительно, подходя к аналогичным проблемам, хотя в то время не относящийся к сборке генома, математик де Брёйн предложил отличное решение, в котором также используются ориентированные графы.

Идея заключается в том, чтобы представлять фрагменты задачи как ребра, а не как вершины. Таким образом, здесь решениями этой задачи могут быть пути по графу, содержащие все ребра ровно один раз. В случае графов *де Брёйна* вершины

содержат последовательности, которые соответствуют либо $prefix_{k-1}$, либо $suffix_{k-1}$ одного из фрагментов. Таким образом, каждое ребро, соответствующее фрагменту, соединяет узел, представляющий его $prefix_{k-1}$, с узлом, представляющим его $suffix_{k-1}$. В этом случае, в отличие от предыдущих графиков перекрытия, префиксы и суффиксы длины k-1, которые имеют одинаковую последовательность, представлены в одном узле. Таким образом, повторяющиеся фрагменты представлены в виде нескольких ребер, соединяющих одну и ту же пару узлов.

Заключение. Мы рассмотрели в данной статье основные алгоритмы биоинформатики: поиск паттернов в цепочке ДНК, сравнение и выравнивание последовательностей, алгоритм множественного выравнивания последовательностей, алгоритмы филогенетического анализа, алгоритмы обнаружения мотива, а также вероятностные мотивы и стохастические алгоритмы. Определили потенциальную сложность некоторых алгоритмов, что показывает важность этих алгоритмов и потенциал проблем, для решения которых используются эти алгоритмы. Рассмотрели скрытые марковские модели, графы и биологические сети. Для решения вопросов сборки генома рассмотрели графы перекрытия, гамильтонов цикл и графы де Брёйна. Понимая идеи и алгоритмы, лежащие в основе различных методов можно оптимизировать их использование или разработать новые методы, отвечающие потребностям современной науки.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05132044 «Разработка аппаратно-медицинского комплекса оценки психофизиологических параметров человека».

Литература

1. Computational Methods in Molecular Biology, Elsevier Science, 1998.
2. Biopython: freely available python tools for computational molecular biology and bioinformatics, Bioinformatics 25 (11) (2009).
3. Biopython tutorial and cookbook, http://biopython.org/DIST/docs/tutorial/Tutorial.html.
4. Miguel Rocha, Pedro G. Ferreira, Bioinformatics Algorithms Design and Implementation in Python, Academic Press is an imprint of Elsevier, 2018
5. B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, Molecular Biology of the Cell, 4th edition, Garland Science, New York, USA, 2002.
6. S. Bassi, Python for bioinformatics, 2th edition, CHAPMAN & HALL/CRC, Mathematical and Computational Biology Series.
7. Stephen F. Altschul, Thomas L. Madden, Alejandro A. Schäffer, Jinghui Zhang, Zheng Zhang, Webb Miller, David J. Lipman, Gapped blast and psi-blast: a new generation of protein database search programs, Nucleic Acids Research, 1997.
8. R. Andersson, et al., An atlas of active enhancers across human cell types and tissues, Nature 507 (Mar 2014) 455–461.
9. K. Asai, S. Hayamizu, K. Handa, Prediction of protein secondary structure by the hidden Markov model, Computer Applications in the Biosciences 9 (2) (Apr 1993) 141–146.

10. John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, Jeffrey D. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 3rd edition, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2006.

11. C.E. Lawrence, S.F. Altschul, M.S. Boguski, J.S. Liu, A.F. Neuwald, J.C. Wootton, Detecting subtle sequence signals: a Gibbs sampling strategy for multiple alignment, Science 262 (5131) (Oct 1993) 208–214.

12. Lawrence R. Rabiner, A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition, in: Proceedings of the IEEE, 1989, pp. 257–286.

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ССП ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Бәзіл Г.Д., Адилова Ш.К.
e-mail: gulmira.bazil@gmail.com
Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан

Аннотация. *Разработана адаптивная модель управления системой сбалансированных показателей (ССП) на изменения внешней среды на основе программно-модульного подхода управления социально-экономическими системами. Проведена количественная оценка переменных и параметров математической модели организационных изменений с применением математического аппарата теории нечетких множеств. Оценка характера организационных изменений, описывается заранее определенными лингвистическими выражениями «низкий», «средний», «высокий», которые моделируются теорией нечетких множеств. Работа велась на базе ключевых показателей теплоснабжающей компании, для которой была разработана ССП, учитывая структурные и производственные особенности предприятия.*

Введение

В настоящее время все более остро встает задача разработки систем оптимального управления технологическими процессами в теплоснабжении городов Казахстана, позволяющие энергоэффективно управлять централизованным теплоснабжением. Повышение эффективности использования энергоресурсов в теплоснабжении требует комплексного решения экономических, организационных и технических задач и неразрывно связано с повышением общей эффективности функционирования и развития отрасли.

В данной работе объектом исследования является ССП теплоснабжающего предприятия, предметом исследования – процессы управления организационными изменениями относительно распределения ресурсов (материальных и трудовых) и достижения цели с оптимальными показателями. Стоит отметить, что ССП выступает как объект управления, а задача распределения ресурсов как задача

регулирования, задачи же интерактивного планирования как измеритель соответствия между плановыми и фактическими значениями. В целом вся система представляется как адаптивная система управления организационными изменениями.

Однако необходимо отметить, что формализация экономико-социальных систем это – сложная задача. Причиной этому является действие субъективных факторов, обусловленных участием человека в процессах экономико-социальных систем, который принимает решения в ходе выполнения работы. Многие факторы, характеризующие функционирование экономико-социальной системы, трудноизмеримы, а между некоторыми существуют качественные отношения [1]. Поэтому в работе используется аппарат нечеткого моделирования.

Прежде чем разработать адаптивную систему управления организационными изменениями необходимо провести анализ применения нечетких множеств в построении и использовании ССП.

Практика использования ССП и нечетких множеств

Разработаны методологические основы и разработано методическое обеспечение управления реструктуризацией производственных систем в условиях неопределенности [2]. Создана модельная и интеллектуальная система поддержки принятия решений, которая в отличие от существующих позволяет планировать спрос, выполнять график выпуска концентрата и может планировать потребление энергии, материальные ресурсы и производственные мощности. Здесь же предложена система автоматизации принятия управленческих решений с интеллектуальными поисковыми системами и принятия решений, учитывающая особенности технологической структуры предприятия, неопределенность внешних и внутренних факторов производства инновационных продуктов.

В этой статье [3] указывается на возможность использования Balanced Scorecard в качестве инструмента контроля стратегического характера, который может эффективно поддерживать процессы стратегического управления компаниями, работающими в теплоэнергетике. В исследовании представлена сущность сбалансированной системы показателей в четырех аспектах со стратегическими целями, сформулированными для каждого из них, и предлагаемыми мерами степени их реализации.

Авторы следующей статьи [4] также используют сбалансированную систему показателей (BSC) для решения следующих проблем: (1) Как определить ключевые показатели эффективности (KPI), которые влияют на результаты? (2) Как ориентировать отстающую группу в сопоставлении с ведущей группой (бизнес-диагноз)? (3) Как настроить значимые KPI для улучшения результатов (что-то симуляция)? В частности, классификация и регрессионное дерево (слитое с логистической регрессией) и нейронная сеть обратного распространения (слияние с множественной регрессией) принимаются для обеспечения понимания руководством мировых солнечных компаний.

В [5] была проведена последовательная связь между стратегическими планами организации и оперативным бюджетом в конкурентной среде. Согласно пошаговой модели, предложенной в этой статье, важность стратегического плана

рассматривает основных конкурентов рынка как фактор внешней среды и сбалансированные показатели показателей как внутреннюю среду. Оба рассчитаны методом искусственного нейро-нечеткого вывода, чтобы затмить конкурирующие компании. Затем, подпрогресс должен быть иерархически определен в конкретных планах. Попутно метод развертывания функции нечеткого качества переводит вес стратегического плана на детализированное значение задачи (как наименьший компонент оперативной программы) во власти четырех домов качественной матрицы. Оперативный бюджет выделяется программам распространения стратегических планов в конкурентной среде. Наконец, для примера использования разработанного образца представлено и обсуждено тематическое исследование в автомобильной промышленности.

Стратегическое планирование является виртуальной необходимостью в бизнесе, поэтому в работе [6] предлагается комплексный подход для инструмента сбалансированной системы показателей (BSC) и системы, основанной на знаниях, с использованием регрессионного анализа частичных наименьших квадратов (PLS). Для отраслевого стратегического планирования разработана адаптивная система знаний на основе BSC. Операционные стратегии основаны на следующих перспективах: обучение и рост, внутренний контроль, рыночная среда и финансовые показатели. Эта адаптивная система знаний на основе BSC может помочь определить конкретные весовые коэффициенты стратегии и дать рекомендации для плана развития отрасли. Форма авторского права EVS25.

Предложена практическая методология [7] для достижения и повышения организационной гибкости на основе стратегических целей. На первом этапе набор ключевых показателей эффективности (KPI) исследуемой организации признается и классифицируется в соответствии с перспективой сбалансированной системы показателей (BSC). Критические факторы успеха затем определяются путем ранжирования ключевых показателей эффективности в зависимости от их важности в достижении организационных стратегических целей с использованием Методики для предпочтения по подобию идеального решения (TOPSIS). На втором этапе три дома качества (HOQ) строятся последовательно, чтобы идентифицировать и ранжировать основные подвижные атрибуты, гибкие средства и пути улучшения. Кроме того, для перевода лингвистических суждений практиков в числовые значения в построении HOQ используется нечеткая логика. В настоящем документе предлагается новая методология для достижения организационной гибкости. Благодаря использованию и связыванию нескольких инструментов, таких как BSC, нечеткого TOPSIS и развертывания качественных функций (QFD), предлагаемый подход позволяет организациям идентифицировать наиболее подходящие гибкие атрибуты, гибкие средства и впоследствии гибкие пути улучшения.

В следующем исследовании [8] предлагается метод оценки устойчивости для производства МСП с использованием метода интегрированного нечеткого аналитического иерархического процесса (FAHP) и системы нечеткого вывода (FIS). Показатели эффективности определены из литературы с учетом характеристик МСП. Сбалансированная система показателей используется для классификации показателей по четырем аспектам. Лингвистические переменные используются для сбора мнений лиц, принимающих решения, о рейтингах эффективности и важности

аспектов и соответствующих показателей. Метод FAHP применяется для определения относительных весов показателей и показателей. Оценки эффективности организации в отношении показателей и относительных весов показателей объединяются для получения взвешенных оценок производительности. Оценочные оценки производительности рассматриваются как входные данные для FIS. Иерархический FIS применяется для получения общей устойчивости.

В исследовании [9] представлена новая архитектура управления рисками путем расширения сбалансированных оценочных карт (BSC) с учетом рисков для оценки корпоративной операционной эффективности, а затем построена гибридная система, которая объединяет ядерные нечеткие С-средства (KFCM), анализ решений с множеством атрибутов (MADA) и экстремальный учебный компьютер (ELM) для прогнозирования корпоративной эффективности. KFCM реализуется для выполнения задачи кластеризации для каждой компании по каждому аспекту BSC.

Проблема оценки, отбора и улучшения ключевых показателей эффективности в процессе разработки новых услуг рассматривается в работе [10], где относительная важность введенных ключевых показателей эффективности и их значений оценивается лицами, принимающими решения на отдельных предприятиях (всего 187 человек). Оценка лиц, принимающих решения, описывается заранее определенными лингвистическими выражениями, которые моделируются с использованием теории нечетких множеств. Совокупное относительное значение определяется в соответствии с подходом, разработанным в этой статье. Ранжирование и улучшение ключевых показателей эффективности определяется как многокритериальная задача принятия решений, которая может быть решена генетическим алгоритмом.

Кроме того, объединение принципов Balanced Scorecard (BSC) с теорией нечетких множеств также отражается в следующих работах [11] - задачи стратегического развития ОАО «Газпром», [12] - в управления качеством в государственных высших учебных заведениях. Комплексный подход к проектированию процессов для авиаперевозок предполагает объединение методологии теории нечетких множеств (FST), сбалансированной системы показателей (BSC) и теории ограничений (TOC) [13, 14].

Также выполнено много работ по математическому подходу к одному из ключевых показателей эффективности в рамках Balanced Scorecard с использованием нечеткого множества и теории нечеткой логики [15].

Разработка ССП теплоснабжающего предприятия

Карта стратегии отражает стратегические цели и взаимосвязи между ними. Согласно методологии сбалансированных показателей Д.Нортона и Р.Каплана [16] карта стратегии теплоснабжающего предприятия наглядно представляет стратегию предприятия.

На разработанной стратегической карте теплоснабжающего предприятия отображаются только глобальные цели и показатели относительно перспектив сбалансированной системы [17] (рис. 1).

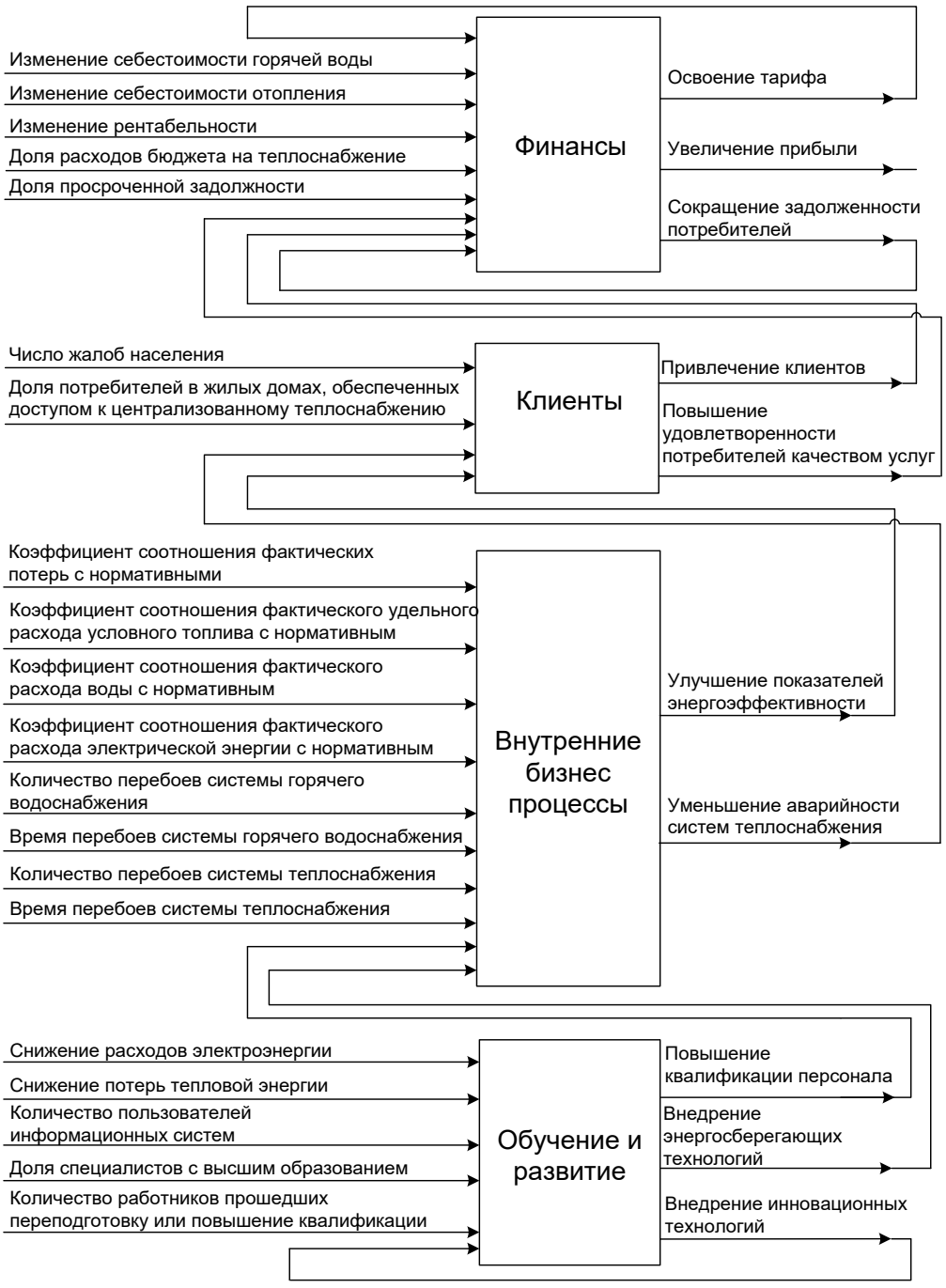


Рис. 1 Преобразованная стратегическая карта теплоснабжающего предприятия

Стратегическая карта представляет собой четырехуровневую систему (финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие), в которой описаны цели и показатели. Цели нижестоящего уровня являются показателями целей вышестоящего уровня.

Высшим уровнем стратегического плана являются финансы. То есть цели этого уровня являются приоритетными. На этом уровне три цели: увеличение прибыли, освоение тарифа и сокращение задолженности потребителей. Основной целью является увеличение прибыли.

ССП как система адаптивного управления

Система теплоснабжения является сложной, многомерной и многосвязной системой. Управление такой системой будет возможным, если применить принцип адаптивности.

Одним из достоинств многомерных организационных структур, в наибольшей степени отвечающих требованиям адаптивности, является то, что такой тип организации устраняет необходимость постоянной реструктуризации, которая заменяется перераспределением ресурсов [18]. Замена реструктуризации процедурой рационального распределения ресурсов позволяет значительно повысить скорость процесса адаптации.

Свойства, характеризующие принципы моделирования адаптивных организационных структур, следует дополнить принципом стохастического (вероятностного) моделирования.

Критерий оптимальности представляет собой минимум некоторого функционала, характеризующего степень несоответствия параметров организации требованиям внешней среды в установившемся режиме [19].

Содержательно такой критерий означает стремление к такому управлению адаптацией, которое обеспечит минимум систематической и случайной составляющих рассогласования.

Процесс адаптации организации к изменяющимся условиям внешней среды можно представить следующей обобщенной схемой:

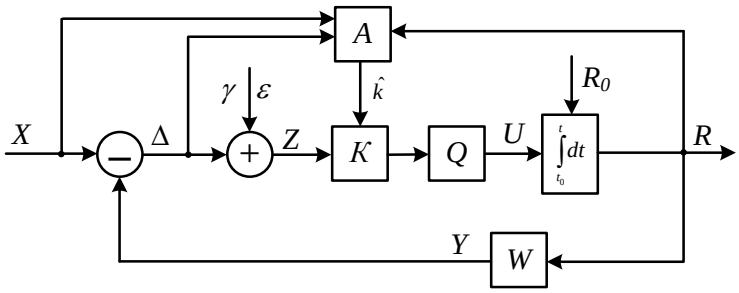


Рис. 2 Процесс адаптации внутренней среды организации к изменениям внешней среды

На схеме приняты следующие обозначения:

X – плановые показатели, в случае изменения которых организация требует немедленной реакции (здесь важно отметить, что изменения плановых показателей в основном зависят от изменения внешней среды); γ – возможная информационная неопределенность; ε – результаты адаптивных преобразований с учетом интерактивного планирования; Z – наблюдения показателей X с учетом возможной информационной неопределенности и результатов адаптивных преобразований с

учетом интерактивного планирования; А – блок адаптации; $\hat{k}$– коэффициенты настройки (адаптации); R – результаты адаптивных преобразований внутренней среды организации для достижения стратегической цели, $R_0 = R(t_0)$; Y – наблюдения результатов адаптивных преобразований внутренней среды организации; Δ – отклонения состояния организации от требований, диктуемых системой сбалансированных показателей; U – управленческое решение, требующее осуществления адекватных преобразований во внутренней среде организации; К – матрица ресурсов; Q – матрица структуры; W – матрица интерактивного планирования.

Предложенная модель организации в виде следящей системы адекватно описывает процессы преобразований внутренней среды организации в режиме постоянной адаптации к изменениям внешней среды.

Анализ ССП показал необходимость построения адаптивной системы, модель которой построена в многомерном случае, т.е. m-входов и n-выходов (рис. 3).

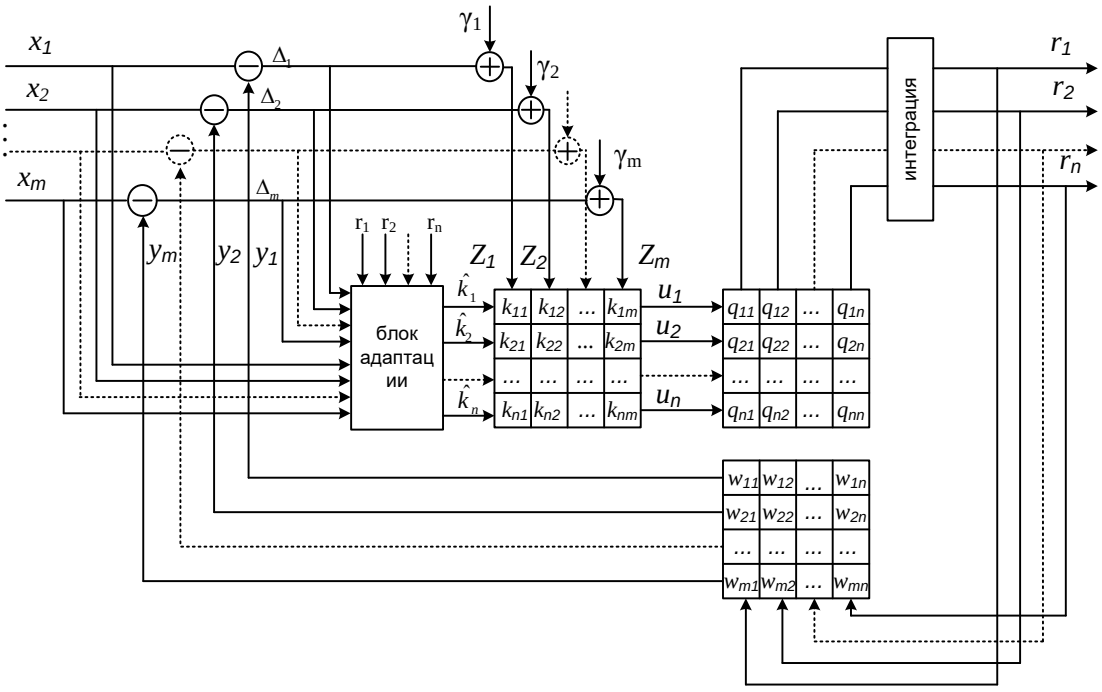


Рис. 3 Стохастическая многомерная адаптивная система управления

Подобная модель адаптации предложена П.А. Михненко [18]. Данная схема построена по стратегической карте теплоснабжающего комплекса, выходом, которой является конечная цель – увеличение прибыли (рис. 1).

Нечеткое моделирование процессов организационных изменений

Сложность количественной оценки переменных и параметров математической модели организационных изменений является одной из основных проблем в их практическом использовании. Для решения данной проблемы можно применить

математический аппарат теории нечетких множеств [20]. Значения входных переменных задаются лингвистическими переменными «низкий», «средний», «высокий», что позволяет осуществлять опрос экспертов (менеджмента предприятий) для оценки характера организационных изменений, что вызывает затруднения при попытке использовать точные (четкие) значения (таблица 1).

Таблица 1. Экспертные оценки влияния показателей организационных изменений

Входные данные						Выходные данные	
Скорость изменения внешней среды		Уровень информационной неопределенности		Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня		Оптимальная интенсивность организационных изменений	
Относительная скорость, %	Экспертная оценка	Относительный уровень, %	Экспертная оценка	Относительное влияние, %	Экспертная оценка	Относительная интенсивность	Экспертная оценка
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	1	0	1	0	1
5	0,2	5	1	5	0,97	10	0,9
10	0,6	10	0,9	10	0,5	15	0,85
15	1	15	0,5	15	0,12	18	0,87
20	0,6	20	0,2	20	0,03	20	0,91
25	0,2	25	0,07	25	0,5	25	0,75
30	0,6	30	0,03	30	0,75	27	0,73
35	0,9	35	0,88	35	0,93	35	0,65
40	1	40	0,97	40	1	31	0,69
45	1	45	1	45	1	38	0,68
50	1	50	1	50	1	43	0,57
55	0,9	55	1	55	1	50	0,5
60	0,6	60	0,97	60	0,9	52	0,52
65	0,2	65	0,88	65	0,93	55	0,41
70	0,1	70	0,7	70	0,75	65	0,34
75	0,2	75	0,07	75	0,07	75	0,28
80	0,5	80	0,2	80	0,2	80	0,2
85	0,8	85	0,5	85	0,5	82	0,18
90	1	90	0,88	90	0,88	87	0,13
95	1	95	1	95	1	95	0,09
100	1	100	1	100	1	100	0

Вместе с тем математический аппарат нечетких множеств предоставляет возможность анализа трансформаций структуры (характеристик) нечетких чисел и формирование выводов о характере организационных изменений.

Лингвистическая переменная задается тройкой (x, T, U), где x - имя переменной; T - терм-множество, каждый элемент которого (терм) представляется

как нечеткое множество на универсальном множестве U. Например, для входной переменной «Скорость изменения внешней среды» лингвистическая переменная задается следующим образом:

x_1 = «Скорость изменения внешней среды»;

$U = [0, 100]$;

T {«низкая», «средняя», «высокая»} с обобщенной колокообразной функцией принадлежности ($u \in U$).

$$\mu(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u - c}{a} \right)^{2b}} \quad (1)$$

Вид функции принадлежности выбирается согласно экспертным данным (таблица 2), т.е.

Таблица 2. Виды функции принадлежности

Низкая					Средняя									Высокая						
$\mu_{низкая}(u) = \frac{1}{1 + \left\| \frac{u+2}{12} \right\|^4}$					$\mu_{средняя}(u) = \frac{1}{1 + \left\| \frac{u-40}{16} \right\|^6}$									$\mu_{высокая}(u) = \frac{1}{1 + \left\| \frac{u-90}{20} \right\|^6}$						
0-20%					20-60%									60-100%						
0	0,2	0,6	1	0,6	0,2	0,6	0,9	1	1	1	0,9	0,6	0,2	0,1	0,2	0,5	0,8	1	1	1
0	5	10	15	20	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100

Выходная же переменная будет выглядеть как:

y = «Оптимальная интенсивность организационных изменений»;

$U = [0;\ 100]$;

T {«очень низкая», «низкая», «не очень низкая», «средняя», «не очень высокая», «высокая», «очень высокая»} с симметричной гауссовской функцией принадлежности

$$\mu(u) = e^{-\frac{(x-a)^2}{2c^2}}. \quad (2)$$

Подобным образом определяются все входные и выходные лингвистические переменные.

Далее формируются правила модели, при этом, каждому условию из матрицы экспертных данных (см. таблицу 3) соответствует свое правило вида (1) - (2). Например, ЕСЛИ «Скорость изменения внешней среды низкая (PSO)» И «Уровень информационной неопределенности низкий (PSN)» И «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое (PSA)», ТО «Оптимальная интенсивность организационных изменений очень высокая (OV)». Аналогично

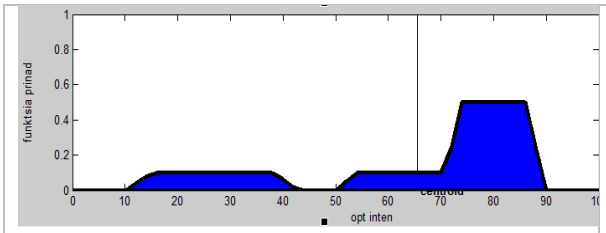
составляются правила для всех условий при всевозможных сочетаниях значений входных переменных (таблица 3).

Таблица 3. База правил

№ правил	Входные данные			Выходные данные	№ правил	Входные данные			Выходные данные
	Скорость изменения внеш. среды	Уровень информац. неопредел.	Влияние адапт. преобр-ий пред. уровня	Опт. интенсив-ть организ-ых изменений		Скорость изменения внеш. среды	Уровень информац. неопредел.	Влияние адапт. преобр-ий пред. уровня	Опт. интенсив-ть организ-ых изменений
1	PSO	PSN	PSA	OV	15	PBO	PMN	PMA	N
2	PMO	PSN	PSA	OV (0,8)	16	PSO	PBN	PMA	S (0,8)
3	PBO	PSN	PSA	V	17	PMO	PBN	PMA	N
4	PSO	PMN	PSA	V (0,8)	18	PBO	PBN	PMA	ON (0,8)
5	PMO	PMN	PSA	V	19	PSO	PSN	PBA	V
6	PBO	PMN	PSA	NOV	20	PMO	PSN	PBA	N
7	PSO	PBN	PSA	NOV	21	PBO	PSN	PBA	N
8	PMO	PBN	PSA	S (0,5)	22	PSO	PMN	PBA	NOV
9	PBO	PBN	PSA	S (0,65)	23	PMO	PMN	PBA	ON (0,8)
10	PSO	PSN	PMA	OV (0,8)	24	PBO	PMN	PBA	ON (1)
11	PMO	PSN	PMA	NOV	25	PSO	PBN	PBA	ON (1)
12	PBO	PSN	PMA	NON	26	PMO	PBN	PBA	ON (0,8)
13	PSO	PMN	PMA	NOV	27	PBO	PBN	PBA	ON (1)
14	PMO	PMN	PMA	S					

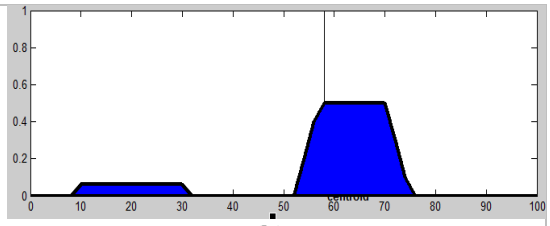
После произведения всех необходимых процедур в соответствии с выбранным алгоритмом нечеткого вывода (в нашей модели алгоритмом Мамдани), отображается нечеткая модель определения оптимальной интенсивности организационных изменений.

Рассмотрим случаи при условии высокой скорости изменения внешней среды, так как это условие в большей мере влияет на определение скорости организационных изменений, что в свою очередь определяет рациональность управленческих решений (рис. 4).



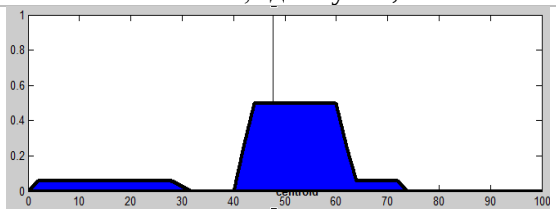
(a)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», здесь y=63,8



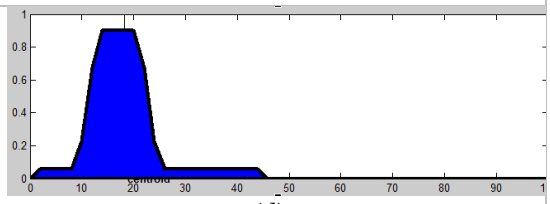
(b)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности средний» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», здесь y=56,1



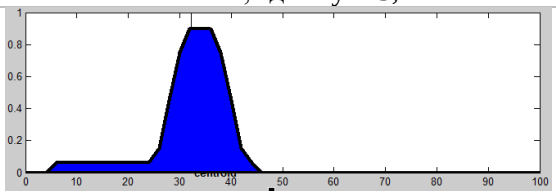
(c)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», здесь y=45,1



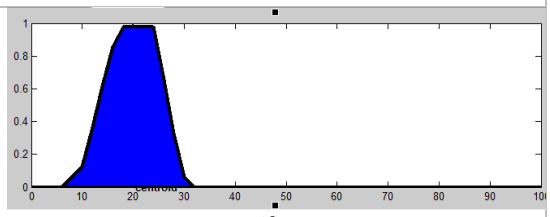
(d)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», здесь y=20,3



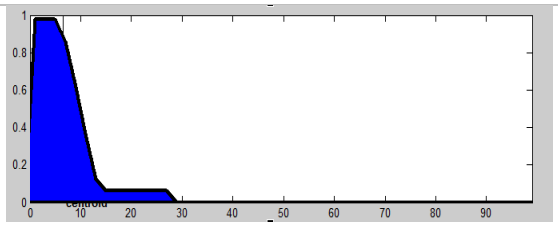
(e)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», здесь y=32,2



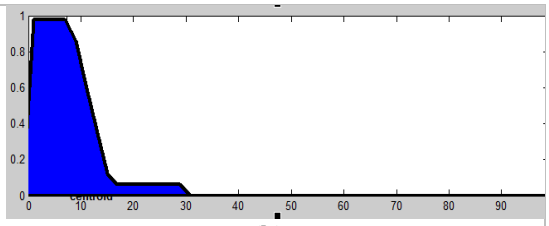
(f)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности среднее» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», здесь y=20,2



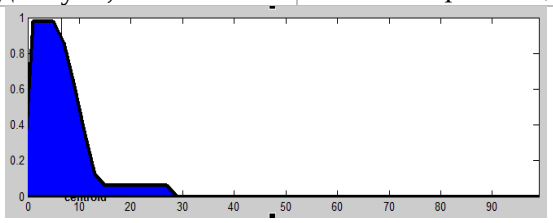
(g)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», здесь y=7,64



(h)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», здесь y=9,07



(k)

Функция принадлежности нечеткого числа «Оптимальная интенсивность организационных преобразований» в условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности средний» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», здесь y=7,77

Рис. 4 Нечеткая модель определения оптимальной интенсивности организационных изменений

Выводы

В нашем случае больший интерес представляет интенсивность организационных изменений при условии, когда «Скорость изменения внешней среды высокая», так как организационные изменения должны больше всего адаптироваться изменениям внешней среды. Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. При условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности средний» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», оптимальная интенсивность организационных изменений равна y=56,1, при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня низкое», оптимальная интенсивность организационных изменений определяется в пределах около 40-65% (рисунок 4, а-с), что дает возможность

руководству регулировать интенсивность организационных преобразований, как по времени, так и по эффективности.

2. При условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности низкий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности среднее» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», оптимальная интенсивность организационных изменений определяется в пределах 20-35% (рисунок 4, d-f), что позволит менеджменту удержаться от систематических ошибок принимаемых решений.

3. При условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности высокий» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня среднее», при условиях «Скорость изменения внешней среды высокая» и «Уровень информационной неопределенности средний» и «Влияние адаптивных преобразований предыдущего уровня высокое», оптимальная интенсивность организационных изменений определяется в пределах 7-11% (рисунок 4, g-k), что говорит о том, что изменения необходимо производить с большей осторожностью для предотвращения ошибок принятия управленческих решений.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования научных исследований 3927/ГФ4 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература

1. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики. – М.: Статистика, 1978.

2. V. P. Khorolskyi, L. P. Rybalko, O. V. Khorolska, Intellectual management system of corporate enterprise with use of the balanced scorecard, *Marketing and Management of Innovations*, 2, 2016, 188-202.

3. L. Borowiec, Balanced scorecard as an instrument of controlling of heating company, Rynek Energii, 5, 2011, 80-86.

4. Ch.-H. Wang, J.-J. Chuang, Integrating decision tree with back propagation network to conduct business diagnosis and performance simulation for solar companies, Decision Support Systems, 81, 2016, 12-19.

5. D. Kannan, A. Jafarian, H. A. Khamene, with co-authors, Competitive performance improvement by operational budget allocation using ANFIS and fuzzy quality function deployment: a case study, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68, 2013, 849-862.

6. L. Chen, H. Zhang, G. Yan, An Adaptive BSC System for China State-owned New Energy Vehicle Industry Strategy Planning: A tutorial review, *Proc. 25th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition Conference*, China Electrotechn Soc, Shenzhen, Peoples R China, 1 & 2, 2010, 1545-1552.

7. M. Nejatian, M. H. Zarei, M. Nejati, with co-authors, A hybrid approach to achieve organizational agility: An empirical study of a food company, *Benchmarking-an International Journal*, 25(1), 2018, 201-234.

8. S. Singh, E. U. Olugu, S. N. Musa, with co-authors, Fuzzy-based sustainability evaluation method for manufacturing SMEs using balanced scorecard framework, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 29(1), 2018, 1-18.

9. S.-J. Lin, Hybrid Kernelized Fuzzy Clustering and Multiple Attributes Decision Analysis for Corporate Risk Management, *International Journal of Fuzzy Systems*, 19(3), 2017, 659-670.

10. D. Tadic, A. Dordevic, M. Eric, with co-authors, Two-step model for performance evaluation and improvement of New Service Development process based on fuzzy logics and genetic algorithm. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 33(6), 2017, 3959-3970.

A. F. Zaliaeva, Nationalization of key production assets of core Russian industries as a fuzzy-logic scientific task, *Proc. 19 IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements*, SPbETU LETI, St Petersburg, Russia, 2016, 523-524.

11. J. Cogollo-Florez, M. Cogollo-Florez, A. Florez-Rendon, Measuring Quality Policy Deployment: A Fuzzy Logic Approach. *Proc. of the 2015 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology*, Gijon, Spain, *Advances in Intelligent Systems Research*, 89, 2015, 1012-1019.

12. Ch.-H. Chen, Y.-H. Chang, Sh.-Y. Chou, Enhancing the design of air cargo transportation services via an integrated fuzzy approach, *Total Quality Management & Business Excellence*, 19(6), 2008, 681-680.

13. Sh.-Y. Chou, Y.-H. Chang, Ch.-H. Chen, A Fuzzy QFD Approach for Designing Internal Processes for Air Cargo Transportation Services, *Proc. 13th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*, Antibes, France, *Leading the Web in Concurrent Engineering: Next Generation Concurrent Engineering; Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 143, 2006, 560-567.

14. M. Mensik, P. Miroslav, Fuzzy Approaches Applied into Balanced Scorecard Customer Perspective: A tutorial review, *Proc. of The 2013 International Conference on Advanced ICT and Education, Advances in Intelligent Systems Research*, Hainan, Peoples R China, 33, 2013, 848-856.

15. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. The balanced scorecard – measures that drive performance. // Harvard Business Review, 1992. – January–February. – P. 71–92.

16. B. Mukhanov, K. Yerenchinov, G. Bazil, with co-authors, The balanced scorecard as an adaptive control system, *Przegląd Elektrotechniczny*, 4, 2016, 155-159.

17. Рассел Л. Акофф. Акофф о менеджменте. – СПб.: Питер, 2002.

18. Михненко П. А. Модель адаптивной организационной системы // Менеджмент в России и за рубежом – 2008. –№3.

19. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / пер. с англ. под ред. Ю. В. Тюменцева. – М.: БИНОМ, 2012.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РИТОРИЧЕСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ “TEXTSUMMARIZER”

Бакиева[1] А.М., Батура[2] Т.В.

e-mail: m_aigerim0707@mail.ru, tatiana.v.batura@gmail.com

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан

[2]Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, Новосибирский государственный университет, Россия

Аннотация. *Исследована возможность применения теории риторических структур для анализа текстов научно-технической тематики на русском и казахском языках. Описаны некоторые формальные признаки риторических отношений.*

Автоматическое определение риторических отношений в тексте позволяет установить местоположение ядра и сателлита. Для составления краткой аннотации необходимо преобразовать первоначальный текст, исходя из предположения, что ядро содержит наиболее важную часть высказывания. В зависимости от разных маркеров и дискурсивных отношений будут выполняться разные действия. Для формального описания преобразования текста используются формулы логики предикатов первого и второго порядка. Предложенный в статье метод может применяться в системах автоматического реферирования и извлечения информации.

Ключевые слова: *автоматическая обработка текста; теория риторических структур; дискурсивный маркер; анализ текста; риторические отношения; семантика.*

1. Введение

Ввиду стремительного увеличения объемов текстовой информации в Интернете исследования в области компьютерной лингвистики сохраняют свою актуальность. Разработка алгоритмов и создание систем автоматического реферирования, поиска и извлечения информации, классификации и кластеризации текстовых документов по-прежнему являются сложными задачами.

В последнее время все чаще встречается мнение, что языковые явления не могут быть адекватно поняты и описаны вне их употребления, без учета их дискурсивных аспектов [1]. Дискурс часто отождествляется с текстом, состоящим из предложений (коммуникативных единиц языка) и их объединений в более крупные единства, находящиеся в непрерывной смысловой связи.

Другими словами, дискурс – это не только связная последовательность предложений, противопоставляемая изолированному предложению, но и определенное семантическое единство, обладающее семантической связностью [2], и как следствие, содержащее знания о мире, о ситуации, социальные и другие виды знаний.

В работе [3] описан опыт создания корпуса на русском языке, содержащего дискурсивную разметку. В корпус включены тексты различных жанров (научные, научно-популярные, новостные), он является общедоступным. Прежде, чем применять теорию риторических структур, ее следует адаптировать для конкретного языка. Это связано с грамматическими особенностями. Авторы привели в своей статье иерархию риторических отношений, которые, как показало их исследование, удобнее и правильнее учитывать при разметке русских текстов.

Существуют попытки применения дискурсивного анализа для решения различных задач компьютерной лингвистики.

Подробный обзор литературы, представленный в работе [4], показывает, что в большинстве случаев дискурсивный анализ способен улучшить качество автоматических систем на 4–44 % в зависимости от конкретной задачи. В то время как для английского языка разработки в данной области выходят на достаточно высокий уровень, для русского языка подобных исследований мало [4-6]. Для казахского языка таких исследований ранее не проводилось.

2. Семантический анализ и формальные признаки риторических отношений

Теория риторических структур (Rhetorical Structure Theory) – одна из наиболее известных теорий организации текстов [7]. Согласно ей, сначала текст делится на непересекающиеся фрагменты, называемые элементарными дискурсивными единицами (ЭДЕ).

Далее последовательные ЭДЕ соединяются между собой риторическими отношениями. Эти части являются элементами, из которых строятся более крупные фрагменты текстов и целые тексты. Каждый фрагмент по отношению к другим фрагментам выполняет определенную роль. Текстовая связность формируется посредством тех отношений, которые моделируются между фрагментами внутри текста.

В теории риторических структур определено два типа ЭДЕ. Ядро рассматривается в качестве наиболее важной части высказывания, тогда как сателлиты поясняют ядра и являются вторичными. Ядро содержит основную информацию, а сателлит содержит дополнительную информацию о ядре. Сателлит часто бывает непонятным без ядра. В то время как выражения, где сателлиты были удалены могут быть поняты в определенной степени. Ниже приведены маркеры, соответствующие им риториче ские отношения и примеры предложений с ними.

Пример 1.

Маркер: оған қоса (кроме того)

Название отношения: Elaboration

Текст на казахском: Үй жаман емес көрінді. ***Оған қоса***, бағасы да тиімді болды.

Текст на русском: Дом выглядел неплохо. ***Кроме того***, цена была подходящая

Для удобства дальнейшего изложения введем следующие обозначения.

Пусть
x – ядро;
y – маркер;
z – саттелит;
S (x) – ЭДЕ, являющееся ядром;
S' (x) – ЭДЕ с заглавной буквы, являющееся ядром;
S (z) – ЭДЕ, являющееся сателлитом;
S' (z) – ЭДЕ с заглавной буквы, являющееся сателлитом;
y' – маркер с заглавной буквы;
p () – знак пунктуации, аргументом может быть «.», «,», «:», «;».

Теперь рассмотренный пример 1 может быть представ лен в виде формулы логики исчисления предикатов: $S'(x) \wedge p(.) \wedge y' \wedge S(z) \wedge p(.)$.

Пример 2.
Маркер: себебі (потому что)
Название отношения: Cause-Effect
Текст на казахском: Ол өте білімді, ***себебі*** бар ынтамен оқып, барлық тапсырмаға ұғынып жатты.
Текст на русском: Она очень умная, ***потому что*** училась усердно, вникала во все задания.
Формульное представление: $S'(x) \wedge p(,) \wedge y \wedge S(z) \wedge p(.)$.

Пример 3.
Маркер: оған қарамастан (несмотря на)
Название отношения: Concession
Текст на казахском: Дәрігерлердің қарсылықтарына ***қарамастан***, ол ана болуды шешті
Текст на русском: ***Несмотря на*** все противопоказания врачей, она решила стать матерью.
Формульное представление: $S'(z) \wedge y \wedge p(,) \wedge S(x) \wedge p(.)$.

3. Формальное описание преобразования текста

Чтобы автоматически получить краткий реферат, необходимо сначала обнаружить ядерные ЭДЕ в тексте. Затем преобразовать высказывания, содержащие эти ядерные ЭДЕ так, чтобы текст формируемого реферата получился связным. В зависимости от разных маркеров и дискурсивных отношений, эти преобразования будут разные. Ниже описаны некоторые из рассмотренных нами. Для формального описания действий, выполняемых системой, было решено использовать логику предикатов первого и второго порядка.

3.1. Предикаты первого порядка

Согласно обозначениям, введенным в предыдущем разделе, можно описать действия, выполняемые системой, следующим образом.

В примере 1 с маркером y = “Оған қоса” необходимо удалить сателлит вместе с маркером и оставить предыдущее предложение, являющееся ядерным ЭДЕ, то есть

$$S'(x) \wedge p(.) \wedge y' \wedge S(z) \wedge p(.) \rightarrow S'(x) \wedge p(.) \wedge \neg(y' \wedge S(z) \wedge p(.)). \quad (1)$$

В примере 2 с маркером y = “себебі” надо удалить маркер с сателлитом и оставить первую часть предложения до маркера, то есть

$$S'(x) \wedge p(,) \wedge y \wedge S(z) \wedge p(.) \rightarrow S'(x) \wedge p(.) \wedge \neg(y \wedge S(z) \wedge p(.)). \quad (2)$$

В примере 3 с маркером y = “оған қарамастан” надо первую часть предложения удалить и оставить вторую часть предложения, то есть

$$S'(z) \wedge y \wedge p(,) \wedge S(x) \wedge p(.) \rightarrow \neg(S'(z) \wedge y \wedge p(,)) \wedge S'(x) \wedge p(.). \quad (3)$$

3.2. Предикаты второго порядка

Случаи вложенных ЭДЕ, когда ЭДЕ более низкого уровня вкладываются в ЭДЕ более высокого уровня, удобнее описать при помощи предикатов второго порядка. Причем для каждого маркера вводится отдельный предикат. Краткий список подобных предикатов приведен ниже в таблице 1.

Таблица 1. Предикаты для маркеров

Название отношения	**Предикат**	**Маркер (на казахском)**	**Маркер (на русском)**
Elaboration (Детализация)	*El1* *El2*	оның салдарынан Сонымен қатар	Вследствие (того, чего,) Кроме того
Contrast (Контраст)	*Cont1* *Cont2* *Cont3*	Алайда қарамастан Ескерту	Однако Несмотря на то, что Обратите внимание
Evidence (Обоснование)	*Ev1* *Ev2* *Ev3*	Әлбетте, бұл Оған дәлел болып Осылайша	Очевидно, что Доказательством тому Таким образом

Чтобы пояснить, как происходит преобразование текста в случаях вложенных ЭДЕ, рассмотрим пример.

Пример 4.

Текст на казахском: ***Сонымен қатар***, мұздатқыш камерасына енген әуе кіріс ауаның жылу жүктемесі шамамен 50% құрайды тоңазытқыш жүйесі док станциясын, пайдаланып °C 1,5 суыған. ***Осылайша***, таза әсері 1-0,7 * 0.5 = 0.65 ретінде шамамен 65% -ға қондыру жеткізу инфильтрация мұздатқыш жүктеме қысқарту суытылады. Таза табыс мұздатқыштың инфильтрация жүктемені азайту және тоңазытқыш жүктеме тасымалдау док арасындағы айырма болып табылады. ***Ескерту*** бұл док тоңазытқыштар әлдеқайда жоғары температура (° C 1.5 ° C орнына -23) жұмыс, және салқындату сол сомаға әлдеқайда аз қуатты тұтынады.

Текст на русском: ***Кроме того***, воздух, который поступает в морозильную камеру уже охлаждают до 1.5°C с помощью холодильной установки док-станции, которая составляет около 50% тепловой нагрузки поступающего воздуха. ***Таким образом***, чистый эффект охлаждаемой док доставки является уменьшение инфильтрации нагрузки морозилку примерно на 65% поскольку 1-0,7*0,5=0,65. Чистая прибыль равна разнице между уменьшением инфильтрации нагрузки морозильной камеры и холодильной нагрузки доке судоходства. ***Обратите внимание***, что док холодильники работают при значительно более высоких температурах (1.5°C вместо -23°C), и, потребляют значительно меньше энергии на ту же сумму охлаждения.

Формульное представление примера на казахском языке:

$$S'(z)\wedge p(.)\wedge S'(x)\wedge p(.)\wedge S'(x)\wedge p(.)\wedge S(z)\rightarrow\neg S(El2\wedge S(x)\wedge p(.))\wedge \\ \wedge S'(\neg(Ev3\wedge p(,))\wedge S'(x)\wedge p(.))\wedge S'(x)\wedge\neg S(Cont3\wedge S(z)). \quad (7)$$

4. Описание экспериментов и полученные результаты

Автоматическое определение риторических отношений в тексте позволяет установить местоположение ядра и сателлита. Для формирования реферата необходимо выполнять определенные действия с текстом в зависимости от разных маркеров и дискурсивных отношений. Поскольку ядро содержит наиболее важную часть высказывания, то предложенный метод можно использовать в системах автореферирования и извлечения информации из текстов.

На основе предложенных методов был создан инструмент для определения риторических отношений. С помощью него было решено провести эксперимент по обнаружению отношений, характеризующих тексты научно-технической тематики. В ходе эксперимента было проанализировано 168 статей на русском языке, средняя длина которых 7–12 страниц. На казахском языке была собрана коллекция из 207 статей. В эксперименте рассматривалось в общей сложности 11 отношений и около 40 маркеров на каждом языке.

В результате можно сделать вывод, что для обоих языков научно-технические тексты в большей мере характеризуются следующими отношениями: *Условие, Причина, Пример, Переформулировка*. Кроме того, в статьях на казахском языке в большом количестве представлено отношение *Цель*, а в статьях на русском – *Контраст*. Значит, в дальнейших исследованиях научно-технических текстов имеет смысл детальнее изучить именно их. Отношения *Источник информации* и *Сравнение* практически не представлены в собранных коллекциях. Для оценки точности предложенного метода использовалась экспертная оценка. Исходя из полученных данных, было решено рассмотреть наиболее часто встречающиеся отношения. Точность была оценена для каждой коллекции по формуле:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP},$$

где *TP* – истинно положительное решение; *FP* – ложно положительное решение.

5. Заключение

В данной работе исследована возможность применения теории риторических структур для анализа текстов научно-технической тематики. Предпринята попытка формально описать признаки некоторых отношений, на основании которых удавалось бы однозначно установить соответствие. Для формального описания действий, осуществляемых с текстом, используется язык логики предикатов первого и второго порядка.

Автоматическое определение риторических отношений в тексте позволяет установить местоположение ядра и сателлита. Поскольку ядро содержит наиболее важную часть высказывания, то предложенный метод может применяться в системах извлечения информации и автоматического реферирования.

Работа поддержана грантом финансирования научных и (или) научно-технических исследований на 2018-2020 гг. МОН РК № AP05133550, Интеграционного проекта СО РАН № АААА-А18-118022190008-8.

Литература

1. Прокошенкова, Л.П., Гецкина, И.Б. Дискурсивный анализ и его роль в современной лингвистике. №4, 2006. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/diskursivnyy-analiz-i-ego-rol-v-sovremennoy-lingvistike (дата обращения: 20.01.2019).

2. Темнова, Е.В. Современные подходы к изучению дискурса. Язык, сознание, коммуникация: сб. статей. М.: МАКС Пресс. Вып. 26, 2004. – С. 24–32.

3. Pisarevskaya, D., Ananyeva, M., Kobozeva, M., Nasedkin, A., Nikiforova, S., Pavlova, I., Shelepov, A. Towards building a discourseannotated corpus of Russian. Computational Linguistics and Intellectual Technologies. Proceedings of the International Conference “Dialogue 2017”, 2017. Iss. 16 (23). V. 1. – PP. 194–204.

4. Ананьева, М.И., Кобозева, М.В. Разработка корпуса текстов на русском языке с разметкой на основе теории риторических структур. Труды Международной конференции «Диалог». Студенческая сессия, 2016. – URL: www.dialog-21.ru/media/3460/ananyeva.pdf (дата обращения: 18.01.2019).

5. Batura, T.V., Bakiyeva, A.M., Yerimbetova, A.S. Mit’kovskaya, M.V. Semenova, N.A. Methods of constructing natural language analyzers based on Link Grammar and rhetorical structure theory. Bulletin of theNovosibirsk Computing Center. Series: Computer Science. Novosibirsk: NCC Publisher, 2016. Is. 40. – PP. 37–51.

6. Тревгода, С.А. Методы и алгоритмы автоматического реферирования текста на основе анализа функциональных отношений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2009. – С. 15.

7. Mann, W., Thompson, C. Rhetorical structure theory: Toward a functional theory of text organization. Text-Interdisciplinary Journal for the Study of Discourse, 1988. V. 8. N 3. – P. 243–281.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ИЗМЕНЕНИЯ ПОРЯДКА СЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Барахнин В.Б, Кожемякина О.Ю., Пастушков И.С.
e-mail: bar@ict.nsc.ru, olgakozhemyakina@mail.ru, pas2shkov.ilya@gmail.com
Институт вычислительных технологий СО РАН, Россия,
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В работе изложен алгоритм так называемого «выпрямления» порядка слов, используемый для предобработки текстов, к которым применяются методы компьютерного анализа. «Выпрямление» улучшает качество работы соответствующих алгоритмов. Кроме того, достаточно большое расстояние Дамерау – Левенштейна между преобразованным и исходным текстами может быть использовано как признак эмоциональной окраски текста, примененной, например, с целью придания ему характера политической манипулятивности.*

1. Введение

Одной из наиболее распространенных фигур речи является инверсия – «нарушение “естественного” порядка слов» [1]. Инверсия применяется как для ритмико-мелодической организации речи, что характерно, прежде всего, для поэтических текстов, так и для эмфатического выделения отдельных слов с целью придания речи экспрессивности.

Однако при использовании алгоритмов компьютерного анализа текстов предложения с инверсией могут вызвать ошибки в их работе. Это касается и «прямых» алгоритмов, поскольку их создатели обычно исходят из «естественного» порядка слов, и алгоритмов машинного обучения, поскольку основная масса предложений среднестатистического корпуса текстов, на которых обучаются алгоритмы, имеет «естественный» порядок слов.

В данной работе изложен алгоритм так называемого «выпрямления» порядка слов, изначально призванный (см. [2]) адаптировать порядок слов в поэтических текстах с целью использования для их классификации популярной концепции word2vec [3], а также методов машинного обучения на текстовых корпусах большого объема, таких как СинТагРус [4]. Разумеется, такое «выпрямление» улучшает качество работы алгоритмов компьютерного анализа и для прозаических текстов.

Кроме того, как утверждается в работах [5, 6], порядок слов имеет важное значение для определения эмоциональной окраски текста. Наша гипотеза состоит в том, что количественная метрика смещения порядка слов может быть использована как признак эмоциональной окраски текста, примененной, например, с целью придания ему характера политической манипулятивности.

Идея метода состоит в следующем:

1. Привести текст к «естественному» (грамматическому) порядку слов, присущему научным и серьезным публицистическим текстам.

2. Кодировать каждое предложение последовательностью символов, где каждый символ соответствует слову.

3. Аналогично кодировать оригинальный текст.

4. Посчитать для каждой пары последовательностей символов расстояние Дамерау◦– Левенштейна [7, 8].

5. Посчитать медианное значение для всего текста.

Для подсчета степени расхождения в порядке слов было использовано именно расстояние Дамерау – Левенштейна, а не классическое расстояние Левенштейна ввиду того, что оригинальный алгоритм не содержит в себе операцию транспозиции т.е. перестановки символов, а, исходя из реализации п.1, о которой будет рассказано далее, исходный и полученный текст содержат одни и те же лексемы, и тем самым операции вставки, замены и удаления просто не будут фигурировать при подсчете.

2. Модель изменения порядка слов

2.1. Определение синтаксических конструкций

Порядок слов зависит от синтаксических конструкций, которые в дальнейшем именуются синтаксическими группами – по аналогии с классической работой Н.◦Хомского [9]. Разбиение текста на такие конструкции было продемонстрировано для английского языка в трудах конференции CoNLL-2000 [10], стандарт которой, с некоторой адаптацией к русскому языку, был выбран за основу правил для разбиения. Результаты данной конференции для английского языка являются наиболее верифицированными, стандарты выверены и протестированы, обучающие данные используются для создания определенного типа синтаксических анализаторов уже на протяжении двух десятилетий. По этой причине именно они были адаптированы к русскому языку при максимальном сохранении принципов стандарта. Типы синтаксических групп основываются на синтаксических категориях, таких как NP − именная группа, VP − глагольная группа и т.д. Организаторы CoNLL-2000 специальным образом обрабатывали корпус, чтобы выделить синтаксические группы. По их стандартам синтаксическая группа содержит всё, что входит слева от вершины в поддерево синтаксического дерева, включая саму вершину составляющей. Иными словами, синтаксическая группа − это вершина группы плюс её зависимые группы, за исключением групп с вершиной того же тега (правило нерекурсивности: например, NP внутри NP быть не может).

2.2. Выделение синтаксических групп

Нами предложена модификация общей идеи методов выделения синтаксических групп, основанная на коррекции ответов, данных классификатором с использованием машинного обучения, с вероятностью ниже заданного порога с помощью так называемого статистического классификатора. Практически все популярные методы машинного обучения для любого предсказания могут предоставить его вероятностную оценку, например, для задачи классификации предсказание выглядит как вектор вероятностей принадлежности объекта каждому из классов. При этом более нелинейные методы могут ошибаться на тех классах, которые в обучающей выборке были представлены малым количеством примеров, а также иметь некоторую (незначительную в целом, но, тем не менее, имеющую место

быть) зависимость от упорядочения обучающей выборки. Статистический же классификатор содержит информацию о всех размеченных тем или иным образом словах в явном виде, что позволяет не только работать с ним не как с «чёрным ящиком» в случае моделей машинного обучения, но и однозначно транслировать количественные значения для слов в соответствующие значения вероятности, что должно позволить зависимость от упорядочения обучающей выборки.

Нами были рассмотрены следующие базовые модели

1. Многослойный персептрон.
2. XGBoost − наиболее эффективная реализация градиентного спуска.
3. Логистическая регрессия.

Для получения лучшего результата на малом корпусе было предложено использовать ансамблирование указанных методов вместе с предобработкой данных:

1. Выбор по пороговому значению вероятности (в нашем случае пороговое значение бралось равным 0,86).
2. Стекинг − использование мета-алгоритма над результатами классификаторов (в данной задаче − логистическая регрессия над указанными ранее алгоритмами).

Ниже представлена таблица 1 с результатами расчетов для описанных выше классификаторов.

Таблица 1. Сравнение методов выделения синтаксических групп

Комбинация методов	Второй классификатор	Среднее	Max	Min
Стекинг со статистическим классификатором	XGBoost	0,9	0,91	0,89
	Многослойный персептрон	0,91	0,92	0,87
	Логистическая регрессия	0,88	0,89	0,87
Выбор по пороговому значению вероятности со статистическим классификатором	XGBoost	0,91	0,93	0,9
	Многослойный персептрон	0,92	0,94	0,9
	Логистическая регрессия	0,88	0,89	0,87

Из таблицы видно, что наилучшее результаты дает многослойный персептрон с предобработкой данных посредством выбора по пороговому значению вероятности со статистическим классификатором.

3. Алгоритм изменения порядка слов

3.1. Условные случайные поля

Подход «мешок слов» хорошо работает для задач классификации текстов. Этот подход предполагает, что наличие или отсутствие слов имеет большее значение, чем последовательность слов. Однако при его применении есть проблемы: при распознавании сущностей, идентификации частей речи и т.п. учет последовательности слов не менее важен. Здесь приходят на помощь условные случайные поля (Conditional random fields − CRF), поскольку они используют последовательности слов, а не только отдельные слова. Ниже приведена формула

для CRF, где y − скрытое состояние (например, часть речи), а x − наблюдаемая переменная (в данном примере это сущность или другие слова вокруг нее):

$$p(\mathrm{y}|x) = \frac{1}{Z(x)} \prod_{t=1}^{T} \exp\{\sum_{k=1}^{K} \eta_k f_k(y_t, y_{t-1}, x_t)\}. \quad (1)$$

Вообще говоря, в формуле (1) есть два компонента:

1. Нормализация: в правой части уравнения, где у нас есть веса и функции, но нет вероятностей. Однако значение формулы будет вероятностью, и, следовательно, существует необходимость в нормализации. Константа нормализации $Z(x)$ является суммой всех возможных последовательностей состояний, так что сумма становится равной 1.

2. Веса и особенности: этот компонент можно рассматривать как формулу логистической регрессии с весами и соответствующими функциями. Оценка веса выполняется с помощью оценки максимального правдоподобия, а характеристики определяются пользователем.

Методы распознавания образов, например, регулярные выражения или графовые модели, такие как скрытые марковские модели и модель максимальной энтропии Маркова, могут помочь в идентификации объектов. Более того, условные случайные поля являются популярным и довольно простым решением проблемы распознавания именованных сущностей, не требующим, к тому же больших вычислительных мощностей. Модель CRF − это неориентированная графовая модель, которая учитывает слова, которые встречаются не только перед сущностью, но и после нее. Синтаксический анализатор делит текст на синтаксически связанные части предложения. Например, предложение «Тему возможного перехода на четырехдневную рабочую неделю в начале июня затронул премьер-министр Дмитрий Медведев.» можно разделить следующим образом:

[**NP** Тему] [**NP** возможного перехода] [**PP** на] [**NP** четырехдневную рабочую неделю] [**PP** в] [**NP** начале] [**NP** июня] [**VP** затронул] [**NP** премьер-министр Дмитрий Медведев.]

В этом примере NP − именные группы, VP −глагольные и PP − предлоги. Эта задача формализуется как последовательная задача маркировки, в которой последовательность маркеров в тексте назначается с последовательностью меток. Чтобы представить фрагмент (диапазон токенов) с метками, мы часто используем нотацию BIO. В нотации BIO, синтаксическая группа NP представлена началом синтаксической группы (B-NP) и внутренней частью синтаксической группы (I-NP). Маркеры, которые не принадлежат синтаксическим группам, представлены метками O.

Следующим шагом является предварительная обработка данных обучения и тестирования для извлечения атрибутов, выражающих характеристики слов (элементов) в данных. Это самый важный процесс для подходов машинного обучения, потому что реализация функции сильно влияет на точность маркировки. Стандартным шагом будет извлечение следующих видов атрибутов из слова в позиции t (в смещениях от начала последовательности):

– $w[\mathrm{t}-2], w[t-1], w[t], w[t+1], w[t+2]$;

– $w[t-1]|w[t], w[t]|w[t+1]$;
– $pos[t-2], pos[t-1], pos[t], pos[t+1], pos[t+2]$;
– $pos[t-2]|pos[t-1], pos[t-1]|pos[t]$, $pos[t]|pos[t+1], pos[t+1]|pos[t+2]$;
– $pos[t-2]|pos[t-1]|pos[t], pos[t-1]|pos[t]|pos[t+1], pos[t]|pos[t+1]|pos[t+2]$.

В этом списке $w[t]$ и $pos[t]$ представляют соответственно слово и часть речи в позиции t в последовательности. Эти признаки выражают характеристику указанного слова, используя информацию из окружающих слов, например $w[t-1]$ и $pos[t+1]$. В этом примере атрибут $w[0]$ представляет событие, атрибут которого $pos[0]|pos[1]pos[2] = DT|JJ|NN$, где части речи в текущем и двух следующих словах − *DT*, *JJ*, *NN* соответственно. Утилита *CRFsuite* [11] будет обучена ассоциациям между этими атрибутами и метками для прогнозирования последовательности меток данного текста, при этом атрибут не должен следовать условию «имя=значение». Утилита принимает любую строку в качестве имени атрибута, если строка не содержит символа двоеточия, который используется для разделения имени атрибута и его веса. Соглашение «имя=значение» введено для удобства интерпретации имен атрибутов.

3.2. Обучение модели изменения порядка слов

Наиболее простой способ обучения модели − это обучить классификатор на стандартном при выделении синтаксических групп наборе признаков. В нашем случае всё сводится к задаче многоклассовой классификации, где объектами являются слова в предложениях, а целевыми переменным − BIO-теги. В качестве признаков были выбраны следующие:

−морфология слова-объекта;

−морфология слов слева от слова-объекта;

−морфология слов справа от слова-объекта.

Был выбран контекст ±2, то есть от заданного слова рассматривалась морфология двух токенов до и после.

Было предложено использовать оболочку *Python* для *CRFSuite* для задачи выделения синтаксических групп. Для текущего метода были использованы следующие шаблоны признаков:

– $w[t-2], w[t-1], w[t], w[t+1], w[t+2]$, лексическая информация;
– вероятность встретить токен при условии предыдущего (контекст ± 1): $w[t-1]|w[t], w[t]|w[t+1]$,
– грамматическая информация (контекст ± 2): $pos[t-2], pos[t-1], pos[t], pos[t+1], pos[t+2]$;
– вероятностные признаки (контекст ± 2, вероятности встретить грамматический тег при условии предыдущих): $pos[t-1]|pos[t], pos[t]|pos[t+1], pos[t+1]|pos[t+2]$, $pos[t-2]|pos[t-1]|pos[t]$, $pos[t-1]|pos[t]|pos[t+1], pos[t]|pos[t+1]|pos[t+2]$.

Корпус для обучения был автоматически конвертирован в соответствии с шаблонами в формат *CRFsuite*, который в данном случае используется для

получения признаков, заданных шаблоном, а затем к матрице признаков применяется логистическая регрессия. Данный метод показал на тестовой выборке точность 87 %, причём правильно найденной считается группа, найденная целиком, а не только отдельные правильно найденные теги.

3.3. Описание алгоритма изменения порядка слов

Алгоритм, позволяющий произвести так называемое «выпрямление» порядка слов, базируется на алгоритме текстового выделения синтаксических групп и использовании результатов его работы в качестве входа рекуррентной нейронной сети, эксперименты проводились с использованием нейросети с долгой краткосрочной памятью (Long short-term memory – LSTM) [12] и утилиты *CRFSuite*. Последнияя хоть и не обладает топологией нейронной сети, в данной задаче может действовать аналогично, ввиду того, что алгоритм Витерби, на котором основана *CRFSuite*, базируется на скрытых марковских моделях, имеющих, аналогично рекуррентной нейронной сети, контекстную память, формирующуюся в процессе обучения.

Подготовка данных состоит из следующих шагов:

1. Синтаксический анализатор, в обучающем корпусе которого содержатся различные варианты порядка слов, для симуляции свободного порядка, т.е. предложения представлены неупорядоченными n-граммами.

2. С помощью библиотеки *pymorphy2* [13] произвести морфологический анализ и каждому слову в тексте поставить в соответствие его синтаксические характеристики для использования рекуррентной нейронной сетью.

Шаги алгоритма:

1. Рекуррентная нейронная сеть работает как классификатор, который каждой группе и её контексту (окно в 2 группы до и после) сопоставляет смещение от −2 и до 2, что соответствует тому, куда требуется сместить слово. Значение 0 означает, что слово находится на своем месте.

2. Скрипт на языке *Python*, принимая во внимания вероятности, динамически переставляет синтаксические группы.

3. Аналогичная по топологии нейронная сеть также классифицирует по классу смещений слова внутри групп, исходя из их морфологических свойств.

4. Скрипт на языке *Python*, принимая во внимания вероятности, динамически переставляет слова по аналогии с синтаксическими группами.

4.Тестирование алгоритма

В качестве двух примеров текстов с сайта https://tengrinews.kz/ были выбраны заведомо окрашенный эмоционально, так как оперирует резонансной темой ВИЧ, и заведомо неэмоциональный о присвоении званий высшим руководителям КНБ.

Пример с эмоциональной окраской:

[**NP** реабилитационный центр] [**PP** до] [**NP** этого года] [**PP** о] [**NP** диагнозе] [**VP** сообщал] [**O** лишь] [NP трем-четырем детям] [**PP** в] [**NP** год.]

->

[**PP** до] [**NP** этого года] [**NP** реабилитационный центр] **[VP** сообщал] [**PP** о] [**NP** диагнозе] [**O** лишь] [**NP** трем-четырем детям] [**PP** в] [**NP** год.]

Пример без эмоциональной окраски:

[**NP** Нурсултан Назарбаев] [**VP** подписал] [**NP** указ] [**PP** о] [**NP** присвоении] [**NP** высших воинских специальных званий,] [**NP** классных чинов] [**CONJP** и] [**NP** квалификационного класса]

= текст остался без изменений

Расстояние Дамерау –Левенштейна для первого примера равно 6, для второго примера равно 0.

5. Заключение

В настоящей работе изложен алгоритм так называемого «выпрямления» порядка слов, используемый для предобработки текстов, к которым применяются методы компьютерного анализа. «Выпрямление» улучшает качество работы соответствующих алгоритмов. Кроме того, достаточно большое расстояние Дамерау – Левенштейна между преобразованным и исходным текстами может быть использовано как признак эмоциональной окраски текста, примененной, например, с целью придания ему характера политической манипулятивности.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Министерства образования и науки Республики Казахстан № BR05236839 «Разработка информационных технологий и систем для стимулирования устойчивого развития личности как одна из основ развития цифрового Казахстана», Интеграционного проекта СО РАН № АААА-А18-118022190008-8 (№ 0316-2018-0002) и темы госзадания № АААА-А17-117120670141-7 (№ 0316-2018-0009).

Литература

1. Гаспаров М.Л. Инверсия // Литературный энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1987. – С. 121.
2. Barakhnin V.B., Pastushkov I.S. Word reordering algorithm for poetry analysis // Journal of Physics: Conf. Series. – 2019 (в печати).
3. Mikolov T., Chen K., Corrado G., Dean J. Distributed representations of words and phrases and their compositionality //Advances in neural information processing systems. – 2013. – С. 3111-3119.
4. Дяченко П.В., Иомдин Л.Л., Лазурский А.В., Митюшин Л.Г., Подлесская О.Ю., Сизов В. Г. Современное состояние глубоко аннотированного корпуса текстов русского языка (СинТагРус) //Труды Института русского языка им. В.В. Виноградова. – 2015. – №◦6. – С. 272-300.
5. Matsumoto S., Takamura H., Okumura M. Sentiment classification using word sub-sequences and dependency sub-trees //Pacific-Asia conference on knowledge discovery and data mining. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2005. – P. 301-311.
6. Meena A., Prabhakar T. V. Sentence level sentiment analysis in the presence of conjuncts using linguistic analysis //European Conference on Information Retrieval. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. – P. 573-580.
7. Damerau F. J. A technique for computer detection and correction of spelling errors // Communications of the ACM. – 1964. – Vol. 7. – № 3. – P. 171-176.
8. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов // Доклады Академий наук СССР. – 1965. – Т. 163. – № 4. – С.◦845-848.

9. Chomsky N. The minimalist program. MIT press, 2014.
10. Sang E. F., Buchholz S. Introduction to the CoNLL-2000 shared task: Chunking // Proceedings of CoNLL-2000 and LLL-2000. – Lisbon, Portugal, 2000. – P. 127-132,
11. Okazaki N. Crfsuite: a fast implementation of conditional random fields (crfs). – 2007. http://www.chokkan.org/software/crfsuite/
12. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory // Neural Computation journal. – 1997. – Vol. 9. – № 8. – P. 1735-1780.
13. Korobov M. Morphological analyzer and generator for Russian and Ukrainian languages // International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. – Springer, Cham, 2015. – P. 320-332.

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНЫХ НОВОСТЕЙ В МЕДИАПРОСТРАНСТВЕ

Барахнин В.Б., Мухамедиев Р.И., Мусабаев Р.Р., Кожемякина О.Ю., Исаева А., Кучин Я.И., Мурзахметов С.Б., Якунин К.О.
e-mail: barakhnin@ngs.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В статье обсуждаются методы, обеспечивающие выявление деструктивных сообщений в интернет-среде. Показано, что для их выявления применяются подходы, основанные на анализе синтаксических закономерностей; анализе семантической информации, заключенной в тексте, и соотнесении ее с текстовым корпусом; методах краудсорсинга; выявлении закономерностей поведения пользователей в социальных сетях; рассмотрении дополнительной информации и т.п. Хорошие результаты могут быть достигнуты при некоторых условиях: наличии доступа к трафику социальных сетей и других новостных интернет-ресурсов, возможности организовать или получить результаты краудсорсинга и т.п. При ограничениях на выполнение перечисленных условий выявление деструктивных сообщений можно выполнять, опираясь на косвенные признаки. Приведены результаты выявления деструктивных новостей в корпусе новостных сообщений на русском языке, размещенных на сайтах Республики Казахстан.*

Введение

За последние полтора-два десятилетия резко увеличился объем постоянно генерируемых информационных материалов, мгновенно становящихся общедоступными благодаря их размещению в сети интернет. Эти материалы, могут становиться как положительным, так и отрицательным фактором воздействия на общество. С целью обеспечения устойчивого развития как отдельных личностей, так

и общества в целом, требуется минимизировать возможное деструктивное воздействие медиа-контента. Как отмечается в [1], необходимы новые защитные меры, полученные в ходе междисциплинарных исследований, направленные на ограничение распространения ложной информации. Разумеется, решение этой задачи лежит не только в сфере информационных технологий, но информационные технологии являются важнейшим инструментом в обеспечения достоверности информации в медиапространстве.

Опишем признаки новостей, представляющих интерес с точки зрения организации информационных системы медиамониторинга в интересах сохранения социальной стабильности и устойчивого развития личности и общества.

Во-первых, сразу отбросим новости **нерезонансные**, которые публикуются на ресурсах с малым медиа-охватом или же имеющие за определенный интервал времени малое количество репостов. Очевидно, такие новости не могут оказать серьезное влияние на социальную стабильность.

Во-вторых, **резонансные** новости проверяем на **социальную значимость**, ориентируясь, прежде всего, на тематику новости, поскольку новости с малозначительной тематикой также слабо влияют на социальную стабильность, независимо от их прочих характеристик.

В-третьих, если новость **социально значимая**, то проверяем ее **достоверность**. Это – наиболее сложная часть процесса приятия решений, который изображен на рис.1.

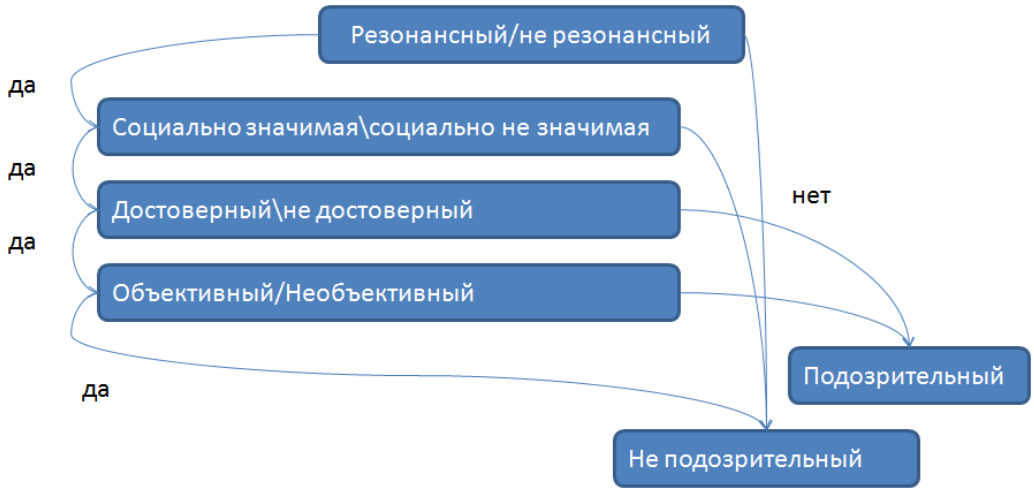


Рис.1. Алгоритм процесса принятия решений

Если новость **недостоверная** (**фейковая**), то мы относим ее к классу представляющих интерес с точки зрения пользователей информационных системы медиамониторинга в интересах сохранения социальной стабильности.

Наконец, в-четвертых, даже формально **достоверная** новость, но несущая признаки **необъективности** (неоправданно высокая степень генерализации, излишняя эмоциональность, политизированность и т.п.**) также будет отнесена к**

классу представляющих интерес с точки зрения потенциально опасной деструктивности.

Обзор методов решения задачи

Опишем подходы, используемые для выявления новостей, удовлетворяющих сформулированным выше признакам.

Методы определения **резонансности** новости достаточно очевидны и зависят, от того, руководствуется создатель системы мониторинга информацией, предоставляемой рассматриваемым сайтом или же имеет доступ к его трафику.

В первом случае, как правило, можно увидеть лишь количество комментариев. При этом для подсчета количества лиц, прочитавших новость или оставивших комментарии с учетом повторения, необходимо применять отдельные средства анализа веб-страницы: кроме того, если сайт не предусматривает авторизацию пользователей посредством электронно-цифровой подписи (ЭЦП) или SMS-сообщения [2], то достоверный подсчет комментаторов невозможен: одно и тоже лицо может оставлять комментарии, используя разные имена или вообще анонимно.

Количество прочтений внешний пользователь может увидеть лишь в том случае, если владелец сайта открыл этот показатель. В этом случае необходимо проверить, не учитываются ли повторные посещения с одного и того же компьютера – в этом случае показатель посещений недостоверен, ибо заинтересованный пользователь может легко «нагнать» посещаемость.

Количество одобрений/неодобрений можно увидеть, если сайт снабжен механизмом голосования. При этом, если не предусмотрена авторизация пользователей посредством ЭЦП или SMS-сообщения, показатель не является достоверным, поскольку возможны «накрутки».

Совершенно иные возможности имеет исследователь, в распоряжение которого представлен трафик сайта. В этом случае он может, используя информацию об url-адресах посетителей, отслеживать количество уникальных посетителей и уникальных комментаторов, местонахождение посетителей – с точностью не только до страны, но и до города, и т.д.

Таким образом, достоверность оценки резонансности интернет-публикации резко повышается в случае доступа исследователя к интернет-трафику, если же такого доступа нет, то более или менее достоверное суждение о резонансности публикации может быть вынесено лишь на основании количества комментариев, да и то после дополнительного анализа уникальности комментаторов.

Тематики, имеющие **социальную значимость**, определяются, как правило, путем опроса экспертов, обладающих данными о состоянии общественного мнения, которые, в свою очередь, могут быть получены посредством социологических опросов населения.

Следует сразу оговориться, что социальная значимость тематики далеко не всегда напрямую связана с ее резонансностью. Так, по данным «Яндекса» [3], в 2018 году пользователи из Казахстана наиболее часто делали запросы на следующие темы: 1. Чемпионат мира по футболу. 2. Зимняя Олимпиада в Пхёнчхане. 3. Бой Нурмагомедова и Макгрегора. 4. Пожар в ТРЦ «Зимняя вишня». 5. Лига наций УЕФА. 6. Убийство Дениса Тена. 7. Повышение пенсионного возраста в России. 8.

Лунное затмение 27 июля. 9. Вспышка менингита в Казахстане. 10. Президентские выборы в России. Очевидно, что социально значимы для казахстанцев лишь темы «Вспышка менингита в Казахстане» и «Убийство Дениса Тена» (поскольку с уличной преступностью может столкнуться любой гражданин).

В свете сказанного, при определении оценкам социальной значимости тематик практически нет альтернативы экспертным оценкам, при этом в получении таких оценок заинтересованы и органы власти. Так, Президент Казахстана Н.А.Назарбаев на заседании Совета безопасности РК 7 ноября 2018 года назвал наиболее острые вопросы, которые волнуют казахстанцев [4]: «Итоги социологического исследования показали, что на первом месте из шести проблем, которые выделили, стоит высокая стоимость коммунальных услуг». Среди других, особо волнующих казахстанцев вопросов, Президент указал дорогое медицинское обслуживание и обучение, низкое качество образования.

Исследование, проведенное Центром политического анализа и стратегических исследований партии «Нур Отан» (правящая партия в Республике Казахстан) по итогам 2017 года показало, что 10 наиболее острых для населения Казахстана проблем таковы [5]: 1. Рост цен на продукты питания, товары первой необходимости. 2. Низкие доходы, нехватка денег. 3. Высокие тарифы на коммунальные услуги. 4. Выплата кредита. 5. Низкое качество медицинского обслуживания. 6. Коррупция. 7. Цены на ГСМ. 8. Страх потерять работу. 9. Отсутствие собственного жилья. 10. Отсутствие работы.

Обобщая итоги двух названных исследований, можно составить список тем, имеющих социальную значимость для жителей Казахстана:

- Цены на коммунальные услуги,
- Цены на продукты питания,
- Цены на ГСМ,
- Цены на жилье,
- Уровень доходов населения,
- Кредитование населения,
- Коррупция,
- Медицинское обслуживание,
- Образование

(последние две темы включают себя весь комплекс проблем, связанных со медициной и образованием: как стоимость, так и качество соответствующих услуг).

Наиболее сложной задачей является выявление недостоверных (так называемых «фейковых») новостей. Однако эта задача в настоящая время уже остаточно хорошо исследована. Приведем краткий обзор методов ее решени.я

Феномен фейковых новостей (согласно, например, [6] – это «газетные материалы, выдуманные с намерением обмануть») подробно проанализирован в работе [7]: «…в современной сфере потребления сформировалось иное направление мистификации, направленное на обман адресата, который может вообще не осознаваться получателем сообщения.

Феноменом современного медиапространства стали так называемые фейковые новости. От сегодняшнего потребителя новостного контента требуется не только

умение читать, но и умение анализировать новости: довольно часто сообщения, опубликованные в Сети, даже на сайтах серьёзных медиа, являются неправдой…

Глобальная сеть для современного журналиста является источником информации, достоверность которой далеко не всегда удается установить. С одной стороны, Интернет подсказывает информационные поводы и помогает найти нужные факты, однако нередко под видом сенсаций в Сети предлагается явная ложь. Мистификация, построенная на введении в заблуждение, может окружать даже вполне обыденные события. Новости о поисках кота Дмитрия Медведева, миллиардном штрафе Samsung, выплаченном пятицентовыми монетами, о платных туалетах в поездах на Украине – только самые известные из последних медиафейков, связанных с событиями в России и соседних странах».

В настоящее время всё большее распространение получают программные средства, предназначенные для мониторинга средств массовой информации, блогов и т.п. с целью выявления фейковой информации, распространяемой с целью искажения картины общественного мнения и дискредитации тех или иных учреждений, организаций и отдельных лиц.

В связи с актуальностью темы выявления недостоверных сообщений, интенсивные работы в данном направлении ведутся группами ученых по всему миру. Например, в работе [8], были сформулированы основные рекомендации для формирования корпуса текстов, среди которых можно выделить однородность по длине новости и стилю изложения. В работах [9, 10] описаны практические результаты применения машинного обучения для выявления недостоверных новостей. Признаком недостоверности являются, по мнению авторов, **более позитивные факты и большая уверенность в изложенном.** В этих работах авторы не использовали какую-либо онтологию для семантического анализа, ограничиваясь морфологическим и синтаксическим разбором. Источниками недостоверных новостей выступали как новости, реально собранные с различных сайтов, так и фейковые сообщения, созданные добровольцами на основе правдивых новостей. В итоге формировались корпуса текстов, состоящие из равного количества правдивых и недостоверных новостей. В качестве анализируемых характеристик текстов использованы частотные характеристики *N*-грамм, синтаксические и психолингвистические особенности текста. Использование метода опорных векторов (SVM) позволило добиться точности классификации в 75-85 % на разных корпусах текстов. В работе [11] авторы определили слова, которые соответствуют в большей мере достоверным и недостоверным текстам

Закономерности, присущие некоторым классам недостоверных новостей, исследованы в работе [13]. Авторы предположили, что недостоверные тексты содержат **меньшее количество существительных, цифр и цитат, избыточность наречий и повторов**. В результате был реализован алгоритм, который в 70 % случаев правильно определял недостоверные новости исходя из указанных особенностей.

Перспективным представляется так называемый «гибридный» подход, который подразумевает, наряду с многоуровневым лингвистическим анализом текста, проверку фактов через интернет, например, путем запроса в онтологию DBpedia или Google Relation Extraction Corpus (GREC) [14].

Формирование корпусов текстов для обучения классификаторов в случае недостоверных новостей является довольно трудной задачей. Для уменьшения трудоемкости разметки в [15] предложен **способ частичной разметки и установления связи между статьями в массиве неразмеченных текстов**.

Этот подход позволил достичь точности более 70 % при наличии только 2% размеченных текстов. Заметим, что после увеличения числа размеченных текстов до 30% точность классификации достигла всего лишь 75,43 %. Указанный подход представляется одним из наиболее перспективных в силу низких требований к корпусу текстов и хороших результатов, полученных путем косвенного использования семантической информации текстов.

По данным [16] мистификации (hoax), которые также являются частным случаем фейковых новостей, поскольку создаются с намерением ввести читателей в заблуждение, можно с высокой степенью достоверности классифицировать, используя социальные сети. В работе **выявление мистификаций выполнено путем анализа сообщений пользователей в Facebook**. Сообщается, что, зная какие пользователи предпочитают недостоверные сообщения, можно достичь точности классификации около 99% даже при условии, что размечено всего лишь 1% сообщений.

Следующий подход, который представлен в работе [17], использует «мудрость толпы» («wisdom of crowds») и также основан на **анализе поведения пользователей социальных сетей.** Путем выделения и анализа комментариев о новостях выявлялись недостоверные новости. Использовались следующие факторы.: во-первых, если статья была посвящена локальному событию, то комментарий от географически близкого к месту событий пользователя считался более достоверным, во-вторых, если пользователь долгое время был в неактивном состоянии, то его комментарий считался менее достоверным. Кроме того, замечено, что **скорость распространения ложных новостей в медиапространстве выше,** чем правдивых [18], а характер распространение новостей по сети существенно отличается для ложных и правдивых [19].

Перейдем к обзору работ, посвященных выявлению фейковых новостей на русском языке.

Обзор методов выявления лжи в письменном тексте дан в [20], однако в нем речь идет, в основном, о «живой письменной» речи, включая интернет-коммуникации, но не о СМИ. В одном из рассмотренных в обзоре исследований отмечено, что «лжецы продуцируют более длинные тексты, используют больше слов, связанных с каналами восприятия (видеть, слышать), используют меньше местоимений для самореференций, больше — для наименования других людей. Кроме того, мотивированные лжецы избегали каузаций, а немотивированные употребляли много отрицаний».

В статье [21] отмечен аналогичный признак фейков: «С достаточной уверенностью можно назвать лексические маркеры фейков, общие для рекламы и СМИ: «вы будете поражены», «под угрозой исчезновения», «мировое открытие», «нечто страшное», «будоражит умы» – вот только некоторые заголовки тизеров из Martketgid».

Наконец, при работе с корпусом русских письменных текстов [22, 23], специально предназначенном для исследования языковых особенностей текстов на русском языке, содержащим намеренно искаженную информацию, выявлено, что модели обнаружения лжи в тексте могут быть значительно улучшены путем рассмотрения личностных характеристик их авторов (пол, возраст, психологический профиль).

Однако профессионально созданные фейки, имитирующие стиль СМИ, совершенно лишены эмоциональных, личностных и т.п. характеристик. Примером этого является портал «ИА «Панорама»» [24], специализирующийся на фейковых новостях. Хотя портал не скрывает такой специализации, но нередки случаи, когда после 1-2 перепечаток фейковые новости, порожденные «Панорамой», распространялись вполне серьезными СМИ.

При этом в [20] подчеркивается: «При выборе характеристик текста, способных быть маркерами лжи, необходимо в первую очередь опираться на те, которые могут быть извлечены из текста автоматически. На настоящий момент самыми надежными являются морфологические парсеры, определенную точность дают синтаксические парсеры. Семантические анализаторы к настоящему времени дают очень много ошибок и были исключены из исследования».

Наконец, выявление **необъективных** новостей предполагает использование методик, аналогичных тем, которые применяются при выявлении фейковых новостей, поскольку оба названных класса новостей характеризует использование схожих манипулятивных технологий.

Описание методов

Описанная выше классификация статей возможна двумя способами.

Во-первых, на основании экспертных оценок можно составить словари, характеризующие принадлежность текста к каждому из названных классов, после чего для каждого исследуемого текста определить совокупность соответствующих параметров и агрегировать их с целью оценки возможной принадлежности текста к одному из классов.

Во-вторых, при наличии размеченного корпуса статей можно обучить автоматический классификатор, который мог бы рассчитывать принадлежность текста к соответствующему классу автоматически, основываясь на той или иной формальной модели текста.

У каждого из подходов имеются недостатки.

Первый вариант классификации текстов СМИ отличается известной субъективностью вследствие того, что как параметры, так и их взаимная важность определяются экспертами.

Для второго варианта классификации требуется значительный по объему размеченный корпус текстов. Учитывая, что параметры текстов, влияющие на вывод эксперта, не определены, может потребоваться корпус пригодный для применения методов глубокого обучения (сотни тысяч текстов). Формирование подобного корпуса процесс длительный и трудоемкий. Поэтому на начальном этапе реализации системы мы используем первый подход, который можно назвать параметрическим.

Обобщенно процесс анализа текстов и СМИ состоит из следующих шагов:

– Формируется перечень параметров, определяющих принадлежность текста к одному из перечисленных выше классов.

– Оценивается сравнительная важность параметров.

– Для каждого текста, подлежащего рассмотрению, вычисляется оценка параметра.

– Оценки параметров и их сравнительная важность агрегируются для получения оценки принадлежности текста к конкретному классу.

– На основе полученных оценок текстов формируется оценка СМИ в целом.

Оценка названных выше параметров текстов СМИ может строиться на основе методов обработки естественного языка (natural language processing (NLP)): здесь в настоящее время достигнут значительный прогресс в разработке моделей и алгоритмов анализа текстов. В свою очередь, агрегирование значений разнородных параметров часто выполняется с использованием систем многокритериального анализа и поддержки принятия решений (multiple-criteria decision making (MCDM)). Рассмотрим основные возможности NLP и MCDA в решении задачи многокритериальной оценки СМИ.

Одним из методов, продуктивно применяемых в области NLP, является так тематическое моделирование (тематический анализ). Это – метод, основанный на статистических характеристиках коллекций документов, который применяется в задачах автоматического реферирования, извлечения информации, информационного поиска и классификации [25]. Идея данного подхода заключается в интуитивном понимании того, что документы в коллекции образуют группы, в которых частота встречаемости слов или сочетаний слов различается.

Основой современных тематических моделей является статистическая модель естественного языка. Вероятностные тематические модели описывают документы дискретным распределением на множестве тем, а темы дискретным распределением на множестве терминов [26]. Другими словами, тематическая модель определяет, к каким темам относится каждый документ и какие слова образуют каждую тему. Кластеры документов, относящихся к совокупности тем, позволяют, в частности, решать задачи синонимии и полисемии терминов [27].

Для построения тематической модели корпуса документов применяют: вероятностный латентно-семантический анализ (PLSA), аддитивную регуляризацию (ARTM) [28] а также весьма популярное латентное размещение Дирихле (LDA) [29, 30].

Каждую тему можно рассматривать как отдельный параметр текста или СМИ в целом, значение которого определяется упомянутыми условными вероятностями. В тех случаях, когда необходимо вынести решение на основании множества разнородных параметров и альтернатив, применяется ряд методов, обеспечивающих учет взаимной важности параметров и агрегирование их значений в виде одной или небольшого числа оценок. По своему характеру такие задачи относятся к области многокритериальной выработки решений, широко исприменяемых в системах поддержки принятия решений (decision support system – DSS) [31, 32, 33] в том числе в NLP [34]. В процессе многокритериальной выработки решений использует ряд методов [35]: линейная свертка с весами (weighted linear combination (WLC)),

упорядоченное взвешенное усреднение (ordered weighted averaging (OWA)) [36], метод попарного ранжирования всех возможных альтернатив (potentially all pairwise rankings of all possible alternatives (PAPRIKA)) [37], ранжирования многокритериальных альтернатив (elimination et choix traduisant la realite (ELECTRE)) [38], метод многокритериального принятия решений (technique for order performance by similarity to ideal solution (TOPSIS)) [39], метод анализа иерархий (analytic hierarchy process (AHP)) [40] и т.п., при этом некоторые из перечисленных методов (PAPRIKA, ELECTRE, TOPSIS, AHP) включают механизмы получения экспертных оценок.

Метод анализа иерархий показал свою эффективность при решении многих практических задач [41]. Поэтому в настоящей работе этот метод применен для оценки весомости параметров в процессе классификации текстов СМИ.

В свою очередь, тематическая модель, построенная с применением LDA, обеспечивает мультимодальную оценку текстов СМИ, путем расчета условных распределений вероятности документов по признакам (p_1), темам (p_2) и классам (p_3). Реализованный метод примечателен тем, что тематическая модель, созданная путем кластерного анализа (обучение без учителя), затем применяется в сочетании с экспертно-определяемыми классами и признаками. Таким образом, семантику требуемого распределения задает пользователь (эксперт), хотя изначальный тематический анализ зависит только от корпуса документов. Применение тематической модели обеспечивает, на наш взгляд, уменьшение ошибок, связанных с расчетом соответствия текстов и словарей параметров.

Исходные данные и получаемые матрицы условных вероятностей показаны на рисунке 2, где MMS (mass media sources) – множество источников текстов.

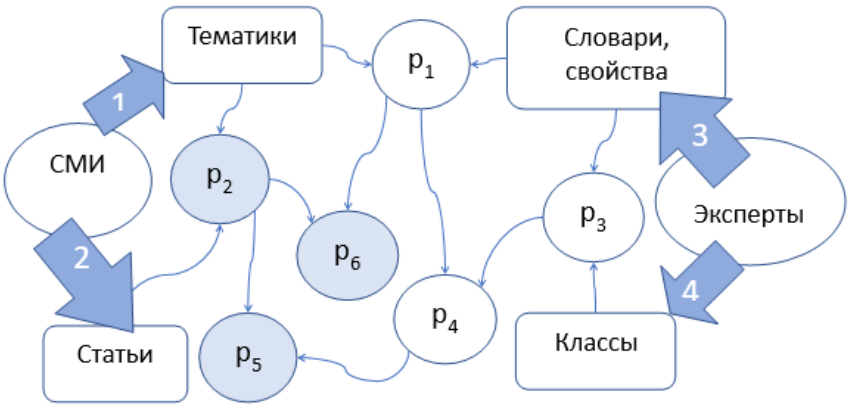


Рисунок 2. Процессы определения условных вероятностей

СМИ (MMS) являются источником m документов (papers), которые получают путем применения систем сбора данных (процесс 2). Полученный корпус документов *M* разбивают на тематические кластеры *T* (процесс 1). Эксперты (experts) формируют классы *C* (процесс 4) и определяют свойства или параметры

классов Q (процесс 3). Свойства описываются словарями слов, выражений (dictionaries) или процедурами их выявления в тексте (features).

Используя множество тематик корпуса, во-первых, получаем дискретное распределение условных вероятностей статей и тематик - $p_2(k|m)$, где $k \in T$, m $\in M$.

Во-вторых, получаем условное распределение словарей (параметров) и тематик $p_1(k|q)$, где $q \in Q$, то есть, определяем, в какой степени параметр описывает конкретную тематику. В-третьих, с помощью аналитического иерархического процесса (AHP) рассчитываем важность параметров для классов (отдельно для каждого класса) и получаем $p_3(c|q)$, где $c \in C$. Затем, используя p1 и p3, рассчитываем условное распределение тематик по классам - $p_4(k|c)$. Зная распределение вероятностей тематики по классам (p_4) и распределение вероятностей статьи по тематикам (p_2), можно вычислить распределение статьи по классам $p_5(m|c)$. В свою очередь, распределение статьи по признакам или словарям - $p_6(m|q)$ зависит от p_1 и p_2.

Для расчета множества тематик корпуса T используется алгоритм LDA. Для расчета вероятностей p_1 и p_2 используется коэффициент Жаккара [42, 43], а для расчета p_3 - AHP.

Результаты расчетов

Описанный выше алгоритм (упоминаемый ниже в тексте как агрегатор) применен для расчета распределения текстов СМИ по признакам (p_6) и распределения статей по классам (p_5). При этом, экспертами были сформированы словари признаков: Факты (657 лексических единиц), Негативная тональность (2344), Позитивная тональность (1207), Политизированность (35), Призыв к действию (145), Манипулятивность (1072). С помощью экспертных оценок сформирована матрица p_3 (важность параметров для классов):

```
[[0.23,  0.18,   0.18,  0.2,    0.21,  0.   ],
 [0.,    0.22,   0.22,  0.26,   0.,    0.3 ],
 [1.,    0.,     0.,    0.,     0.,    0.  ]]
```

где колонки (слева на право) соответствуют перечисленным выше признакам, а строки (сверху вниз) классам: "Социально значимый", "Объективный", "Достоверный". Отметим, что данная матрица не полна. Не все признаки для соответствующих классов определены. Ноль означает, что данный признак не используется для определения вероятности p_5. Например, видно, что социальная значимость текста определяется по пяти признакам, в то время как достоверность с использованием только одного (факты).

Для оценки возможностей агрегатора использован набор статей новостного агентства Tengri News (https://tengrinews.kz/). Корпус содержит 1800 статей, размеченных экспертами, что позволило сравнить результаты работы агрегатора с оценками экспертов. На рисунке 3 приведены таблицы, где отображаются 5 новостей с наибольшей и 5 с наименьшей вероятностью соответствия параметру или классу (aggregator score). Оценки экспертов приведены в колонке Expert Score.

Politicization			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
В Астане состоялась встреча Министра оборон	Министр оборо	0.12821395	politicized
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.127618874	politicized
Лидер партии ЛДПР Владимир Жириновский у	Жириновский у	0.122347869	politicized
Бакытжан Сагинтаев представил коллективу М	Сагинтаев о наз	0.119933087	politicized
Нурсултан Назарбаев направил телеграмму Ге	Назарбаев обра	0.119336992	difficult to determine
Bottom-5 News			
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.080228157	politicized
КамАЗ, "Газель" и три авто столкнулись в Астан	Массовое ДТП в	0.07948159	politicized
Врачи борются за жизнь беременной женщины	3-летняя девочк	0.078410358	politicized
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулли	0.077287639	politicized
Турсенгали Алагузов будет ведущим вечера на	Турсенгали Ала	0.077140974	politicized
Objectivity			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
Игрок турецкого "Буджаспора" Абдуллах Бали	Турецкий футбо	0.089326405	Objective
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.089229172	Objective
Арестован подозреваемый по делу о провокац	Арестован подо	0.089027615	Objective
Директора школы осудили в Карагандинской о	Директора шко	0.088805319	Objective
Организаторы зимних Олимпийских игр-2018	Скандал на Оли	0.088727886	difficult to determine
Bottom-5 News			
Житель Великобритании Джеймс Крэйн (James	Реакцию совре	0.086347233	Objective
Казахстанские школьницы, которые завоевали	С главой Google	0.086273295	Objective
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.086242858	Objective
Известный французский актер Венсан Кассель	Одинокий и вых	0.086116306	Objective
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулли	0.085758897	Objective
Reliability			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулли	0.228169926	reliable
Известный французский актер Венсан Кассель	Одинокий и вых	0.22495325	reliable
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.223814277	reliable
Казахстанские школьницы, которые завоевали	С главой Google	0.223540345	reliable
Житель Великобритании Джеймс Крэйн (James	Реакцию совре	0.222874905	reliable
Bottom-5 News			
Организаторы зимних Олимпийских игр-2018	Скандал на Оли	0.201449026	reliable
Директора школы осудили в Карагандинской о	Директора шко	0.200752131	reliable
Арестован подозреваемый по делу о провокац	Арестован подо	0.198751464	reliable
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.196937454	difficult to determine
Игрок турецкого "Буджаспора" Абдуллах Бали	Турецкий футбо	0.196062357	reliable

Рисунок 3. Оценки политизированности, объективности и достоверности текстов СМИ

Заключение

В статье приведен обзор методов, позволяющих выявлять деструктивные сообщения в интернет-среде. Показано, что для с этой целью применяются подходы, основанные на анализе синтаксических закономерностей; анализе семантической информации, заключенной в тексте, и соотнесении ее с текстовым корпусом; методах краудсорсинга; выявлении закономерностей поведения пользователей в социальных сетях; рассмотрении дополнительной информации и т.п. Хорошие результаты могут быть достигнуты при некоторых условиях: наличии доступа к трафику социальных сетей и других новостных интернет-ресурсов, возможности организовать или получить результаты краудсорсинга и т.п. При ограничениях на выполнение перечисленных условий выявление деструктивных сообщений можно выполнять, опираясь на косвенные признаки. Приведены результаты выявления деструктивных новостей в корпусе новостных сообщений на русском языке, размещенных на сайтах Республики Казахстан с использованием заранее составленных словарей, содержащих слова, указывающие на следующие свойства текста: наличие проверяемых фактов, политизированность, призыв к действию, негативная или позитивная тональность, манипулятивность.

Результаты применения алгоритма показывают, что в некоторых случаях он дает хорошую степень совпадения с экспертными оценками. С другой стороны он позволяет ранжировать тексты и в ситуации, когда тексты весьма близки по своим характеристикам. Приведенные выше тексты взяты из одного достаточно надежного источника, поэтому достоверность и объективность текстов близки. Вместе с тем данный подход требует весьма тщательного составления словарей и применения дополнительных алгоритмов для определения более широкого круга параметров текстов.

Работа проводится в рамках ПЦФ BR05236839 «Разработка информационных технологий и систем для стимулирования устойчивого развития личности как одна из основ развития цифрового Казахстана».

Литература

1. Lazer D. M. J. et al. The science of fake news //Science. – 2018. – V. 359. – №. 6380. – P. 1094-1096.

2. Анонимные комментарии на сайтах запретили в Казахстане. – https://www.zakon.kz/4896289-anonimnye-kommentarii-na-saytah.html (07.09.2019)

3. Яндекс назвал самые популярные запросы казахстанцев. - https://kapital.kz/lifestyle/74330/yandeks-nazval-samye-populyarnye-zaprosy-kazahstancev.html (07.09.2019)

4. Байманов Д. Волнующие казахстанцев вопросы назвал Президент РК. - https://www.inform.kz/ru/volnuyuschie-kazahstancev-voprosy-nazval-prezident-rk_a3449476 (07.09.2019)

5. Жулмухаметова Ж.Тройку самых острых вопросов, волнующих казахстанцев, назвали социологи. - https://informburo.kz/novosti/troyku-samyh-ostryh-voprosov-volnuyushchih-kazahstancev-nazvali-sociologi.html (07.09.2019)

6. Tavernise S. As Fake News Spreads Lies, More Readers Shrug at the Truth // The New York Times. Dec. 6, 2016. – https://www.nytimes.com/2016/12/06/us/fake-news-partisan-republican-democrat.html (07.09.2019)

7. Иссерс О.С. Медиафейки: между правдой и мистификацией // Коммуникативные исследования. 2014. № 2. С. 112-123.

8. Rubin V. L., Chen Y., Conroy N. J. Deception detection for news: three types of fakes //Proceedings of the 78th ASIS&T Annual Meeting: Information Science with Impact: Research in and for the Community. – American Society for Information Science, 2015. – C.83

9. Ahmed H., Traore I., Saad S. Detecting opinion spams and fake news using text classification //Security and Privacy. – 2018. – V. 1. – №. 1. – DOI: 10.1002/spy2.9

10. Pérez-Rosas V. et al. Automatic Detection of Fake News //arXiv preprint arXiv:1708.07104. – 2017.

11. Rubin V. et al. Fake news or truth? Using satirical cues to detect potentially misleading news //Proceedings of the Second Workshop on Computational Approaches to Deception Detection. – 2016. – P. 7-17.

12. Temming M. People are bad at spotting fake news. Can computer programs do better? // https://www.sciencenews.org/article/can-computer-programs-flag-fake-news (07.09.2019)

13. Horne B. D., Adali S. This just in: fake news packs a lot in title, uses simpler, repetitive content in text body, more similar to satire than real news //arXiv preprint arXiv:1703.09398. – 2017.

14. Conroy N. J., Rubin V. L., Chen Y. Automatic deception detection: Methods for finding fake news //Proceedings of the 78th ASIS&T Annual Meeting: Information Science with Impact: Research in and for the Community. – American Society for Information Science, 2015. – C. 82.

15. Guacho G. B. et al. Semi-supervised Content-based Detection of Misinformation via Tensor Embeddings //arXiv preprint arXiv:1804.09088. – 2018.

16. Tacchini E. et al. Some like it hoax: Automated fake news detection in social networks // arXiv preprint arXiv:1704.07506. – 2017.

17. Jin Z. et al. News Verification by Exploiting Conflicting Social Viewpoints in Microblogs //AAAI. – 2016. – C. 2972-2978.

18. Chadwick P. Why fake news on social media travels faster than the truth// https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/mar/19/fake-news-social-media-twitter-mit-journalism (07.09.2019)

19. Zhao Z. et al. Fake news propagate differently from real news even at early stages of spreading //arXiv preprint arXiv:1803.03443. – 2018.

20. Литвинова Т.А., Середин П.В. Поиск признаков лжи в письменном тексте: современные методы и подходы // В мире науки и искусства: вопросы филологии, искусствоведения и культурологии: сб. ст. по матер. XXIV междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2013. С. 126-133.

21. Иссерс О.С. Медиафейки: между правдой и мистификацией // Коммуникативные исследования. 2014. № 2. С. 112-123.

22. Litvinova O., Litvinova T., Seredin P., Lyell J. Deception Detection in Russian Texts // Proceedings of the Student Research Workshop at the 15th Conference of the

European Chapter of the Association for Computational Linguistics, Valencia, Spain, April 3-7. P. 43–52.

23. Корпус Russian Deception Bank. - http://rusprofilinglab.ru/korpusyi-tekstov/korpus-russian-deception-bank/ (07.09.2019)

24. ИА «Панорама». - https://panorama.pub (07.09.2019)

25. Машечкин И. В., Петровский М. И., Царёв Д. В. Методы вычисления релевантности фрагментов текста на основе тематических моделей в задаче автоматического аннотирования //Вычислительные методы и программирование. – 2013. – Т. 14. – №. 1. – С. 91-102.

26. Воронцов К. В., Потапенко А. А. Регуляризация, робастность и разреженность вероятностных тематических моделей //Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4. – №. 4. – С. 693-706.

27. Пархоменко П.А., Григорьев А.А, Астраханцев Н.А. Обзор и экспериментальное сравнение методов кластеризации текстов. Труды ИСП РАН, том 29, вып. 2, 2017 г., стр. 161-200. DOI: 10.15514/ISPRAS-2017-29(2)-6

28. Vorontsov K. et al. Bigartm: Open source library for regularized multimodal topic modeling of large collections //International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. – Springer, Cham, 2015. – С. 370-381.

29. Blei D. M., Ng A. Y., Jordan M. I. Latent dirichlet allocation //Journal of machine Learning research. – 2003. – Т. 3. – №. Jan. – С. 993-1022.

30. Jelodar H. et al. Latent Dirichlet Allocation (LDA) and Topic modeling: models, applications, a survey //Multimedia Tools and Applications. – 2018. – С. 1-43.

31. Scott J. et al. A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments //International Journal of Production Economics. – 2015. – Т. 166. – С. 226-237.

32. Mardani A. et al. Sustainable and renewable energy: An overview of the application of multiple criteria decision-making techniques and approaches //Sustainability. – 2015. – Т. 7. – №. 10. – С. 13947-13984.

33. Wanderer, Thomas, and Stefan Herle. "Creating a spatial multi-criteria decision support system for energy related integrated environmental impact assessment." Environmental impact assessment review, vol. 52, pp. 2-8, 2015.

34. Hoceini Y., Cheragui M., Abbas M. Towards a new approach for disambiguation in NLP by multiple criterian decision-aid //The Prague Bulletin of Mathematical Linguistics. – 2011. – Т. 95. – С. 19-32.

35. Kumar A. et al. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Т. 69. – p. 596-609.

36. Yager, Ronald R. "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking." IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics 18, no. 1 (1988): 183-190.

37. Hansen P., Ombler F. A new method for scoring additive multi-attribute value models using pairwise rankings of alternatives //Journal of Multi-Criteria Decision Analysis. – 2008. – Т. 15. – №. 3-4. – С. 87-107.

38. Figueira, José, Vincent Mousseau, and Bernard Roy. "ELECTRE methods." In Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys, pp. 133-153. Springer, New York, NY, 2005.

39. Y.J. Lai, T.Y. Liu, C.L. Hwang, TOPSIS for MODM// European Journal of Operational Research. -1994.- T. 76.- vol. 3.- p. 486–500.

40. Saaty T. L. Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world. – RWS publications, 1990.

41. Саати Т. Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений //Cloud of science. – 2015. – Т. 2. – №. 1. – С. 5-39.

42. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 1901. V. 37. Bd. 140. S. 241—272.

43. Кравцов Г. А. и др. Обучаемая модель вычислений на классификациях //Електронне моделювання. Т.40.-№3.– 2018.-С.63-76.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ ПОТОКАМИ В ПОМЕЩЕНИИ

[1]Бектуған Б.И., [2]Нурахов Е.С., [3]Иманкулов Т.С., [4]Ахмед-Заки Д.Ж.
e-mail: bakytzhan.bektugan@gmail.com
[1,2,3]*Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби. Казахстан*
[4]*Университет Международного Бизнеса, Казахстан*

Аннотация. *В данной работе рассмотрена программно-аппаратная реализация интеллектуальной распределенной системы прогнозирования и управления оптимальным распределением тепла в помещении. Прогнозирование основывается на заранее обученной модели нейронной сети. Система использует результаты расчета одномерной задачи теплопроводности для корректировки обучаемой нейронной модели и принимает решение о включении/выключении определенного кондиционера в зависимости от прогнозируемых данных.*

Ключевые слова: *FPGA, нейронная сеть, тепловые потоки, прогнозирование распространения тепла.*

Введение

Принцип работы современных кондиционеров [1] основан на поддержании температуры помещения в заданной температуре. Кондиционер генерирует поток воздуха предварительно охлаждая или нагревая его. При достижении температуры необходимого значения кондиционер выключается, продолжая снимать значения температуры воздуха и при изменении температуры снова включается.

Особенный подход к контролю температуры помещения имеют инверторные кондиционеры. Принцип работы инверторного кондиционера состоит в том, что

имеется возможность плавной (многоступенчатой) регулировки скорости вращения мотора компрессора в зависимости от тепловой нагрузки в помещении. Для более быстрого достижения заданной температуры контроллер инвертора увеличивает скорость вращения двигателя компрессора. Кондиционер начинает работать в форсированном режиме до тех пор, пока температура в помещении не достигнет заданного значения. Тогда скорость вращения двигателя снижается, но компрессор продолжает работать, поддерживая постоянную температуру с минимальными отклонениями.

В данных подходах не учитывается общее распределение тепла в помещении. Датчик температуры, расположенный на самом кондиционере, плохо отражает общую картину распределения температуры и в силу особенностей помещения температура на различных участках может сильно отличаться [2]. Также в работе кондиционера не учитывается работа других кондиционеров, работа каждого кондиционера автономна и управляется только на основе показания привязанного датчика температуры.

В ранее опубликованных работах анализировались алгоритмы управления температурой в помещениях и кондиционерами в зависимости от различных критериев. Исследователями из Южно-Уральского государственного университета рассмотрен принцип управления тепловым режимом здания при наличии в системе отопления радиаторного и воздушного приборов отопления [3] и анализируются алгоритмы управления температурой в помещениях [4]. Авторами Henry N., Afiq A. Dahlan, Affandi M. Nasib, Azhar A. Aziz предложен подход регулирования кондиционеров посредством контроллеров с нечеткой логикой для достижения энергосбережения [5]. Исследователи Swiss Federal Institute of Technology Lausanne в своих трудах приводят моделирование распределение тепла при построении термосифона для компонентов с большой теплоотдачей [6].

В данной работе, на основе анализа изысканий зарубежных коллег в области систем принятия решения [7], [8], [9], [10] мы предлагаем подход к реализации интеллектуальной системы эффективного управления температурным режимом использующую нейронную сеть [11], [12], [13], [14] для прогнозирования распределения тепла на основе истории изменения температуры помещения, считываемых с датчиков и расчета численного решения одномерной задачи теплопроводности. Эффективность управления обуславливается целью достижения функции распределения тепла с минимальным среднеквадратичным отклонением [15] от линейной функции с необходимым значением температуры. Для прогнозирования развернута нейронная сеть, обученная методом обратного распространения ошибки [16], [17]. Расчет численного решения осуществляется вычислительным ускорителем на базе FPGA что позволяет снизить общую нагрузку на систему.

Общее описание системы

Система представляет из себя программно-аппаратный комплекс по оптимальной регулировке температурного режима помещения. Состоит из модуля сбора, обработки и мониторинга данных о температуре помещения, модуля предсказания на основе нейронной сети и модуля принятия решения. Модуль сбора

данных передает данные температуры с 10 датчиков, расположенных вдоль помещения, на вычислительный модуль. Вычислительный модуль производит расчеты распределения тепла, передает расчетные значения и фактические данные температуры с датчиков на модуль прогнозирования. Модуль прогнозирования на основе заранее обученной нейронной модели выдает прогнозы распределения температуры при разных режимах работы кондиционеров. Модуль принятия решения выбирает оптимальный режим работы кондиционеров для получения целевой функции распределения тепла в помещении и передает соответствующие сигналы на управляющие устройства температурным режимом.

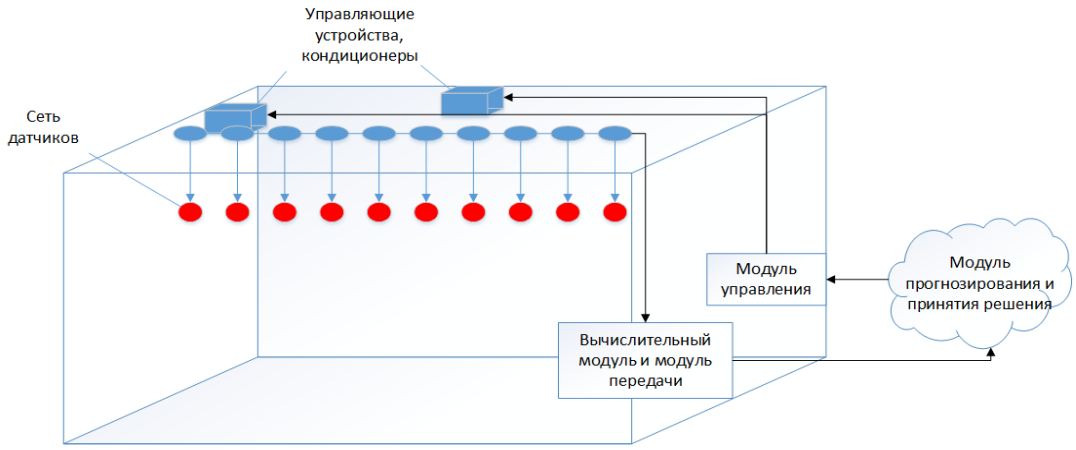


Рис. 1 Общая схема системы

Модуль сбора данных

Первичный сбор и передача промысловых данных с датчиков выполняет аппаратно-программные средства на базе печатных плат Arduino. Периметр исследуемой области охватит сеть датчиков температуры. Датчики передают измеренные промысловые значения на модуль. Модуль преобразует значения в форму 32 битных чисел с плавающей запятой в стандарте IEEE 754. Далее значения передаются на вычислительное устройство посредством протокола передачи данных I2C.

Вычислительный модуль

В работе был реализован аппаратный прототип расчетного модуля на базе FPGA модели Nexys 4 с кристаллом XC7A100T-1CSG324C семейства Artix-7. Модуль использует микроконтроллер с Wi-Fi интерфейсом ESP8266 для информационного взаимодействия с модулем прогнозирования. Вычислительный модуль производит расчеты распространения тепла.

Рассмотрим реализацию вычислительного процесса на FPGA на примере численного решения одномерной задачи теплопроводности:

$$U_t = a^2 U_{xx}, \text{ где } x \in [0, l]; t \in [0, T].$$

Пусть заданы начальные и граничные условия:

$$U(x,0) = \varphi(x)$$

$$U(0,t) = \psi_1(t), U(l,t) = \psi_2(t)$$

В результате аппроксимации частных производных соответствующими конечными разностями получаем следующее соотношение [18]:

$$U_i^{n+1} = U_i^n + \frac{a^2\tau}{h^2}(U_{i+1}^n - 2U_i^n + U_{i-1}^n) \quad (1)$$

где τ - шаг сетки по временной координате, h - шаг сетки по пространственной координате, a^2 - коэффициент теплопроводности.

Таким образом, после аналогичной аппроксимации начальных и краевых условий, получаем простую систему линейных алгебраических уравнений для нахождения распределения температуры в различные моменты времени. В литературе [19] подробно изложены основные методы численного решения уравнения теплопроводности, позволяющих с помощью вычислительных устройств получить результаты вычисления с минимальными погрешностями.

Разностная схема (1) вычисляется явным итерационным методом, в котором для расчета значения в каждой точке i используется значения точек i-1, i, i+1 в предыдущем временном слое. Вычислительный блок каждой итерации состоит из 3 подблоков.

Вычислитель оперирует вещественными числами с помощью IP каталога Floating Point [20]. Вычисления производятся на тактовой частоте 100 МГц.

На рисунке 2 представлена логическая схема вычислительного модуля выполняющее вычисление значения каждой итерации, где *result_1* - результат вычисления первого подблока, *result_2* - результат вычисления второго подблока, *result_3* - результат вычисления.

Для последовательной передачи промежуточных данных между вычислительными операциями разработаны конечные автоматы с 2 состояниями для каждого из подблоков:

STATE_0 - состояние ожидания входящих параметров. При поступлении входных значений автомат производит вычисление.

STATE_1 - вывод результатов, сброс входных параметров и перевод автомата в состояние ожидания.

Результаты вычислительного блока передаются в формируемую очередь передачи. Блок передачи данных реализован ядром стандартного IP каталога FIFO Generator [21]. Тактовая частота выходного сигнала была понижена в связи с тем, что принимающее устройство поддерживает частоту синхронизирующего сигнала не более 100 кГц. Передача данных производится посредством 4 каналов. За один такт передается 4 бита, что обеспечивает скорость передачи в 250 байт в секунду.

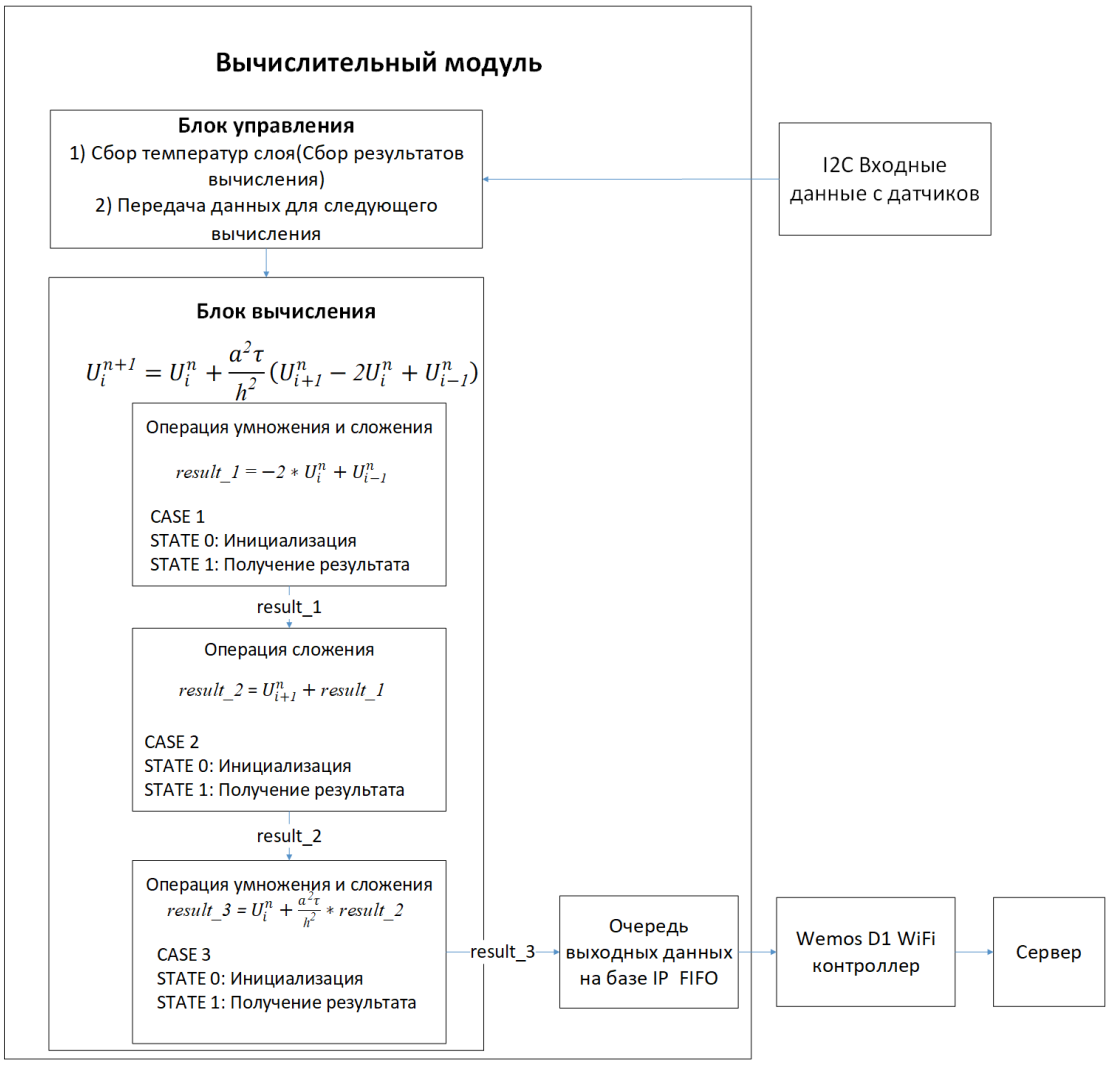


Рис. 2 Схема вычислительного блока

Интеллектуальная системы принятия решения

Обученная модель прогнозирования

Модель прогнозирования распространения тепла выполнена в виде модели нейронной сети, обученной методом обратного распространение ошибки. Входными параметрами модели выбраны следующие параметры:

- История изменения массива температуры с десяти датчиков за 5 минут;
- Прогнозируемая температура, полученная на основе вычислительной модели;
- Статус работы для 2-х кондиционеров: 1 - кондиционер включен, 0 кондиционер выключен.

Искусственная нейронная сеть имеет 4 слоя, входной слой с 12 нейронами, 2 промежуточных слоя по 7 нейронов, и выходной слой с 10-ю нейронами. Нейронная сеть обучена на 7500 и протестирована на 1500 наборах данных. Параметры

скорости и момента обучения равны 0,01 и 0,1 соответственно. Данная структура сети подобрана эмпирический и обеспечивает точность с ошибкой не более 5 %.

Общая структура входных данных будет следующая:

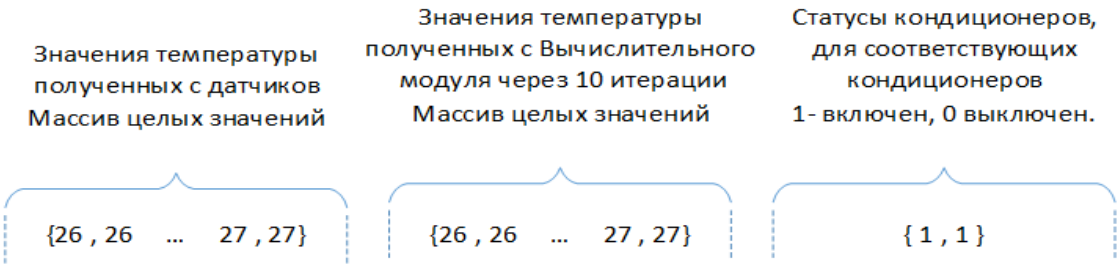


Рис. 3 Структура входных данных

Ожидаемые данные представлены в виде 317-ти уникальных наборов значений с датчиков, полученных из экспериментов. Модель прогнозирования относит набор входных значений к одному из таких наборов, таким образом нейронная сеть решает задачу классификации. Структура ожидаемых данных для обучения соответствует массиву значений температуры полученных с датчиков.

Модель принятия решения

Система принимает решения на основе прогнозов распределения тепла для различных комбинаций режимов работы кондиционеров. На данный момент необходимый температурный режим представлен в виде линейной целевой функции с необходимым значением в каждой из точек. Из среднеквадратичных отклонений целевой функции от прогноза для каждого из режимов выбирается минимальное отклонение.

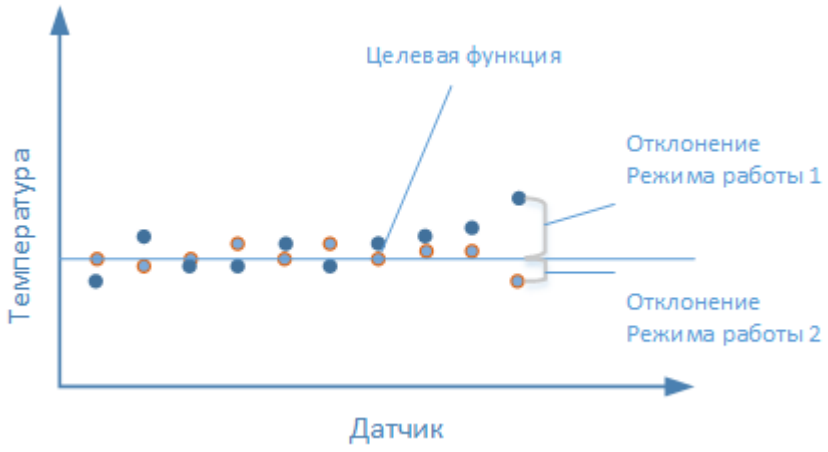


Рис. 4 График распределения температуры

В зависимости от выбранного режима работы кондиционеров передаются соответствующие управляющие сигналы. Весь процесс выполняется в циклическом порядке с периодом в 2 минуты.

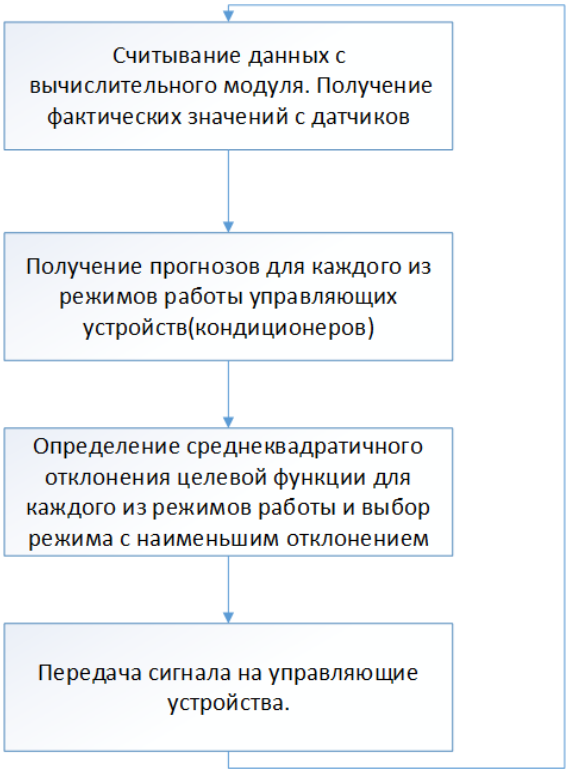


Рис. 5 Цикл работы системы

Заключение

В данной работе рассматривается подход к программно-аппаратной реализации системы интеллектуального кондиционирования помещения. Система имеет датчики сбора данных, дающие в режиме реального времени информацию о текущем распределении тепла в помещении и кондиционеры для регулирования тепла. Данные сохраняются в виде истории для последующего использования для обучения нейронной модели. Нейронная модель способна предсказать дальнейшее распределение тепла в зависимости от различных параметров и выбирать оптимальный режим работы кондиционеров. Реализован вычислительный ускоритель на базе FPGA, результаты которого также используются для построения прогнозов. Вычислительный ускоритель снижает нагрузку на модуль прогнозирования предоставляя необходимые расчеты.

Стоит отметить, что система до достижения целевой функции может успеть выполнить несколько циклов управления, режимы которых могут отличаться. Что в свою очередь обеспечит более гладкое изменение температуры помещения.

Таким образом, построен прототип самодостаточной интеллектуальной распределенной системы, которая в зависимости от заданной целевой функции может пошагово регулировать температурный режим помещения. В дальнейшем есть возможность улучшения системы путем добавления режимов работ с разными мощностями для кондиционеров и адаптации системы для нелинейных целевых функций.

Литература

1. Дуболазова Л.В., СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА: ИСТОРИЯ, ТИПЫ, ПРИНЦИП РАБОТЫ. ЖУРНАЛ. Научные труды Дальрыбвтуза, 2009.

2. Просвирина И.С., ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ УЧЕБНОГО ПОМЕЩЕНИЯ. Вестник Череповецкого государственного университета, 2016.

3. М.М. Тверской, Д.В. Румянцев. Постановка задачи оптимального управления тепловым режимом здания при комбинированной системе отопления. УДК 681.513.5.

4. В.С. Спицын, В.В. Спицын. Алгоритмы управления температурой в помещениях. УДК 621.3.068.

5. Henry N., Member, IAENG, Afiq A. Dahlan, Affandi M. Nasib, Azhar A. Aziz, Member, IAENG and Sumeru. Indoor Temperature Control and Energy Saving Potential of Split Unit Air Conditioning System using Fuzzy Logic Controller. IAENG International Journal of Computer Science, 43:4, IJCS_43_4_01.

6. Seuret, André; Iranfar, Arman; Zapater Sancho, Marina; Thome, John Richard; Atienza Alonso, David. Design of a Two-Phase Gravity-Driven Micro-Scale Thermosyphon Cooling System for High-Performance Computing Data Centers. The Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems (ITHERM), Marina San Diego, CA, USA, May 29 - June 1, 2018

7. Gloria Phillips-Wren, Nikhil Ichalkaranje, Lakhmi Jain. Intelligent Decision Making: An AI-Based Approach. January 2008

8. Rábová, V. konečný, A. Matiášová. Decision making with support of artificial intelligence. AGRIC. ECON. – CZECH, 51, 2005 (9): 385–388

9. А.Н. Аверкин, А.Г. Беленький. Иерархические интеллектуальные системы поддержки принятия решений в сложноструктурированных областях с использованием экспертной информации.

10. Vasilescu, Cezar. Effective Strategic Decision Making. 2011

11. А.С. Козадаев, А.А. Арзамасцев. Прогнозирование временных рядов с помощью аппарата искусственных нейронных сетей. Краткосрочный анализ температуры воздуха. Вестник ТГУ, т.11, вып.3, 2006.

12. Dr. S. Santhosh Baboo, I.Kadar Shereef. An Efficient Weather Forecasting System using Artificial Neural Network. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 1, No. 4, October 2010 ISSN: 2010-0264.

13. Brian A. Smith, Air temperature prediction using artificial neural networks. December 2006

14. Brian A. Smith, Ronald W. McClendon, and Gerrit Hoogenboom, Improving Air Temperature Prediction with Artificial Neural Networks. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering Vol:1, No:10, 2007.

15. R. Alejo, J.M. Sotoca, M.G. De La Rosa. Error analysis in artificial neural networks: the imbalanced distribution case.

16. Massimo Buscema, Dr. Back Propagation Neural Networks. Substance Use & Misuse, 33(2), 233–270, 1998.

17. J.G. Makin. Backpropagation. February 15, 2006
18. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.
19. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 172 с
20. Floating-Point Operator v7.1 LogiCORE IP Product Guide (PG060). Xilinx. 2017.
21. FIFO Generator v13.1 LogiCORE IP Product Guide (PG057). Xilinx. 2017.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ

[1,2]Бобров Л.К., [1,2]Медянкина И.П., [1,2]Родионова З.В.,
[1,3]Буранбаева А.И., [1,3]Утепбергенов И. Т.
l.k.bobrov@edu.nsuem.ru, i.p.medyankina@edu.nsuem.ru
z.v.rodionova@edu.nsuem.ru, a.buranbaeva@gmail.com, i.utepbergenov@ipic.kz
[1]Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, Казахстан,
[2]Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», Россия,
[3]Университет Туран, Казахстан

Аннотация. *Проведен анализ законодательных, подзаконных и нормативных актов Республики Казахстан для инновационной деятельности. Обоснован и предложен вариант структуры элементов метаданных информационного обеспечения инновационной деятельности. Разработан методологический принцип ввода в эксплуатацию специализированной информационно-поисковой системы, предназначенной для ситуационного ориентирования инновационных организаций в мировом информационном пространстве, позволяющий не только обеспечить взаимодействие между предприятиями, поставщиками и заказчиками, работающими с инновациями, но и повышающий эффективность инновационной деятельности в Республике Казахстан.*

Введение

Целью настоящего исследования является формирование базы знаний, отражающей доступные в РК информационные ресурсы, релевантные задачам информационного обеспечения инновационной деятельности и выявление ресурсов, а также разработка принципов и построение методологии совершенствования системы информационного обеспечения инновационной деятельности РК с учетом

особенностей информационного обеспечения соответствующих стадий жизненного цикла инноваций.

В рамках данного этапа исследований начинается разработка принципов и построение методологии совершенствования системы информационного обеспечения инновационной деятельности РК. Для этого осуществлен сбор и анализ соответствующих законодательных, подзаконных и нормативных актов и определение степени влияния дефиниций на постановку задач информационного обеспечения инноваций и использование внешних информационных ресурсов.

Объект исследования – информационные ресурсы РК, релевантные задачам информационного обеспечения инновационной деятельности.

Предмет исследования – параметры, характеризующие принципы и методологию построения системы информационного обеспечения инновационной деятельности РК.

Исследования проводились в рамках реализации проекта грантового финансирования МОН РК № AP05134019 «Разработка научно-методических основ и прикладных аспектов построения распределенной системы информационного обеспечения инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций».

1. Анализ соответствующих законодательных, подзаконных и нормативных актов

Для создания благоприятных условий развитию инновационной деятельности в Казахстане было принят ряд законов и нормативно-правовых актов, которые обеспечили правовую поддержку развитию инновационной деятельности в республике. К их числу относятся законы [1-4].

3 июля 2002 года впервые в республике был принят Закон «Об инновационной деятельности» (утратил силу в 2006 в связи с принятием Закона Республики Казахстан «О государственной поддержке инновационной деятельности»), определивший основные принципы, формы и направления реализации государственной инновационной политики. В этом законе Казахстан определился с термином «инновация» [5]. Это «результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде новой или усовершенствованной продукции (работы, услуги), нового или усовершенствованного технологического процесса, а также организационно-технические, финансово-экономические и другие решения в различных сферах общественных отношений, оказывающие прогрессивное влияние на различные области производства и сферы управления обществом». Эта дефиниция соответствует современным концепциям понятия «инновация», для которых важны три свойства: 1) научно-техническая новизна, 2) производственная применимость, 3) коммерческая реализуемость (способность удовлетворять рыночный спрос и приносить прибыль производителю).

Законом Республики Казахстан «О государственной поддержке инновационной деятельности» (2006 г.) предусматривалась поддержка государством инновационной деятельности [6]. В рамках данного закона были закреплены такие важные для развития инновационной системы понятия, как

«инновационная инфраструктура», «технологический парк (технопарк)», «инновационный проект», «инновационный грант».

Принятие «Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы» ознаменовало начало нового этапа в экономическом развитии Казахстана: переход от экономики, базирующейся на эксплуатации природных ресурсов, к индустриально-инновационной экономике, основанной на знаниях [7]. Принятие Стратегии индустриально-инновационного развития создало необходимые условия для формирования в стране инновационной системы, в рамках которой могли бы получить свое развитие отечественные наукоемкие производства, опираясь на эффективное использование интеллектуального и научного потенциала страны, разработки отечественных ученых-новаторов [8]. В связи с этим, в 2005 году в целях модернизации экономики в стране была принята Программа по формированию и развитию национальной инновационной системы Республики Казахстан на 2005-2015 годы (ПФРНИС) [9].

Программой были определены основные принципы формирования инновационной системы в Казахстане: ведущая роль государства в процессе формирования НИС: активное сотрудничество государства с частным капиталом: открытый характер создаваемой системы.

Открытый характер НИС подразумевает возможность внедрения в производство любой перспективной инновационной идеи, как отечественной, так и зарубежной, а также отсутствие барьеров для вхождения в глобальную инновационную систему.

В 2010 году в Казахстане была принята Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана на 2010-2014 гг. (далее – Программа ГПФИИР) [10].

Перед программой стояли следующие задачи:

– создание благоприятной среды для индустриального развития страны;

– развитие приоритетных секторов экономики (агропромышленный комплекс, химическая и фармацевтическая промышленность, металлургия, энергетика, нефтепереработка, строительная индустрия, транспорт и коммуникация, туризм, космос).

– усиление социальной эффективности развития приоритетных секторов экономики и реализации инвестиционных проектов;

– формирование центров экономического роста на базе крупных городов;

– развитие механизмов взаимодействия государства и бизнеса для поддержки приоритетных секторов экономики.

Программа является логическим продолжением политики государства в сфере инновационной деятельности, модернизации и диверсификации экономики. Разработаны механизмы реализации Программы на республиканском и региональном уровнях.

В ноябре 2010 года принята Программа по развитию науки, инноваций и содействия технологической модернизации на 2010-2014 годы Постановлением Правительства Республики Казахстан, в рамках которой был реализован системный подход к развитию инновационной деятельности в республике [11]. Перед программой стояли задачи построения системы трансфера технологий,

содействующей технологической модернизации промышленности; развитие инновационной среды для эффективного взаимодействия науки, бизнеса и государства. Также завершена разработка Межотраслевого научно-технологического плана развития Республики Казахстан, который определяет задачи по приоритетным отраслям промышленности на среднесрочный и долгосрочный период (до 2020 года).

В новом редакции Закона РК «О науке» от 18 февраля 2011 года система государственного финансирования научной и научно-технической деятельности претерпела значительные изменения [12]. В нем сказано о поддержке правительством науки и технологий. Государство гарантирует продвижение всех организаций, осуществляющих инновационную деятельность посредством финансирования проектов, содействия развития инновационной структуры, организации подготовки инновационных менеджеров.

Ранее, механизм финансирования инновационного проекта был значительно бюрократизирован, получение гранта требовало обязательного прохождении несколько стадии рассмотрения. Новый закон «О науке» предполагает создание Национального научного совета, который принимает решение о выдаче гранта на научные исследования, сведя, таким образом, процедуру рассмотрения заявки до одной ступени.

9 января 2012 года был принят Закон Республики Казахстан «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности». Данный закон закрепил следующие меры государственной поддержки со стороны различных национальных институтов развития: кредитование, субсидирование ставки вознаграждения по кредитам, долгосрочное лизинговое финансирование, гарантированный заказ, осуществление инвестиций в уставные капиталы, инновационные гранты, развитие и продвижение экспорта отечественных обработанных товаров, услуг и т.д. [13].

На данном этапе был издан Указ Президента Республики Казахстан от 1 августа 2014 года № 874 «Об утверждении Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы» [14]. Данная программа разработана в соответствии с долгосрочными приоритетами Стратегии «Казахстан - 2050», и в реализацию ключевого направления «Ускорение диверсификации экономики» Стратегического плана развития Республики Казахстан до 2020 года, Концепции по вхождению Казахстана в число 30 самых развитых государств мира, а также во исполнение поручения Главы государства, данного на XXVI пленарном заседании Совета иностранных инвесторов при Президенте Республики Казахстан, и в рамках реализации Послания Президента Республики Казахстан народу Казахстана «Казахстанский путь-2050: единая цель, единые интересы, единое будущее» от 17 января 2014 года [14].

Инновационные сектора в данной программе определены согласно приоритетам, указанным в концептуальных и программных документах, посланиях и выступлениях Главы государства, в частности, в Посланиях Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 17 января 2014 года [15].

В целом, принятые в Казахстане на различных этапах 15 законодательных актов и программ в области инновационной деятельности охватывает все сферы

взаимоотношений, которые возникают в результате создания, внедрения и распространения инноваций и служат основой для развития. Перспективность инновационного развития рассматривается, как долговременное направление структурной политики в области науки и бизнеса.

Однако существуют определенные недостатки:

– отсутствие в РК единой республиканской информационно-аналитической рабочей среды, отражающей доступные информационные ресурсы, релевантные задачам информационного обеспечения инноваций;

– отсутствие современных механизмов внедрения технологических нововведений и выведения их на рынок;

– недостаточное развитие инфраструктурных элементов содействия инновационным проектам, таких как технологические парки и специализированные бизнес-инкубаторы, сеть фондов рискового финансирования, специальные финансовые механизмы поддержки фирм на этапе их быстрого роста, сертифицированные оценщики фирм и интеллектуальной собственности и др.;

– отсутствие на внутреннем рынке платежеспособного спроса на передовые технологии и промышленные нововведения и др.;

– недостаточный уровень кадров.

Чтобы поднять уровень исследований и разработок, необходимо в первую очередь разработка и формирование механизмов функционирования единой республиканской информационно-аналитической рабочей среды, что даст возможность созданию и активному внедрению инноваций в Казахстане, что в перспективе позволит участвовать Казахстану в глобальной конкуренции.

2 Основные принципы создания системы информационной поддержки инновационной экономики Республики Казахстан

В основу создания системы информационной поддержки инновационной экономики Республики Казахстан обоснованы следующие основные принципы, детально описанные в работе [16]: принцип доминирования системного подхода как методологическая основа процесса создания информационной инфраструктуры поддержки инноваций; принцип ориентации на реальные информационные потребности инновационных предприятий и кластеров; принцип учета специфики отдельных стадий жизненного цикла инноваций; принцип привнесенного опыта; принцип разумной минимизации усилий, когда для получения требуемого результата используются наиболее простые и экономичные модели и методы; принцип эффективности; принцип однократной обработки информации и ее многократного использования; принцип партнерства; принцип акцентирования внимания на внешней среде; принцип моделирования; принцип непрерывного развития системы; принцип сочетания первичных и вторичных источников информации; принцип стандартизации (унификации).

Решение задач систематизации информационных ресурсов связывают с понятием метаданных. Метаданными называются структурированные данные, характеризующие информационный ресурс для целей идентификации, поиска и управления им [17].

Наиболее эффективным средством организации метаданных являются базы метаданных, предназначенные для упорядочения и описания структурных элементов единиц хранения информации в их цифровом и нецифровом виде в целях обеспечения поиска и обмена между ее держателями (производителями) и пользователями (потребителями) [18].

Разработано множество стандартов метаданных как независимых от сферы применения, так и учитывающих ее спецификуСамым известным набором элементов метаданных, независимым от сферы применения, является «Дублинское ядро», – «Dublin Core Metadata Elements». «Дублинское ядро» состоит из двух уровней. Первый уровень – простое «Дублинское ядро» (Simple Dublin Core), второй – «Дублинское ядро» с квалификаторами (Qualified Dublin Core). Состав элементов первого уровня первоначально был зафиксирован в международном стандарте ISO 15836:2003 «Information and documentation – The Dublin Core metadata element set» [19]. В 2017 году этот стандарт пересмотрен и заменен стандартом ISO 15836-1:2017 «Information and documentation – The Dublin Core metadata element set – Part 1: Core elements». [16]. Термины второго уровня, включающего в себя квалификаторы, схемы кодировок и наборы словарных терминов, определены в документе «DCMI Metadata Terms» (Dublin Core Metadata Initiative Metadata Terms) [20].

Как указывается в рекомендации RFC 2413, элементы Дублинского ядра можно условно разбить на три группы [21]:

Content – элементы, описывающие содержание ресурса;

Intellectual Property – элементы, рассматриваемые с позиции интеллектуальной собственности;

Instantiation – элементы, относящиеся к конкретному экземпляру ресурса.

В предлагаемом варианте структуры базы метаданных элементы соответствуют стандарту «Дублинское ядро», а перечень квалификаторов, релевантных решаемой задаче, расширен и предусматривает возможность использования 33 квалификаторов (подполей) [22].

1. Элемент данных Coverage. Квалификаторы элемента данных Coverage указывают на пространственную локализацию описываемого ресурса (страну) – CNTR, ретроспективный охват (период, дата или интервал дат) – RC, страновой охват – CCV.

2. Элемент данных Relation. Квалификатор RR указывает на связанные (аналогичные) ресурсы (например, для RSCI (Russian Science Citation Index), в качестве связанного ресурса может быть указана база данных РИНЦ (Российский индекс научного цитирования.)).

3. Элемент данных Publisher характеризует ответственность за предоставление ресурса пользователям (это может быть физическое лицо, организация или служба). Квалификаторы элемента данных Publisher указывают на организацию, ответственную за предоставление ресурса – ORG, и страну, в которой эта организация находится – CNTR.

4. Элемент данных Source дает ответ на вопрос, из какого другого ресурса, или у какого другого вендора данный ресурс может быть получен полностью или частично.

5. Элемент данных Subject характеризует предметное содержание ресурса. Квалификатор LCS заполняется при индексировании информационного ресурса и указывает, на какой стадии жизненного цикла инновационного продукта этот ресурс может быть полезен. Квалификатор RS. Для упрощения процедуры поиска в системе формируется перечень типовых практических ситуаций и пользователю дается возможность выбора одной из них. Примеры практических ситуаций: поиск технологий, выбор поставщиков, анализ рынка, организация маркетинга и т. п.

Квалификатор TA указывает на целевую аудиторию информационного ресурса (например, исследователи, маркетологи и др.).

6. Элемент данных Type. Для этого элемента предусмотрены квалификаторы, дающие возможность указать:

– тип ресурса (RT) – тематический портал, электронный журнал, база данных и др.;

– тип информации (IT) – фактографический, библиографический, полнотекстовый, смешанный и др.;

– видовую категорию информации (SCI) – научно-техническая, патентная, маркетинговая, рыночная и др.).

Приведенные выше основные принципы образуют методологическую платформу для разработки системы информационной поддержки инновационной деятельности в республике Казахстан. Данная система рассматривается как ядро информационной инфраструктуры поддержки инноваций, которое обеспечивает ситуационное ориентирование инновационных организаций в мировом информационном пространстве с целью эффективного информационного обеспечения инновационной деятельности.

Информационная поддержка жизненного цикла инноваций должна базироваться на комплексном использовании документальных и фактографических источников (на что справедливо обращали внимание авторы работы [22] и ряда других работ), отражающих следующие основные тематические и видовые аспекты:

– информацию о рынках;
– сведения о программах и направлениях исследований по практическому использованию результатов фундаментальных НИР;
– маркетинговую информацию;
– информацию о потенциальных инвесторах и конкурсах грантов;
– научно-техническую и патентную информацию, отчеты о НИР и диссертации;
– материалы научных конференций;
– прогнозно-аналитическую информацию;
– конъюнктурно-коммерческую информацию;
– правовые и нормативные акты, стандарты и справочники;
– экономическую информацию (включая менеджмент), и др.

Перечисленные сведения можно почерпнуть из многочисленных баз и банков данных, доступных через сеть Интернет. При этом далеко не все ресурсы платные. Существует значительный пул общедоступных ресурсов, которые могут быть с успехом использованы для информационного обеспечения. К числу платных ресурсов относятся, прежде всего, базы бизнес-информации, зарубежные

полнотекстовые и фактографические базы данных, а также крупные базы реферативной информации.

3. Формулирование и обоснование особенностей информационной поддержки инноваций на каждом из этапов их жизненного цикла

Предлагаемые подходы к реализации настоящего проекта предполагают обобщение и развитие казахстанского, российского и европейского опыта решения задач информационного обеспечения науки и образования [16 – 20] применительно к инноватике как современному виду деятельности, обладающему своими специфическими особенностями.

В рамках описываемого проекта предусматривается создание единой точки входа для навигации в мировом информационном пространстве через предоставление метаинформации об информационных ресурсах, релевантных задаче пользователя. Точка входа представляет собой информационный портал, где сосредоточена метаинформация как об информационных ресурсах Казахстана, так и о ресурсах других стран.

Одним из режимов поиска ресурсов, отвечающих практической ситуации пользователя, является поиск через систему классификаторов, когда указывается, например, стадия жизненного цикла, требуемая тематика, решаемая задача, и т. п. Это открывает возможность использования продукционных моделей двух типов:

IF (A=TRUE) THEN B (продукция с детерминированным ядром);

IF (A=TRUE) THEN with a lot of confidence B (продукция с недетерминированным ядром),

где A – логическое выражение вида <условие 1>&<условие 2>&…&<условие n>,

B – список рекомендуемых информационных ресурсов.

С практической точки зрения, использование модели второго типа целесообразно по мере накопления данных обратной связи с пользователями и обработки этих данных с целью числовой оценки степени релевантности конкретного информационного ресурса практической ситуации (решаемой задаче). Приведем несколько содержательных примеров.

IF (RS= «поиск технических решений» AND CCV= «интернациональный») THEN <Список патентных БД>

IF (RS= «выбор иностранных фирм-парнеров» AND CNTR = «USA») THEN with a lot of confidence <DUN and BRADSTREET, LEXIS NEXIS, …>

IF (CC= «экономика» AND CNTR = «RU» AND CCV= «интернациональный») THEN <DB VINITI, DB INION, …>

Получив, в результате поиска, перечень рекомендуемых информационных ресурсов пользователь может перейти по гиперссылке на описание конкретного ресурса, а далее, в случае заинтересованности:

– получить доступ к этому ресурсу, перейдя из описания по соответствующей гиперссылке (если это открытый ресурс);

– ознакомиться с условиями доступа и, через указанные контактные данные, связаться с вендором на предмет заключения договора, либо воспользоваться посредническими услугами владельца базы метаинформации;

– в ряде случаев пользователю может быть предоставлена возможность изучить демонстрационную версию или получить trial доступ к некоторым ресурсам.

Выводы:

1) Результат анализа 15 законодательных, подзаконных и нормативных актов Республики Казахстан для инновационной деятельности показал, что используемая в них дефиниция соответствует современным международным применяемым концепциям понятия «инновация»;

2) Обоснован выбора структуры элементов метаданных, независимого от сферы применения, Международного стандарта ISO 15836-1:2017 («Дублинское ядро») и необходимость разработки отечественного стандарта на его основе;

3) Предложен вариант структуры базы метаданных, элементы которой соответствуют стандарту «Дублинское ядро», а расширенный перечень квалификаторов, релевантных решаемой задаче, предусматривает возможность использования 33 квалификаторов (подполей).

4) Разработан методологический принцип ввода в эксплуатацию специализированной информационно-поисковой системы, предназначенной для ситуационного ориентирования инновационных организаций в мировом информационном пространстве, обладающей предлагаемой авторами структурой метаданных, позволяющий не только обеспечить взаимодействие между предприятиями, поставщиками и заказчиками, работающими с инновациями, но и повышающий эффективность инновационной деятельности в Республике Казахстан.

Список используемых источников

1. Закон Республики Казахстан от 26 июля 1999 года № 456-I. «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 31.10.2015 г.) [Электрон. ресурс]. – 1999. – URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1014203 (дата обращения: 12.2015)

2. Закон Республики Казахстан от 29 июня 2001 года № 217-II. «О правовой охране топологий интегральных микросхем» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 31.10.2015 г.) [Электрон. ресурс]. – 2001. – URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1023841 (дата обращения: 12.2015)

3. Закон Республики Казахстан от 13 июля 1999 года № 422-I «Об охране селекционных достижений» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 27.11.2015 г.) [Электрон. ресурс]. – 1999. – URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1014046 (дата обращения: 12.2015)

4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 сентября 2001 года № Об одобрении Концепции охраны прав интеллектуальной собственности [Электрон. ресурс]. – 2001. – URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1025161 (дата обращения: 18.12.2015)

5. Закон Республики Казахстан от 3 июля 2002 года № 333-II Об инновационной деятельности [Электрон. ресурс]. – 2002. – URL:

https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1031942#pos=5;-153 (дата обращения: 17.06.2019)

6. Закон Республики Казахстан О государственной поддержке инновационной деятельности от 23 марта 2006года № 135-III (с изменениям и дополнениями по состоянию на 05.07.2011 г.) [Электрон. ресурс]. – 2002. – URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30049965 (дата обращения: 17.06.2019)

7. О Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 17 мая 2003 года N 1096. Утратил силу Указом Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958. [Электрон. ресурс]. – 2003. – URL: https://tengrinews.kz/zakon/prezident_respubliki_kazahstan/hozyaystvennaya_deyatelnost/id-U030001096 (дата обращения: 17.06.2019)

8. Нуртазина М. Анализ предпосылок и этапов становления национальной инновационной системы Казахстана. Электронный научный журнал «edu.e-history.kz» № 2(06), [Электрон. ресурс].– URL: http://edu.e-history.kz/kz/books/journal?id=2(06) (дата обращения: 17.06.2019)

9. Об утверждении Программы по формированию и развитию национальной инновационной системы Республики Казахстан на 2005-2015 годы Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 апреля 2005 года N 387. Утратило силу постановлением Правительства Республики Казахстан от 14 апреля 2010 года N 302. [Электрон. ресурс]. – 2005. – URL: https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premer_ministr_rk/hozyaystvennaya_deyatelnost/id-P050000387_/ (дата обращения: 17.06.2019)

10. О Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы и признании утратившими силу некоторых указов Президента Республики Казахстан. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958. [Электрон. ресурс]. – 2010. – URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/U100000958 (дата обращения: 17.06.2019)

11. Об утверждении Программы по развитию инноваций и содействию технологической модернизации в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 ноября 2010 года № 1308. [Электрон. ресурс]. – 2010. – URL: https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premer_ministr_rk/promyishlennost/id-P1000001308/ (дата обращения: 17.06.2019)

12. Закон Республики Казахстан от 18 февраля 2011 года № 407-IV «О науке» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.04.2019 г. [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL:https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30938581 (дата обращения: 17.06.2019)

13. Закон Республики Казахстан от 9 января 2012 года № 534-IV «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 27.10.2015 г.) [Электрон. ресурс]. – 2012. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31112371 (дата обращения: 17.06.2019)

14. Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы. Утверждена Указом Президента

Республики Казахстан от 1 августа 2014 года № 874. [Электрон. ресурс]. – 2012. – URL: http://miid.gov.kz/ru/pages/gosudarstvennaya-programma-industrialno-innovacionnogo-razvitiya-respubliki-kazahstan-na-0 (дата обращения: 17.06.2019)

15. Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана. 17 января 2014 г. [Электрон. ресурс]. – 2012. – URL: http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-nnazarbaeva-narodu-kazahstana-17-yanvarya-2014-g (дата обращения: 17.06.2019)

16. I. Utepbergenov, L. Bobrov, I. Medyankina «Principles of creation of information support system for innovative economy in the Republic Kazakhstan» // 28th International Scientific Conference on Economic and Social Development - Paris (France), 2018. - p. 271-276, (Web of Science).

17. Карпова, А.С. Совершенствование механизмов информационного обеспечения инновационной деятельности как условие инновационного развития / А.С. Карпова, Л.К. Бобров // Инновации в жизнь. – 2017. – № 4 (23). – С. 121-138.

18. Бобров, Л.К. О влиянии понятийного аппарата на постановку задач информационной поддержки инновационной деятельности / Л. К. Бобров, И. П. Медянкина // НТИ. Сер. 2, Информационные процессы и системы. –2018. – № 4. – С. 1-11.

19. Бобров, Л. К. О терминологии и некоторых системных проблемах информационного обеспечения инноваций / Л. К. Бобров, И. П. Медянкина // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2017. – № 4 (8). – С. 129-138.

20. Utepbergenov, I. About the Concept of Information Support System for Innovative Economy in the Republic of Kazakhstan / I. Utepbergenov, L. Bobrov, I. Medyankina, Z. Rodionova, S. Toibaeva // ICIT 2019: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Conference proceedings ICIT 2019 (Saratov, Russia, February 7-8, 2019). – Springer, Cham. – P. 515-526.

21. Weibel, S. Image Description on the Internet: A Summary of the CNI/OCLC Image Metadata Workshop; September 24-25, 1996; Dublin, Ohio [Electronic resource] / S. Weibel, E. Miller // D-Lib Magazine: [site]. – 1997. – Vol. 3. N 1. – Режим доступа: http://www.dlib.org/dlib/january97/oclc/01weibel.html, свободный (дата обращения 19.08.19). – Загл. с экрана.

22. Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Виншу Л.Д., Утепбергенов И. Т. Знаниевый подход к созданию системы информационной поддержки инновационной деятельности. Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2019): сборник научных трудов XXII Международной научной конференции. 25–26 апреля 2019 г. / под науч. ред. Ю.Ф. Тельнова: т.2 – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019., с. 6-16

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ИННОВАЦИЙ: РЕСУРСЫ БИЗНЕС-ИНФОРМАЦИИ

Бобров Л.К.[1,2], Медянкина И.П.[1,2], Родионова З.В.[1,2], Михайленко Н.А.[1], Утепбергенов И.Т.[2]

e-mail: i.p.medyankina@edu.nsuem.ru

[1]Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, Казахстан

[2]Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия «НИНХ»

Аннотация. *Представлено описание проекта создания системы информационной поддержки инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций. Приведены результаты анкетирования инноваторов России и Казахстана относительно потребности в информационной поддержке их деятельности. Проведен анализ существующих мировых ресурсов бизнес-информации, которые могут быть использованы в работе инноватора.*

Одним из важнейших компонентов инновационной экономики является информационная инфраструктура. Ее значение резко возрастает в условиях цифровизации, сопровождающейся бурным ростом объемов разнообразной информации, представленной в электронном виде. В то же время существующая информационная инфраструктура весьма далека от идеала в плане надежного и качественного информационного сопровождения полного инновационного цикла и не отвечает требованиям инновационной экономики.

Проект создания системы информационной поддержки инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций предусматривает разработку специализированной информационно-поисковой системы, предназначенной для ситуационного ориентирования инновационных организаций в мировом информационном пространстве. Центральным звеном системы является база метаинформации, описывающей существующие мировые информационные ресурсы, релевантные задачам каждого из этапов жизненного цикла инноваций (генерация идей – НИР – ОКР – выпуск опытной партии – вывод на рынок – рост – насыщение – спад – вывод с рынка). Концепция создания системы, ее архитектура, основные методологические принципы, а также принятый формат представления метаданных описаны в публикациях [1-6].

В содержательном плане база метаинформации должна предусматривать возможность предоставления пользователю подробных сведений о каждом информационном ресурсе, позволяющих оценить, для какой стадии жизненного цикла инноваций и в какой практической ситуации целесообразно использовать этот

ресурс. В таблице 1 представлен краткий перечень информационных ресурсов, отвечающих специфике отдельных этапов жизненного цикла инноваций.

Таблица 1. Информационные ресурсы для различных этапов жизненного цикла

Стадия жизненного цикла	**Требуемая информация**	**Информационные ресурсы**
Генерация и фильтрация идей	Информация о рынках инновационой продукции. Программы и направления прикладных и поисковых исследований, направленных на нахождение вариантов использования новых идей, методов. Маркетинговая информация. Информация об инвесторах. Информация о конкурсах грантов	ResearchMoz: research, reports, results : [сайт]. – Режим доступа : https://www.researchmoz.com/, свободный (дата обращения 03.09.2019); Dimensions : [сайт]. – Режим доступа : https://www.dimensions.ai/, свободный (дата обращения 03.09.2019); Rusbase. Все инвесторы : [сайт.]. – Режим доступа : https://rb.ru/investor/, свободный (дата обращения 03.09.2019) ; PitchBook : [сайт]. – Режим доступа : https://pitchbook.com/, свободный (дата обращения 03.09.2019); LexisNexis : [сайт]. – Режим доступа : https://www.lexisnexis.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019).
НИР	Отчеты о НИР, информация о результатх НИР, диссертации. Прогнозы, аналитика и др. проблемно-ориентированная информация. Материалы науч. конф. Патентная информ. Научно-техническая литература	EBSCO : [сайт]. – Режим доступа : https://www.ebsco.com, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); AcademicFocus : [сайт]. – Режим доступа : http://cstm.cnki.net/stmt, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); ScienceDirect : [сайт]. – Режим доступа : https://www.sciencedirect.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); ProQuest : [сайт]. – Режим доступа : https://www.proquest.com/researchers/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); Nano: a natureresearch solution : [сайт]. – Режим доступа : https://nano.nature.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019);
ОКР	Патентная информ. Отчеты о выполняемых НИОКР. Фактограф. информ. о свойствах материалов. Промышленные каталоги, стандарты,	WIPO. PATENTSCOPE: Поиск по международным и национальным патентным фондам : [сайт]. – Режим доступа : https://patentscope.wipo.int/search/ru/search.jsf , свободный (дата обращения 03.09.2019);

Стадия жизненного цикла	**Требуемая информация**	**Информационные ресурсы**
	справочники. Экологические нормативные требования	Евразийская патентная организация (ЕАПО) : [сайт]. – Режим доступа : https://www.eapo.org/, свободный (дата обращения 03.09.2019); Евразийская патентная организация (ЕАПО). Евразийская патентно-информационная система (ЕАПАТИС) : [сайт]. – Режим доступа : http://www.eapatis.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); USPTO. United States Patent and Trademark Office : [сайт]. – Режим доступа : http://patft.uspto.gov/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. – Режим доступа : https://www1.fips.ru/, свободный (дата обращения 03.09.2019).
Опытное производство	Информация о технологиях подготовки производства. Информация о технологиях подготовки и оформления конструкторской, технологической и организационной документации. Информация маркетингового характера	Международная интернет-биржа инновационной и технологичной продукции : [сайт]. – Режим доступа : http://www.innotechpro.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); DIN : [сайт]. – Режим доступа : https://www.din.de/en, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); ANSI. American National Standards Institute : [сайт]. – Режим доступа : https://www.ansi.org/, свободный (дата обращения 03.09.2019). Innovations report: Forum für Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft : [сайт]. – Режим доступа : https://www.innovations-report.de/, свободный (дата обращения 03.09.2019).
Промышленное производство	Информация о новых методах и технологиях продвижения и рекламы. Маркетинговая информация.Стандарты качества. Новые методы и технологии организации продаж.	ResearchMoz: research, reports, results : [сайт]. – Режим доступа : https://www.researchmoz.com/, свободный (дата обращения 03.09.2019); LexisNexis : [сайт]. – Режим доступа : https://www.lexisnexis.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019). ИнновЭкспо: выставка изобретений, инновационных проектов, бизнес-предложений : [сайт]. – Режим доступа : http://www.innovexpo.ru/, свободный (дата обращения 03.09.2019); ISPIM : [сайт]. – Режим доступа :
Вывод на рынок		

Стадия жизненного цикла	Требуемая информация	Информационные ресурсы
		https://www.ispim-innovation.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019);
Рост	Информация о новых методах охвата рынка. Ценовая информация: рационализация ценовой политики. Методы обеспечения качества. Информация о конкурентах.	Dun & Bradstreet : [сайт]. – Режим доступа: https://www.dnb.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); Kompyte : [сайт]. – Режим доступа : https://www.kompyte.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); Руслана: исчерпывающая информация о компаниях России, Украины и Казахстана : [сайт]. – Режим доступа : https://ruslana.bvdep.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019).
Насыщение	Информация о новых методах конкурентного анализа, маркетинговых действиях в условиях конкуренции. Информация о новых дизайнерских решениях и организации сервисного обслуживания. Информация о новых методах снижения издержек.	Kompyte : [сайт]. – Режим доступа : https://www.kompyte.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019); Euromonitor International : [сайт]. – Режим доступа : https://www.euromonitor.com/ru-passport, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019).
Спад	Информация о новых рынках сбыта и соответствующих особенностях организации маркетинга и рекламы. Информация о методах снижения издержек при уменьшении объемов продаж. Информация о рациональных методах свертывани япроизводства и возможных вариантах диверсификации.	Crunchbase : [сайт]. – Режим доступа : https://www.crunchbase.com/, требуется авторизация (дата обращения 03.09.2019).

Перечень представленных информационных ресурсов может быть значительно расширен. Однако в данной работе целесообразно сосредоточиться на той информации, в которой, по мнению самих инноваторов, они ощущают дефицит.

В 2017-2018 годах в России и Казахстане были проведены опросы, позволившие ответить на первый вопрос. Для регионального исследования (Новосибирская область), направленного на анализ проблем информационного обеспечения инновационной деятельности предприятий, сотрудниками кафедры бизнес-информатики Новосибирского государственного университете экономики и управления была разработана анкета, содержащая 24 вопроса. В Казахстане опрос подготовлен и проведен республиканским государственным предприятием «Институт информационных и вычислительных технологий» (в рамках гранта МОН РК проекта № AP05134019 «Разработка научно-методических основ и прикладных аспектов построения распределенной системы информационного обеспечения инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций»). Анкета направлена на более детальную проработку вопроса, чем в России, она содержит 51 вопрос. В обеих анкетах информационные ресурсы, необходимые для успешной инновационной деятельности были соотнесены с этапами модели жизненного цикла инноваций (подробные результаты исследования опубликованы [7-8]).

Приоритеты, касающиеся дефицита информации в обеих странах очень похожи (рис. 1-2).

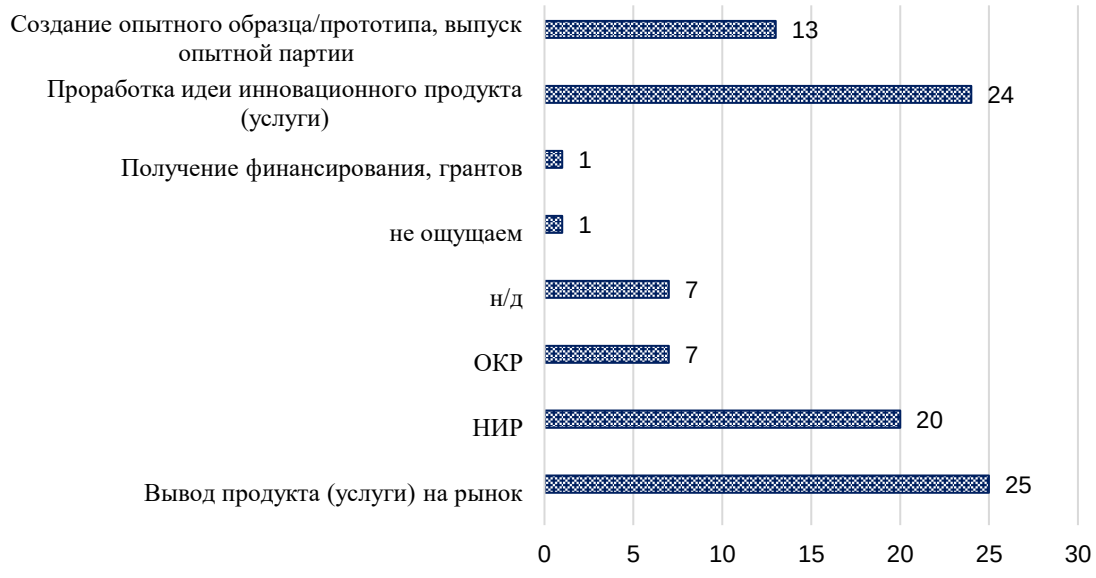


Рис. 1. Ответ на вопрос «На какой стадии Вы ощущаете дефицит информации?» (Россия)

Согласно результатам опросов, дефицит информации, как в России, так и в Казахстане возникает в первую очередь на этапе вывода продукта на рынок и этапе проработки идеи инновационного продукта.

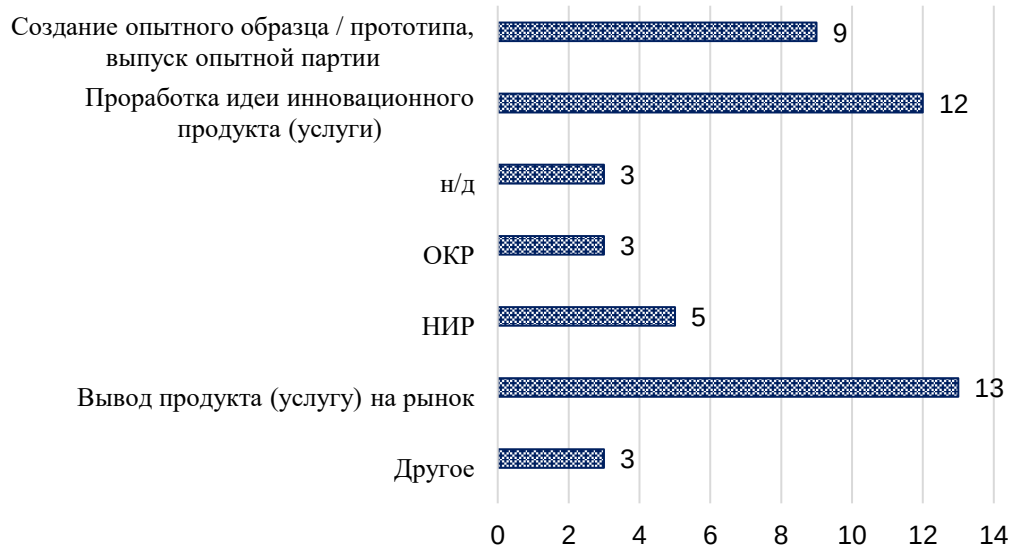


Рис. 2. Ответ на вопрос «На какой стадии Вы ощущаете дефицит информации?» (Казахстан)

Как в Казахстане, так и в России, в организациях преимущественно возникает дефицит информации маркетингового характера и информации о новых технологиях (рис. 3-4).

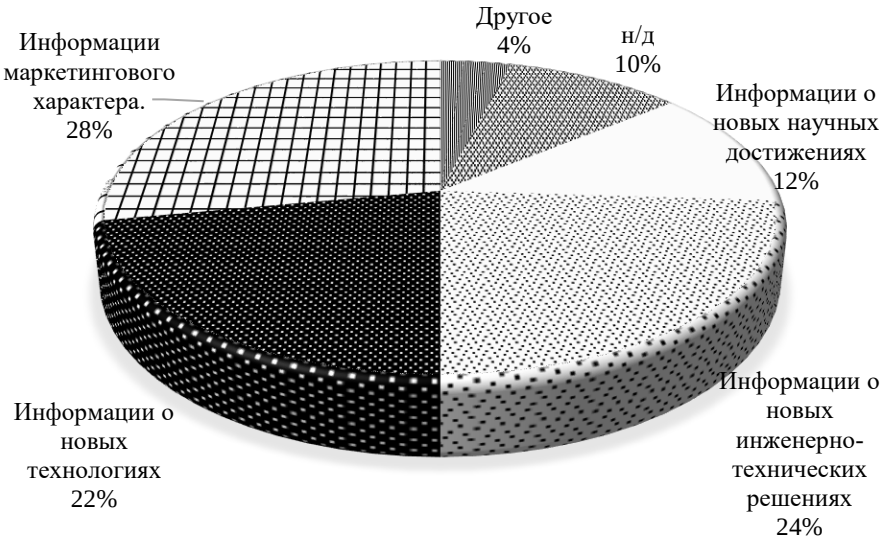


Рис.3. Ответ на вопрос «Дефицит информации какого характера Вы (сотрудники Вашей организации) испытываете?» (Казахстан)

Недостаточно информации в обеих странах и о новых инженерно-технических решениях, новых научных достижениях.

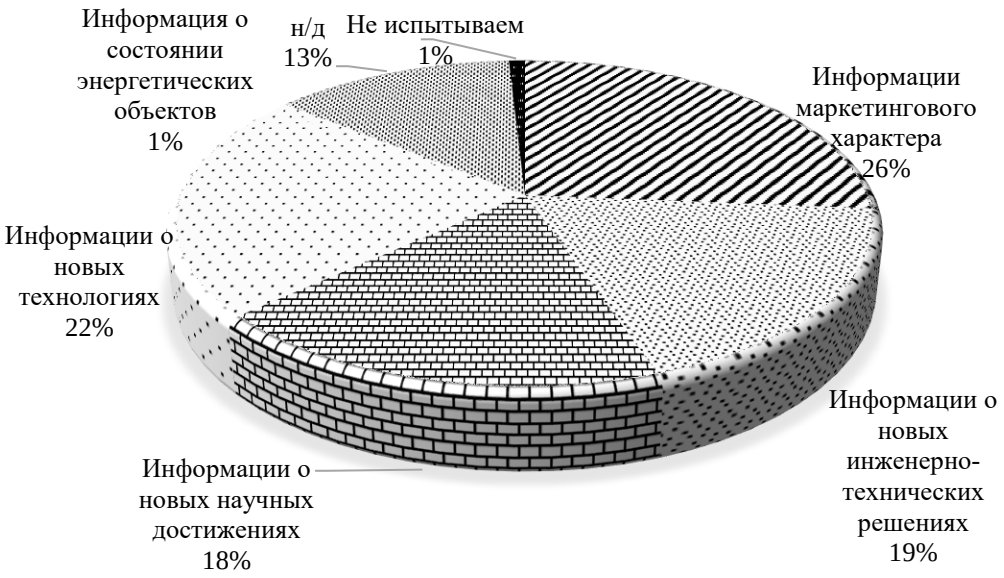


Рис. 2. Ответ на вопрос «Дефицит информации какого характера Вы (сотрудники Вашей организации) испытываете?» (Россия)

Таким образом, на этапе вывода на рынок, инноваторы как в России, так и в Казахстане, испытывают недостаток информации маркетингового характера, – то есть, бизнес-информации. Соответственно, стоит посвятить содержательный обзор информационным ресурсам, отвечающим специфике именно этого этапов жизненного цикла инноваций.

Рассмотрим более подробно наиболее крупные информационные ресурсы. При этом намеренно опустим некоторые широко известные политематические ресурсы, такие как РИНЦ, Web of Science, Scopus и др.

Среди зарубежных информационных ресурсов можно выделить следующие.

1. Бесплатная база данных по высокотехнологичному бизнесу «Crunchbase» (https://www.crunchbase.com/), содержащая информацию в разрезе компаний, персоналий и мероприятий.

2. Сервис поиска бесплатных и платных актуальных маркетинговых отчетов по различным товарным рынкам и рынкам стран мира «Researchmoz» (http://www.researchmoz.com/).

3. Информационно-аналитическая платформа с научными публикациями, программными и аналитическими документами, информацией о грантах и патентах «Dimensions» (https://www.dimensions.ai/). Платформа содержит более 101 миллиона публикаций из открытых источников (препринты, статьи из журналов с открытым доступом, главы из книг, монографии и др.), информацию о 5 миллионах грантов, более 38 миллионов патентов, 422 тысячи программных документов и аналитических отчётов разных по профилю организаций.

4. База данных Dun & Bradstreet (http://www.dnb.ru/) предусматривает доступ пользователей через сеть Интернет после подписания договора и оплаты авансового счета и позволяет получать различные информационные справки об более чем 220

миллионах компаний. Эксперты Dun & Bradstreet готовят ежегодные аналитические обзоры о состоянии различных отраслей российской экономики.

5. Комплекс информационных ресурсов LexisNexis (https://www.lexisnexis.com/) включает базы данных в области международного права, экономической безопасности и управления рисками, маркетинга и PR, защиты интеллектуальной собственности и др. доступные в режиме онлайн. LexisNexis считается крупнейшей в мире онлайн-библиотекой юридической, архивной и деловой информации. В базу данных LexisNexis входит законодательство США, Великобритании, ЕС, Канады, Мексики, Малайзии, Гонконга, Австралии, Новой Зеландии, Сингапура, оффшорных стран, а также комментарии, прецеденты, формы договоров и шаблоны документов. Существует русскоязычный сайт, содержащий описание ресурсов и решений LexisNexis (https://www.lexisnexis.ru/).

6. Система «Thomson Reuters» (http://thomsonreuters.ru/) интегрально отражающий многоаспектную рыночную информацию и предоставляющий пользователям программный инструментарий для ее обработки.

7. Информационные ресурсы EBSCO (https://www.ebsco.com) включают несколько весьма крупных политематических баз данных, в том числе: комплексная тематика; бизнес и экономика; полнотекстовые научно-популярные журналы; ежедневные газеты; медицина и здравоохранение; образование; бизнес-новости и др.

8. Информационные ресурсы ProQuest, содержащие более 1500 адресных, библиографических, реферативных и полнотекстовых баз данных по всем областям знаний.

В силу объективных исторических условий российский рынок бизнес-информации развит в гораздо меньшей степени, чем в развитых капиталистических странах. Тем не менее, существует достаточно большое количество фирм и организаций, которые позиционируют себя на этом рынке в качестве поставщиков информации и соответствующих информационных услуг. Так, в каталоге Яндекса присутствует более восьмидесяти агентств деловой информации.

1. База данных «Бизнес-Карта» (http://www.biznes-karta.ru/), представляющую информацию о 2.8 миллионах зарубежных компаний по 56 странам мира и 310 тысяч. предприятий по России и странам СНГ. Представлены все основные сектора экономики, отрасли и подотрасли промышленности. Описание предприятия включает такие поля, как название, адрес, Ф.И.О. руководителя, контактные данные, численность работающих, номенклатура продукции, используемые сырье и материалы, экспорт, импорт, форма собственности, год основания. При поиске можно выбирать предприятия по территории, сектору рынка, продукции и услугам, по численности работающих, форме собственности, году основания и т.д., при этом обеспечивается экспорт данных в формате EXCEL, WORD или TXT;

2. Информационное агентство «МФД-ИнфоЦентр» (http://mfd.ru/), специализируется на финансовой информации и создании современных высокотехнологичных программных продуктов для банков, инвестиционных компаний, корпоративных и индивидуальных инвесторов.

3. Информационное агентство «Интегрум-Техно», созданное ООО «Интегрум Медиа», располагает базами данных суммарным объемом более 400 миллионов русскоязычных документов из 6642 источников, охватывающих более чем десятилетнюю ретроспективу. Ежедневно система пополняется примерно на 50 тыс. документов и в среднем два новых источника информации. Здесь представлены полнотекстовые версии центральных и региональных СМИ, аналитические исследования и обзоры, и др.

4. Информационные ресурсы новостных агентств, к которым относятся РИА Новости, ТАСС и «Интерфакс». Среди них на протяжение последних лет агентство «Интерфакс» занимает лидирующие позиции по цитируемости в ведущих зарубежных и российских СМИ. Об этом свидетельствуют результаты исследования по итогам 2014 года, полученные на основе анализа публикаций базы международных СМИ Factiva (30 тысяч первичных источников из 157 стран мира на 23 языках) и базе данных СКАН (система комплексного анализа новостей агентства «Интерфакс»).

Часть информации, размещённой на сайтах находится в свободном доступе. В большинстве случаев, для работы пользователю предлагается пройти регистрацию. Какие-то ресурсы являются исключительно платными.

Представленный анализ позволяет сделать вывод о том, что инноваторы испытывают проблемы с поиском бизнес-информации, но не с ее наличием, так как объемы подобной информации, представленной на информационном рынке являются значительными, что лишний раз подчеркивает актуальность задачи по разработке системы информационной поддержки инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций.

Работа поддержана грантом МОН РК (проект №AP05134019 «Разработка научно-методических основ и прикладных аспектов построения распределенной системы информационного обеспечения инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций»

Литература

1. Utepbergenov, I. Principles of creation of information support system for innovative economy in the Republic Kazakhstan / Irbulat Utepbergenov, Leonid Bobrov, Irina Medyankina // Economic and Social Development: materials digest of the 28th International Scientific Conference on Economic and Social Development (19-20 April 2018, Paris, France). – P. 271-276.

2. Бобров, Л.К. О влиянии понятийного аппарата на постановку задач информационной поддержки инновационной деятельности / Л. К. Бобров, И. П. Медянкина // НТИ. Сер. 2, Информационные процессы и системы. –2018. – № 4. – С. 1-11.

3. Bobrov, L. K. Mathematical model of distributed data processing system for information support of innovative cluster works / L. K. Bobrov, I. P. Medyankina // Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education (CITech-2018): 9th International Conference, CITech 2018, (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, September 25-28, 2018), Revised Selected Papers. – pp. 64-70 стр.

4. Bobrov, L. On the Influence of the Conceptual Apparatus on Setting the Tasks of Information Support of Innovation Activities / L. Bobrov, I. Medyankina // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2018. – Vol. 52, No. 2. – pp. 97–107.

5. Бобров, Л.К. Инновационное качество с новыми инновационными инструментами / Л. К. Бобров, И. П. Медянкина, Ш. Д. Тойбаева, Л. С. Исабекова // Информатика и прикладная математика: материалы III междунар. науч. конф., посвященной 80-летнему юбилею профессора Бияшева Р.Г. и 70-летию профессора Айдарханова М.Б. (26-29 сент. 2018 г., г. Алматы): Ч. 1. – Алматы, 2018. – С. 213-220.

6. Utepbergenov, I. About the Concept of Information Support System for Innovative Economy in the Republic of Kazakhstan / I. Utepbergenov, L. Bobrov, I. Medyankina, Z. Rodionova, S. Toibaeva // ICIT 2019: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Conference proceedings ICIT 2019 (Saratov, Russia, February 7-8, 2019). – Springer, Cham. – P. 515-526.

7. Бобров, Л.К. Инноваторы об информационном обеспечении инноваций /Л. К. Бобров, К. А. Зайков, И. П. Медянкина, В. И. Соловьев // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ – 2018): сб. научных трудов XXI Российской научной конференции, (26-28 апреля 2018 г., г. Москва, ФГБОУ ВО «РЭО им. Г.В. Плеханова») / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова: В 2-х т. Т. 1. – Москва : ФГБОУ ВО «РЭО им. Г.В. Плеханова», 2018. – С. 266-271.

8. Медянкина, И. П. Сравнительный анализ состояния информационного обеспечения инноваций в России и Казахстане / И.П. Медянкина, Л.К. Бобров, Ш.Д. Тойбаева, А.Н. Нургулжанова // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева = М.Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникативтік академиясы хабаршысы. – 2018. – №. 4 (107). – С. 238–246.

ГЕНЕРАЦИЯ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ

Бостанбеков К.А., Нурсеитов Д.Б., Курманходжаев Д.Б., Алимова А.Н.

k.bostanbekov@norlist.kz, ndb80@mail.ru, kurman.daniyar@gmail.com, anic2002@mail.ru.

Satbayev University, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В работе рассматривается распознавание рукописных текстов на базе машинного обучения. Рассмотренная проблема офлайн распознавания рукописного текста. Описана техника генерации синтезированных новых изображений из имеющихся данных. Рассмотрена первоначальная обработка картинок для генерации новых изображений. Предложено три варианта решения проблемы. Описано применение геометрических трансформаций и добавление*

шумов. Разработан алгоритм по генерации целевых слов из набора рукописных символов.

Введение

Существует два направления, имеющиеся на сегодняшний день распознавания рукописного текста – онлайн и офлайн. Онлайн распознавание предполагает под собой распознавание текста, который пишется специальными приспособлениями (стилусами), на экране различных устройств. Решения по онлайн распознаванию рукописного текста основаны на создании алгоритмов написания символов, учитывающих траекторию движения пера [1, 2], то есть, последовательности смены его координат. В свою очередь, задача офлайн распознавания рукописного текста еще не решена окончательно. Офлайн распознавание предполагает под собой распознавание уже написанного на бумаге текста, и напрямую связана с теорией распознавания образов [3, 4]. На процесс распознавания изображения влияют угол обзора, условия освещения и четкость изображения. В рамках теории распознавания образов основная трудность возникает в реализации готового программного продукта по распознаванию рукописного текста, т.к. почерк каждого человека уникален и не существует возможности создания каких-то общих паттернов для рукописного текста, поскольку это возможно сделать только в случае распознавания печатного текста, где формат текста стандартизирован. Поэтому задача офлайн распознавания рукописного текста считается более сложной, чем задача онлайн распознавания, вследствие чего на рынке существует не так много готовых решений в данной области.

Прогресс в области распознавания печатных и рукописных текстов, которые произошли за последние 10 лет, впечатляющие. Несмотря на сложность вычислений, некоторые очень сложные вычисления могут быть решены с помощью фреймворков, созданных для машинного обучения и глубокого обучения. Дэн Киресан и его коллеги выиграли конкурс ICDAR 2011 в распознавании китайского рукописного текста в офлайн режиме, используя методы глубокого обучения, основанные на сверточных нейронных сетях с прямым доступом [5].

Любая задача машинного обучения с учителем требует входных размеченных данных, на которых можно было бы обучить модель. Модель распознавания рукописных слов основана на искусственных нейронных сетях. Для тренировки и тестирования данной модели должен быть подготовлен достаточно большой и репрезентативный набор данных. Для обучения модели распознавания кириллических символов были собраны рукописные слова, которые содержат около пяти сотни образцов написания каждого слова из набора целевых слов, но собранные данные оказались не достаточными. Для достижения высокой общей точности модели требовалось увеличить набор данных для каждого слова. Для этого произвели генерирование новых изображений из имеющихся данных. Данная техника в западных источниках называется техникой дополнения картинок (image augmentation) [6]. Она позволяет генерировать новые картинки, внося некоторые изменения в исходную картинку. К примеру, к таким вариациям можно отнести:

- перемещение,
- вращение,

- изменение наклона слова,
- добавление шума,
- кадрирование,
- изменение крупности слова и т.д.

Дополнительно, для имитации разных почерков используется техника составления слов из набора рукописных символов. Кириллические рукописные символы были собраны параллельно с набором рукописных слов.

Первоначальная обработка картинок

Прежде чем начать генерировать новые картинки (image augmentation) необходимо определиться с целевыми размерами изображений, которые будут подаваться на вход нейронной сети. Дело в том, что после того как регионы со словами вырезаются из формы, они имеют разные размеры. Это происходит по нескольким причинам. Во-первых, одни и те же слова, написанные разными людьми, могут иметь довольно разную крупность и стиль написания, что косвенным образом влияет на размер регионов слов. Во-вторых, целевые слова имеют большую вариацию между собой по количеству символов. К примеру, в наборе целевых слов имеются такие слова как "Украина" и "Северо-Казахстанская". Здесь первое слово имеет 7 символов, а второе – 20 символов. В-третьих, при вырезании слов, разница между результирующими регионами может колебаться на несколько пикселей.

Хотелось бы отметить, что проблем с определением высоты слова нет, так как можно легко привести все собранные изображения слов к одной высоте. Основные проблемы заключаются в определении оптимальной ширины изображения. Было рассмотрено три варианта решения данной проблемы:

1. *Изменение размера без сохранения пропорций слов.* Размер изображений слов выравнивается таким образом, что не сохраняются пропорции символов на картинке. Данный подход является наиболее простым для реализации. Однако это приводит к нежелательным последствиям. Если говорить более конкретно, то в случае со словами «Украина» и «Северо-Казахстанская» одно из слов будет отображаться некорректно, т.е. будут нарушаться пропорции написания слова. Одно из вышеуказанных слов будет отображаться, как и раньше, а второе будет или растянуто, или сжато. Это зависит от того, какую конечную ширину мы предпочтем – большая ширина изображения означает, что будет храниться большее количество пикселей, а меньшее, соответственно, обратное – картинки будут содержать меньшее количество пикселей. К примеру, чем меньше пикселей содержит изображение, тем меньше модели может понадобиться вычислительных ресурсов для обучения. Однако, с другой стороны, нельзя пренебрегать точностью отображения объекта на изображении, поэтому необходимо соблюсти баланс между корректностью отображения и размером картинки.
2. *Обрезание изображений.* Данный подход заключается в том, что для всего тренировочного набора данных находится точное положение каждого слова, то есть мы вырезаем слова таким образом, чтобы не оставалось отступов по краям. Далее, проводится масштабирование картинок по высоте. Из новых изображений слов находим то, которое имеет наибольшую ширину (в пикселях). Затем, ширина этого изображения берется за основу. Все изображения слов приводятся к данной ширине,

т.е. добавляются пиксели справа и слева таким образом, что непосредственно слово находится по центру региона. Данный подход является более предпочтительным по сравнению с предыдущим методом, так как он сохраняет пропорции символов. Однако, он также является более сложным, так как требует определения точного положения слова на картинке. Определение слов на картинки реализуется с помощью использования алгоритмов нахождения контуров.

3. Расширение картинки. Принцип действия данного подхода во многом совпадает с предыдущим методом, но также имеет ряд преимуществ. Как и в методе два, сначала находится точное положение слова на картинке. Оно вырезается. К вырезанному слову применяются различные геометрические трансформации (поворот, смещение, изменение размера и т.д.). Полученный результат записывается на новую картинку с целевым предопределенным размером. Преимущество данного подхода заключается в том, что слово не обязательно должно находиться по центру картинки и быть строго выровнено по горизонтали. С нашей точки зрения, этот подход наиболее приближает тестовые данные к реальным данным, которые будут поступать на вход системы.

Следовательно, выбор был сделан в пользу третьего варианта. Средняя высота и ширина картинок (106, 830). Все картинки будут сведены к размеру (64, 512). Данные параметры являются оптимальными с точки зрения сохранения деталей и размера изображений. Это обоснуется тем, что в индустрии при работе с печатным текстом обычно используют высоту картинки, не превышающую 32 пикселей. Так как это рукописный текст, который отличается от печатной продукции большей случайности, то дополнительные 32 пикселя позволят сохранить дополнительные детали почерка.

Деформация слов

Для генерации новых слов были использованы геометрические трансформации и добавление шумов (Рис. 1). В качестве моделей шумов использовали аддитивные модели шума: paper-salt model, Gaussian noise model.

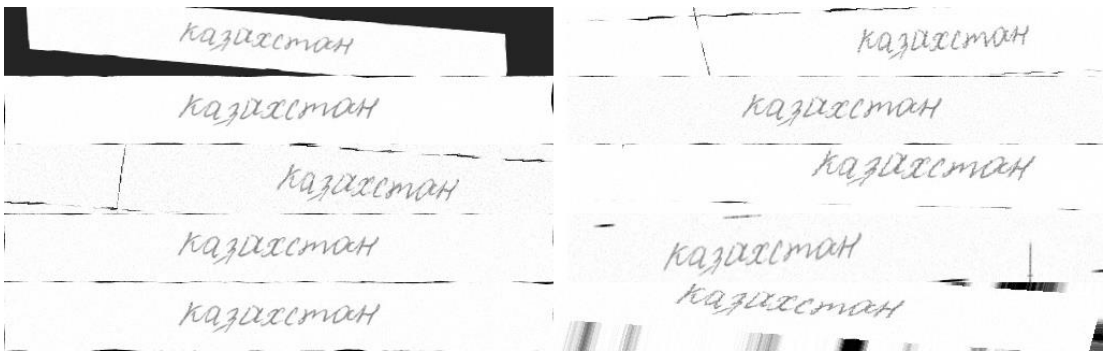


Рис. 1 Примеры синтезированных образцов слова

В качестве геометрических трансформаций были применены следующие трансформации:

– Эластичная трансформация
– Масштаб
– Перемещение
– Вращение
– Сдвиг влево
– Сдвиг вправо

Так как ячейка в таблице имеет фиксированный размер и почерк у участников эксперимента разный, в большинстве случаев слова расположены слева и имеют пустоту справа от 10% до 70%. Для нормализации входных данных были разработаны следующие методы:

1. Очистка от шумов;
2. Поиск крайних границ текста в картинке;
3. Вырезание картинки по найденным границам;
4. Создание пустой картинки фиксированного размера (512x64)
5. Случайное расположение текста в фиксированном изображении;
6. Добавление шумов случайной величины.

Методы с 4 по 6 позиции были выполнены по 10 раз для каждой входной картины, что дает на выходе 10 раз больше картинок чем было.

Генерация слов из символов

Дополнительно к предыдущему подходу, был разработан алгоритм по генерации целевых слов из набора рукописных символов. Если говорить более конкретно, то новый метод составляет слова из букв, написанных разными почерками. Символы были собраны с помощью специальных форм. Пример одной из форм показан на рисунке 2.

Рис. 2 Пример образцов символов в форме

Данный подход генерации новых образцов слов позволяет вносить вариацию в слова на символьном уровне. Другими словами, мы можем, контролируя отступы между буквами и их размер, имитировать различные почерки. Принципиальным отличием данного подхода от предыдущего заключается в том, что последний деформирует все слово в целом. Примеры сгенерированных слов с использованием данного метода вы можете увидеть на рисунке 3.

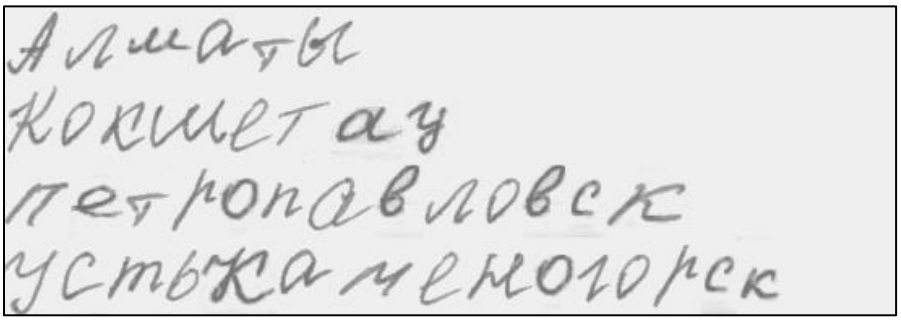


Рис. 3 Несколько примеров посимвольно сгенерированных слов

Заключение

Таким образом все картинки с текстом были предварительно обработаны и увеличены в количестве в 10 раз. Из 21000 изображений (42 класса по 500 образцов почерка) были сгенерированы 207438 изображений. Такие данные обеспечат более правильное обучение и исключат проблему местоположения текста как признак и информацию для обучения модели. А шумы сделают модель более гибким для будущих входных изображений. Метод генерации целевых слов из набора рукописных символов позволяет нам значительно увеличить количество тренировочных данных, что, в свою очередь, повышает точность обучаемой модели.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования научных проектов КН МОН РК № AP05135175 «Разработка и внедрение системы по распознанию рукописных адресов письменной корреспонденции АО «Казпочта» с использованием машинного обучения»

Литература

1 Arvo J., Novins K. Fluid Sketches: Continuous Recognition and Morphing of Simple Hand-Drawn Shapes // Proceedings of the 13th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. – San Diego, 2000. – P.73-80

2 Patent 5,867,150 United States, Graphic Indexing System/ Bricklin D., Johnson E.E., Friend J.L., Kelly W.B., Levin P.H.; Compaq Computer Corporation (Houston, TX). – №474,373; 06/07/1995; 02/02/1999.

3 Jeremy M.H., Scott E.H., Kenichiro T. Linking and Messaging from Real Paper in the Paper PDA // Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology. – Asheville, 1999. – P.179-186.

4 Jaeger S. Recovering Dynamic Information from Static, Handwritten Word Images: PhD Thesis. – Bethesda, MD, 1998. – 126 p.

5 Ciresan D.C., Meier U., Schmidhuber J. Multi-column Deep Neural Networks for Image Classification // In proceedings of the 25th IEEE Conference On Computer Vision And Pattern Recognition. –2012.

6 Gandhi A. Data Augmentation | How to use Deep Learning when you have Limited Data – Part 2. – https://nanonets.com/blog/data-augmentation-how-to-use-deep-learning-when-you-have-limited-data-part-2/ (26.08.2019)

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУКТУРЫ НАКЛОННЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА

[1,2]Вуйцик В., [1,2]Кисала П., [1,3]Калижанова А.У.,[1,3]Козбакова А.Х., [1,3]Айткулов Ж.С., [1,4]Оразбеков Ж., [5]Кашаганова Г.Б., [1]Арсланова С.З.,

e-mail: kalizhanova_aliya@mail.ru

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

[2]Люблинский технический университет, Польша

[3]Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан

[2]Казахский национальный педагогический университет Абая, Казахстан

[5]Казахско-Американский университет, Казахстан

Аннотация. *В работе представлены возможности измерения угла изгиба оптического волокна с помощью наклонной волоконной решетки Брэгга (НВРБ). Кроме того, показано, что один и тот же элемент НВРБ может использоваться для одновременного измерения угла поворота. Приведены лабораторные результаты измерений этих физических величин с помощью оптических волокон с записанными на них наклонными решетками. Также представлен метод, который позволяет сенсорной системе быть независимой от температуры.*

Введение. Реакция НВРБ на изменения температуры. Чтобы представить возможности использования одного элемента НВРБ для параллельных измерений углов изгиба и вращения, дополнительно делая всю измерительную систему независимой от изменений температуры, рассмотрим реакцию НВРБ на изменения температуры на основе представленных результатов лабораторных измерений. НВРБ, изготовленная на одномодовом волокне SMF-28 с углом отражения 5 °, была подвергнута воздействию переменной температуры в климатической камере. Температуру изменяли в диапазоне от -30 ° C до 80 ° C путем измерения оптической мощности излучения после прохождения через структуру. Результаты измерений показаны на рисунке 1. Как видно, уровень оптической мощности для всего рассматриваемого спектрального диапазона определяется спектральными характеристиками источника в виде SLD- суперлюминесцентного диода (eng.: superluminescent diode). На рисунке 1 показано смещение спектра в сторону более длинных волн из-за повышения температуры. Это явление вызвано, как и в случае простых брэгговских решеток, тепловым расширением оптического волокна, на котором записана решетка, и изменением фотоэластической постоянной с доминирующим эффектом теплового расширения волокна. Для дальнейшего изучения этого явления и использования знаний о нем для разработки метода, нечувствительного к изменениям температуры, были проанализированы несколько областей спектральных характеристик. Эти области расположены вблизи длин волн,

соответствующих основному брэгговскому резонансу и выбранным пикам, связанными с существованием оболочечных мод.

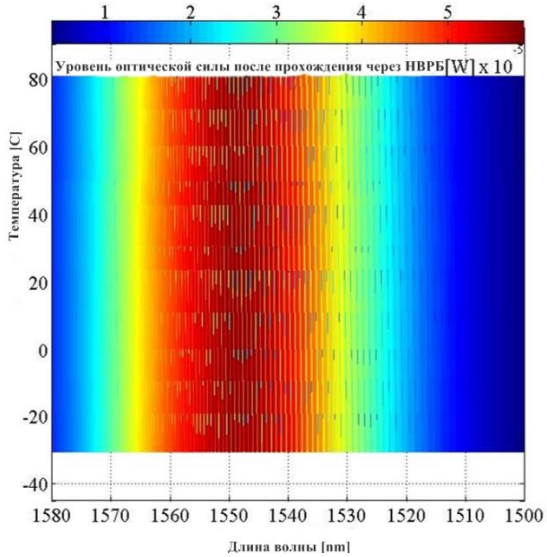


Рис. 1. Спектр пропускания НВРБ, измеренный при переменной температуре

Красная область, соответствующая мощности передачи ~5·10-5 Вт и встречающаяся около 1550 нм, связана с наличием характерного максимума на кривой излучения SLD [1]. В измерениях использовался полупроводниковый фотоприемник компании Thorlabs из галлия-индия типа PDA10CF. Результаты, полученные при первых измерениях температуры и показанные на рис. 1, в значительной степени определяются спектральными характеристиками источника света. На рисунке 2 показаны изменения коэффициента передачи НВРБ при различных температурах.

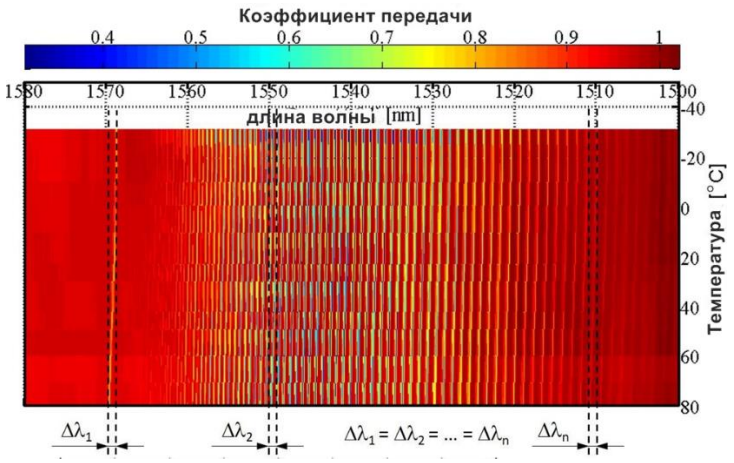


Рис. 2. Нормализованные спектры пропускания НВРБ, измеренные при различных температурах

На рисунке 2 показан характерный сдвиг отдельных частей спектральных характеристик НВРБ под воздействием температуры. По мере повышения температуры отдельные участки спектра НВРБ сдвигаются в сторону более длинных волн. Это в основном связано с температурным расширением волокна, на котором записана решетка. Спектральные сдвиги отдельных частей характеристики для всех длин волн $\Delta\lambda_i$ (где i = 1, 2, ..., n) по спектральным характеристикам одинаковы. Это свойство более точно представлено на рисунке 3, который показывает, что как основной сдвиг брэгговского резонанса (ряд минимумов на правой стороне фигуры между длинами волн от 1568 до 1570 нм), так и выбранные пики, соответствующие оболочечным модам, имеют одинаковое значение. Для измерения температуры с помощью датчика с использованием элементов НВРБ следует использовать это свойство, заключающееся в смещении отдельных частей спектральной характеристики. Парадокс в том, что эта особенность также связана с основным ограничением, когда речь заходит о возможности использования НВРБ при измерении физических величин. Влияние температуры вызывает изменение спектральных характеристик НВРБ, которое, если этот эффект не принимается во внимание, не позволяет корректным измерениям других физических величин измерять изменение положения отдельных частей спектральных характеристик.

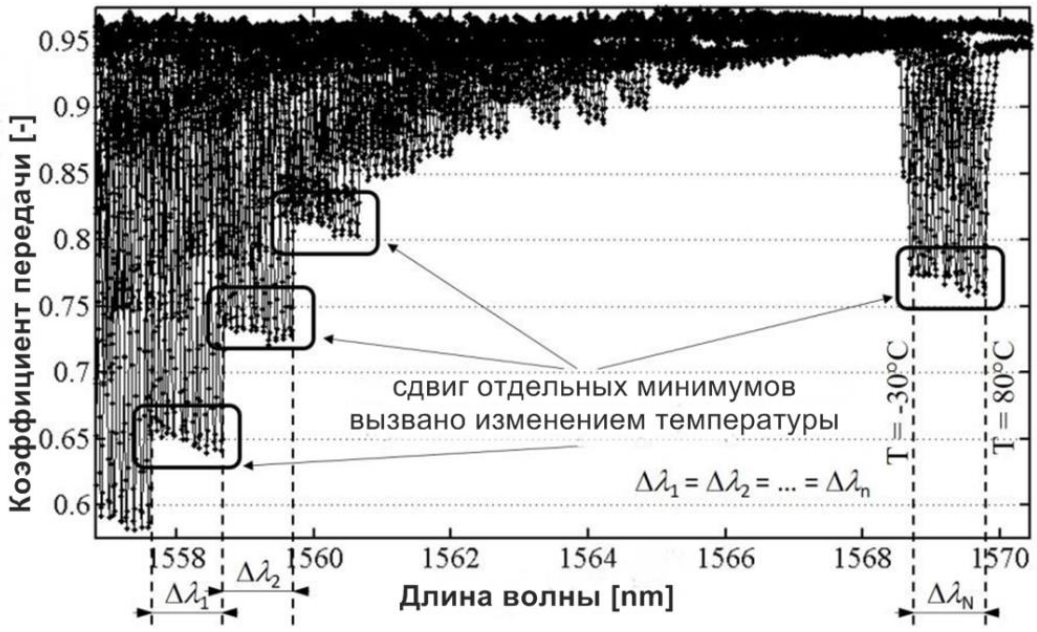


Рис.3 Сдвиг выделенной части характеристик передачи НВРБ, вызванный изменением температуры от -30 ° С до + 80 ° С

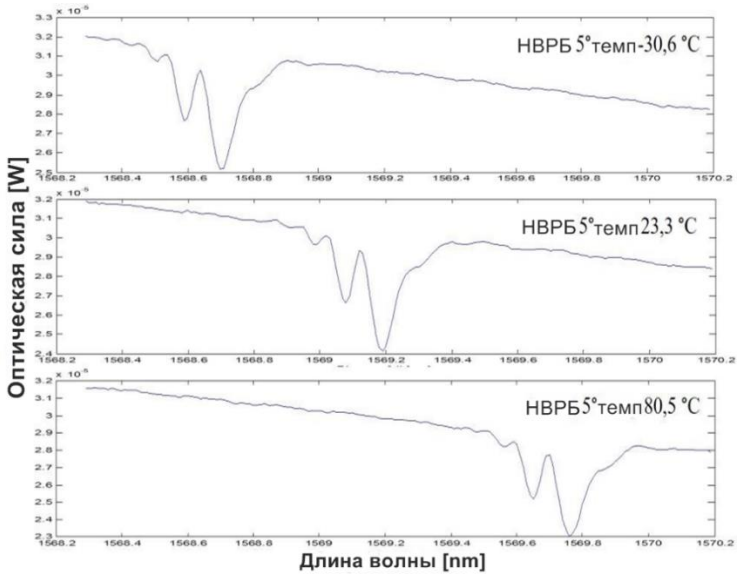


Рис.4 Сдвиг основного брэгговского резонанса НВРБ из-за изменений температуры

Форма спектральной части на характеристиках передачи НВРБ, связанных с брэгговским резонансом, не изменяется (рис. 4). Изменяется только длина волны, для которой происходит минимальная передача. Спектральные характеристики смещены, а форма характеристик преобразования температуры такой структуры для изменения длины волны показана на рисунке 5.

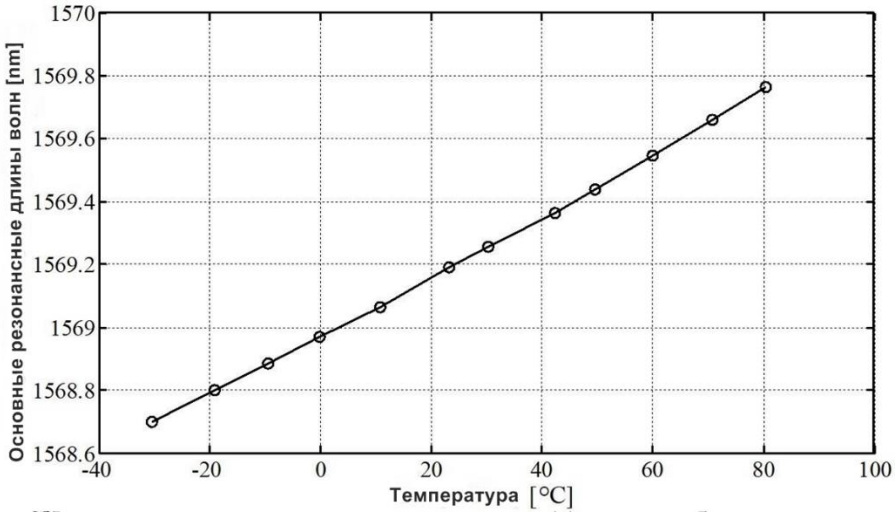


Рис. 5. Изменения основной длины волны резонанса НВРБ 6 °, используемые при измерениях температуры (брэгговский резонанс)

Основная мода НВРБ имеет наибольшую длину волны, и соответствующий пик на спектральных характеристиках является самым узким. Основная длина волны резонанса характеризуется той же температурной чувствительностью (~ 10

пм / ° С), что и стандартная прямая решетка Брэгга, а также такой же чувствительностью волоконной решетки Брэгга (ВРБ) к осевому напряжению (~1пм/$\mu\varepsilon$) [2]. В тестируемом диапазоне, то есть для температур от -30,5 ° С до 80,5 ° С, коэффициент чувствительности по длине волны основного режима структуры НВРБ к температуре составляет 10 мкм/° С. Температурная зависимость длины волны брэгговского резонанса является линейной и соответствует теоретической чувствительности структуры волоконной решетки Брэгга (ВРБ).

На рисунке 6 описаны характеристики изменения длины волны при изменении температуры в диапазоне от -30,5 ° С до 80,5 ° С, а также анализ резонанса спектральных характеристик оболочечных мод. Эта мода обозначена здесь как оболочечная мода 1. На рисунке 7 показаны аналогичные результаты, но для оболочечных мод более высокого порядка, обозначенных в работе как оболочечная мода 2. Существует много работ, в которых авторы обозначают оболочечные моды с последовательными номерами. Из множества разметок чаще всего используются разметки, предложенные в работах [3,5], в которых моды помечаются двумя индексами.

Первый индекс означает, является ли данная мода четным или нечетным (обозначение: 0 - четный, 1 - нечетный), в то время как второй индекс означает порядковый номер данной моды, четный или нечетный, соответственно.

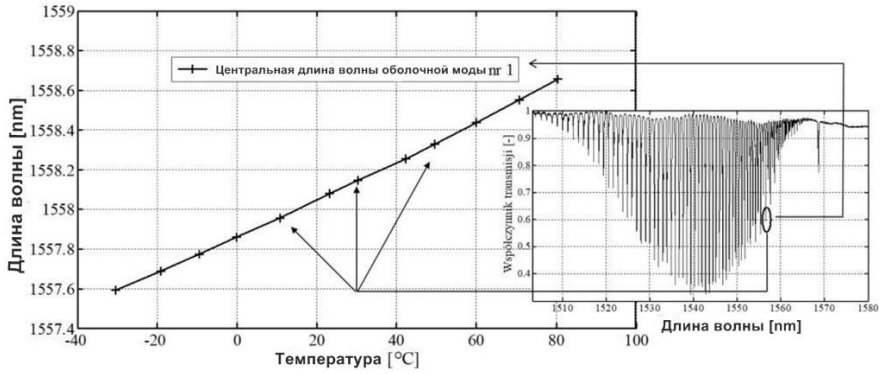


Рис. 6 Изменения длины волны от температуры оболочечной моды 1 (НВРБ 6°)

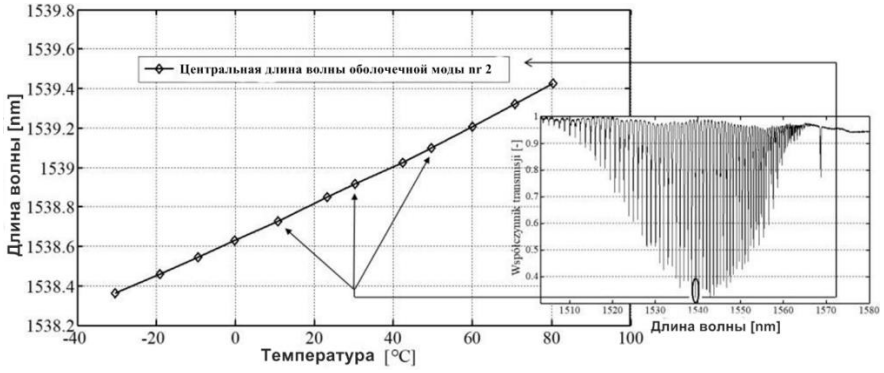


Рис. 5 Изменения длины волны от температуры для оболочечной моды № 2 (НВРБ 6 °)

В работе представлены результаты спектральных испытаний, которые показывают, что температурная чувствительность всех резонансов НВРБ одинакова и не зависит, например, от порядка оболочечной моды. Поэтому три выбранных резонанса по спектральным характеристикам пропускания были обозначены как: основной резонанс (полученный из основной моды - так называемый брэгговский резонанс, рис. 5), резонанс оболочечной моды № 1 (полученный из выбранной моды распространения в оболочке, обозначенный как 1 в соответствии с рис. 6) и резонанс оболочечной моды №2 (полученный из выбранной моды распространения в оболочке, обозначенный как 2 в соответствии с рисунком 7). Для сравнения на рисунке 8 обобщены характеристики влияния температуры на сдвиг минимумов для трех выбранных резонансов.

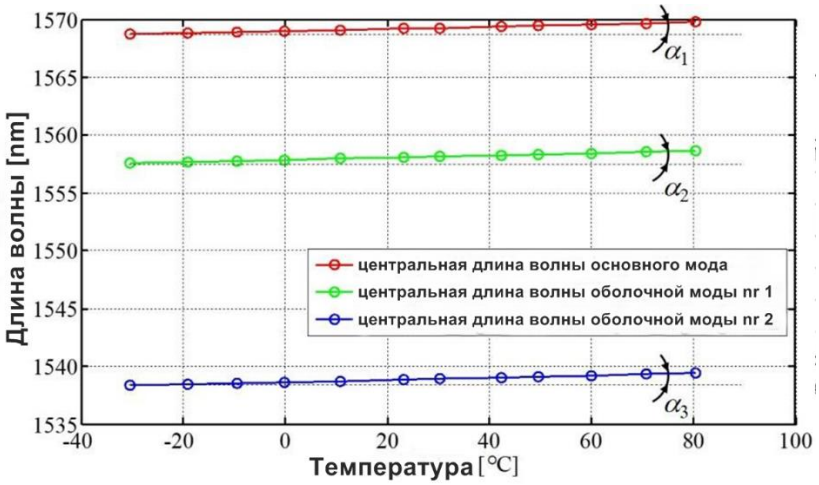


Рис. 8 Характеристики влияния температуры на длину волны для трех выбранных резонансов

Чувствительность длины волны, соответствующей минимальному пропусканию для данного резонанса, может быть определена как:

$$K_T^{\lambda_{min}} = \frac{\Delta\lambda_{min}}{\Delta T} \quad (1)$$

где $\Delta\lambda_{min}$ является изменением (понимаемым как сдвиг) минимальной длины волны выбранной моды, в то время как ΔT это изменение температуры, вызывающее такой сдвиг.

Поскольку углы обработки кривых для выбранных мод равны (рис. 8), можно записать, что:

$$\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=\ldots=\alpha_n \quad (2)$$

Поскольку уравнение (1) соблюдается, касательные угла обработки в этом случае также равны, поэтому чувствительность $K_T^{\lambda_{min}}$ одинакова для всех оболочечных мод и моды ядра.

Так как все резонансы основной моды и оболочечных мод характеризуются одинаковой температурной зависимостью, температурный сдвиг пиков по спектральным характеристикам можно компенсировать путем измерения относительных сдвигов длин волн (например, относительно пика, соответствующего основному резонансу). В дальнейших исследованиях используем это свойство, чтобы сделать работу датчика на основе НВРБ независимой от температурных эффектов. Вместо того, чтобы измерять абсолютный сдвиг длины волны отдельных оболочечных мод, можно определить смещение этих мод относительно основной моды.

Спектральные измерения оптических волокон с применением структуры НВРБ, изгиб для разных углов поворота поляризации входного света.

Датчики смещения используются во многих отраслях промышленности, таких как авиационная промышленность или строительство. Основными типами датчиков измерения смещения являются индуктивные, импульсные, потенциометрические и емкостные датчики. Примером волоконно-оптических датчиков для измерения изгиба является длиннопериодная волоконная решетка Брэгга (ДПВР) (LPFG- long-period fiber gratings). Известны методы измерения изгиба, при которых ДПВР регистрируется на стандартном одномодовом волокне и помещается в композит из углеродных волокон [6]. Однако изменения температуры оказывают очень большое влияние на работу датчиков на основе ДПВР. Волоконные решетки Брэгга (ВРБ) также используются для измерения механических параметров. Использование этих элементов в качестве датчиков изгиба требует, например, их размещения в фотонных волокнах с PBGFs (photonic bandgap fibers) с фотонным зазором (твердотельные волокна с фотонной запрещенной зоной) [7]. Однако это решение очень чувствительно к влиянию неточности геометрии микроструктурированных волокон. Измерительные системы изгиба, использующие как ДПВР, так и ВРБ, также исследуются в [8]. Снижение перекрестной чувствительности к температуре часто осуществляется с помощью гибридных структур, также состоящих из двух типов волоконно-оптических решеток: ДПВР и НВРБ. Таким образом, изменения радиуса изгиба могут быть рассмотрены как в [9]. Некоторые датчики, использующие элементы НВРБ, также можно рассматривать как независимые от температуры [10], вставляя многомодовый сегмент волокна между одномодовым волокном и элементом НВРБ. Также известны конструкции, используемые в качестве датчиков изгиба [11], в которых решетка ВРБ хранится в том же месте, что и НВРБ (структура с наклонной решеткой). В таких системах сигнал, отраженный от решетки ВРБ FBG, модулируется НВРБ, который чувствителен к изгибу [12]. Для датчиков, использующих решетки Брэгга для измерения смещения, обычно требуется конструкция дополнительного кронштейна или механического элемента, передающего смещение от тестируемого объекта к оптическому волокну [13]. Основной проблемой в этих решениях является чувствительность брэгговских решеток как к осевому удлинению, так и к температуре. Поэтому измерительные системы, использующие этот тип датчика, требуют температурной компенсации при измерении других физических величин. К сожалению, часто методы снижения перекрестной чувствительности к температуре уменьшают диапазон измерения системы с решетками НВРБ и ВРБ. Известны решения, которые очень

чувствительны к деформации, но имеют узкий диапазон измерения, например, порядка 1 нм [14]. Диапазон измерения также изменяется в результате покрытия волокна решеткой НВРБ, например, дополнительным защитным слоем [15].

Среди существующих методов измерения изгиба с использованием элементов НВРБ следует упомянуть те, которые допускают измерения макроизгиба [16] с очень низкими значениями. Например, в [17] был предложен очень многообещающий метод, но он позволяет измерять только радиус изгиба, кроме того, можно измерить только несколько дискретных значений изгиба. Анализируя существующие сенсорные решения на основе НВРБ для измерения изгиба, можно увидеть, что существует тенденция к развитию исследований, которые нечувствительны к изменениям температуры, несмотря на то, что измерительный преобразователь представляет собой волокно с решеткой Брэгга [18]. Желательной особенностью также является возможность измерять другие физические величины с помощью того же измерительного элемента. Поэтому в работе представлены теоретические основы и концепция датчиков на основе НВРБ для одновременного измерения изгиба и угла поляризации входного света. Было показано, как сделать систему независимой от изменений температуры окружающей среды. Для измерения выбранных параметров датчиков НВРБ была предложена измерительная система, которая позволяет устанавливать непрерывно измеряемые величины. Такой подход позволяет полностью определить свойства разрабатываемой системы и метод измерения не только для конкретных и дискретных значений заданных измеренных значений, но и в полном и непрерывном диапазоне их изменений. Представленный метод измерения нечувствителен к направлению изгиба.

Предложенная измерительная система использует как явление связи света с оболочечными модами, так и основной брэгговский резонанс, который в структурах НВРБ уменьшается с увеличением угла наклона плоскостей решетки. Его даже можно полностью устранить, если угол решетки превышает определенное предельное значение. Предел, при котором он исчезает, зависит от геометрии волокна, на котором записана НВРБ [4].

Положение основного резонанса может быть использовано в методах независимо от влияния температуры.

Для испытаний была изготовлена конструкция с углом наклона 2^0 и длиной 15 мм. Решетка изготавливалась на одномодовом гидрированном волокне SMF-28 в течение 10 дней. Запись проводилась с использованием эксимерного лазера, работающего при 248 нм. Использование фазовой маски 1080 нм позволило сформировать структуру с длиной волны Брэгга 1564,5 нм. Лазер работал с мощностью 100 мДж и частотой повторения 15 Гц. Чтобы стабилизировать работу системы регистрации решетки, в помещении поддерживалась постоянная температура, а эксимерный лазер имел дополнительное водяное охлаждение (рис. 9).

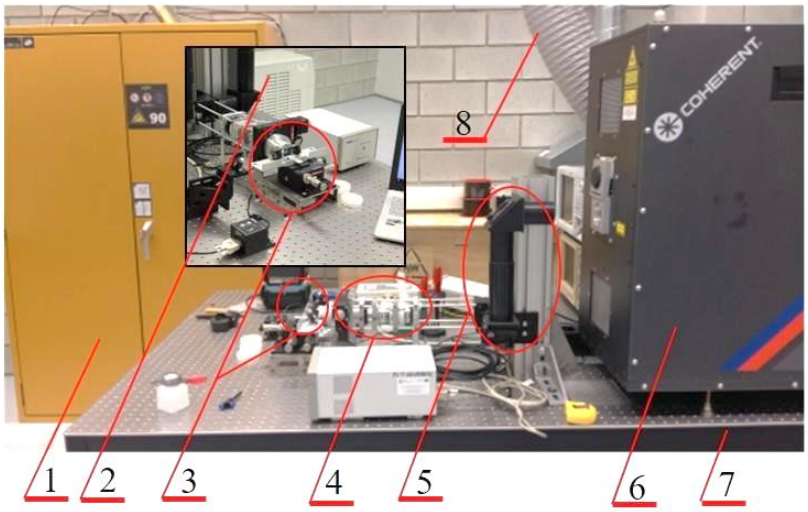


Рис. 9 Стенд записи НВРБ:
1 - газовая установка для эксимерного лазера, 2 - кулер для воды для стабилизации параметров лазера при регистрации структур, 3 - поворотный стол для фазовой маски с приводом от шагового двигателя, 4 - система позиционирования клетки и формирования УФ-луча, 5 - система оптического перископа, 6 - эксимерный лазер, 7 - оптический стол с активным подавлением вибраций, 8 - извлечение газа из лазера

Улучшение повторяемости получаемых конструкций было также достигнуто за счет устранения вибрации всей системы, благодаря использованию оптических столов с активным подавлением вибраций. Элементы, изготовленные таким образом, затем были подвергнуты спектральным испытаниям на стенде, что позволило изгибать оптическое волокно с помощью НВРБ. Плавная регулировка угла изгиба конструкции была реализована путем правильного формирования участка волокна, на котором была записана НВРБ. Схема измерительной системы показана на рисунке 10.

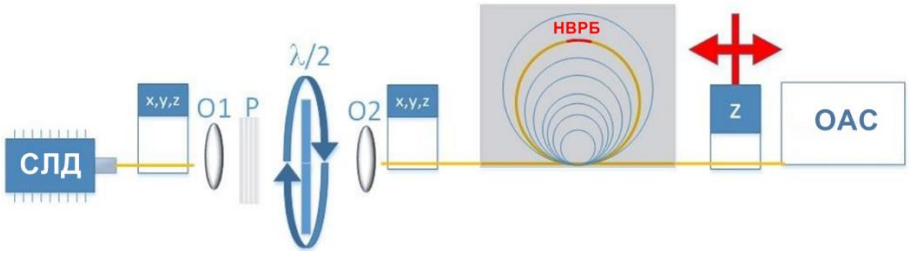


Рис. 10 Схема системы измерения радиуса изгиба оптического волокна и угла поляризации входного света

Поляризация света, вводимого в оптическое волокно с сохраненной структурой НВРБ, контролируется системой линз (O1 и O2), поляризатором (P) и полуволновой пластиной (**λ**/2). Радиус изгиба конструкции контролируется и обусловлен движением стола по оси z (рис. 11). Перемещение стола (z) заставляет

волоконно-оптическую петлю затягивать и уменьшать радиус изгиба волокна при помощи НВРБ. С другой стороны, перемещение стола влево (приближается к контейнеру с петлей волокна) увеличивает радиус изгиба волокна с помощью НВРБ. Этот подход также позволяет вам контролировать диапазон измерения, выбирая диаметр петли.

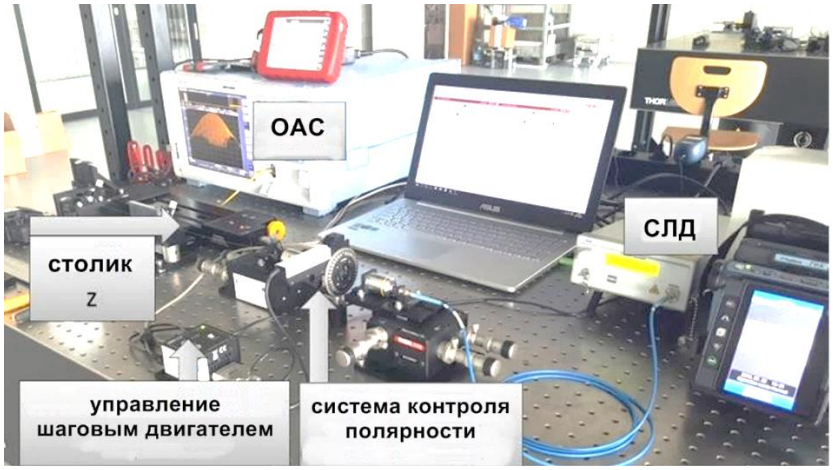


Рис. 11 Фотография системы измерения радиуса изгиба и угла поляризации входного света

Увеличение начального диаметра волокна увеличивает диапазон измерения за счет точности измерения. Таким образом, изменение геометрии системы позволяет контролировать точность измерения и диапазон измерений. Изгиб волокна с НВРБ и вращение плоскости поляризации входного света вызывает изменение спектральных характеристик НВРБ.

Напряжения, возникающие в волокне, изменяют значения показателей преломления для отдельных оболочечных мод. Длина волны, на которой возникает брэгговский резонанс, определяется согласно уравнению [4] в следующем виде:

$$\Delta\lambda_B = 2n_{eff}^{rdzeи} \Lambda/\cos\theta, \quad (3)$$

где: $n_{eff}^{rdzeи}$ эффективный показатель преломления сердцевины волокна, на котором записана НВРБ.

Аналогичное уравнение, но описывающее длину волны, для которой существуют резонансы от отдельных оболочечных мод, будет записано в следующем виде:

$$\triangle \lambda_i^{mod} = [(n_{eff}^{rdzeи} + n_{i\,eff}^{plaszcz}) \Lambda]/cos\theta \quad (4)$$

Величины, встречающиеся в уравнении (4) $n_{i\,eff}^{plaszcz}$, обозначают эффективный показатель преломления света в оболочке для i-ой оболочечной моды.

Анализируя уравнения (3) и (4), можно заметить, что длина основной резонансной волны зависит только от эффективного показателя преломления света в ядре, а длины волн резонанса, возникающие из оболочечных мод, являются

функцией суммы эффективных показателей преломления моды ядра и i-й оболочечной моды. Это означает, что изменение эффективных показателей преломления в оболочке будет влиять на расположение отдельных пиков на спектральных характеристиках, полученных из оболочечных мод. Второй важный вывод заключается в том, что любые изменения в значении эффективного показателя преломления оболочечных мод не изменят длину волны Брэгговской структуры. Это означает, что если структура НВРБ подвергается изгибу в пределах упругости волокна, на котором она записана, и мы влияем на изменение показателей преломления для отдельных оболочечных мод, то такой изгиб не должен влиять на длину волны резонанса ядра. Коэффициент отражения каждой резонансной моды зависит от функции модуляции показателя преломления согласно соотношению [4]:

$$R_i^{mod} = tanh^2\left[LC\int_{-\infty}^{+\infty}\vec{F}^{rdzeń} * \vec{F}^{plaszcz}\Delta_n \cdot cosz\cos(\theta) + ysin(\theta)dxdy\right] \quad (5)$$

L – длина решетки, C - постоянная, связанная с нормализацией полей поперечных мод, Δn - это функция, описывающая изменения показателя преломления света в результате существования НВРБ в оптическом волокне.

Изменение радиуса изгиба волокна с сохраненной структурой НВРБ и изменение угла поворота плоскости поляризации входного света влияют на значения изменения показателей преломления, длину самой структуры НВРБ и ее период. Следовательно, можно ожидать сдвигов и изменений интенсивности резонансов, возникающих от отдельных оболочечных мод. В этой работе описывается использование этих свойств структур НВРБ, а также предлагается метод измерения двух физических величин, нечувствительных к изменениям температуры. Для этого был использован стенд для характеристики НВРБ (рис. 11) путем проведения лабораторных испытаний ранее изготовленных конструкций с углом наклона 2^0. Линейно-поляризованный свет был соединен через линзы О1, О2 и полуволновую пластину с оптическим волокном НВРБ. Сегмент волокна, на котором была записана НВРБ, был сформирован в петлю, которая была согнута посредством движения одного конца волокна.

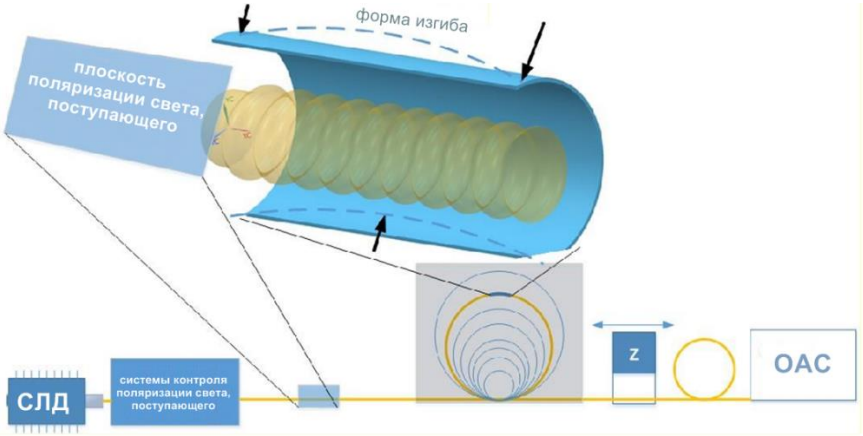


Рис. 12 Схема системы изгиба волоконно-оптического сечения с НВРБ

Разработанная таким образом измерительная система позволяет измерять радиус изгиба волокна, но может также использоваться для измерения смещения одного конца волокна. Увеличение величины смещения подвижного конца волокна уменьшает радиус изгиба, что вызывает изменение спектральных характеристик НВРБ. Этот спектр регистрируется с использованием оптического анализатора спектра ОАС с разрешением 0,02 нм. Представленная измерительная система также позволяет контролировать угол поляризации плоскости входного света, вращая полуволновую пластину, которая пропускает падающий на нее свет SLD, изменяя его состояние поляризации. Установка полуволновой пластины на поворотном столе с электронным управлением позволяет контролировать его положение.

На рисунке 12 схематически показан изгиб секции волокна от НВРБ с указанным направлением изгибающих сил. В этом случае НВРБ был согнут в направлении, параллельном его плоскостям. В дальнейшей части исследования также представлены результаты измерений на изгиб в направлении, перпендикулярном плоскостям НВРБ.

Интересным явлением, которое характеризуется наклонными структурами, является изменение минимальной высоты на характеристиках передачи, соответствующих так называемым минимальный побочный эффект (ghost peak) с изменением угла наклона плоскостей решетки [4]. Это связано с тем, что с увеличением угла наклона структуры НВРБ все больше и больше энергии входного света связывается с модами более высокого порядка, и в то же время все меньше и меньше энергии задействуется в основной (брэгговской) моде. Это «переполнение» энергии при увеличении угла решетки от основной моды к оболочечным модам приводит к тому, что призрачная мода между ними также участвует в этом процессе, поскольку призрачная мода состоит из нескольких оболочечных мод низкого порядка [4]. Таким образом, это явление может быть использовано таким образом, например, чтобы максимизировать высоту пика спектральных характеристик НВРБ, соответствующих моде типа призрака, что в графическом переводе означает так называемая "Брэгговская резонансная тень". Далее описано как использовать эту моду, чтобы измерение с использованием НВРБ не зависело от температуры. Такой подход, в свою очередь, возможен, если вы используете информацию об относительном сдвиге призрачной моды относительно моды ядра. Это, в свою очередь, требует, чтобы минимальная высота, полученная из призрачной моды, была достаточно большой, например, сравнимой с минимумом, полученным из брэгговского резонанса. Если сравним высоты этих двух пиков для решетки 4^0, то заметим, что высота пика призрачной моды примерно в 10 раз меньше высоты пика Брэгга. Такие различия могут затруднить измерение смещения обоих минимумов в измерительной системе. Чтобы минимизировать эту проблему, была создана решетка НВРБ с меньшим углом наклона плоскостей ($\theta = 2^0$), и ее спектральные характеристики представлены на рис. 13. Для сравнения тот же график также включает спектральные характеристики 4^0 НВРБ, используемые для измерений, описанных в [1].

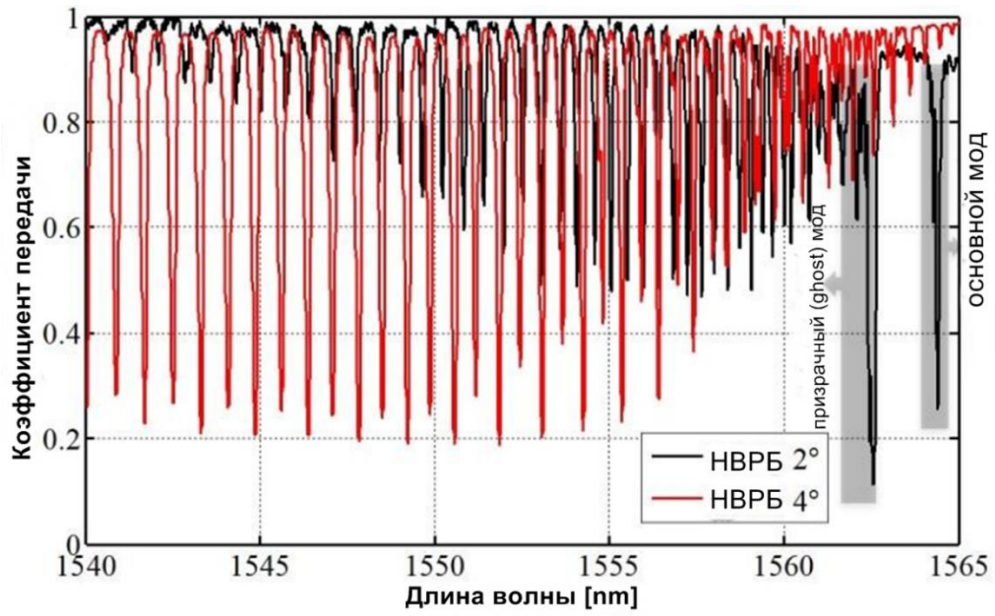


Рис. 13 Измеренные спектры пропускания НВРБ, полученные для разных углов θ.

Анализируя рисунок 13, мы видим явное увеличение минимальной высоты, соответствующее существованию призрачной моды (ghost mode) относительно структуры с наклоном 4^0. Другим явлением, связанным с увеличением угла наклона сетки от 2^0 до 4^0, является также увеличение спектральной ширины минимальной гребенки, получаемой из оболочечных мод. Это связано с тем, что для структуры с наклоном 4^0 число оболочечных мод, с которыми она распространяет свет, больше, чем в случае НВРБ 2^0. В результате этого явления спектральный диапазон, охватывающий спектральные характеристики НВРБ 2^0 (в данном случае между 1540 и 1565 нм), слишком узок, чтобы представлять весь спектр НВРБ 4^0. На рисунке 14 суммированы спектры НВРБ для диапазона, который позволяет сравнивать высоты минимумов от моды двух структур с разными углами. Как видите, уменьшение угла с 4^0 до 2^0 приводит к почти 100% увеличению высоты пика, связанного с брэгговским отражением. Тем не менее, самое большое изменение призрачной моды. Коэффициент пропускания, соответствующий длине волны этой моды, уменьшается даже на 1800%, что наблюдается на спектральных характеристиках как увеличение высоты минимума, соответствующего призрачной моде (рис. 14 - маркировка, выполненная зеленым цветом). Как видно, для структуры с углом θ = 2° высота пика-призрака даже превышает пик брэгговского резонанса. Объяснение этого явления чрезвычайно интересно, например, из-за возможностей его использования в измерительных системах. Ну, на самом деле минимум, соответствующий типу призрака, представляет несколько мод, которые «составляют» эти моды. выражение

«Сгиб» означает, что соответствующие длины волн одинаковы, и по спектральным характеристикам минимумы, возникающие из таких мод, видны как один минимум.

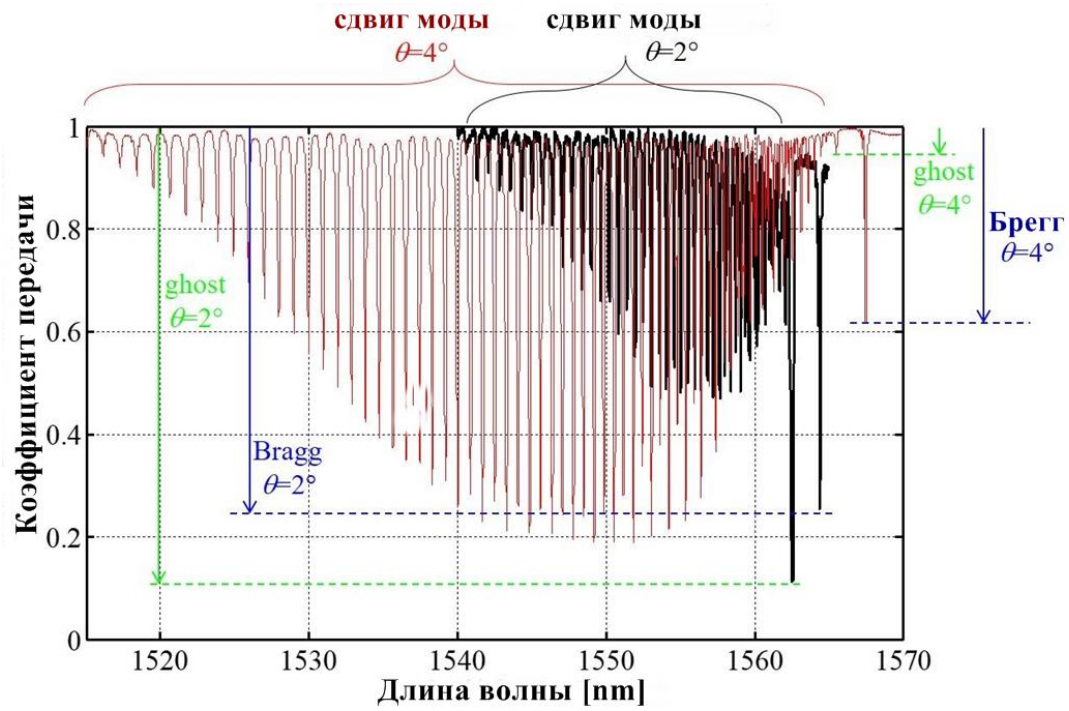


Рис. 14. Сравнение спектральных характеристик НВРБ с углами:
θ = 2^0 (красная линия) и θ = 4^0 (черная линия)

Призрачные моды являются модами самого низкого порядка, и они составляют группу так называемых сильно управляемых оболочечных мод (strongly guided cladding modes). На моды этого типа в основном влияет изменение параметров волокна (например, постоянных распространения) на границе оболочки ядра. С другой стороны, изменение параметров волокна вблизи внешнего диаметра оболочки (на границе оптического волокна) практически не влияет на расположение и форму пиков (и в принципе один пик - призрак), полученных из этих мод, обнаруженных по спектральным характеристикам [19]. Это связано с тем, что резонансы, полученные из этих мод, всегда (независимо от угла структуры) вблизи длин волн, соответствующих резонансу ядра. Обычно это расстояние до нескольких нм от брэгговского резонанса (более короткая длина волны). Эти моды, как упоминалось ранее, создают единый резонанс, который спектрально похож на моду ядра и находится близко к моде ядра.

Рисунок 15 суммирует характеристики передачи НВРБ: не согнут и согнут с другим радиусом согласно диаграмме на рисунке 12.

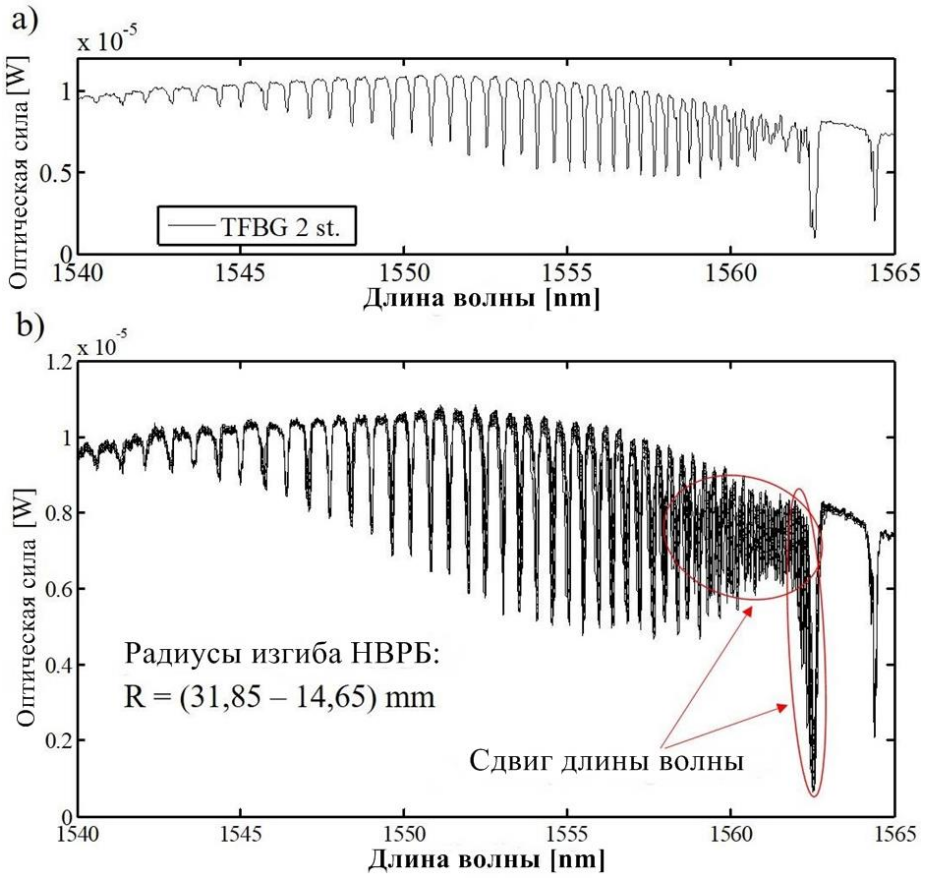


Рис. 15 Зависимость оптической мощности, передаваемой через структуру НВРБ $\theta = 2^0$: а) несгибаемая конструкция, б) структура НВРБ с различными радиусами изгиба

Индивидуальные спектральные характеристики для различных радиусов изгиба анализируемого волокна, приводящего к изгибу НВРБ, были специально нарисованы линиями одного и того же цвета. В рассматриваемом случае изгиба в плоскости, параллельной плоскостям НВРБ, видно размытие спектральных характеристик для длин волн-призраков и мод низшего порядка, расположенных на стороне более коротких волн относительно призрачных мод. Это размытие указывает на сдвиг отдельных пиков, который связан с изменением длины волны мод из-за изгиба структуры НВРБ. На рисунке 15 области наибольшего смещения спектральных характеристик отмечены красными линиями. Более детальный анализ этой спектральной области позволяет выбрать оболочечные моды НВРБ, которые наиболее сильно реагируют на изгиб структуры. Измерения, представленные на рис. 15, относятся к случаю, когда изгибающая сила параллельна оси y согласно рис. 16 а).

Учитывая взаимные направления изгибающей силы F и оси y структуры НВРБ, были определены два типа изгиба: параллельный изгиб (сила F, действующая параллельно оси y) и перпендикулярный изгиб (сила F, действующая перпендикулярно оси y), как показано на показано на рисунке 16.

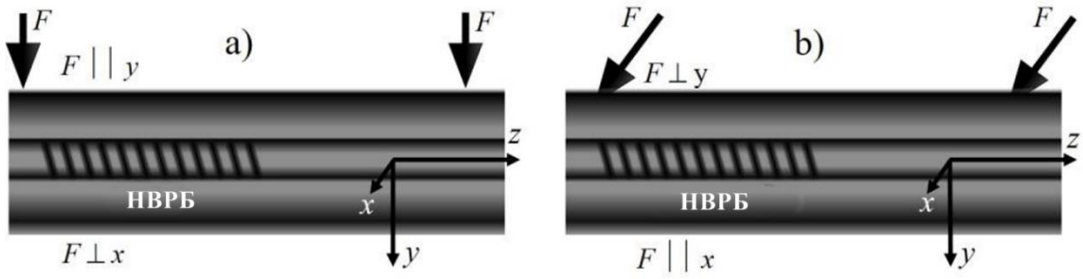


Рис. 16 Изгиб волокна с помощью НВРБ: а) сила F, параллельная оси y, б) сила F, перпендикулярная оси y

Изменения спектральных характеристик НВРБ для случая параллельного изгиба (рис. 16а) обобщены на рисунке 17. Красная линия указывает характеристики, соответствующие конструкции без каких-либо изгибающих сил. Синие линии отмечают спектральные характеристики для изменения значений радиусов изгиба. Такая спектральная идентификация позволяет показать характер изменений оптических свойств НВРБ из-за его изгиба.

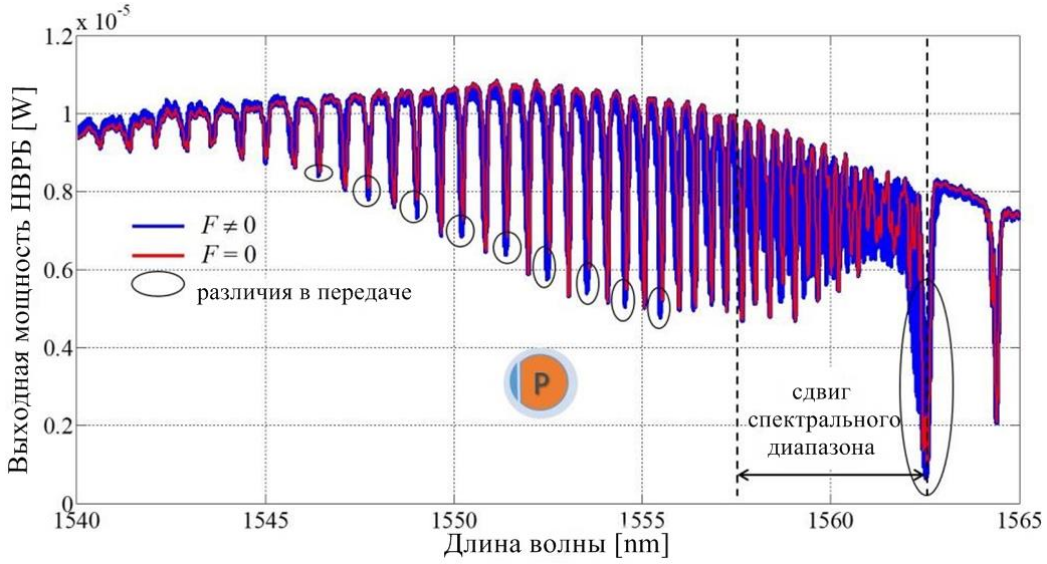


Рис. 17 Изменения спектральных характеристик из-за силы, параллельной оси y (F||y) НВРБ для поляризации входного света P-типа ($\alpha = 0^0$)

На рисунке 17 показана спектральная область, в которой происходит сдвиг длины волны из-за изгиба структуры НВРБ. Как вы можете видеть, изменение длины волны, вызванное изгибом НВРБ, имеет место для мод низкого порядка, включая моды, принадлежащие к призрачной моде. Только часть спектральных характеристик смещена. Интересным явлением также является изменение мощности некоторых пиков, полученных из оболочечных мод высшего порядка. Места, где разница в количестве минимумов, соответствующих стилям оболочек, превышает 10%, отмечены сплошными эллиптическими линиями на рисунке 17. Существует

определенная область спектра, в которой каждый второй пик в спектральных характеристиках меняет свою высоту. Это связано с изменением затухания только определенных типов мод.

Чтобы проиллюстрировать взаимное пространственное положение плоскостей поляризации входного света относительно оси системы координат и плоскостей НВРБ, вся система для трех рассмотренных случаев показана на рисунке 18. Угол, который для каждого рассматриваемого случая создает плоскость поляризации входного света (отмечена на рис. 18 синим цветом) с плоскостью, определяемой осями y-z (отмечен на рис. 18 красным), также отмечен. Этот угол обозначен как α, но для трех рассмотренных случаев (рис. 18a-18c) он имеет другое значение. На рисунке 18a показан случай, когда обе плоскости находятся под одним и тем же углом (α = 0 °), что соответствует поляризации входного света типа P, плоскость которого параллельна оси Y. Где эти плоскости находятся под углом $\alpha = 45^0$ мы имеем дело с непрямой поляризацией между P и S.

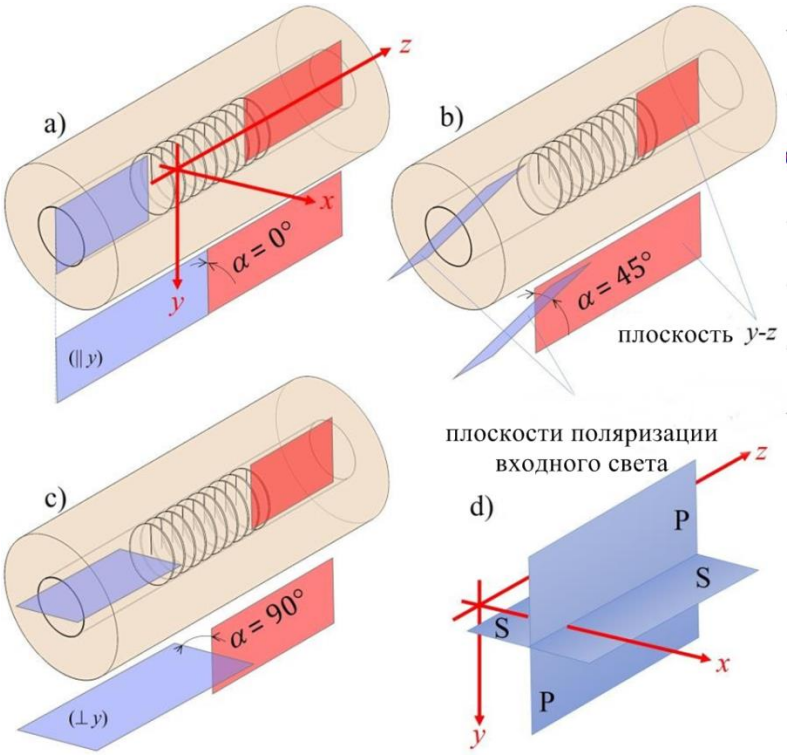


Рис. 18 Расположение входных плоскостей поляризации света: a) поляризация в соответствии с состоянием P, b) промежуточная поляризация между состоянием P и S, c) поляризация в соответствии с состоянием S, d) взаимное расположение плоскостей поляризации P и S в системе координат x, y, z.

Поэтому - согласно ранее введенной маркировке - это место поляризации входного света было названо S|P (рис. 19). Однако если обе плоскости находятся под углом $\alpha = 90^0$, это будет означать, что плоскость поляризации входного света имеет ориентацию S-типа относительно волокна из НВРБ (рис. 18c). Для ясности на

рисунке 18d показана взаимная ориентация обеих плоскостей поляризации в декартовой пространственной системе x, y, z. Характеристики, показанные на рис. 17, были измерены для первого рассматриваемого случая - рис. 18a (положение поляризационного типа P, изгибающая сила F, действующая по оси y - так называемый параллельный изгиб F || y).

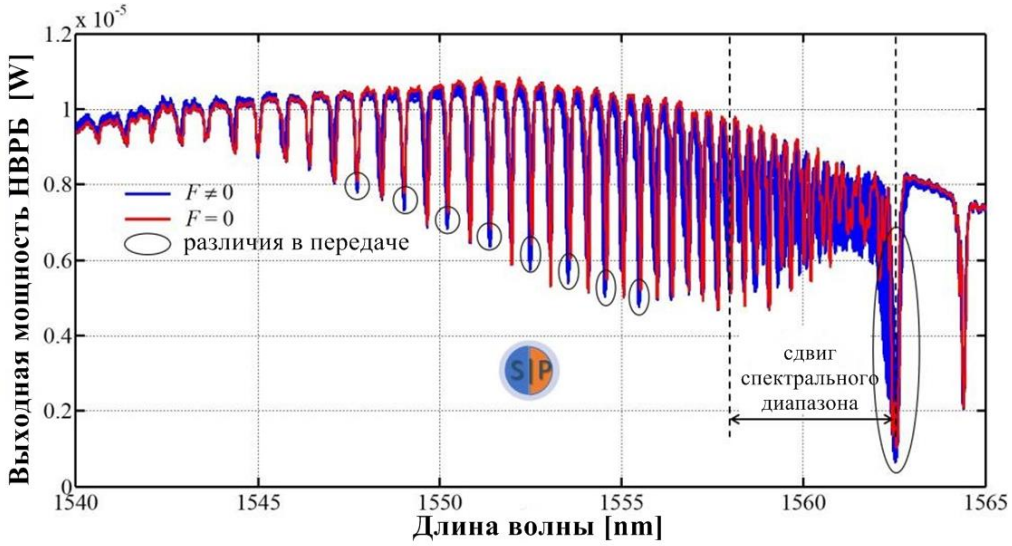


Рис. 19 Изменения спектральных характеристик из-за силы, параллельной оси y (F||y) НВРБ для поляризации входного света в соответствии с состоянием S|P ($\alpha = 45^0$)

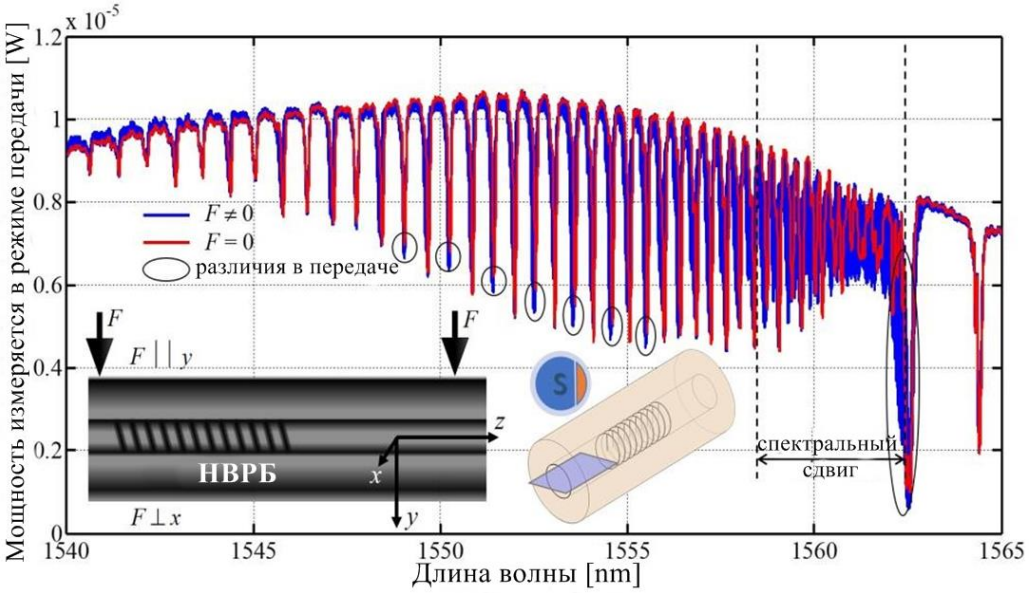


Рис. 20 Изменения спектральных характеристик из-за параллельного изгиба структуры (F||y) НВРБ для поляризации входного света в соответствии с состоянием S ($\alpha = 90^0$)

Анализ результатов, представленных на рисунках 17, 19 и 20, позволяет наблюдать сходство изменений передачи НВРБ из-за изгиба конструкции. Для всех случаев угла наклона плоскости поляризации входного света (поляризации типа P, S|P и S) отчетливо наблюдается сдвиг длины волны мод НВРБ, расположенных в окрестности призрачной моды. Область наибольшего сдвига по спектральным характеристикам относится ко всем рассмотренным случаям между 1557 нм и призрачным модам, которая для структуры с углом $\theta = 2^0$ лежит на длине волны 1562,5 нм. Эта область длины волны смещается наиболее сильно в ответ на изгиб волокна. Анализ различий в значениях этого сдвига возможен путем выполнения спектральных измерений вокруг призрачных мод. На рисунках 17, 19 и 20 также показано изменение амплитуды выбранных оболочечных мод из-за изгиба волокна для трех различных положений плоскостей поляризации входного света (P, S|P и S). На чертежах показаны эллиптические линии с различиями в прохождении этих оболочечных мод, изменение которых из-за изгиба превышает 10%. Оказывается, что в зависимости от положения плоскости поляризации входного света количество мод, для которых происходит такое изменение, варьируется. Анализируемая область изменения этих режимов была ограничена диапазоном от 1540 нм до 1557 нм. Нижний предел определяется шириной полосы пропускания, создаваемой НВРБ ($\theta = 2^0$), поскольку ниже длины волны, равной 1540 нм, больше нет минимумов, возникающих из мантийных мод более высокого порядка. А верхний предел диапазона определяется возникающим и описываемым явлением спектрального сдвига, который начинается как раз на длине волны 1557 нм. Для прикладных целей эти две области изменения спектра НРБ под воздействием изгиба были выделены. В первой области (1540–1557 нм) анализируется изменение амплитуды отдельных мантийных мод, а во второй области (1557–1562,5 нм) - сдвиг длины волны отдельных оболочечных мод. По практическим причинам легче измерить отдельно смещение и изменение амплитуды отдельных пиков НВРБ. Такие измерения затруднены, если в результате изменения измеряемой величины (в анализируемом случае - радиуса изгиба) оба эти оптических параметра мод НВРБ изменяются.

При рассмотрении расположения плоскости поляризации P-типа в анализируемом спектральном диапазоне (1540–1557 нм) можно выделить 9 различных мод, изменение амплитуды которых превышает 10% (рис. 17). Если мы изменим угол поляризации, при котором поляризованный свет будет вводиться НВРБ, в положение S|P, то число оболочек, для которых изменение амплитуды превышает предполагаемый порог, будет равно 8. Если, с другой стороны, положение плоскости поляризации света установлено в соответствии с состоянием S-типа, количество минимумов на спектральных характеристиках, амплитуда которого изменится на 10%, составит всего 7. Уменьшение количества изменяющихся минимумов также уменьшает амплитуду изменений в отдельных модах. Это важный вывод с точки зрения возможности проведения практических изгибных измерений с использованием структуры НВРБ.
Как вы можете видеть, изгиб конструкции до радиуса изгиба 14,65 мм не влияет на скорость передачи оболочечных мод, вызывая только смещение пиков из оболочечных мод в сторону более длинных волн.

Заключение. В статье представлен метод и система для параллельного измерения угла поляризации входного света и изгиба оптического волокна с помощью наклонной волоконной решетки Брэгга, анализируется какие спектральные параметры датчика следует выбирать и как получить минимальную температурную чувствительность и в то же время чувствительность к поляризации света и изгибу волокна. Помимо нечувствительности к температуре, основным преимуществом предлагаемого решения является его универсальность. Диапазон измерения и разрешение можно регулировать в зависимости от конкретного применения.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP05132778 «Исследование и разработка системы интеррогации сигналов с оптоволоконным рефрактометром с использованием телекоммуникационных сетей» ИИВТ КН МОН РК.

Литература

1. P. Kisała. Światłowodowe struktury periodyczne o pochylonej modulacji współczynnika załamania: właściwości i zastosowania. Monografie – Politechnika Lubelska, pp. 81 . Lublin 2019.

2. Chen Ch., Laronche A., Bouwmans G., Bigot L., Quiquempois Y., Albert J., Sensitivity of photonic crystal fiber modes to temperature, strain and external refractive index, Optics Express 16(13), 9645-9653 (2008). doi: 10.1364/OE.16.009645.

3. Dong X., Zhang H., Liu B., Miao Y., Tilted Fiber Bragg Gratings: Principle and Sensing Applications, Photonic Sensors 1(1), 6-30 (2011). doi: 10.1007/s13320-010-0016-x.

4. Albert J., Shao L. Y., Caucheteur C., Tilted fiber Bragg grating sensors, Laser & Photonics Reviews 7(1), 83-108 (2013). doi: 10.1002/lpor.201100039.

5. Guo T., Liu F., Guan B.-O., Albert J., Tilted fiber grating mechanical and biochemical sensors, Optics & Laser Technology 78, 19-33 (2016). doi: dx.doi.org/10.1016/j.optlastec.2015.10.007.

6. Laffont G., Ferdinand P., Tilt short-period fibre-Bragg-grating-induced coupling to cladding modes for accurate refractometry, Meas. Sci.Technol. 12, 765-770 (2001). doi: 10.1088/0957-0233/12/7/302.

7. Tan D., Sharafudeen K. N., Yue Y., Qiu J., Femtosecond laser induced phenomena in transparent solid materials: Fundamentals and applications. Progress in Materials Science 76, 154-228 (2016). doi: 10.1016/j.pmatsci.2015.09.002.

8. Jin L., Wang Z., Fang Q., Liu Y., Liu B., Kai G., Dong X., Spectral characteristics and bend response of Bragg gratings inscribed in all-solid bandgap fibers, Optics Express 15(23), 15555-15565 (2007). doi:10.1364/OE.15.015555.

9. Swanson A. J., Raymond S. G., Janssens S., Breukers R. D., Bhuiyan M. D. H., Lovell-Smith J. W., Waterland M. R., Development of novel polymer coating for FBG based relative humidity sensing. Sensors and Actuators A 249, 217-224 (2016). doi: 10.1016/j.sna.2016.08.034.

10. Shao L. Y., Albert J., Compact fiber-optic vector inclinometer. Optics Letters 35(7), 1034-1036 (2010). doi: 10.1364/OL.35.001034.

11. Jin Y. X., Chan C. C., Dong X. Y., Zhang Y. F., Temperature- independent bending sensor with tilted fiber Bragg grating interacting with multimode fiber, Optics Communications 282(19), 3905-3907 (2009). doi: 10.1016/j.optcom.2009.06.058.

12. Amanzadeh M., Aminossadati S. M., Kizil M. S., Rakić A. D., Measurement 128, 119-137 (2018). doi: 10.1016/j.measurement.2018.06.034.

13. Dong X., Liu Y., Shao L. Y., Kang J., Zhao Ch. L., Temperature-Independent Fiber Bending Sensor Based on a Superimposed Grating, IEEE Sens. J. 11(11), 3019-3022 (2011). doi: 10.1109/JSEN.2011.2157124.

14. An J. L., Liu T., Ji Y. G., Fiber optic vibration sensor based on the tilted fiber bragg grating. Advances in Materials Science and Engineering 2013, 346-349 (2013). doi: 10.1155/2013/545013.

15. Shen C., Lou W., Shentu F., Wang Y., Tong L., Tilted fiber Bragg gratings and its fiber humidity and twist sensing applications, 2016 15th International Conference on Optical Communications and Networks (ICOCN), Hangzhou, 1-3 (2016). doi: 10.1109/ICOCN.2016.7875786.

16. Jiang Q., Hu D., Microdisplacement sensor based on tilted fiber Bragg grating transversal load effect, IEEE Sens. J. 11(9), 1776-1779 (2011). doi: 10.1109/JSEN.2010.2103399.

17. Baek S., Jeong Y., Lee B., Characteristics of short-period blazed fiber Bragg gratings for use as macrobending sensors, Applied Optics 41(4), 631-636 (2002). doi: 10.1364/AO.41.000631.

18. Liu B., Miao Y., Zhou H., Zhao Q., Research on Pure Bending characteristic of tilted fiber Bragg grating, in IEEE Optical Fiber Sensors Conference, 1-4 (2008). doi: 10.1109/APOS.2008.5226323.

19. Guo T., Chen Ch., Laronche A., Albert J., Power-Referenced and Temperature-Calibrated Optical Fiber Refractometer. IEEE Photonics Technology Letters 20(8), 635-637 (2008). doi: 10.1109/LPT.2008.919457.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВАЛИДАЦИЯ НОВОГО BIO-INSPIRED КОНТИНУУМ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА С РАЗЛИЧНЫМ ДИЗАЙНОМ

Ешмухаметов А.[1, 2], Бурибаев Ж.[3, 4], Амиргалиев Е.[3, 4]
yeshmukhametov.coba@gmail.com, zholdas_87@mail.ru, amir_ed@mail.ru
[1]Университет Токай, Высшая школа науки и технологий, Япония
[2]Сатбаев Университет, Казахстан
[3]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Казахстан
[4]Институт информационно-вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Стремительный рост робототехники в индустрии требует роботов с исключительными рабочими возможностями, такими как работа в*

стесненных условиях и с функциями безопасности. Аналогичным образом, высокие требования должны соответствовать роботам нового поколения. В таком случае Bio-Inspired континуальные роботы могут стать хорошим альтернативным решением для таких нужд. Данное исследование предлагает в континуум робот манипулятор, вдохновленный на примере хобота слона. Новизна этого исследования - переменная твердость позвоночника, обеспечиваемая пружинами сжатия, такими как мышцы хобота слона. Таким образом, предлагаемый дизайн робота позволяют ей работать в эктримальных местах, на пример в сельском хозяйстве или в спасательных операциях, где рабочая среда является неструктурированным и тяжелым, которая требует исключительных функций от робота. В данной статье будут рассмотрены следующие темы; концепция дизайна позвоночника, геометрическое моделирование, прямая кинематика робота.

1. Введение

Позвоночные континуум роботы делится на три основных типа: дискретный континуум робот, жесткий континуум робот, и мягкий континуум робот-манипулятор. Основа дискретного континуум робота манипулятора состоит из универсальных шарниров и в основном приводится в действие кабелем. Кроме того, дискретный континуум робот относительно тяжелее и может производить больший крутящий момент, чем другие типы роботов континуума. Другими словами, дискретный манипятор выглядит как многоцелевой робот-манипулятор или как устроиство для захвата [1, 25]. Роботы с жестким континуумом представляют собой робота с примесью памяти формы и стержнем с пружинами, соединенными дистанционными дисками из пластика или металла. Мягкая сплошная спинка робота-манипулятора выполнена из резины или силикона. Характеристики роботов с твердым континуумом и роботов с мягким континуумом схожи, например, в применении эти роботы предназначены в основном для инспекционных целей, например, в малоинвазивной хирургии [2]. Одним из основных различий роботов-манипуляторов пазвоночного типа с дискретным континуум роботом-манипулятором является крутящим моментом и полезной нагрузкой. Относительно дискретные континуум роботы обеспечивают более высокую грузоподъемность, в отличии от других континиуум манипуляторов. [3] В этом исследовании мы рассматриваем робота с непрерывным континуумом, но с переменной жесткостью позвоночника, который изменил традиционный взгляд на свойства позвоночника.

В случае исполнительной системы, континуальные роботы делятся на три группы: приводная система, гидравлическая или пневматическая исполнительная система и диэлектрическая эластомерная система. Самая популярная приводная система с приводом от проволоки, из-за точности и грузоподъемности, следующая популярная приводная система - пневмоприводы [4, 5,23,24].

Тем не менее, пневмо приводы требуют больше пространства и технического обслуживания. Менее популярная исполнительная система обеспечивается диэлектрическим эластомером [6]. Диэлектрический эластомер представляет собой полимерный материал, который может изменять форму при приложении напряжения, к сожалению, он требует высокого напряжения, и механические свойства материала будут ухудшаться после многочисленных применений. Однако

исключительным свойством материала является легкость. В предлагаемом иследований мы используем приводную систему.

В области робототехники континуальные роботы стали более популярными благодаря своим исключительным свойствам, таким как ловкость и гибкость, которые унаследованы от сверхизбыточного дизайна и мягких материалов [7, 8]. Тем не менее, управление из континуума манипулятора является серьезно сложной проблемой из - за гибкость формы и структуры требует постоянного натяжения кабеля или тела.

Многочисленные исследования были проведены на роботах континуума с конца 1960-х годов. Андерсон и Хорн создали первую руку-континуум под названием Tensor Arm для подводных манипуляций (Таблица 1). Кроме того, профессор Хирос из Токийского технологического института внес большой вклад в разработку роботов-континуумов. Профессор Хироуз предложил кинематическое моделирование на основе чистого изгиба и геометрической формулы.

Кроме того, Джонс и Уокер предложили новую кинематику для любого типа континуальных роботов, предложенная кинематика была адаптирована с помощью конвенции DH для роботов-континуумов [18, 19, 20, 21]. Одной из основных особенностей этого решения является контроль формы [15,16]. В начале 2000-х годов британская компания OC robotics представила новый континуум с огромной грузоподъемностью и точностью [8]. Аналогичные исследования были проведены Ханна и Уокер представил на континуум робота под названием Elephant Trunk, который способен выполнить линейное движение и решенных инверсной кинематики [10]. Кроме того, Хань Юань и Чжэн Ли также предложили кинематический анализ робота континуума на основе статической модели [5]. А также Донг и др. все из Ноттингемского университета предложили конструкцию континуум робота манипулятора с двойным шарнирным соединением, которое приводится в действие кабелем, а Донг предложил кинематику, основанную на изменении длины кабеля [7].

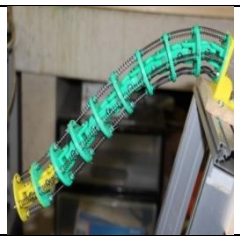
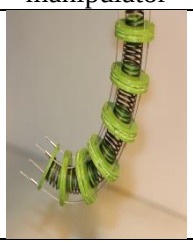
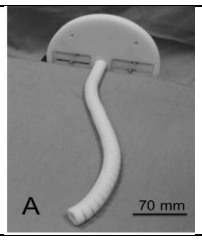
Более того, в континуум динамике проблема робота также является сложной задачей, мягки позваночник и менее жесткая структура создают больше трудностей в статике и динамике. Поэтому большинство роботов континуума работают вверх ногами, чтобы пренебречь гравитацией или для проверки ученые миниатюризируют размеры робота континуума. Например, Suzumori и его команда разработали гибкий микроактюатор, работающий на сжатом воздухе [9,11,12], а Dupont и его команда разработали мезозаменительный континуум-манипулятор для малоинвазивной хирургии [13,14].

Эта статья является расширенной работой конференции ICMMR 2018 [26]. объясним конструкцию конструкции континуума робота с переменными спиральными пружинами сжатия. А также, расмотрим концепциию дизайна робота, кинематическую формулировку и кинематику одного раздела.

Таблица 1. История и классификация континуума роботизированной руки

Literature	**Continuous/ discrete**	**Actuation**	**Application**
Tensor arm (Anderson and Horn, 1967)	D	Tendon	Underwater manipulation
OCRobotics (Buckingham, 2002, 2008)	D	Tendon	Reactor repair
Elephant Trunk (Hanna and Walker, 2003)	D	Tendon/spring	Bio-inspired manipulation
Elephant Trunk (Ciezlak and Morenki, 1999	C	Tendon/spring	Liquid transportation
EMMA (Bostelman et. All, 1997)	D	Tendon/spring	Sanding, Nuclear
Backbone (Gavagne et.all, 2003)	C	Tendon/Rod	General purpose
Artroscope (Dario et.all, 2000	D	Tendon/Rods	General purpose
Catheter (Camarilo et.all, 2008,2009	C	Tendon/sleeve	Cardiac surgery
Colobot (Chen et.all, 2004, 2005, 2006)	C	Pneumatic	Colonoscopy
OctArm (Jones and Walker, 2006a)	C	Pneumatic	General purpose
Slim Slime1 (Ohno and Hirose, 2000, 2001)	C	Pneumatic	Search and rescue
Air-OCTOR (Jones and Walker, 2006)	C	Tendon/Pneumatic	General purpose

Таблица 2. Континуум роботов типа позвоночника

Discrete hyper-redundant	Hard continuum manipulator	Soft manipulator [29]
		

2. Концепция дизайна

В данной исследовательской работе представлена континуум робота-манипулятора, созданная на основе хобота слона, и многосегментной исполнительной системы. Конструкция робота аналогична традиционному змееподобному манипулятору, тонкому рычагу, последовательно соединенным жестким проставкам дисков через винтовые пружины. Робот приводится в действие с помощью стальной проволоки 1 мм, соединенной со шкивом шагового двигателя.

Одной из основных указанных особенностей робота является спроектированная структура позвоночника. Для этого прототипа мы использовали 3 типа винтовых пружин сжатия с переменными постоянными значениями. Например, для первого сегмента мы использовали пружину сжатия WL20-30 с постоянной пружины 35,3Н / мм, для среднего сегмента WF20-30 с постоянной величиной 13,2Н / мм и для сегмента наконечника WR20-30 с наименьшим значением 8,8Н /. мм. Аналогично, постепенно увеличивающееся значение от наконечника до основания робота может помочь имитировать мышцу слона. В целом прототип имеет 9 проставочных дисков, соединенных пружинами, и четыре кабеля приводят в действие каждый сегмент.

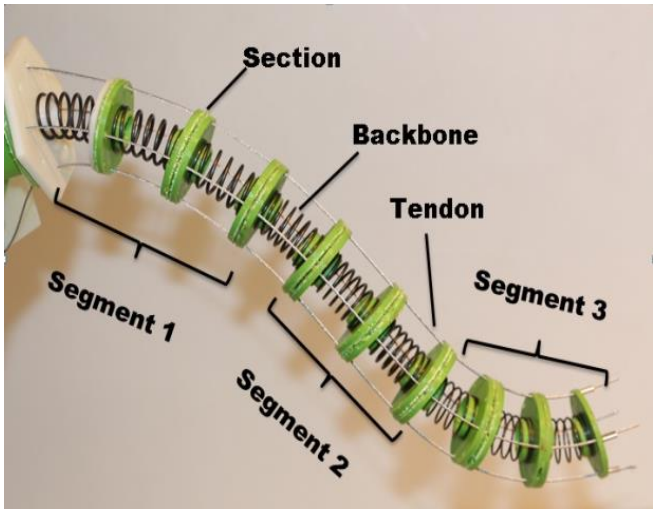


Рисунок 1. Экспериментальный прототип континуума робота.

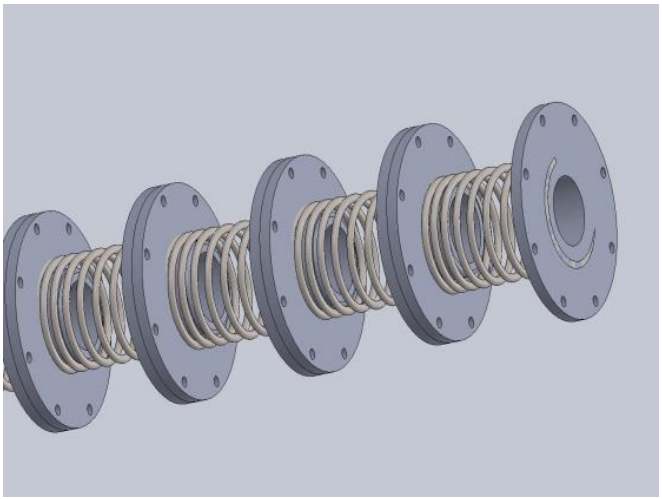


Рисунок 2. CAD-представление робота

Причиной использования переменной пружины является забота о статическом и естественном образовании. Для этой идеи оптимальный выбор был сделан после нескольких экспериментов в лаборатории.

Итак, главный вывод: твердость позвоночника должна постепенно уменьшаться, от нижней до верхней части робота. Такое изменение также увеличит устойчивость и ловкость робота [рисунок 4].

Кроме того, предложенная конструкция может также решить проблему натяжения проволоки. Это означает, что тонкая часть манипулятора также может сжиматься и расширяться, а это означает, что провисание проволок будет компенсировано удлинением пружин. Такая проблема является серьезной проблемой при приведении в действие проводных дискретных континуальных манипуляторов. Когда континуум манипулятор приводится в действие парным проводным приводом, это требует дополнительного устройства предварительного натяжения для компенсации натяжения кабеля и обеспечения постоянной жесткости для тонкой части манипуляторов сплошной среды [27,28].

Расстояние между проставочными дисками может определяться длиной пружин сжатия и не должно превышать 40 мм. Из-за большого расстояния сегмента возникают трения и помехи между кабелями и деталями робота. Кроме того, внутренние помехи увеличивают трение внутри конструкции. Таким образом, желаемое расстояние составляет 30-40 мм на сегмент. Аналогичным образом, конструкция с возможностью расширения позволяет решить одну проблему, связанную с натяжением проволоки. Во время работы манипуляторов для тонкой части требуется удлинительная длина провода, и в то же время противоположный двигатель должен тянуть проволоку, поэтому в таком случае тонкая часть робота может решить эту проблему механически. Итак, это одна из главных полезных особенностей конструкции робота.

Рисунок 3 иллюстрирует основное различие жесткости позвоночника, поэтому в конструкции робота этот факт был учтен. Поэтому в прототипе имеется 3 секции

[рис. 1], поэтому в секции-1 смонтирована самая жесткая пружина WL20-30, в секции-2 WF20-30, в секции-3 самая мягкая пружина WR20-30, эти заказные пружины были заказаны от компании MISUMI. Причиной использования пружин для позвоночника является удлинение и сжатие. Что дает еще одну дополнительную степень свободы. Тем не менее, использование гибкого позвоночника будет обвинять изгиб гибкого позвоночника в том, что сила вдоль позвоночника превышает нагрузку на изгиб [7]. Следовательно, лучшим решением в таком случае является разработка магистрали, которая может механически минимизировать угол скручивания.

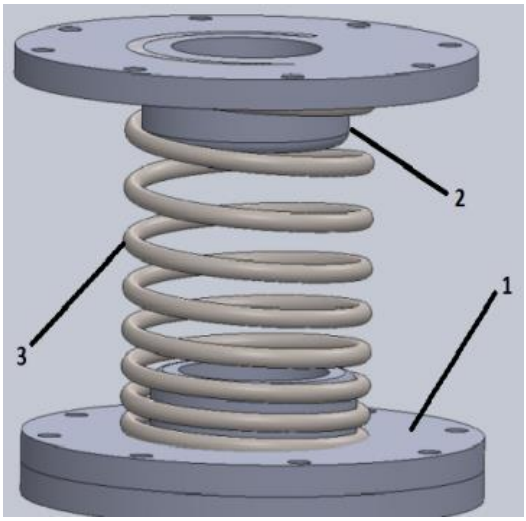


Рисунок 3. Отдельная секция робота: 1-проставочный диск,
2-ограничитель для пружины, 3-спиральная пружина сжатия

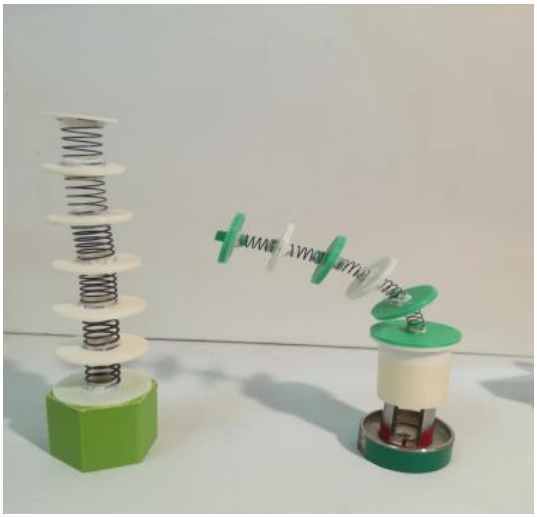


Рисунок 4. Сравнение твердости остова континуума робота

Существуют некоторые параметры, которые требуют обоснования, например, количество дисков в одном сегменте, длина сечения, расстояние между зазорами, длина соединения и диаметр разделительного диска. Расстояние между зазорами или длина стыка в основном зависит от изгиба робота и количества секций. Следовательно, длина и изгиб секции должны соответствовать следующему условию: вышеуказанное условие может изменяться с точки зрения конечного выходного угла изгиба континуума. Диаметр диска в этом прототипе постоянен и составляет 50 мм, хотя [4,6] утверждает, что размер диаметра диска должен постепенно увеличиваться от вершины к основанию, так же, как и постоянная пружины, это связано с особенностями и динамикой робота. Кроме того, такой подход позволил бы выполнить простую маршрутизацию сухожилия, поскольку диск разных размеров позволяет приводить его в действие отдельно. Соответствующая жесткость соединения является одной из важнейших частей робота континуума, поэтому в этом прототипе пружины применяются переменные константы твердости. Согласно проведенным экспериментам, та же самая жесткость позвоночника может увеличить требуемый крутящий момент двигателя для изгиба сустава.

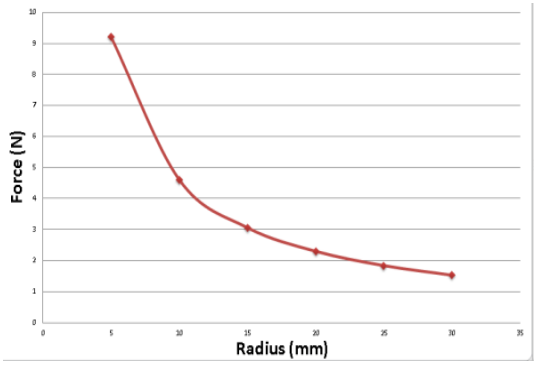


Рисунок 5. Соотношение сил с радиусом сечения

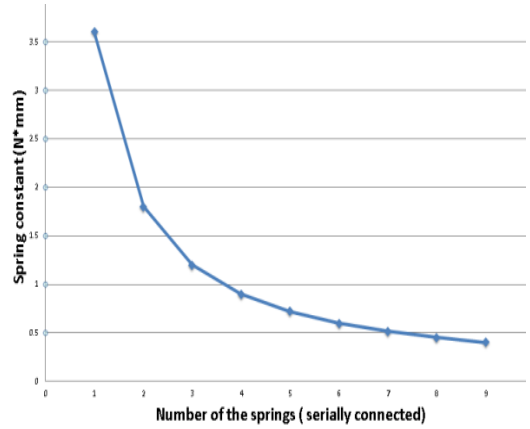


Рисунок 6. Соотношение последовательно соединенных количества пружин и твердости

3. Экспериментальня оценка

Для эксперимента с предлагаемым прототипом Arduino Uno использовался в качестве контроллера и сервоэкрана для управления восемью серводвигателями постоянного тока. Сервоэкраны могут подавать дополнительный ток на двигатели в случае нагрузки, в этом эксперименте серводвигатели работают при напряжении 6 и 0,5А. Технически, во время движения серводвигатели потребляли больше тока, чем номинальный ток, указанный в их технических данных. Итак, в управлении 8 двигателей мы разделили на 3 группы: 2 мотора для базовой секции, 2 мотора для средней секции и 4 мотора для концевой секции. Основным ограничением проводимого эксперимента является ограничение вращения серводвигателя, стандартные серводвигатели могут вращаться только на 180 градусов, что ограничивает изгибные движения робота. Приводы проводов - это шкивы, которые напрямую подключены к серводвигателям, поэтому в случае увеличения диаметра шкива двигателю требуется больший крутящий момент, поэтому в этом эксперименте мы проверили различные диаметры шкивов, чтобы определить правильный диаметр для серводвигателя с номинальный крутящий момент 0,12 N • m.

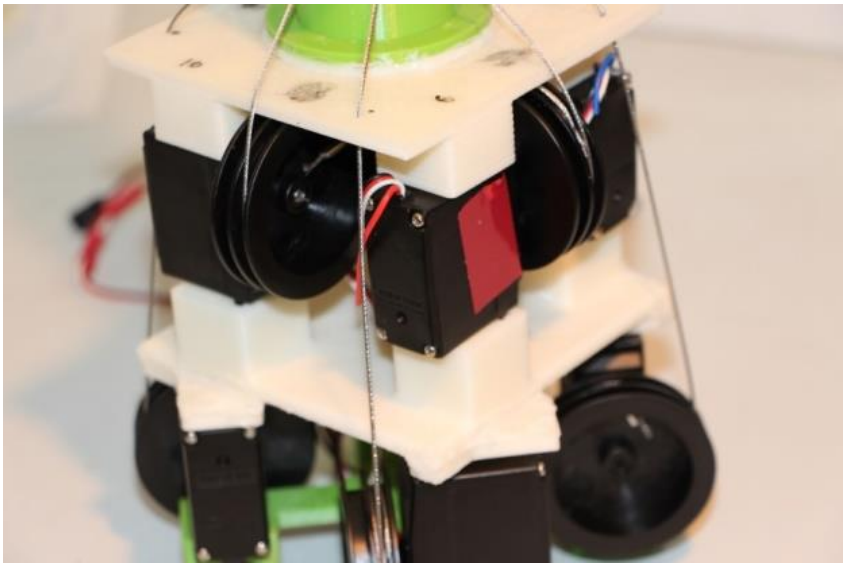


Рисунок 12. Расположение двигателя робота

Для моделирования кинематики робота было использовано программное обеспечение Matematica. Моделирование и фактический эксперимент проводились отдельно, поскольку Matematica не может управлять скоростью вычислений для управления роботом в режиме реального времени. Рис. 13 демонстрирует корреляцию моделирования и экспериментальной кинематики робота.

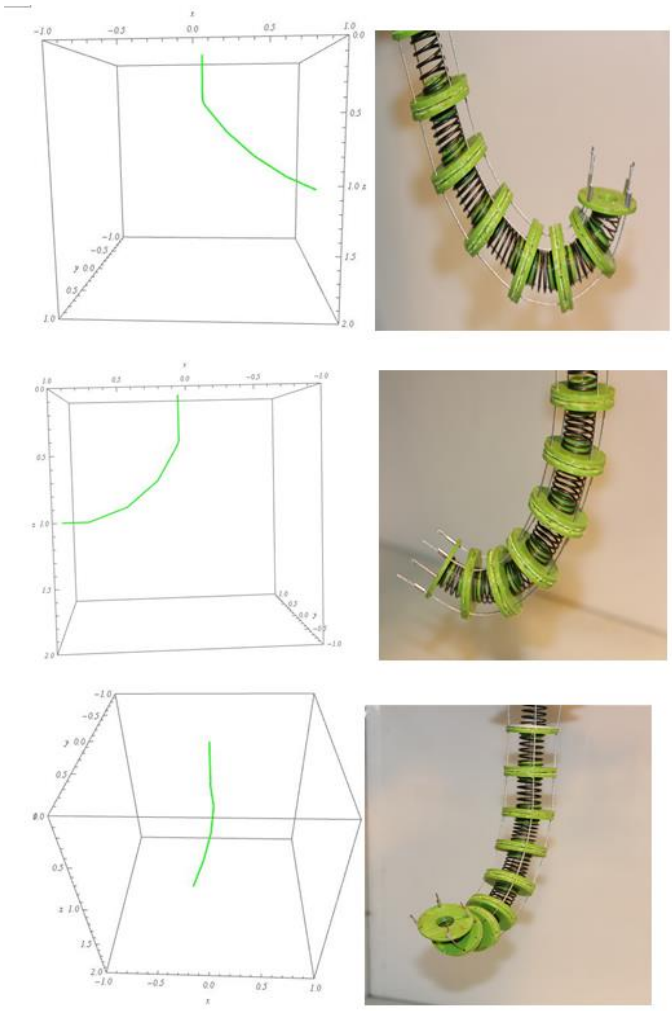


Рисунок 13. Результаты моделирования

4. Назначение

Предложенный гибкий манипулятор будет использоваться в качестве уборочного инструмента в прототипе машины для сельскохозяйственного робота с ЧПУ под названием FaRo (см. Рис. 14).

Конструкция предлагаемого сельскохозяйственного робота основана на платформе станка с ЧПУ. Аналогичным образом, дизайн робота делает среду структурированной и предсказуемой для робота, а не сажает ее в теплице или на поле. Следовательно, он имеет три степени свободы, которых достаточно для процессов полива, прополки и посева. На наконечнике оси Z установлена специальная универсальная система крепления инструментов для смены инструментов для полива, прополки, посева и измерения влажности почвы.

Как показано на рисунке 3, сельскохозяйственный робот имеет 4 шаговых двигателя (5), два для оси x и одиночные двигатели для оси y и z. Базовая платформа робота выполнена из дерева (1). Рама подвесного робота состоит из алюминиевых балок, которые поддерживаются угловыми кронштейнами (2). Портал (3) служит

перемещением вдоль оси x, которое одновременно удерживает алюминиевый профиль (4) для осей z и y. Поперечный гентри (6) выполняет одновременно две функции: перемещает движение вдоль оси y и удерживает ось z.

Одновременно мы разрабатываем новый алгоритм системы распознавания плодов на основе машинного обучения сверточной нейронной сети. Одним из основных предназначений робота является сбор урожая томатов, поэтому сейчас мы обучаем системе распознавания и обнаружения спелых томатов.

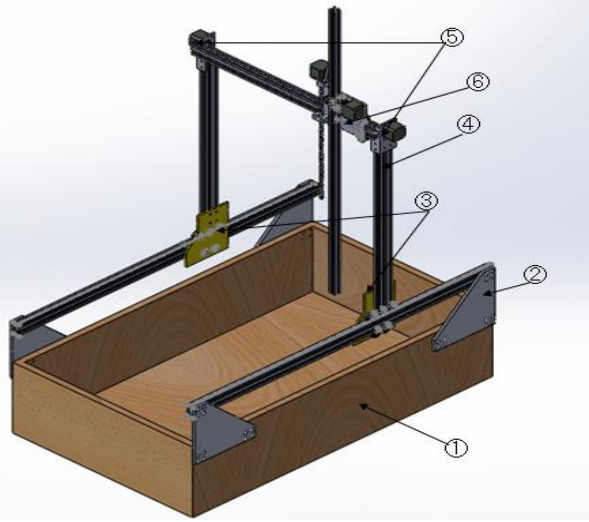


Рисунок 14. Структура дизайна FaRo

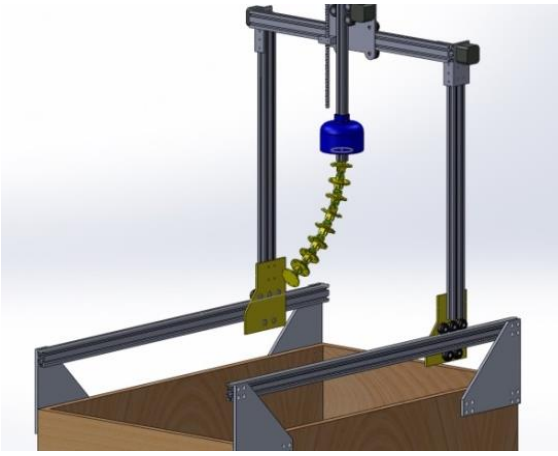


Рисунок 15. Предполагаемое применение

Процесс уборки урожая является очень трудоемким и трудоемким процессом, который ученые изучают уже более пяти десятилетий. Аргуэнон и его команда разработали многоагентное прототипирование сельскохозяйственного робота для сбора урожая винограда на виноградниках. Основными особенностями робота были

обнаружение винограда, его захват, сбор и, наконец, транспортировка винограда. Многие сельскохозяйственные системы были объяснены в ссылках для автоматизации различных процессов уборки урожая.

Рисунок 16. Лабораторный прототип FaRo

Использование такого алгоритма проектирования и управления роботом делает возможным полную автоматизацию теплиц. Дизайн робота все еще находится в стадии разработки из-за проблем с реализацией. Будущие работы включают добавление био-вдохновенного модуля уборки урожая, основанного на дизайне непрерывного робота. Континуальный робот-манипулятор поможет улучшить характеристики робота и улучшит его ловкость. Кроме того, машинное обучение будет использоваться в будущем для распознавания объектов в саду и повышения производительности роботов. Планируется внедрить эту систему в теплице, чтобы увидеть ее выполнимость и узнать, какую пользу она может принести обществу.

5. Обсуждение и Заключение

В заключение была проверена валидация конструкции магистрали с переменной твердостью. Согласно результатам проведенного исследования, были подтверждены следующие предположения: во-первых, жесткость позвоночника стала более жесткой в контроле, и проблемы со встряхиванием значительно уменьшились. Во-вторых, из-за пружин сжатия проблема с постоянным натяжением решается механически, что играет решающую роль в точности и управляемости робота. В-третьих, из-за разнообразия жесткости изгиб происходил более плавно, а алгоритм изгиба контролировался механически.

Согласно полученным экспериментальным результатам, управляемый проволокой дискретный континуум-манипулятор рекомендован как один из лучших кандидатов в гибкие манипуляторы робота для работы в ограниченном рабочем

пространстве. Кроме того, с большой функцией ловкости предлагаемый манипулятор продемонстрировал довольно хорошую жесткость и жесткость.

Расположение приложения робота также имеет значение, например, в случае, когда горизонтальная конструкция переменной жесткости позвоночника продемонстрировала хорошую работу и производительность, дополнительное вращение и скользящее движение вдоль оси z обеспечили довольно хорошую способность к скручиванию, что уменьшило напряжение энергии деформации внутри структура. В случае горизонтального применения вращательное движение роботов создает проблему, такую как смещение в сторону более тяжелой стороны. Такая проблема связана с отсутствием ограничения скручивания вдоль оси z. В горизонтальном применении робота динамические проблемы являются основной проблемой для гибкой структуры.

Тем не менее, есть недостаток использования совместимого сустава, во время экспериментов мы выясняем, что способность позвоночника к удлинению или удлинению меньше требуется. Расширение позвоночника создает следующие проблемы: во-первых, управление становится слишком сложным, чтобы достичь желаемой точки, во-вторых, движение робота стало непредсказуемым после 90 градусов изгиба. Несмотря на это, после многочисленных экспериментов было бы лучше построить сплошных роботов с постоянной длиной позвоночника, например, универсальных шарниров и пружин сжатия для жесткости конструкции.

Основываясь на приобретенном опыте, еще одним основным недостатком манипулятора с жестким континуумом является ограничение полезной нагрузки. Манипулируемость и поднятие тяжестей становятся очень ограниченными из-за структуры жалобы. В сравнении с проволочными дискретными рукавами континуума, такими как [4,7,10,27] манипуляторы, предлагаемая рука не могла конкурировать по способности полезной нагрузки.

Литература

1. D.Caleb Rucker, Robert J Webster III., “Statics and Dynamics of Continuum Robots With General Tendon Routing and External Loading”, IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS, vol.27.NO.6.December 2011
2. Guochen Niu, Li Wang and Guanghua Zong, “Attitude control based on fuzzy logic for continuum aircraft fuel tank inspection robot”, 29 (2015)
3. Zheng li, Liao Wu, Hongliang Ren, Haoyong Yu, “Kinematic comparison of surgical tendon-driven manipulators and concentric tube manipulators”, Machine and Mechanism, 148-165 pp, (2017)
4. Kun Cao, et.all. “Workspace Analysis of tendon –driven Continuum Robots Based on Mechanical Interference Identification”, Journal of Mechanical Design, 2017.
5. Zheng Li and Ruxu Du, “Design and Analysis of a Bio-inspired Wire-Driven Multi-Section Flexible Robot”, International Journal of Advanced Robotic Systems, 2013.
6. Enver T.,Ian D.W. and Darren M.D., “Dynamic Modelling for Planar Extensible Continuum Robot Manipulators”, Robotics and Automation, Italy, 2007.
7. Xin Dong, and et.all, “A Novel Continuum Robot Using Twin-Pivot Compliant Joints: Design”, Modelling, and Validation., Journal of Mechanisms and Robotics, 2016.

8. Rob Buckingham, Andrew Graham, (2012) "Nuclear snake-arm robots", Industrial Robot: An International Journal ,Vol. 39 Issue:1 pp. 6-11, https://doi.org/10.1108/01439911211192448

9. K. Suzumori, S. Iikura and H. Tanaka, “Development of Flexible Microactuator and Its Applications to Robotic Mechanisms”, pp. 1622-1627, Proceedings of the 1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Sacramento, California, 1991.

10. Michael W. Hannan and Ian D. Walker, “Kinematics and the Implementation of an Elephant's Trunk Manipulator and Other Continuum Style Robots”, Journal of Field Robotics, volume 20, Issue 2, pp 45-63, https://doi.org/10.1002/rob.10070

11. M.D. Grissom, I.D Walker, “Design and experimental testing of the OctArm soft robot manipulator”, Proc. Of SPIE, 2006.

12. W. McMahan, I.D. Walker “Field Trials and Testing of the OctArm Continuum Manipulators”, pp. 2336-2341, Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Orlando, Florida, 2006.

13. P.E. Dupont, J. Lock, B. Itkowitz and E. Butler, “Design and Control of Concentric-Tube robots”, Vol.26, No.2, pp. 209-225, IEEE Trans. Robotics., 2010.

14. P. Sears and P.E. Dupont, “Inverse Kinematics of Concentric Tube Steerable needles”, pp. 1887-1892, IEEE International Conference on Robotics and Automation, Roma, Italy, April 2007.

15. L.A. Lyons, R. J. Webster III and R. Alterovitz, “Motion planning for active Cannulas”, pp.801-806, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Oct. 2009.

16. D.C. Rucker, B.A. Jones and R.J. Webster III, “A geometrically Exact Model for Externally Loaded Concentric-Tube Continuum Robots”, Vol.26, №5, IEEE Transactions on Robotics, Oct2010.

17. R.H. Sturges, S. Laowattana, “A flexible tendon controlled device for endoscopy”, pp 2582-2591, Proceedings of the 1991 IEEE International Conference and Automation, Sacramento, California, April 1991.

18. Bo Ouyang, Yunhui Liu and Dong Sun “Design Shape Control of a Three-section Continuum Robot”, pp. 1151-1156, Proceeding of the 2016 IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Banff, Alberta, Canada, July 12-15, 2016

19. R.J. Webster and B.A. Jones, “Design and kinematics of modelling constant curvature continuum Robots”, IntJ Robot.Res., vol29,pp. 1661-1683,2010

20. B.A. Jones and I.D. Walker, “Kinematics for multisection continuum robots”, IEEE TransRobotics, vol 43-55,2006

21. B.A. Jones and I.D. Walker, “Practical kinematics for real-time implementation continuum robots”, IEEE TransRobotics, vol 22, pp 1087-1099, 2006

22. J. Burgner, D.C. Rucker, H.B. Gilbert, P.J. Swaney, P.T. Russel, K.D. Weaver at.all, “A telerobotic system for transnasal surgery”, IEEE/ASME Trans. Mechatronics, vol 19, 996-1006, 2014

23. D. Trivedi, A. Lotfi, and C.D. Rahn, “Geometrically exact module for soft robotic manipulators”, IEEE TransRobot, vol24, pp 773-780, 2008.

24. D.C. Rucker, B.A. Jones, R.S. Webster, A geometrically exact model for externally loaded concentric-tube continuum robots, IEEE TransRobot, vol 26, pp 769-780, 2010.

25. D.B. Camarillo, C.F. Milne, C.R. Carlson, M.R. Zinn, and J.K. Salisbury, "Mechanics modelling of tendon –driven continuum manipulators", IEEE TransRobot, vol 24, pp 1262-1273, 2008.

26. A. Yeshmukhametov, Z. Buribayev, Y. Amirgaliyev and R. Ramakrishanan. "Modeling and Validation of New Continuum Robot Backbone Design With Variable Stiffness Inspired from Elephant Trunk" IOP conference series on material science and engineering, ICMMR 2018, Tokyo, July, 2018.

27. A. Yeshmukhametov, K. Koganezawa and Y. Yamamoto, "A Novel Discrete Wire-Driven Continuum Robot Arm with Passive Sliding Disc: Design, Kinematics and Passive Tension Control", Robotics Journal, MDPI, July 2019

28. A. Yeshmukhametov, K. Koganezawa and Y. Yamamoto, "Design and Kinematics of Cable-Driven Continuum Robot Arm with Universal Joint Backbone", IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, December, Kuala-Lumpur, 2018

29. Takahisa Kato, Ichiro Okumura, Sang-Eun Song, Nobuhiko Hata, "Multi-section continuum robot for endoscopic surgical clipping of intracranial aneurysms", Med Image Comput Comput Assist Interv. 2013; 16(0 1): 364–371.

СБАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ IT-ТЕХНОЛОГИЙ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ

Жунисбекова А., Искакова Г., Ахметов К.

Казахский Национальный Аграрный Университет, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В работе предложена технология составления оптимального рациона кормления молочного скота при помощи экономико-математических методов (ЭММ) и компьютера, который удовлетворяет всем требованиям по питательности и одновременно обеспечивает эффективного использования кормового ресурса АО АПК «Адал» Алматинской области. Обоснована актуальность такой технологии, поскольку современный принцип кормления жвачных животных основан на том, что чем больше сбалансированы элементы питания, тем выше полноценность кормления, продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции. Составление такого сбалансированного рациона скота возможно только на основании применения ЭММ и IT-технологий.*

Ключевые слова. *Оптимизация рационов кормления, максимальная отдача при минимальных затратах, двойственные оценки.*

Введение

Важнейшее значение в интенсификации молочного животноводства, обеспечении более высоких и устойчивых темпов производства продуктов питания животного происхождения, обеспечении продовольственной независимости страны от импорта животноводческой продукции имеет нормированное, сбалансированное и полноценное кормление животных. Современные технологии животноводства требуют применения новых физиологически адекватных и экономически обоснованных систем кормления сельскохозяйственных животных, так как создание высокопродуктивных стад молочных коров в результате работы селекционеров не является гарантией получения высоких надоев молока на протяжении нескольких лактаций и длительного хозяйственного использования животных. Полноценное кормление является одним из важнейших факторов, обеспечивающих успех племенной работы, основа повышения продуктивности животных, совершенствования существующих и создания новых пород и типов. Без него нет, и не может быть успеха в племенной работе.

Изучая сегодняшнее состояние животноводства, необходимо отметить, что во многих субъектах Казахстана заметно снизились темпы спада производства продукции животноводства, наметился рост молочной продуктивности коров, увеличилось поголовье скота, улучшились показатели воспроизводства животных, уменьшился падеж. Однако, несмотря на положительные тенденции, в целом положение дел в животноводстве остается сложным.

В Казахстане животноводство дает около 49% валовой продукции сельского хозяйства. Определяющим показателем состояния отрасли является обеспеченность населения молочными продуктами. Однако, низкая конкурентоспособность казахстанского молока – закономерный результат сложившихся тенденций и межсубъектных отношений во всем агропромышленном секторе. По сегодняшний день в Алматинской области в обеспеченности населения молочными продуктами главную роль играют личные подворья, которые производят около 90 % молока.

Важной для молочного скотоводства инфраструктурной составляющей является и кормовая база. Отсутствие качественной кормовой базы сказывается и на модернизации отрасли. Для средне- и крупнотоварного производства надои выступают мерой эффективности введения хозяйства, основанием для инвестиций. Внедрение автоматизированных линий и робототехники на молочных фермах становится не рентабельным, когда надои составляет не менее 35 литров в сутки. Добиться такого уровня можно лишь при разведении племенного поголовья, требующего качественной кормовой базы и эффективного ее использования путем составления сбалансированного рациона питания скота, который возможно только на основании применения экономико-математических методов (ЭММ) и IT-технологий.

В основу сбалансированности рациона заложены некоторые общебиологические закономерности, которые формулируются следующим образом:

- чем выше сбалансированность и полноценность кормления, тем выше продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции, и,

наоборот, чем ниже сбалансированность и полноценность кормления, тем ниже продуктивность животных и выше затраты корма на единицу продукции.

Для менеджеров молочно-товарных ферм важно знать теорию и владеть практическими инструментами ЭММ, т.к. при помощи данной науки каждый, кто владеет знаниями, сможет построить и рассчитать экономико-математическую модель, которая сможет помочь в любых ситуациях, когда необходимо принять правильное решение. Математическая модель может помочь учесть множество различных факторов и характеристик, от которых может зависеть данная проблема. При анализе данной модели можно найти оптимальный план решения, соответственно минимизировать затраты. ЭММ включает в себя методы различных наук, таких, как: кибернетика, экономика, статистика и др. За счет развития наук и техники сейчас все расчеты занимают меньше времени, нежели ранее.

Особое значение ЭММ имеет в такой отрасли народного хозяйства, как животноводство. Сегодня во всем мире при помощи ЭММ и компьютера успешно составляется оптимальный рацион кормления скота, который удовлетворяет всем требованиям по питательности и одновременно обеспечивает эффективного использования кормового ресурса.

Результаты и обсуждение

Современное сельское хозяйство уже невозможно представить без высокой степени механизации, автоматизации и компьютеризации, так, например, АО АПК «Адал» Енбекшиказахского района Алматинской области одно из них.

Данное предприятие имеет тип нового рыночного предприятия, где идут интенсивные процессы формирования и развития рыночных отношений, принимаются меры по приведению в действие как производственных, так и рыночных факторов производства.

Производственное направление хозяйства - молочно-зерновое, здесь функционирует молочные мега фермы Итальянской компании "Rota Guidj" с проектной мощностью 2891 голов, в том числе - 1396 голов дойных коров. Однако указанная мощность мега фермы используется хозяйством всего на 50-60 % из-за не рациональной организации кормовой базы и не эффективного использования кормового потенциала.

В данной работе как один из путей повышения эффективности молочные мега фермы рассмотрена технология расчёта оптимальных рационов кормления, исходя из конкретных, специфических условий АО АПК «Адал», со следующей постановки задачи.

Требуется рассчитать полноценный рацион кормления для дойной коровы, алатауской породы, с суточным удоем 14,3 кг при жирности молока 3,8% с живой массой 500 кг. На период составления рациона молочным мега фермам АО АПК «Адал» располагает следующим набором кормов: ячмень дробленный, зерно кукурузы дробленный, сои экстрагированной, силос кукурузный, силос разнотравный, сено люцерны, сенаж разнотравный и солома яровых зерновых. Имеется возможность закупить необходимое количество микроэлементов, минеральных и витаминных подкормок.

Как показывает практика, в условиях АО АПК «Адал» в зимний период необходимо сбалансировать рационы кормления крупного рогатого скота по общепринятым питательным веществам, витаминам и микроэлементам (меди, кобальту, марганцу, цинку) и притом, тип кормления силосно-сенажно-концентратный.

На основании справочника [1] нами установлены нормы кормления полновозрастных дойных коров живой массой 500 кг, суточный удой молока 14,5 л с жирностью 3,8 % на голову в сутки требуются: ЭКЕ -13,7, ОЭ -137 МДж, сухое вещество -14,9 кг, переваримый протеин – 1185 г, сырая клетчатка - 4030 г, крахмал – 1665 г, сахар -1000 г, сырой жир -385 г, соль поваренная – 81 г, кальций – 81 г, фосфор 57 г, магний – 23 г, калий – 89 г, сера -29 г, железо –930 мг, медь -105 мг, цинк – 695 мг, кобальт- 7,8 мг, марганец -695 мг, йод – 9,5 мг, каротин -520 мг и комплекс витаминов А, В и Е - 465 мг.

В соответствии с зоотехническими требованиями и условиями хозяйства рассчитаны допустимые пределы содержания в рационе различных групп кормов (в % к общей питательности рациона): концентрированные – 15 -25, сочные – 40 – 60, грубые – 25 – 35.

В связи со специфическим действием на организм животного некоторых кормов и влиянием их на качество молока и молочных продуктов количество экстрагированной сои не должно превышать 0,7 кг, сенаж – 10 кг. В общем объёме грубых кормов не более трети части должно составлять солома.

Себестоимость 1 кг корма (в тенге) в хозяйстве составляет: ячменя дробленного – 15, дробленое зерно кукурузы – 20, сои экстрагированной-28, силоса кукурузного – 7,7, силоса разнотравного – 8, сена люцерны – 7,5, сенажа разнотравного – 8,5, соломы яровых культур – 1,1. На стороне хозяйство может приобрести поваренную соль (1 кг, 0,9 тенге). Цена 1 кг микроэлементов составляет: сернокислотной меди и хлористого кобальта – 0,9 тенге, сернокислотного цинка – 0,95 тенге, сернокислотного марганца – 0,5 тенге, 1 мл премиксы витаминов стоит 6,5 тенге.

На основании полученных данных составлена система линейных уравнений и неравенств, представляющих числовую экономико-математическую модель задачи. Для чего приняты следующие обозначение, оптимальное количество в рационе, кг: x_1 - дробленный ячмень, x_2 - дробленное зерно, x_3 - соя экстрагированная, x_4 - силос кукурузный, x_5 - силос разнотравный, x_6 - сенаж разнотравный, x_7 - сена люцерны, x_8 - соломы яровых культур, x_9 - сернокислая медь, x_{10} - поваренная соль, x_{11} - хлористый кобальт, x_{12} - сернокислый цинк, x_{13} - сернокислый марганец, x_{14} - премиксы кормовые с комплексом витаминов А, В и Е (в мл).

Введём вспомогательную переменную $\overline{x_{15}}$ - общее количество кормовых единиц в рационе. С помощью этой переменной можно более точно учесть соотношение отдельных групп кормов в структуре рациона.

В ограничениях по соотношению групп кормов в рационе коэффициенты при основных переменных обозначают содержание кормовых единиц в 1 кг корма. При

переменной $\overline{x_{15}}$ коэффициенты показывают удельный вес различных групп кормов в рационе.

1.Общее количество энергетических кормовых единиц запишем так:

$$1{,}18x_1 + 1{,}28x_2 + 1{,}47x_3 + 0{,}23x_4 + 0{,}18x_5 + 0{,}68x_6 + 0{,}31x_7 + 0{,}28x_8 = \overline{x_{15}}$$

2.Потребность животного в энергетических кормовых единицах, кг:

$$\overline{x_{15}} \geq 14{,}3$$

3. Потребность в обменных энергиях, МДж:

$$11{,}8x_1 + 12{,}8x_2 + 14{,}7x_3 + 2{,}3x_4 + 1{,}8x_5 + 6{,}8x_6 + 3{,}1x_7 + 5{,}3x_8 \geq 137$$

4.Потребность в сухом веществе, кг:

$$0{,}89x_1 + 0{,}85x_2 + 0{,}87x_3 + 0{,}25x_4 + 0{,}25x_5 + 0{,}83x_6 + 0{,}437x_7 + 0{,}85x_8 \geq 14{,}9$$

5. Потребность в переваримом протеине, г:

$$111x_1 + 67x_2 + 281x_3 + 14x_4 + 12{,}4x_5 + 89x_6 + 20{,}2x_7 + 3x_8 \geq 1185$$

6. Потребность в сырой клетчатке, г:

$$30x_1 + 43x_2 + 70x_3 + 75x_4 + 86x_5 + 257x_6 + 153{,}2x_7 + 374x_8 \geq 4030$$

7. Потребность в крахмале, г:

$$560x_1 + 560x_2 + 0x_3 + 8x_4 + 2x_5 + 28x_6 + 4{,}3x_7 + 0x_8 \geq 1665$$

8. Потребность в сахаре, г:

$$15x_1 + 20x_2 + 0x_3 + 6x_4 + 3x_5 + 50x_6 + 8{,}5x_7 + 3x_8 \geq 450$$

9. Потребность в сыром жире, г:

$$15x_1 + 43x_2 + 47x_3 + 10x_4 + 13x_5 + 23x_6 + 10{,}6x_7 + 17x_8 \geq 385$$

10. Потребность животного в кальции:

$$0{,}4x_1 + 0{,}4x_2 + 4{,}8x_3 + 1{,}4x_4 + 2{,}1x_5 + 14{,}4x_6 + 2{,}6x_7 + 3{,}6x_8 \geq 81$$

11. Потребность животного в фосфоре:

$$5x_1 + 2{,}7x_2 + 7{,}1x_3 + 0{,}4x_4 + 0{,}6x_5 + 2{,}9x_6 + 0{,}8x_7 + 1{,}3x_8 \geq 45$$

12. Потребность животного в магнии:

$$2{,}3x_1 + 1{,}3x_2 + 2{,}9x_3 + 0{,}5x_4 + 0{,}4x_5 + 3{,}7x_6 + 0{,}9x_7 + 0{,}8x_8 \geq 23$$

13. Потребность животного в калии:

$$5{,}1x_1 + 3{,}7x_2 + 21{,}7x_3 + 2{,}9x_4 + 3{,}6x_5 + 7{,}7x_6 + 9{,}2x_7 + 1{,}1x_8 \geq 89$$

14. Потребность животного в сере:

$$0x_1 + 0{,}3x_2 + 0{,}2x_3 + 0{,}4x_4 + 0{,}3x_5 + 2x_6 + 0{,}8x_7 + 1{,}3x_8 \geq 29$$

15. Потребность животного в железе:

$$0{,}1x_1 + 42x_2 + 125x_3 + 61x_4 + 55{,}7x_5 + 750x_6 + 257{,}8x_7 + 416x_8 \geq 730$$

16. Потребность животного в меди:

$$8{,}3x_1 + 6x_2 + 14{,}2x_3 + 1x_4 + 0{,}9x_5 + 4x_6 + 2{,}9x_7 + 8{,}5x_8 \geq 105$$

17. Потребность животного в цинке:

$$31{,}2x_1 + 19{,}5x_2 + 33x_3 + 5{,}8x_4 + 4{,}2x_5 + 10{,}8x_6 + 10x_7 + 16x_8 \geq 695$$

18. Потребность животного в кобальте:

$$0{,}1x_1 + 0{,}1x_2 + 0{,}09x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0{,}3x_6 + 0{,}06x_7 + 0{,}2x_8 \geq 7{,}8$$

19. Потребность животного в марганце:

$$42{,}5x_1 + 8{,}8x_2 + 27x_3 + 4x_4 + 48x_5 + 32{,}4x_6 + 28x_7 + 37x_8 \geq 695$$

20. Потребность животного в йоде:

$$0x_1 + 0{,}1x_2 + 0{,}1x_3 + 5{,}1x_4 + 0{,}1x_5 + 0{,}3x_6 + 0{,}4x_7 + 0{,}4x_8 \geq 9{,}5$$

21. Потребность животного в каротине:

$$0x_1 + 0{,}4x_2 + 0{,}2x_3 + 20x_4 + 10x_5 + 50x_6 + 15x_7 + 2x_8 \geq 520$$

22. Потребность животного в комплексе витаминов:

$$0x_1 + 15x_2 + 36x_3 + 46x_4 + 45x_5 + 143x_6 + 37x_7 + 0x_8 \geq 465$$

23. Условия, ограничивающие содержание концентрированных кормов в пределах 15-25% общей питательности рациона, запишем двумя неравенствами:

$1{,}18\,\chi_1 + 1{,}28\,\chi_2 + 1{,}47\,\chi_3 \geq 0{,}15\overline{\chi_{18}}$; $1{,}18\,\chi_1 + 1{,}28\,\chi_2 + 1{,}47\,\chi_3 \leq 0{,}25\overline{\chi_{18}}$.

- сочных в пределах 45 - 60%:

$0{,}23\,\chi_4 + 0{,}18\,\chi_5 \geq 0{,}45\overline{\chi_{18}}$ и $0{,}23\,\chi_4 + 0{,}18\,\chi_5 \leq 0{,}6\overline{\chi_{18}}$

- грубых в пределах 25 – 35% :

$0{,}68\,\chi_6 + 0{,}31\,\chi_7 + 0{,}53\,\chi_8 \geq 0{,}25\overline{\chi_{18}}$ и $0{,}68\,\chi_6 + 0{,}31\,\chi_7 + 0{,}53\,\chi_8 \leq 0{,}35\overline{\chi_{18}}$

24. Условия, ограничивающие содержание в рационе количество экстрагированной сои не должно превышать 0,7 кг, сенаж – 10 кг и в общем объёме грубых кормов не более трети части должно составлять солома:

$\chi_3 \leq 0{,}7$, $\chi_6 \leq 10$ и $\chi_6 + \chi_7 - 2\,\chi_8 \leq 0$.

Оптимизация рациона возможна, если при векторе $\overline{\chi_{15}}$ сумма удельных весов всех групп кормов по нижней границе их ввода в рацион меньше 1, а по верхней – больше 1.

Критерий оптимальности – минимум стоимости рациона:

$$f(x) = 15x_1 + 20x_2 + 28x_3 + 7{,}7x_4 + 8x_5 + 7{,}5x_6 + 8{,}5x_7 + 1{,}1x_8 + 0{,}9x_9 + 0{,}9x_{10} + 0{,}9x_{11} + 0{,}95x_{12} + \\ + 0{,}55x_{13} + 6{,}5x_{14} \Rightarrow \min$$

Таким образом, построили экономико-математическую модель задачи оптимизации рациона кормления коровы, кororая была решена в среде MicroSoft Excel, в распоряжении которого имеется мощное средство «Поиска решений» для решения задач такого типа. Для этого была составлена табличная модель задачи (см. фрагмент 1). Данные, полученные по результатам решения, удовлетворяют своей точностью и аналитическими свойствами (см. фрагменты 2, 3 и 4 машинной распечатки). Можно также производить необходимую корректировку введенных данных, с автоматическим подсчетом конечного результата.

Для полного удовлетворения животного в питательных веществах, указанных в условии задачи, необходимо, чтобы рацион содержал: ячменя молотого – 2,045 кг; экстрагированной сои – 0,7 кг; силоса кукурузного – 33,668 кг; сена люцерны – 7,345 кг и соломы яровых культур – 3,673 кг. Кроме того, рацион необходимо обогащать хлористым кобальтом – 0,019 кг; сернокислым цинком – 1,21 кг и сернокислым маргенцом – 0,355 кг.

В рационе 17,208 ЭКЕ. Более 22 элементы питания полностью сбалансированы, некоторые из них с избытком. Стоимость такого полноценного рациона всего составляет 370 тенге.

В качестве статистических данных для определения показателей экономической эффективности нами были использованы данные годовой бухгалтерской отчетности АО АПК «Адал» Енбекшиказахского района Алматинской области за 2018 год (табл. 1).

При определении экономической эффективности оптимального рациона необходимо учесть, что товарность молока останется на прежнем уровне 83,7%, также не измениться цена реализации – 8650 тенге за 1 ц.

Из данных таблицы видно, что себестоимость оптимального рациона составляет 370 тенге, себестоимость 1 кг кормовой единицы составляет 17,37 тенге, а себестоимость 1 ц молока снизилась на 8,63 %. Прибыль от реализации 1 ц молока после оптимизации рациона кормления составляет 1091,75 тенге, что больше чем по фактическим данным на 683,75 тенге.

Таблица 1 - Экономическая эффективность оптимизации суточного рациона молочных коров

Показатели	2019 г.	Проект	Отклонение, %
Себестоимость рациона, тенге	456,5	370,0	-86,5
Себестоимость 1 кг корм. ед., тенге	30,6	21,5	-9,1
Себестоимость 1 ц молока, тенге	7922,25	7238,5	-683,75
Коммерческая себестоимость 1 ц молока, тенге	8242,0	7558,25	-683,75
Реализационная цена 1 ц молока, тенге	8650,0	8650,0	-
Прибыль (убыток) от реализации 1 ц молока, тенге	408	1091,75	683,75
Рентабельность (убыточность), %	4,95	5,52	-
Товарность молока, %	83,7	83,7	-

Теперь рассмотрим показатели эффективности рациона, предложенные в работе [2] и реализованные в программе «КОРАЛЛ-кормление»:

- прибыль, обеспечиваемая рационом

$$ПР = C^{Б}_{прод} - П_{дисб} - C_{рац}, \quad тенге \tag{1}$$

- уровень рентабельности рациона

$$Р = ((C^{Б}_{прод} - П_{дисб} - C_{рац}) / C_{рац}) \times 100, \quad \% \tag{2}$$

- сбалансированность рациона

$$СБ = (1 - П_{дисб} / C^{Б}_{прод}) \times 100, \quad \% \tag{3}$$

где $ПР-$прибыль, обеспечиваемая рационом; $C^{Б}_{прод}-$ стоимость продукции, которая может быть получена от животного при полностью сбалансированном рационе, приведенная к одним суткам; $П_{дисб}-$потери, вызываемые дисбалансом рациона; $C_{рац}-$ себестоимость рациона.

Стоимость молока, полученной от одной коровы с суточным удоем 14,3 кг при полностью сбалансированном рационе и реализационной цене 86,5 тенге (см. табл. 1) за 1 кг составляет: $C^{Б}_{прод} = 86{,}5 \cdot 14{,}3 = 1236{,}95 \quad тенге$.

Значение потери, вызываемые дисбалансом рациона и его себестоимость приведенные (*1 ц молока получаем за 100/14,3= 7 суток*) к одним суткам, определим с помощью данных табл. 1, т.е.:

$$П_{дисб} = 683{,}75 / 7 = 97{,}68 \; тенге \quad и \quad C_{рац} = 7558{,}25 / 7 = 1079{,}75 \; тенге.$$

По формуле (1) прибыль, обеспечиваемая рационом составляет:

$$ПР = C^{Б}_{прод} - П_{дисб} - C_{рац} = 1236{,}95 - 97{,}68 - 1079{,}75 = 59{,}52 \;\; тенге \; за \; 1 \; сутки.$$

По формуле (2) уровень рентабельности рациона:

$$P = (59{,}52 / 1079{,}75) \times 100 = 5{,}52\%.$$

По формуле (3) сбалансированность рациона:

$$СБ = (1 - 97{,}68 / 1236{,}95) \times 100 = 92{,}1\%.$$

Наш рацион хорошо сбалансированный и его значение близок к 100%.
Далее рассмотрим двойственные оценки оптимизации рациона (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика ограничений

Ячейка	Имя	Окончательн. Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона
Q34	Сочные корма,max ЭКЕ x15	-0,600	0	0
Q35	Грубые корма,min ЭКЕ. x15	0,250	0	0
R10	ЭКЕ, кг Левая сторона	17,208	0	13,7
R11	ОЭ , МДж Левая сторона	181,264	0	137
R12	Сухое вещество, кг Левая сторона	20,060	0	14,9
R13	Пер. протеин, г Левая сторона	1559,735	0	1185
R14	Сырая клетчатка, г Левая сторона	5896,656	0	4030
R15	Крахмал, г Левая сторона	1620,000	0,170	1620
R16	Сахар, г Левая сторона	610,948	0	450

R17	Сырой жир, г Левая сторона	631,622	0	385
R18	Кальций, г Левая сторона	170,303	0	81
R19	Фосфор, г Левая сторона	54,735	0	45
R20	Магний, г Левая сторона	53,681	0	23
R21	Калий, г Левая сторона	183,852	0	89
R22	Сера, г Левая сторона	33,072	0	29
R23	Железо, мг Левая сторона	9177,999	0	730
R24	Медь, мг Левая сторона	121,175	0	105
R25	Цинк, мг Левая сторона	695,000	0,004	695
R26	Кобальт, мг Левая сторона	7,800	0,004	7,8
R27	Марганец, мг Левая сторона	695,000	0,002	695
R28	Йод, мг Левая сторона	175,452	0	9,5
R29	Каротин, мг Левая сторона	1048,104	0	520
R30	Витамин А, В и Е, мг Левая сторона	2624,285	0	465
R31	Концентраты, min ЭКЕ. Левая сторона	-0,860	0	0
R32	Концентраты, max ЭКЕ Левая сторона	0,000	-95,662	0
R33	Сочные корма, min ЭКЕ. Левая сторона	-0,860	0	0
R36	Грубые корма,max ЭКЕ Левая сторона	0,000	-23,653	0
R37	Сои в рационе, кг Левая сторона	0,700	128,126	0,7
R38	Сенаж в рационе, кг Левая сторона	7,345	0	10
R39	Поваренная соль, кг Левая сторона	0,000	0	0,081
R40	Соотн. солома в грубых Левая сторона	0,000	-0,055	0
R9	Всего ЭКЕ в рационе Левая сторона	0,000	27,411	0

Рассматривая данные таблицы, делаем вывод, что самая ценная в рационе содержание сои и ЭКЕ. Теневая цена их соответственно равна 128,126 и 27,411. Если увеличить количество сои и энергетических кормовых единиц в рационе на 1 кг, то себестоимость рациона измениться на такую же сумму.

Если произвести увеличение максимально допустимого содержания грубых кормов на 1%, то себестоимость рациона мгновенно измениться на 23,65 тенге. Значение остальных теневых оценок практически равны к нулю и это обстоятельство еще раз показывают, что рацион точно сбалансирован со всеми элементами питания.

Таким образом, нет ни одного показателя, который бы при увеличении снижал значение целевой функции оптимального рациона, то есть модель оптимальна для продуктивности молочного стада в 14,3 кг молока в сутки.

Заключение

Важнейшее значение в интенсификации молочного животноводства имеет нормированное, сбалансированное и полноценное кормление животных посредством максимального использования высококачественных объёмистых кормов. Современный принцип кормления жвачных животных основан на том, что чем больше сбалансированные элементы питания и, тем выше полноценность кормления, продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции. Составление такого сбалансированного рациона скота возможно только на основании применения экономико-математических методов (ЭММ) и IT-

технологий. В работе предложена технология составления оптимального рациона кормления молочного скота при помощи ЭММ и компьютера, который удовлетворяет всем требованиям по питательности и одновременно обеспечивает эффективного использования кормового ресурса АО АПК «Адал» Алматинской области.

Оптимальные параметры суточного рациона кормления могут являться ориентиром для других сельскохозяйственных организаций Алматинской области и использоваться в их хозяйственной деятельности, а эффективное использование кормов при оптимальных сочетаниях всех элементов питания позволит сельскохозяйственным товаропроизводителям сократить денежно-материальные затраты на корма и увеличить рентабельность отрасли.

Статья подготовлена по результатам исследования в рамках грантового проекта № AP05130910 «Комитета науки» Министерство образование и науки Республики Казахстан по теме: «Информационные технологии и математические методы в эффективном управлении ресурсным потенциалом сельскохозяйственных предприятий РК»

Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. - Москва. 2003. - 456 с.

2. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Новая информационная технология оптимизации рационов для сельскохозяйственных животных (Компьютерные программы «КОРАЛЛ»): Учебно-методическое пособие – М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009

ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ НАУЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ПАТТЕРНОВ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Загорулько Ю.А., Боровикова О.И.
e-mail: zagor@iis.nsk.su
Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН;
Новосибирск; Россия

Аннотация. *В статье обсуждаются проблемы применения паттернов онтологического проектирования при разработке онтологий научных областей знаний. Такие паттерны предназначены для формального описания решений типовых проблем, возникающих при разработке онтологий. Представлен подход к разработке онтологий научных областей знаний, базирующийся на системе разнородных паттернов онтологического проектирования. В статье показано, что применение паттернов онтологического проектирования позволяет не только*

обеспечить согласованное представление всех сущностей онтологии и избежать многих ошибок онтологического моделирования, но и сэкономить ресурсы, затрачиваемые на разработку онтологий.

В настоящее время наиболее популярным и эффективным средством концептуализации и формализации научных предметных областей (НПО) являются онтологии [1]. Формализация семантики предметной области в виде онтологии служит не только целям компактного и непротиворечивого ее описания, она также формирует понятийный базис для представления всей совокупности знаний о ней. Например, в системе информационной поддержки научной деятельности в терминах онтологии может быть описана семантика используемых в ней данных и информационных ресурсов, а в экспертной системе и СППР – экспертные правила, прецеденты и другие компоненты базы знаний.

Разработка онтологий научных предметных областей является довольно сложным и трудоемким процессом. Для его упрощения и облегчения предложены различные методы и подходы. В последнее время интенсивно развивается подход, использующий паттерны онтологического проектирования (Ontology Design Patterns, сокращенно – ODPs) [2-5]. Согласно нему паттерны онтологического проектирования (паттерны ОП) представляют собой документально зафиксированные описания проверенных на практике решений типовых проблем онтологического моделирования.

В статье дается краткий обзор паттернов онтологического проектирования, анализируются проблемы их использования, описывается предложенный авторами подход к построени. онтологий научных предметных областей, базирующийся на совместном использовании паттернов ОП различного типа и назначения.

Краткий обзор паттернов онтологического проектирования

Паттерны ОП имеют в качестве своих прародителей шаблоны проектирования (design pattern), широко используемые в разработке программного обеспечения. Аналогично шаблонам проектирования, паттерны ОП предназначены для описания решений типичных проблем, возникающих при разработке онтологий [4].

В зависимости от проблем, для решения которых предназначены паттерны ОП, различают структурные паттерны (Structural ODPs), паттерны соответствия (Correspondence ODPs), паттерны содержания (Content ODPs), паттерны логического вывода (Reasoning ODPs), паттерны представления (Presentation ODPs) и лексико-синтаксические паттерны (Lexico-Syntactic ODPs). (На Рис.1 представлена сокращенная типология паттернов ОП, предложенная участниками проекта NeOn [6].)

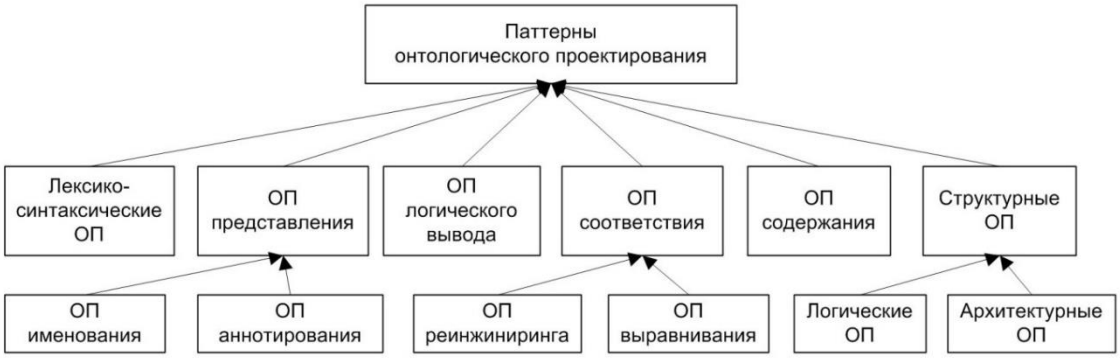


Рис.1. Типология паттернов онтологического проектирования

При разработке онтологий в основном используются структурные паттерны, паттерны содержания и представления.

Структурные паттерны либо фиксируют способы решения проблем, вызванных ограничениями выразительных возможностей языков описания онтологий, либо задают общую (модульную) структуру и вид онтологии. Паттерны первого типа называются логическими паттернами (Logical ODPs), паттерны второго типа – архитектурными паттернами (Architectural ODPs).

Паттерны содержания задают способы представления типовых фрагментов онтологий, на основе которых могут строиться онтологии различных предметных областей.

Паттерны представления определяют рекомендации (правила) по именованию и аннотированию элементов онтологии, применение которых должно повысить читаемость онтологии, а также удобство и простоту ее использования.

Лексико-синтаксические паттерны применяются для автоматизации процесса построения (пополнения) онтологии на основе текстов на естественном языке. Они задают отображения языковых структур в элементы (структуры) онтологии.

В настоящее время создано и развивается несколько каталогов паттернов ОП. Наиболее представительный из них размещен на портале Ассоциации ODPA (Association for Ontology Design & Patterns) [7], созданном в рамках проекта NeOn [6].

Проблемы использования паттернов онтологического проектирования

Несмотря на то, что использование паттернов ОП позволяет ускорить разработку онтологий и повысить их качество, они пока не нашли широкого практического применения из-за наличия ряда проблем, возникающих при их использовании.

Первая проблема повторного использования паттернов обусловлена их сложностью – зачастую разработчику новой онтологии трудно понять семантику, которую заложили в паттерн его авторы, и по этой причине он строит свой паттерн или вовсе отказывается от использования паттернов.

Другая проблема вызвана отсутствием удобных инструментов разработки онтологий, поддерживающих использование паттернов ОП. Действительно,

существуют два плагина: один – для инструмента разработки онтологий проекта NeOn [6], другой – для редактора онтологий WebProtégé [8]. Однако первый плагин доступен только для участников проекта NeOn, а второй может использоваться только в редакторе WebProtégé, который не очень популярен среди разработчиков онтологий из-за его ограниченной функциональности (по сравнению с настольной версией).

Третья проблема связана с тем, что паттерны описываются и применяются отдельно, и не составляют единой системы. Что затрудняет их использование.

Еще одна проблема использования паттернов, касающаяся задач, решаемых в данном исследовании, состоит в том, что в широком доступе отсутствуют паттерны, которые можно было бы использовать при разработке онтологий научных областей знаний.

Система паттернов онтологического проектирования

Для поддержки процесса построения онтологий областей знаний разработана система паттернов онтологического проектирования [9], включающая четыре типа паттернов: структурные логические паттерны, паттерны содержания, паттерны представления и лексико-синтаксические паттерны. При этом одна часть этих паттернов является универсальной, другая часть ориентирована непосредственно на представление научных знаний. Все упомянутые паттерны ОП реализованы на языке OWL [10].

Необходимость в использовании структурных логических паттернов возникла из-за недостатка в языке OWL выразительных средств для представления сложных сущностей и конструкций, актуальных при построении онтологий НПО, в частности, областей допустимых значений, многоместных и атрибутированных отношений (бинарных отношений с атрибутами).

Паттерн представления области допустимых значений предназначен для задания таких конструкций, которые в реляционной модели данных называются доменами и характеризуются названием и множеством элементарных значений. Домены удобно использовать при описании возможных значений свойств класса, когда весь набор таких значений известен заранее. В этом паттерне домен задается перечислимым классом, который является наследником специально введенного служебного класса *Домен* и состоит из конечного набора различных индивидов (объектов), определяющих возможные значения некоторого свойства (см. верхнюю часть Рис. 2).

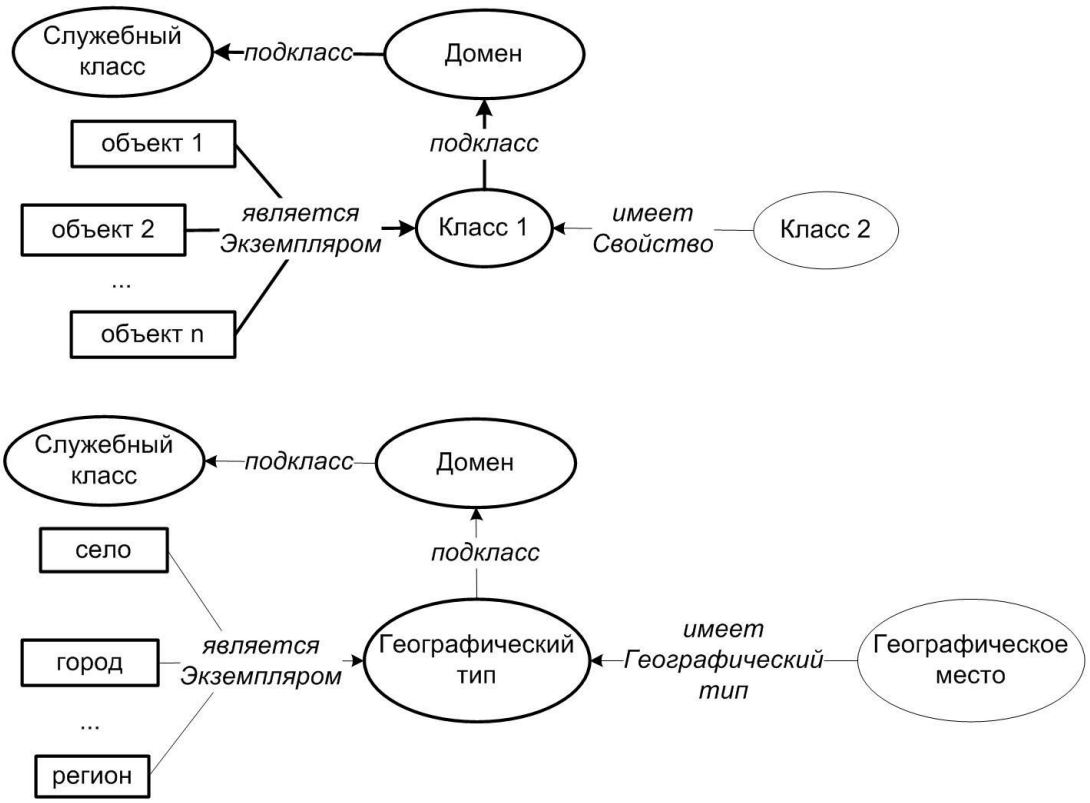


Рис. 2. Структурный паттерн представления области допустимых значений и пример его использования

Примерами таких доменов являются “Географический тип”, “Должность”, “Тип организации”, “Тип публикации”, которые включают соответственно виды населенных пунктов, виды должностей, типы организаций и публикаций (см. нижнюю часть Рис. 2).

Для представления атрибутированных отношений предложен структурный паттерн, показанный на Рис. 3.

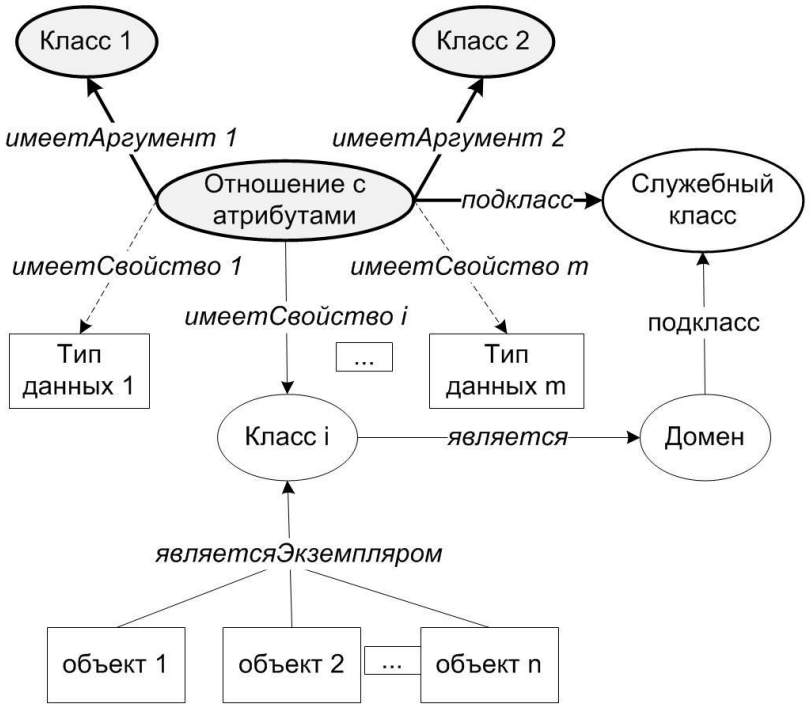


Рис. 3. Структурный паттерн бинарного атрибутированного отношения

Центральное место в данном паттерне занимает служебный класс *Отношение с атрибутами*, с которым связываются классы, моделирующие аргументы бинарного отношения. При этом атрибуты бинарного отношения моделируются свойствами данного класса (в нотации языка OWL либо *DataProperty*, либо *ObjectProperty*). Для представления конкретного типа отношения вводится новый класс, являющийся наследником класса *Отношение с атрибутами*.

Подобным образом построен паттерн для многоместного отношения.

Для единообразного и непротиворечивого представления используемых в НПО понятий и их свойств были разработаны паттерны содержания, описывающие основные понятия базовых онтологий. Благодаря этому, разработка онтологии конкретной НПО в основном состоит в специализации паттернов содержания и построении на их основе фрагментов целевой онтологии.

В систему включены паттерны содержания для представления следующих понятий: *Объект исследования, Предмет исследования, Метод исследования, Раздел науки, Научный результат, Деятельность (Научная деятельность), Проект, Персона, Организация, Публикация* и др.

При разработке паттернов содержания для каждого из них был определен набор квалификационных вопросов, представляющих его содержание. С помощью этих вопросов был выявлен обязательный и факультативный состав онтологических элементов паттерна и описаны требования к ним, которые были представлены в виде аксиом и ограничений.

Рассмотрим некоторые паттерны содержания подробнее. Но прежде заметим, что на рисунках паттернов, приведенных ниже, классы обозначаются в виде

эллипсов, а их индивиды (экземпляры) и атрибуты – в виде прямоугольников. Связь типа *ObjectProperty* показывается сплошной прямой линией, а связь типа *DataProperty* – прерывистой. При этом обязательные классы, атрибуты и индивиды представляются заштрихованными фигурами, обведенными жирной линией. Для представления обязательных связей также используется жирная линия.

В качестве примера приведем паттерн, предназначенный для описания проектов. Графическое представление этого паттерна приведено на Рис.4. В этом паттерне отражено требование, состоящее в том, что при описании любого проекта необходимо давать ссылку на объект исследования, изучению/обработке которого посвящен данный проект, на раздел науки, по теме которого проект выполняется, а также на полученный в ходе выполнения проекта научный результат.

Рис.4. Паттерн для описания проекта

На Рис.5 приведен паттерн, предназначенный для описания научного результата. В этом паттерне отражено требование: при описании научного результата необходимо давать ссылку на деятельность (проект), при выполнении которой он был получен, и на публикацию, в которой он описан.

Рис.5. Паттерн для описания научного результата

Нетрудно заметить, что невозможно описать ни один паттерн содержания, не используя понятий из других паттернов. Например, в паттерне для описания научного результата, кроме понятия *Научный результат*, используются также такие понятия, как *Деятельность*, *Предмет исследования*, *Раздел науки* и др. Это объединяет все паттерны содержания в единую систему паттернов, а представляемые ими понятия в единую систему понятий, задающую связанное описание моделируемой области знаний.

Фактически, паттерны содержания являются фрагментами онтологии, которые после специализации содержащихся в них понятий и дополнения необходимыми понятиями и свойствами становятся составными частями разрабатываемой онтологии.

Паттерны представления, входящие в систему, большей частью служат для задания правил именования и аннотирования элементов онтологии, подобных общепринятым правилам разработки онтологии в редакторе Protégé [11].

В предлагаемом подходе, базирующемся на совместном использовании паттернов ОП различного типа, предполагается автоматическое построение лексико-синтаксических паттернов на основе паттернов содержания и структурных логических паттернов.

На данный момент разработаны лексико-синтаксические паттерны (шаблоны) для извлечения информации о научной деятельности из сети Интернет. Каждый такой паттерн представляет собой XML-документ, в котором для класса онтологии, описанного паттерном содержания, указаны текстовые маркеры, сигнализирующие об обнаружении на обрабатываемой HTML-странице описания объекта данного класса, его отношений и атрибутов. В шаблонах для каждого типа извлекаемой

информации указываются обработчики, реализующие алгоритмы обхода и анализа соответствующих фрагментов интернет-страниц.

В качестве примера лексико-синтаксического паттерна приведем шаблон для извлечения информации о проекте с сайта (странички) научно-исследовательского проекта. Это шаблон строится на основе паттерна содержания, описывающего проект, и имеет следующий вид:

```
<Class Name= «Проект» engine = FragmentSearch >
  <Marker Term = «О проекте» PType=Menu FragType=Page />
  <Marker Term = «Проект» PType=Head FragType=Block />
  <Attr Name= «Название» type= string engine = NameEntity >
    <Marker Term = «Проект» PType=link FragType=LinkText/>
    <Marker Term = «Проект» PType=sentence FragType=QuoteText/>
    <Marker Term = «Проект» PType=Head FragType = Head />
  </Attr>
  <Attr Name = «Описание» type=text >
    <Marker Term = «Аннотация» PType = Head FragType=Block />
    <Marker Term = «О проекте» PType=Menu FragType=Page />
  </Attr>
<Relation Name = «ОписываетсяВ» >
  <Marker Term = «Публикации» PType= Menu FragType=Page />
  <Marker Term = «Литература» PType= Head FragType=Block />
  <Object Name = «Публикация» engine = PublicationList />
</Relation>
<Relation Name= «УчаствуетВ_Персона_Проект» >
  <Marker Term= «Об участниках» PType=Menu FragType=Page />
  <Marker Term= «Список участников» PType= Head FragType=Block/>
  <Object Name= «Персона» engine = PersonList />
</Relation> </Class>
```

Данный шаблон позволяет извлекать такие атрибуты класса *Проект*, как *Название* и *Описание*, а также аргументы отношений *УчаствуетВ_Персона_Проект* и *ОписываетсяВ*, т.е. объекты, описывающие соответственно участников проекта и публикации о проекте.

Параметр маркера Term позволяет задать термин тезауруса, характеризующий смысл извлекаемой информации (например, список публикаций или участники проекта); параметр PType задает тип фрагмента, в тексте которого должен располагаться указанный термин (например, меню или заголовок), а параметр FragType – тип фрагмента, из которого будет извлекаться информация (например, блок или страница).

Заключение

В статье представлен подход к разработке онтологий научных предметных областей, поддержанный системой паттернов онтологического проектирования, описывающими основные конструкции и сущности, необходимые для описания научных знаний.

Использование паттернов онтологического проектирования при разработке онтологии НПО позволяет: обеспечить единообразное и согласованное представление всех сущностей онтологии, сократить число ошибок онтологического моделирования, повысить «понимаемость» онтологии разработчиками, обеспечить возможность коллективной разработки онтологий и сэкономить человеческие ресурсы.

Данный подход успешно применялся при разработке онтологий для таких научных областей, как «Поддержка принятия решений» [12], «Системные исследования в энергетике» [13], «Активная сейсмология» [14] и др.

Благодарности. *Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-07-00762) и при поддержке грантового финансирования научных и (или) научно-технических исследований на 2018-2020 гг. МОН РК (№ AP 05133546).*

Литература

1. Ontologies: A Handbook of Principles, Concepts and Applications in Information Systems. R. Sharman, R. Kishore, and R. Ramesh (Eds.). – New York: Springer, 2007. – 930 p.

2. Gangemi, A., Presutti, V. Ontology Design Patterns / A. Gangemi, V. Presutti // Handbook on Ontologies. Staab, S. and R. Studer (Eds.). – Berlin: Springer Verlag, 2009. – P. 221–243.

3. Blomqvist, E., Hammar, K., Presutti, V. Engineering Ontologies with Patterns: The eXtreme Design Methodology / E. Blomqvist, K. Hammar, V. Presutti // Ontology Engineering with Ontology Design Patterns. Studies on the Semantic Web. Hitzler, P., and A. Gangemi, K. Janowicz, A. Krisnadhi, V. Presutti (Eds.). – IOS Press, 2016. –P. 23–50.

4. Karima, N., Hammar, K., Hitzler, P. How to Document Ontology Design Patterns / N. Karima, K. Hammar, P. Hitzler// Advances in Ontology Design and Patterns, 32. – IOS Press, Kobe, Japan, 2017. – P. 15–27.

5. Ломов, П.А. Применение паттернов онтологического проектирования для создания и использования онтологий в рамках интегрированного пространства знаний / П.А. Ломов // Онтология проектирования. – 2015. – Т. 5, № 2(16), – С. 233–245.

6. NeOn Project. – http://neon-project.org/nw/Welcome_to_the_NeOn_Project.html (дата обращения: 01.09.2019).

7. Портал ассоциации ODPA (Association for Ontology Design & Patterns). – http://ontologydesignpatterns.org (дата обращения: 01.09.2019).

8. Hammar, K. Ontology Design Patterns in WebProtégé / K. Hammar // The proceedings of 14th International Semantic Web Conference (ISWC-2015). Posters & Demonstrations Track. CEUR Workshop Proceedings, 1486. – 2015. http://ceur-ws.org/Vol-1486/paper_50.pdf (дата обращения: 01.09.2019).

9. Zagorulko, Y., Borovikova, O., Zagorulko, G. Development of Ontologies of Scientific Subject Domains Using Ontology Design Patterns / Y. Zagorulko, O. Borovikova, G. Zagorulko // Communications in Computer and Information Science. – Heidelberg: Springer, Cham, 2018. – Vol. 822. – P. 141–156.

10. Antoniou, G., Harmelen, F. Web Ontology Language: OWL / G. Antoniou, F. Harmelen // Handbook on Ontologies. Staab, S. and R. Studer (Eds.). – Berlin: Springer Verlag, 2009. – P. 91–110.

11. Noy, N., McGuinness, D. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology / N. Noy, D. McGuinness // – Stanford, 2001. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.

12. Загорулько, Г.Б. Разработка онтологии для интернет-ресурса поддержки принятия решений в слабоформализованных областях / Г.Б. Загорулько // Онтология проектирования. – 2016. – Т. 6, № 4(22). – С. 485–500.

13. Загорулько, Ю.А., Загорулько, Г.Б., Боровикова, О.И. Технология создания тематических интеллектуальных научных интернет-ресурсов, базирующаяся на онтологии / Ю.А. Загорулько, Г.Б. Загорулько, О.И. Боровикова // Программная инженерия. – 2016. № 2. – С. 51–60.

14. Braginskaya, L., Kovalevsky, V., Grigoryuk, A., Zagorulko, G. Ontological approach to information support of investigations in active seismology / L. Braginskaya, V. Kovalevsky, A. Grigoryuk, G. Zagorulko // The proceedings of the 2nd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC), Vladivostok, Russky Island, Russia, 25-29 September 2017. –P. 27–29.

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Искакова Г., Жунисбекова А., Ахметов К.

Казахский Национальный Аграрный Университет, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В работе предложено создание информационно-консультационных служб по вопросам формирования инвестиционной стратегии и актуальным проблемам применения геоинформационных систем для оценки уровня ресурсообеспеченности. Представлены методы оценки эффективности использования ресурсного потенциала, инструментарий визуализации его территориального распределения и способы государственного регулирования.*

Ключевые слова*: оценка производственного потенциал, совокупности ресурсов, земельные ресурсы, плодородие почвы, трудовые ресурсы, финансовые ресурсы.*

Введение

Использование геоинформационных систем (ГИС) при помощи процессов поддержки принятия планово-управленческих решений позволяет определить не только уровень ресурсного потенциала на основе региона, но и получить

предложения и прогнозирование по эффективному ведению сельскохозяйственного производства в целом.

Для оценки ресурсного состояния предприятий в районах Алматинской области, мы руководствовались методикой Лапина А.Е и применением ГИС технологий [1, 2].

Результаты и обсуждение

Структура разрабатываемой нами системы включает в себя несколько блоков:

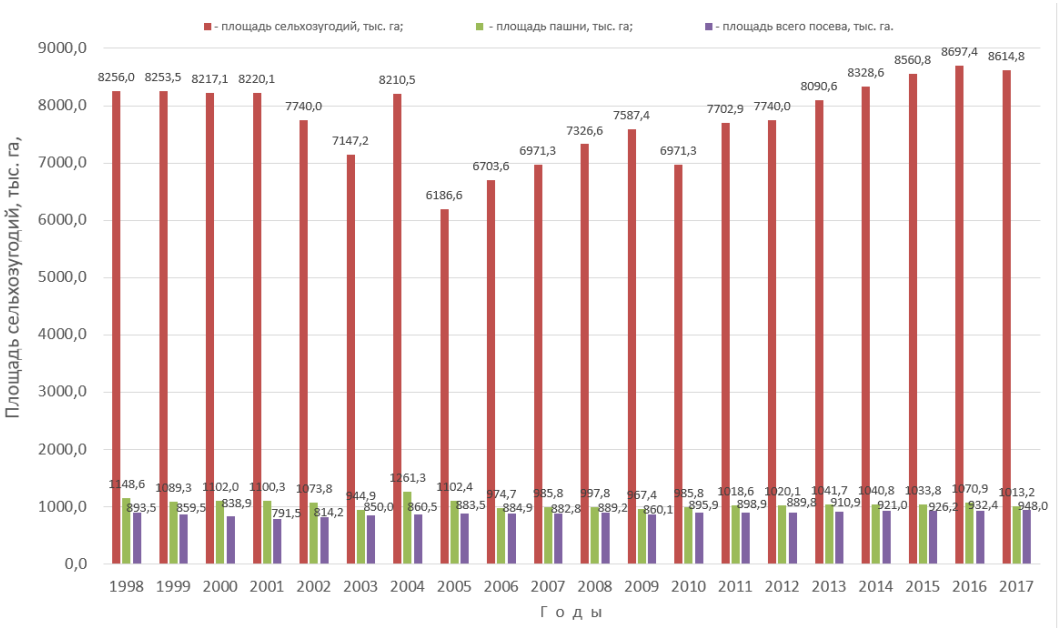
1) Первый блок системы включает в себя сбор и предварительную обработку первичных статистических материалов. 2) Второй блок – оценку уровня ресурсного потенциала. Отметим, что на основе комплекса показателей можно определить текущее состояние запасов ресурсов, а также целесообразность их применения и использования на отдельных территориях региона. С помощью этих данных появляется возможность разработки рекомендаций и предложений производителям о возможных направлениях повышения уровня ресурсообеспеченности сельскохозяйственной отрасли и инвестиционной деятельности за определенный период времени.

Для формирования первого блока разрабатываемой нами геоинформационной системы, определялся уровень обеспеченности предприятиями сельскохозяйственных зон (далее –с/х зон) области ресурсами.

По данным статистического ежегодника по валовой продукции Алматинской области за 2013-2017 года, доля производства сельского хозяйства составила в среднем 1/4 (25.2%) от общего областного объема валовой продукции. В то время, как на продукцию промышленности приходится в среднем 1/3 (31.1%) производства. Эти данные показывают значимость устойчивого и результативного развития аграрной отрасли. Земельные ресурсы определены основным и наиболее значимым, поскольку занимают особое место в составе основных средств производства в сельском хозяйстве, где являются не только пространственным базисом размещения аграрных предприятий, но и непосредственно предметом и средством труда. Данные отечественной науки и практики подтверждают, что развитие отрасли сегодня во многом зависит от размеров, состояния и эффективного использования земли.

На основании данных областного комитета о землепользовании «Отчет о наличии земель и распределении их по землепользователям» г. Талдыкорган, 2017, Гос.стат. отчетность, форма №22, разработана динамика распределения площадей сельскохозяйственных угодий, пашни, и площадей посевов сельскохозяйственных культур в разрезе районом Алматинской области.

Проведенный анализ показал, что на конец 2017 г. площадь сельскохозяйственных угодий в сельскохозяйственных организациях Алматинской области составила 8614,8 тыс. га, из них более 1013,2 тыс. га приходится на пашни, более 93,5% которой используется для выращивания сельскохозяйственных культур.



Источники: Статистический сборник и Отчет о наличии земель и распределении их по землепользователям облкомземы Алматинской области, г. Талдыкорган, 2017

Рис 1– Динамика среднегодовых площадей: сельхозугодий, пашни и всего посевов в сельскохозяйственных организациях Алматинской области

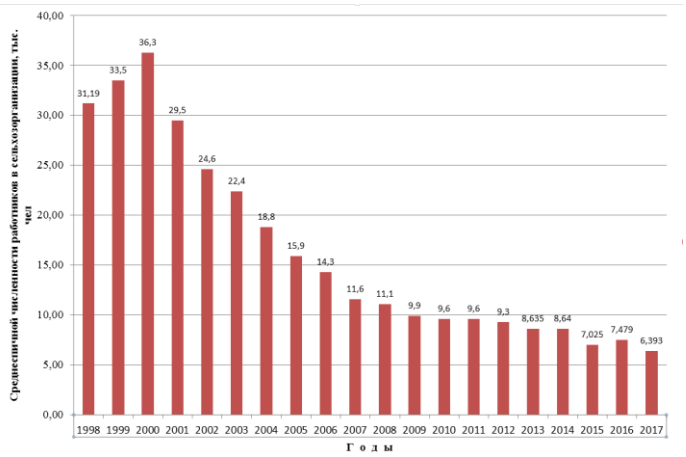
Следующим важнейшим индикатором развития сельскохозяйственной отрасли является трудовой потенциал (среднегодовая численность работников). От высокого уровня производительности труда, рационального использования и обеспеченности напрямую зависит и увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции и повышения его эффективности, а также своевременность выполнения работ и эффективность использования техники.

Динамика среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях районов Алматинской области приведена на Рис 2. Анализ показал, начиная с 2000 года, наблюдается постепенное ежегодное снижение среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях области, т.е за последние 20 лет наблюдается снижение в 5 раз.

Оснащенность предприятия сельскохозяйственной техникой (энергетической мощности) является следующим важным критерием оценки ресурсного потенциала региона. Для исследования использовались данные нормативного справочника о номинальной мощности двигателей тракторов, комбайнов и автомобилей, используемых в сельском хозяйстве, а также срока эксплуатации техники. Вся вышеперечисленная информация формировалась в базу данных энергетических мощностей в разрезе городов, районов и области в целом с 1998-2017 гг.

Основываясь на динамике оснащенности сх предприятия энергетической мощностью, приведенной на рис. 3, можно сделать следующий вывод: в период с 1998-2017 года, количество сельскохозяйственной техники в области сократилось в 1.09 раза, это с 2646 тыс.л.с. до 2418 тыс.л.с. за 1999-2017 года. Отметим, что за счет государственной поддержки модернизации аграрного производства и в рамках

«Государственной программы развития АПК РК на 2017 – 2021 годы. г. Астана, 2017 г.», темпы снижения показателей энергетических мощностей удалось приостановить.



Источники: Статистический сборник и ежегодник Алматинской области, за 1998-2017 гг.

Рис 2 – Динамика среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях Алматинской области

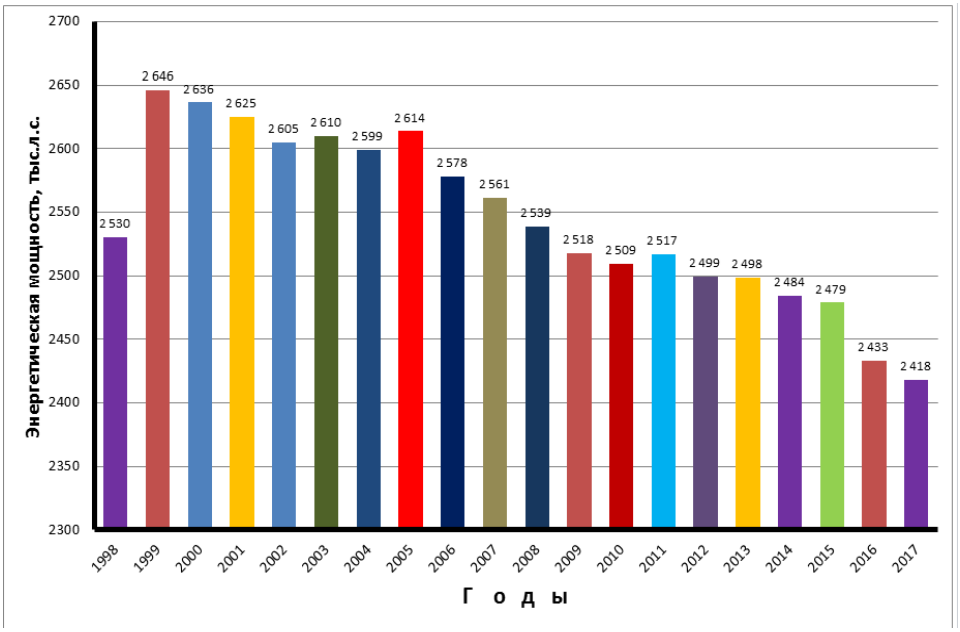


Рис 3 – Динамика оснащенности сх предприятия энергетической мощностью Алматинской области

Важнейшим фактором интенсификации земледелия и повышения урожайности является внесение минеральных удобрений. Однако проведенные исследования показывают, что использование минеральных удобрений в области за

2011-2017 года повысилось с 19133,1 до 53735,4 тыс. т. д.в. (в 2.8 раза), но данное увеличение не соответствует рекомендуемым нормам и не обеспечивает условия устойчивого роста производства (Рис 4)

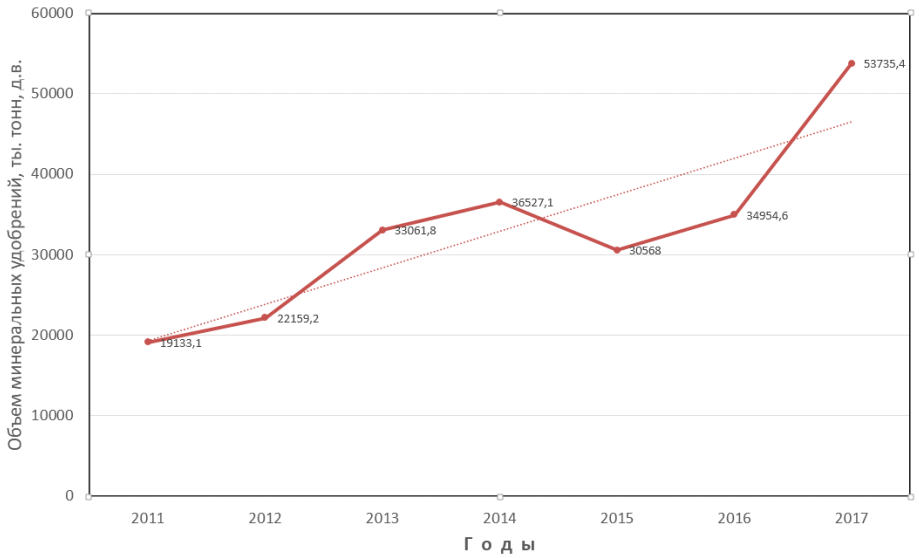


Рис 4 - Динамика внесения минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Алматинской области, тыс. тонн, д.в.

Во второй блок «оценка уровня ресурсного потенциала» включает анализ динамики уровня производства валовой продукции и прибыли. Для расчета показателей уровня ресурсного обеспечения и эффективности сельскохозяйственной организации использовались математические формулы на основе площадей сельхозугодий, среднегодовой численности работников, энергетической мощности, объема внесенных удобрений, валовой продукции, полученной прибыли и биоклиматического потенциала. Для проведения расчетов была создана база данных BD_EFCX.xls, содержащая показатели обеспеченности ресурсным потенциалом и результативности сельскохозяйственного производства в разрезе городов и районов области за 1998-2017гг. Для создания данной базы использовалась информация Республиканского государственного предприятия «Информационно-вычислительный центр Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан» (далее – РГП ИВЦ МНЭ РК) и статистического департамента Алматинской области, в том числе статистические ежегодники с 1998 по 2017 гг. Также произведена привязка показателей данной базы к объектам на карте в ArcMap. С помощью опции Fieldcalculator в атрибутивной таблице ArcMap на основе первичных данных рассчитан уровень ресурсного обеспечения и эффективности использования ресурсного потенциала по районам области (таблицы 1 и 2).

На основе полученных показателей, можно говорить о низкой численности работников за 1998-2017 гг. и высокой нагрузке сельскохозяйственных угодий на 1 работника, по сравнению со средне областным уровнем (0,7 тыс. га), в районах 1–

с/х зон (Аксуком – 26,3, Саркандском – 8,2 и Балхашском – 1,43), II–с/х зон (Жамбылском – 19,6 и город Капчагай – 6,1), IV– с/х зон (Кербулакском – 1,48 и Коксуском – 13,9) и V – с/х зон (Панфиловском – 16,3, Райымбекском – 42,7 и Уйгурском – 1,95) тыс. га.

Таблица 1 – Уровень ресурсного обеспечения предприятий Алматинской области в среднем за 1998-2017 гг

С/х зоны	Название района и города	Площадь с/х угодий в расчете на 1 работника, тыс. га	Индекс:	Численность работников в расчете на 100 га пашни, чел.	Индекс:	Энергетические мощности в расчете на 1 работника, л.с.	Индекс:	Внесено мин. удобрений на 1 га с/х угодий, кг д.в.	Индекс:	Биоклиматический потенциал	Индекс:	Произведено валовой продукции на 1 га с/х угодий, тыс. тенге	Индекс:	Получено прибыли от реализации с/х продукции на 1 га с/х угодий, тыс. тенге	Индекс:
	Балхашский	1,43	20	1,53	46	156,64	8	515,9	54	3,73	124	10196,5	14	1010,5	9
	Каратальский	0,71	10	2,44	74	135,25	7	483,8	51	3,34	111	20489,3	27	3723,0	34
I	Аксуский	26,28	370	0,42	13	2955,27	148	22,4	2	1,73	57	13837,2	19	2263,7	21
	Алакольский	1,02	14	1,34	41	242,16	12	52,4	6	2,08	69	13920,0	19	3627,1	33
	Саркандский	8,21	116	0,24	7	2042,16	102	58,2	6	2,09	69	20749,0	28	3507,5	32
II	Жамбылский	19,59	276	0,91	28	2868,21	143	2,1	0,2	2,40	80	13556,4	18	2114,6	20
	Илийский	0,42	6	2,37	72	84,61	4	352,2	37	2,64	88	49896,9	67	11230,2	104
	г. Капчагай	6,10	86	0,83	25	250,03	13	4387,1	462	3,09	103	39342,6	53	11919,4	110
III	Карасайский	0,28	4	4,25	129	229,85	11	3035,5	319	3,27	109	228966,7	306	40084,2	370
	Талгарский	0,11	2	8,96	272	127,43	6	2273,4	239	3,63	121	101002,5	135	10783,7	99
IV	Ескельдинский	0,48	7	2,94	89	327,46	16	284,1	30	2,45	81	41219,3	55	11599,2	107
	Кербулакский	1,48	21	1,36	41	515,83	26	190,9	20	2,27	75	22125,2	30	4243,6	39
	Коксуский	13,91	196	2,06	63	2380,54	119	49,8	5	2,61	87	15944,6	21	2331,5	22
	г. Талдыкорган	0,13	2	7,43	225	162,92	8	1108,4	117	2,43	81	251196,6	336	57114,3	527
	г. Текели	0,25	4	17,54	531	386,12	19	2586,5	272	2,35	78	408229,5	546	244,5	2
V	Енбекшиказахский	0,17	2	4,14	126	129,49	6	719,9	76	5,03	167	93717,9	125	15807,2	146
	Панфиловский	16,27	229	1,77	54	6858,02	343	1345,4	142	4,98	166	37909,2	51	8474,8	78
	Райымбекский	42,41	597	0,36	11	18259,46	913	13,4	1,4	2,02	67	22767,6	30	3142,9	29
	Уйгурский	1,95	27	3,44	104	1678,74	84	1132,6	119	5,14	171	60510,5	81	17998,1	166
Ввсего по области		0,65	9	1,53	46	207,56	10	394,4	42	2,90	96	29277,7	39	5604,6	52

Недостаточное внесение минеральных удобрений, почти во всех районах северо-восточной зоны (I), в том числе в Аксуском (22,4), Алакольском (52,4) и Саркандском (58,2) кг д.в. на 1 га. В Жабылском районе (2,1 кг д.в. на 1 га), за исследуемые годы практически не внесено минеральных удобрений. В Райымбекском и Коксуском районах соответственно этот показатель составляет менее 3,4 % и 12,6 % от данных по области. Невысокий уровень наличия энергетических мощностей в расчёте на 1 работника в Балхашском, Каратальском, Илийском, Талгарском и Енбекшиказахском районах. В Илийском районе этот показатель составляет менее 41 % от данных по области. Данный показатель является слабо коррелированным с уровнем производства валовой продукции и прибыли (таблица 1), что объясняет нерациональным использованием сельскохозяйственными предприятиями потенциальных возможностей.

Таблица 2 – Уровень эффективности использования ресурсного потенциала предприятиями районов Алматинской области в среднем за 1998-2017

С/х зоны	Название района и города	Индекс площадей с/х угодий в расчете на 1 работника, %	Индекс численности работников в расчете на 100 га пашни, %	Индекс энергетических мощностей в расчете на 1 работника, %	Индекс внесенных мин. удобрений на 1 га с/х угодий, %	Индекс биоклиматического потенциала, %	Индекс произведенной валовой продукции на 1 га с/х угодий, %	Индекс полученной прибыли от реализации с/х продукции на 1 га с/х угодий, %	Средневзвешенный индекс совокупного ресурсного потенциала	Средневзвешенный индекс результативности производства	Коэффициент эффективности использования ресурсного потенциала
	Балхашский	20	46	8	54	124	14	9	0,51	0,11	0,23
	Каратальский	10	74	7	51	111	27	34	0,51	0,31	0,61
I	Аксуский	370	13	148	2	57	19	21	1,18	0,20	0,17
	Алакольский	14	41	12	6	69	19	33	0,28	0,26	0,92
	Саркандский	116	7	102	6	69	28	32	0,60	0,30	0,50
	Жамбылский	276	28	143	0,2	80	18	20	1,05	0,19	0,18
II	Илийский	6	72	4	37	88	67	104	0,41	0,85	2,06
	г. Капчагай	86	25	13	462	103	53	110	1,38	0,81	0,59
III	Карасайский	4	129	11	319	109	306	370	1,14	3,38	2,95
	Талгарский	2	272	6	239	121	135	99	1,28	1,17	0,92
	Ескельдинский	7	89	16	30	81	55	107	0,45	0,81	1,81
	Кербулакский	21	41	26	20	75	30	39	0,37	0,34	0,94
IV	Коксуский	196	63	119	5	87	21	22	0,94	0,21	0,23
	г. Талдыкорган	2	225	8	117	81	336	527	0,87	4,31	4,99
	г. Текели	4	531	19	272	78	546	2	1,81	2,74	1,52
	Енбекшиказахский	2	126	6	76	167	125	146	0,75	1,36	1,80
V	Панфиловский	229	54	343	142	166	51	78	1,87	0,64	0,35
	Райымбекский	597	11	913	1,4	67	30	29	3,18	0,30	0,09
	Уйгурский	27	104	84	119	171	81	166	1,01	1,23	1,22
Ввсего по области		9	46	10	42	96	39	52	0,41	0,45	1,11

Установлено, что в большинстве из сельскохозяйственных зон, расположенных в восточной и центральной части области, необходимо как повышение уровня ресурсного обеспечения, так и улучшение эффективности его использования. Это относится к сельскохозяйственным организациям таких районов как Алакольский, Кратальский, Талгарский и Кербулакский. В то же время именно улучшение эффективности использования имеющихся ресурсов выступает на первый план в сельскохозяйственных организациях Райымбекского, Аксуского, Жамбылского, Балхашского, Коксуского и Панфиловского районов. Итоге коэффициент эффективности использования ресурсного потенциала районов на северо-востоке области не превышает 0,92, самые низкие показатели наблюдаются в южной V – с/х зоне 0,09 (таблица 3).

Заключение

Считаем необходимым разработки новых подходов к обоснованию инструментария повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Одним из элементов методического обеспечения, на наш взгляд,

является внедрение разрабатываемые нами «системы информационной поддержки процессов принятия решений» на основе ГИС-технологий.

Будет правильно сделан вывод о том, что в наибольшем уровне государственной поддержки, а, следовательно, установлении максимальной ставки субсидий кому положено и будет правильно определятся нуждающиеся в этом сельскохозяйственные организации.

Работа подготовлена по результатам исследования в рамках грантового проекта № AP05130910 «Комитета науки» Министерство образование и науки Республики Казахстан по теме: «Информационные технологии и математические методы в эффективном управлении ресурсным потенциалом сельскохозяйственных предприятий РК»

Литература

1. Бельмехов, Р.К. Совершенствование механизма управления ресурсным потенциалом сельскохозяйственных предприятий на основе системно-динамического подхода: автореф. дис. … канд. экон. наук / Р.К. Бельмехов. – Майкоп, 2013. – 32 с.
2. Лапина А.Е. Разработка инструментария управления экономической эффективностью сельскохозяйственного производства (на материалах Ставропольского края).: автореф. дис. … канд. экон. наук / А.Е. Лапина. – Ставрополь, 2015. – 35 с.

СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ГОРОДА

Кабдрахова С.С., Мансурова М.Е., Ертуяк А.
e-mail: symbat2909@gmail.com, mansurova.madina@gmail.com, aibek9898@gmail.com
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В данной работе исследуются вопросы разработки пространственной системы поддержки принятия решений по черезвычайным ситуациям (ЧС) города с помощью извлечения данных из новостных сайтов. Для прогнозирования применены методы машинного обучения DecisionTree, RandomForest и xgboost. С помощью геоинформационной системы визуализированы виды черезвычайных ситуации на картах по городу Алматы. Все алгоритмы и технологии визуализации реализованы на языке Python.*

Введение

Пространственная система поддержки принятия решений является вспомогательным инструментом, который помогает пользователям в решении сложных пространственных проблем, связанных с разработкой, оценкой и выбором политики, планов, сценариев или мероприятий, необходимых для устойчивого

управления ресурсами. В работе [1] описывается система для расширения возможностей визуализации, помогающая выявлять пространственные тенденции и анализировать аспекты, которые географически связаны с проблемой и принятием решений. Программное обеспечение географических информационных систем (ГИС) (Geoserver, PostgreSQL, GeoTools, Openlayers) с совместными открытыми геопространственными консорциумами (OGC) стандартизированные веб-сервисы сочетаются с многокритериальным анализом для разработки. Согласно Timmermans (1997) в его интервью в газете «Системы поддержки принятия решений в городском планировании» планирование городской инфраструктуры имеет важные пространственные последствия, которые требуют системы поддержки принятия решений (СППР). СППР позволяют проводить оценку альтернативных направлений действий, что требует четкого учета множества критериев, поскольку они оказывают важное социальное, экономическое и экологическое воздействие. Хорошая СППР предлагает пользователям (например, руководителям, городскому правительству или муниципальным учреждениям) гибкую и удобную для пользователя среду для оказания помощи в принятия решений при планировании городской инфраструктуры. Согласно статье Ahris Yaakup «Система поддержки принятия решений для планирования устойчивого развития городов в Малайзии» [2], планирование развития требует эффективного подхода для достижения желаемых целей и задач, оценки альтернатив, а также контроля программ развития, которые соответствуют текущим и будущим перспективам. В статье дается информация о системе поддержки планирования, являющейся одним из инструментов для достижения качественного планирования для оптимального развития. Система поддерживает задачи разработки планов, мониторинга и обзора, которые неизбежно включают сбор и интеграцию географической информации с помощью ГИС. Они широко используются при рассмотрении альтернативных стратегий пространственного развития, а также при оценке потенциала развития, связанного с планированием землепользования. Ahris Yaakup показывает, что различные виды использования систем принятия решений с акцентом на его функциональные возможности могут поддерживать планирование и управление развитием на различных уровнях планирования и реализации развития.

Narimah S. в работе [3] подробно описал, что система поддержки принятия решений - это компьютерная программа, которая анализирует данные и представляет их, чтобы пользователи могли легче принимать решения по планированию. Развитие геоинформационной системы, компьютерного программного обеспечения, которое может использоваться для получения, управления, манипулирования и анализа, а также отображения пространственной и не пространственной информации, привело к разработке систем поддержки принятия решений по планированию, которые помогают процессу планирования.

Согласно [4], СППР включают в себя системы, которая создают и используют базы знаний для решения сложных проблем. Одна общая тема, которая объединяет все системы, основанные на знаниях, – это попытка представить знания явно с помощью таких инструментов, как онтологии и правила, а не только с помощью кода, как это делает обычная компьютерная программа. Хорошо спроектированная СППР – это интерактивная программная система, предназначенная для того, чтобы

помочь лицам, принимающим решения, собрать полезную информацию из комбинации исходных данных, документов и личных знаний или бизнес-моделей для выявления и решения проблем и принятия решений. Типичная информация, которую может собрать и представить приложение поддержки принятия решений, включает, наример: (i) описи информационных активов (включая устаревшие и реляционные источники данных, Кубы, хранилища данных и витрины данных); (ii) сравнительные показатели продаж за один период и за следующий; и (iii) прогнозируемые показатели выручки, основанные на предположениях о продажах продукции. СППР часто противопоставляются более автоматизированным системам принятия решений, известным как системы управления решениями.

Основная часть

В данной работе строятся система принятия решений по черезвычайным ситуациям (ЧС) города с помощью извлечения данных из новостных сайтов. При построении системы принятия решения применялись методы классификации Decision tree, RandomForest, MLP, xgboost [5]. Поисковой робот собирает новости по чрезвычайным ситуациям, относящимся к городу Алматы. Затем новости классифицируется по категориям, таким как пожар, авария, наводнение и т.д. Вопросы классификации исследовании в работе [6]. С помощью системы распознаются именованные сущности: геообъекты с применением методов глубокого обучения. Алгоритм основан на применении модели рекуррентных нейронных сетей bi-lstm, по которому производится представление слов и символов в векторной форме. Векторизация основана на методе one-hot embedding. Извлечение свойств на уровне символов происходит с помощью bi-lstm блока. Разные алгоритмы по оценке распределение слов, сортировка слов исследовано в работе [7].

Для эффективной работы системы принятия решений большинству пользователей необходима помощь в преобразовании представлений, т.е. перевод конкретного результата из системы принятий решений на универсальный язык визуального представления. В целом, гораздо легче понять результаты системы, если они переведены в виде диаграмм, карт и др. С этой целью найденные геообъекты наносятся на карты с помощью библиотеки folium на языке Python и карты Карты Google [8]. Использование геоинформационной системы не только позволяет визуализировать имеющиеся альтернативы на картах, но и позволяет проводить анализ на основе многих уровней взаимодействия в программном обеспечении ГИС. Например, наложение зон подверженных наводнениями и пожарами районов предоставляет пользователю возможность сделать лучший выбор. Вмешательство с использованием ГИС, безусловно, обеспечивает дополнительную ценность для процессов поддержки принятия решений в процессе оценки городской инфраструктуры.

Для построения системы принятия решений извлечены данные из новостных сайтов с 2010 года по настоящее время. В базе имеется около 10 000 данных по черезвычайным ситуациям города Алматы, включая все районы. Имея этих данных применены методы машинного обучения Decision tree, RandomForest, MLP, xgboost для прогнозирования ситуации по ЧС. Анализ алгоритмов показал что хороший

Accuracy имеет алгоритмы DecisionTree и MLP. На рисунке 1 показано процентная доля значений измерений количеств, верно классифицированных ЧС относительно общего количества всех ЧС.

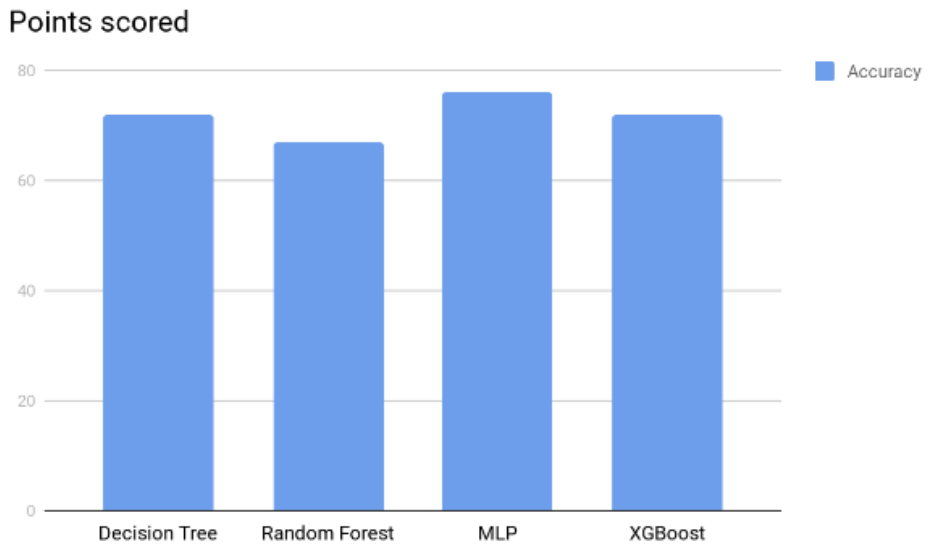


Рисунок 1. Метрика измерения ЧС. Accuracy Metric

На следующих рисунках показано отображение на карте доля ЧС такие как дорожно-транспортные проишествия, пожары и наводнения.

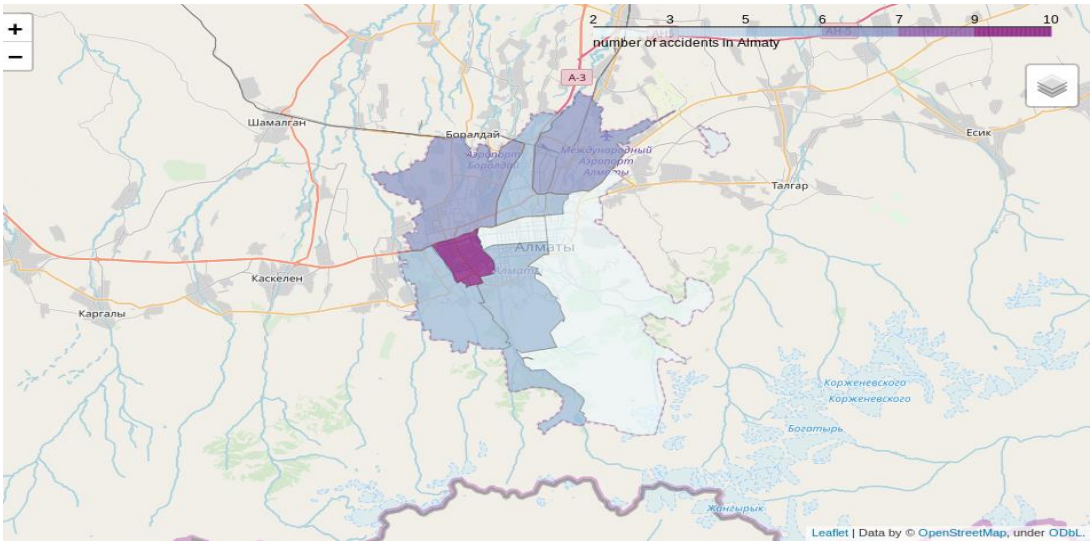


Рисунок 2. Дорожно-транспортные проишествия

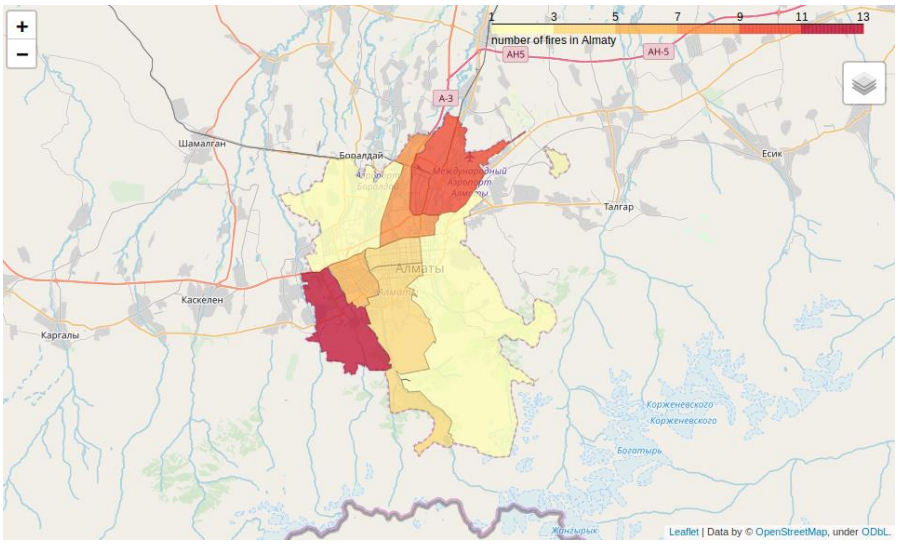


Рисунок 3. Пожары

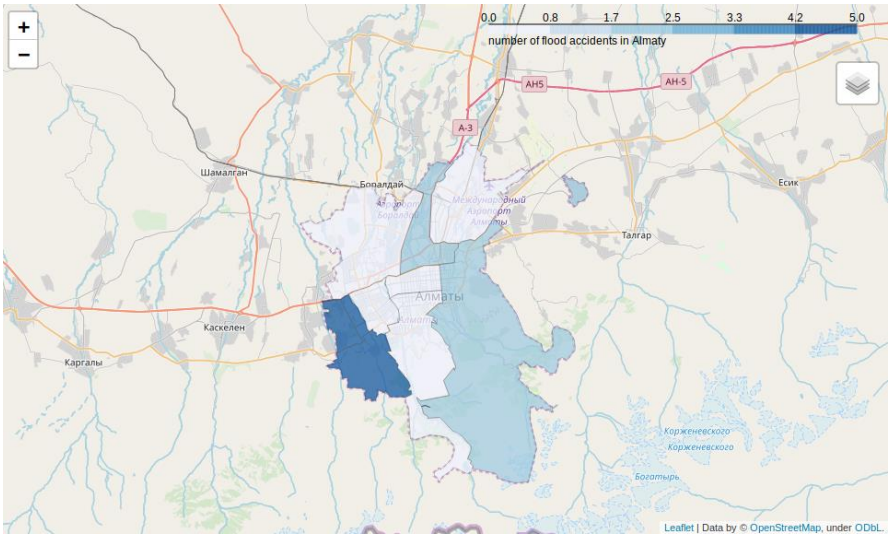


Рисунок 4. Наводнения

По рисункам 2-4 можно увидеть, в каких районах города Алматы больше всего произошло пожаров, аварий или наводнений. А также карты позволяют проводить анализ. Здесь приведено только три вида ЧС, но в системе можно отобразить все ЧС по городу Алматы, которые описаны в новостных сайтах.

Вывод

Одним из преимуществ построенной системы является динмаическое извлечение данных из новостных сайтов, имеется классификация по категориям и визаульное отоброжение геообьектов, разные графики для анализа черезвычайных ситуации и применение алгоритмов машиннного обучения для принятия решений.

Городское исследование является очень сложным процессом, который включает в себя междисциплинарный подход, требующий экспертных знаний из многих смежных областей. СППР из разных областей могут улучшить городское планирование, находя решения быстрее и принятие решений более объективным и точным. В настоящее время появляется все больше и больше приложений, которые интегрируют основанные на знаниях СППР. Даже искусственные нейронные сети начинают появляться в городском планировании, и интерес к таким интегрированным СППР быстро растет. Настоящее исследование сосредоточено на интегрированной системе, в которой основанная на знаниях СППР интегрирована с многослойной искусственной нейронной сетью для принятия решения по ЧС города Алматы. Интегрируя СППР и искусственные нейронные сети, процесс принятия решения по ЧС г. Алматы достигает улучшений в реализации и увеличивает объем таких приложений. Этот подход очень полезен в своем синергизме трех технологий для решения сложных городских проблем. Интегрированное проектирование СППР и процесс городского развития выигрывают от тесного взаимодействия не только между учеными разных дисциплин, но и между градостроителями, учеными и IT-специалистами.

Литература

1. Tara N M, Bharath Setturu, Ramachandra T. V., Spatial Decision Support System. Conference on Conservation and Sustainable Management of Ecologically Sensitive Regions in Western Ghats. The 10th Biennial lake conference, 28-30th December 2016, Venue http://ces.iisc.ernet.in/energy

2. Ahris Yaakup, Siti Zalina Abu Bakar and Susilawati Sulaiman (2009) Decision Support System for Urban Sustainability Planning in Malaysia. Malaysian Journal of Environmental Management 10(1): 101-117.

3. Narimah Samat (2016) Chapter 30: Land Use Planning. In Chan, N.W., Imura, H., Nakamura, A. and Ao, M. (Editors) (2015) Sustainable Urban Development Textbook. Penang: Water Watch Penang & Global Cooperation Institute for Sustainable Cities, 193-198.

4. Taylor, J. (2012). Decision Management Systems: A Practical Guide to Using Business Rules and Predictive Analytics. Boston MA: Pearson Education.

5. Дж. Вандер Плас Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. Санкт-Петербург, Издательство Питер, 2018. 576 с.

6. Mansurova M., Barakhnin V, Aubakirov S., Khibatkhanuly E., Mussina A. Parallel Text Document Clustering based on Genetic Algorithm. MIT-2016, Vrnjacka Banja (Serbia), Budva (Montenegro), 28.8-5.9.2016

7. Nugumanova A., Mansurova M., Baiburin E, Alimzhanov E. Using Non-Negative Matrix Factorization For Text Segmentation. MIT-2016, Vrnjacka Banja (Serbia), Budva (Montenegro), 28.8-5.9.2016

8. https://www.google.ru/maps/@43.2570368,76.906496,12z

IV Международная научно-практическая конференция
"Информатика и прикладная математика",
посвященная 70-летнему юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика
и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. 25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К.
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Развитие Smart Grid и связанных с ним технологий объединяет достижения в распределенных системах, искусственном интеллекте, управлении и информационных и коммуникационных технологиях. Ожидается, что Smart Grid будут демонстрировать высокий уровень автономности, самовосстановления и надежности и предоставлять такие функции, как реконфигурация, защита, восстановление и взаимодействие с пользователями посредством реагирования на запросы. MAC являются многообещающими технологиями для реализации таких функций и в настоящее время изучаются для использования в Smart Grid. В данной статье представлен обзор MAC и их значение в использовании их в технологиях Smart Grid*

Введение

В последние десятилетия в сфере электроэнергетики активно применяются информационные технологии. Они помогают при проектировании, эксплуатации и прогнозировании. При нынешнем объеме информации, сопутствующей производству, передаче и потреблению электроэнергии, не только невозможен отказ от использования компьютеров, но постоянно рассматриваются перспективы применения все новых и новых средств передачи, обработки и вывода информации. На смену простейшим примитивным программам стали приходить информационно-аналитические комплексы и экспертные системы, ведутся активные разработки нейронных сетей. Начало разработок специализированных экспертных систем и искусственных нейронных сетей стало обращением электроэнергетики к области искусственного интеллекта. Следующим шагом в этом направлении могут стать мультиагентные (или многоагентные) системы. От перехода к интеллектуальным сетям (Smart Grid) ожидают потока информации, следующего за потоком энергии. Этот поток необходимо обработать, интерпретировать и выполнить адекватные действия (по мере необходимости). Решить эти задачи при помощи программного обеспечения, действующего сегодня, можно. Однако исследования в области искусственных нейронных сетей доказали эффективность и целесообразность обучения программам (причем без участия человека). Мультиагентные системы могут помочь в решении многих задач. Любой агент представляет собой открытую систему, помещенную в некоторую среду, причем эта система обладает собственным поведением, соответсвующим некоторым экстремальным принципам. Таким образом, агент считается способным воспринимать информацию из внешней среды с ограниченным разрешением, обрабатывать ее на основе собственных ресурсов, взаимодействовать с другими агентами и действовать на среду в течение

некоторого времени, преследуя свои собственные цели. Это значит, что при построении искусственного агента минимальный набор базовых характеристик включает такие свойства как: активность – способность к организации и реализации действий; реактивность – способность воспринимать состояние среды; автономность – относительная независимость от окружающей среды или наличие некоторой «свободы воли», обусловливающей собственное поведение, которое должно иметь хорошее ресурсное обеспечение; общительность, вытекающая из необходимости решать свои задачи совместно с другими агентами и обеспечиваемая развитыми протоколами коммуникации; целенаправленность, предполагающая наличие собственных источников мотивации.

Необходимыми условиями реализации искусственным агентом определенного поведения выступают специальные устройства, непосредственно воспринимающие воздействия внешней среды (рецепторы) и исполнительные органы, воздействующие на среду (эффекторы), а также процессор – блок переработки информации и память. Под памятью здесь понимается способность агента хранить информацию о своем состоянии и состоянии среды. В теории мультиагентных систем считается, что один агент владеет всего лишь частичным представлением о глобальной проблеме, а значит, он может решить лишь некоторую часть общей задачи. В связи с этим для решения сложной задачи необходимо создать некоторое множество агентов и организовать между ними эффективное взаимодействие, что позволит построить единую многоагентную систему. В мультиагентных системах весь спектр задач по определенным правилам распределяется между всеми агентами, каждый из которых считается членом организации или группы. Распределение заданий означает присвоение каждому агенту некоторой роли, сложность которой определяется исходя из возможностей агента. Агентная платформа (далее АП) реализует основные механизмы, обеспечивающие работу мультиагентной системы, и таким образом облегчает построение агентных систем. Мультиагентная система работает «поверх» агентной платформы и использует ее сервисы.

Одна из задач интеллектуальных систем, заключается во внедрении подсистемы информационных и коммуникационных технологий, которая позволит компоненту управления энергопотреблением принимать решения о подаче электроэнергии эффективными способами, одновременно предпринимая автономные действия по управлению различными подсистемами для реагирования на события, связанные с выработкой, распределением энергии, и расход. Парадигма мультиагентных систем в настоящее время предлагает привлекательную альтернативу для реализации совместных и совместных систем, таких как интеллектуальные системы. Мультиагентные системы представляют собой новую область исследований в области бурного развития и технологического развития. Мультиагентные системы особенно полезны для проектирования распределенных систем, требующих автономности своих сущностей (например, торгующих агентов, дронов и т. д.). Мультиагентные системы использует новую парадигму программирования для реализации агентов, что приводит к новой парадигме программирования для разработки программного обеспечения, называемой агентно-ориентированным программированием (AOP) [1].

Мультиагентные системы используются в нескольких прикладных областях благодаря своей архитектуре, основанной на агентах, которые обеспечивают естественный способ решения текущих технологических проблем. Благодаря своим преимуществам агенты широко используются в областях управления сетями, электронной коммерции, мониторинга состояния здоровья пациентов, распределенного искусственного интеллекта (ИИ), распределенных систем и разработки программного обеспечения [2].

Другие обзоры были сделаны по применению мультиагентных систем в интеллектуальных системах [3-7]. Roche et al. [3] кратко описали работу

Нархеде и др. [4] представили последние приложения мультиагентных систем для работы и управления интеллектуальными системами, включая моделирование, эксплуатацию, управление микросетями и виртуальными электростанциями, запрос/ответ (DR) и восстановление услуг. Ли, Чжоу, Забет и Мантазери [5], [6] рассмотрели основные проблемы в современных энергосистемах с точки зрения распределенного производства электроэнергии (DG) нового поколения, таких как интеллектуальные системы, и представили технологию мультиагентных систем в качестве решения некоторых проблем. Rohbogner et al. [7] обсуждали применимость парадигмы мультиагентных систем для управления и контроля интеллектуальных систем с точки зрения инженера. Наше исследование дополняет эти существующие опросы в отношении представления всеобъемлющего обзора литературы до 2019 года по применению мультиагентных систем в интеллектуальных системах с акцентом на моделирование, управление и контроль. Новизна этого исследования состоит в том, что в нем изложены основные этапы мультиагентной системы: моделирование и реализация, а также объем предоставленной информации.

Smart Grid: Новое поколение электроэнергетических систем

Исследовательские группы в университетах, национальных исследовательских лабораториях и промышленности по всему миру собрались в исследовании разработки электроэнергетических систем нового поколения под названием «Smart Grid». Smart Grid объединяет технологические достижения в области вычислительной техники, телекоммуникаций, распределенных систем и искусственного интеллекта на этапах производства, передачи и распределения электроэнергии. Интеграция этих технологий обеспечит коммуникационный уровень, который позволит Smart Grid обмениваться информацией между своими подсистемами и компонентами. В дополнение к подсистемам генерации, передачи и распределения, которые традиционно управляются операторами в координации с поставщиками услуг, Smart Grid будет также включать взаимодействия, вовлекающие клиентов на динамичных рынках.

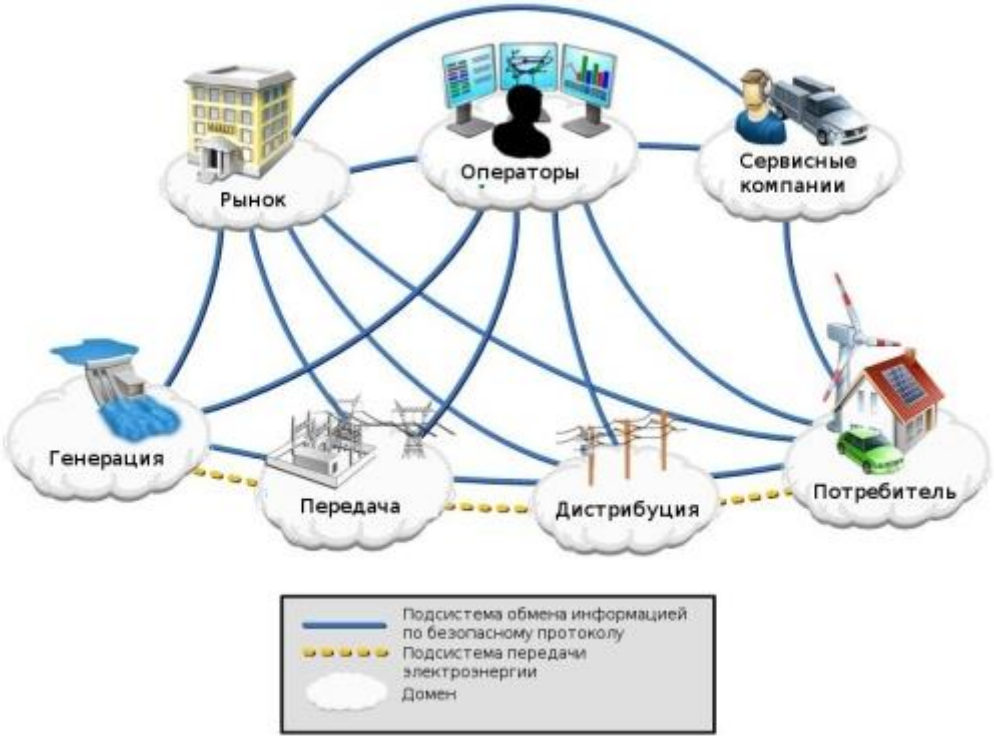


Рис.1 Концептуальная Smart Grid [8].

Умные сетки имеют следующие характеристики [9]:

• Smart Grids способствуют участию потребителей в сети. Потребители могут производить энергию с помощью различных распределенных энергетических ресурсов (например, солнечной энергии), видеть в режиме реального времени, сколько электроэнергии они используют, и, таким образом, они могут принять решение участвовать в плане спроса / реагирования.

• Smart Grids поддерживает все типы поколений и варианты хранения в режиме «включай и работай». Генерация может быть либо централизованной, такой как ядерная, которую мы обычно имеем на заводе, либо распределять с использованием разных природных ресурсов (например, ветра, солнца).

• Smart Grids позволяют внедрять новые продукты на рынке. Возможны новые рынки реального времени для покупки и продажи электроэнергии и услуг.

• Smart Grids оптимизируют работу электричества в сетевой системе.

• Smart Grid обладают свойствами самовосстановления и устойчивы к атакам, таким как кибер и физические атаки. Ожидается, что они быстро восстановятся после стихийных бедствий, таких как торнадо и ураганы.

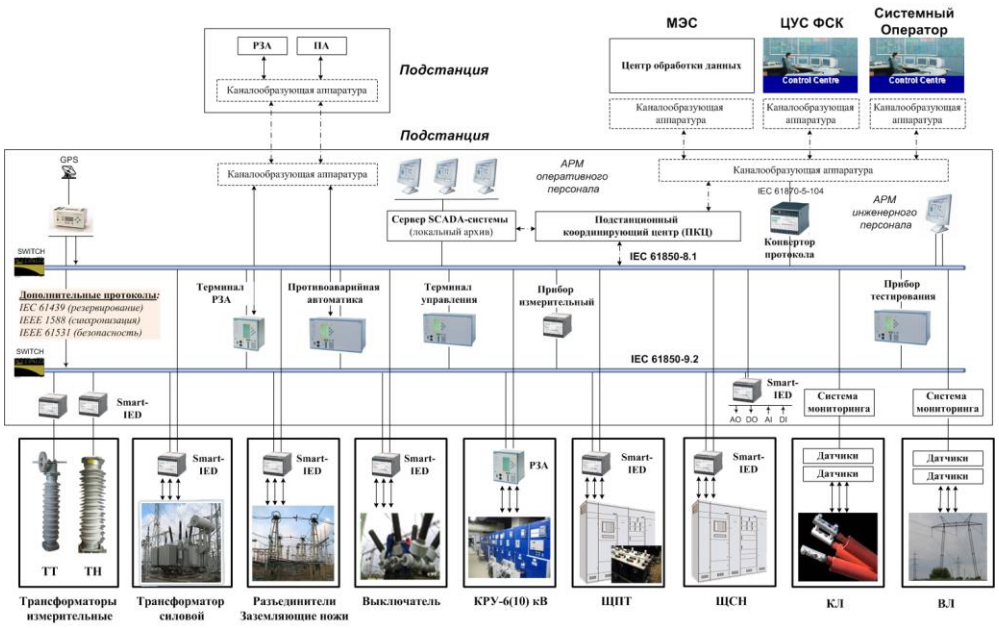


Рис.2 Структура цифровой энергосистемы

На рисунке 2 показана структура цифровой электроэнергетической системы. Эти новые поколения электроэнергетических систем преобразуют обычные электрические системы в большие вычислительные системы «информационной системы», в которых вышеупомянутые характеристики распределенного управления и знание состояния сети позволят реализовать интересные функции, такие как [10], [11]:

- Система автоматического восстановления.
- Высокое качество доставки энергии.
- Устойчивость к кибератакам.
- Интеграция распределенной генерации.
- Размещение накопителя энергии.
- Мониторинг и контроль потребления пользователем.
- Оценка распределения спроса пользователей.
- реконфигурация системы распределения в режиме реального времени с использованием «онлайн» измерений.
- Оптимизация затрат на эксплуатацию и обслуживание.

Smart Grid и многоагентные системы

Развитие Smart Grid будет связано с обработкой большого количества данных, собранных распределенным способом. Эти данные передаются между оборудованием и устройствами для поддержки процесса принятия решений. Конечно, обработка объемов данных, которые должны быть получены и обработаны в таких распределенных системах для извлечения полезной информации, порождает свои собственные проблемы. Методы вычислительного интеллекта используются для извлечения знаний и преодоления некоторых проблем.

В «интеллектуальных» системах данные предварительно обрабатываются, обрабатываются, а затем информация извлекается для принятия решения. Решение основано на целях, которые должны быть достигнуты. Учитывая распределенную природу Smart Grid, новые разработки в методах распределенного искусственного интеллекта породили развитие техники мультиагентных систем [12].

Преимущества мультиагентных систем в интеллектуальных энергосистемах. В Smart Grid контроль играет важную роль, предоставляя потребителям и заинтересованным сторонам необходимую инфраструктуру для мониторинга и контроля их производства и использования энергии. Прерывистый характер ветровой и солнечной энергии потребует интеллектуального управления с возможными путями изменения системы управления спросом.

Smart Grid сделан из миллионов управляемых приборов; Система управления должна работать эффективно в больших масштабах и быть отказоустойчивой [13]. Мы представляем здесь сравнение между характеристиками / требованиями Smart Grid и их аналогиями с мультиагентными системами:

• Компоненты Smart Grid часто распределяются, и система управления энергопотреблением тесно связана с коммуникациями между заинтересованными сторонами и субъектами (агентами) для обмена информацией. Мультиагентные системы по своей природе распределены и параллельны, они являются независимыми субъектами, участвующими в системе, у них есть собственное восприятие окружающей среды, цели и повестки дня, и они пытаются достичь наилучшего для себя, ведя себя стратегически. Следовательно, в этом случае при использовании мультиагентных систем объем данных, подлежащих распространению (с соответствующими затратами), будет значительно уменьшен по сравнению с другими углубленными методами коммуникации.

• Smart Grid - это целостная система, и выход из строя некоторой ее части (выход из строя линии электропередачи или отключение подстанции, трансформатора ...) не должен влиять на всю деятельность и операции. Гибкость означает способность системы быть адаптируемой (то есть вести себя так, как требуется в различных ситуациях). Гибкость мультиагентных систем обеспечивается тем фактом, что агенты независимы и способны воспринимать свою среду и затем соответствующим образом адаптировать свои действия.

• Smart Grid должен продемонстрировать концепцию plug-and-play для интеграции накопления энергии, нагрузок и источников на уровне здания с внешней энергосистемой. Адаптивность Plug and Play широко доказана мультиагентными системами, по своей природе мультиагентные системы можно расширять, добавляя другие агенты или рассеивая их в новой среде с новыми ресурсами и возможностями.

Поскольку Smart Grid будет составляться для совокупности микросетей, управление может быть делегировано микросетям. В этом видении мультиагентная система может выполнять задачи локально, если у них есть достаточные знания и ресурсы, и они могут взаимодействовать с другими окружающими агентами, чтобы помочь в выполнении задач или решений. К проблеме контроля можно подходить с разных точек зрения, включая когнитивные науки, эвристический поиск и машинное обучение.

• Smart Grid использует широко распространенные информационные и коммуникационные технологии, эти интеллектуальные технологии не зависят от платформы и не зависят от языка. С этой точки зрения агент может быть разработан с помощью большого набора языков и взаимодействовать с другими агентами в системе независимо от того, на каком языке они были запрограммированы.

Преимущества мультиагентных систем в симуляции.

Предполагаемая инфраструктура Smart Grid очень динамична. Эксперименты по фактическому развертыванию являются наилучшим способом проверки их функциональности и подтверждения концепций. Однако реализации не всегда доступны для тестирования и проверок, поскольку они дорогостоящие в реализации, поэтому точное моделирование системы играет решающую роль для крупномасштабных проверок и оценки производительности. В этом смысле мультиагентная система, вероятно, будет моделировать заинтересованные стороны в системе интеллектуальных сетей. Программные агенты обладают многими социальными характеристиками, такими как переговоры, автономное принятие решений, совместное взаимодействие и т. д., и с ними были реализованы концепции. Результатом является высокодинамичная инфраструктура, разделенная на базовые объекты энергопотребления в соответствии с исследованиями энергетического профиля, проведенными Министерством энергетики США, и поэтому мультиагентная система близка к реальной модели. В литературе исследователи продемонстрировали удобство мультиагентной системы. Stamatis и Thiago [14] проанализировали, спроектировали и создали симулятор на основе программных агентов, который пытается создать динамическое поведение Smart Grid. Pipattanasomporn и Feroze [15] предложили мультиагентную систему, которая может облегчить плавный переход от сети, подключенной к островному режиму, когда обнаружены сбои в восходящем направлении, что обозначает способность мультиагентной системы в качестве технологии для управления работой Microgrid.

Моделирование и реализация мультиагентных систем

Моделирование мультиагентных систем.

Агентно-ориентированные подходы (АО) стали мощной технологией, которая может поддерживать проектирование и разработку сложных систем [16]. Мощь этих агентно-ориентированных подходов для решения сложных проблем позволяет реализовать гибкие и автономные системы. Однако, такая гибкость в решении сложных проблем сопряжена с трудностями. Чтобы преодолеть эти проблемы, исследования были сосредоточены на разработке подходящих методов для поддержки разработки сложных систем на основе агентов. Методы классифицируются как полуформальные методы и формальные методы.

Полуформальные методы использовали в основном расширения UML (Unified Modeling Language), такие как MESSAGE / UML [16] и MACE [18]. Некоторые из этих методов основаны на MDA (Model Driven Architecture), таких как TROPOS [17]. Преимущества подхода MDA обусловлены использованием моделей на разных этапах разработки приложений. Действительно, модели используются для определения различных уровней абстракции (анализ, проектирование, реализация), облегчая управление внутренней сложностью МАС. В отличие от полуформальных

методов, формальные методы основаны на математических обозначениях, таких как ForMAAD [18] и RIO [19].

Платформы для разработки мультиагентных систем Multi Agent

Внедрение систем. Концепция платформы связана с реализацией MAC [20]: это среда, которая управляет жизненным циклом агентов и где агенты имеют доступ к определенным службам. Существует несколько мультиагентных платформ; мы выбрали набор популярных и регулярно обновляемых платформ, охватывающих все аспекты мультиагентных систем, включая модели агентов, взаимодействие, координацию и организацию.

Для реализации мультиагентной системы в литературе имеется ряд платформ с открытым исходным кодом, которые помогают разработчикам упростить создание сложной агентной системы. К этим агентским платформам с открытым исходным кодом относятся: пакет разработки программного обеспечения Aglets [21], Voyager [22], Zeus [23], JADE [24], Tracy [25, 26], SPRINGS [27] и SkeletonAgent [28].

Многоагентная платформа. JADE предоставляет удобную распределенную платформу для пользователей, чтобы сосредоточиться на разработке агентов для управления и мониторинга баланса мощности во время микрогридооперации. JADE - это открытая система, которая поддерживает возможности plugand play, а также масштабируется без особых изменений в схеме управления. В этой статье используется среда JADE, соответствующая стандарту интеллектуальных агентов FIPA (Foundation of Intelligentand Physical Agent). Агентская платформа - это программная среда, в которой работают программные агенты. Агент живет в контейнере, а набор контейнеров составляет платформу. Служба управления агентами (AMS) отвечает за управление платформой агентов, которая содержит каталог идентификаторов агентов (AID) и агентских состояний. Каждый агент должен зарегистрироваться в AMS, чтобы получить действительный идентификатор агента. Directory Facilitator (DF) предоставляет службы желтых страниц по умолчанию на платформе, которые позволяют агентам обнаруживать другие агенты в сети, основываясь на том, что их запрос на получение не получен. Архитектура AMAS показана на рисунке 3.JADE также используется в качестве среды выполнения в выполняемых агентах, тем самым маскируясь от агентов лежащая в основе сложность операционной системы или сети. Агенты могут охватывать несколько компьютеров или находиться на одном компьютере, но для реализации код для отправки и получения изображений одинаков. Платформа включает в себя все контейнеры в агентской системе. JADE содержит основные контейнеры и периферийные контейнеры. Когда создается платформа, основной контейнер всегда является первым контейнером, который будет инициализирован в JADE. Агенты системы управления агентами (AMS) и DirectoryFacilitator (DF) также автоматически создаются после инициализации основного контейнера. Службы каталогов и другие службы администрирования размещаются в главном контейнере, который является первым контейнером, запущенным в платформе, но в то же время он является дубликатом другого контейнера. [29].

Предлагаемая мультиагентная система включает в себя различные интеллектуальные агенты, представляющие различные компоненты в микросети. Каждый агент имеет локализованную базу знаний, содержащую правила и

поведения, которая управляет процессом принятия решений. В таблице 1 описаны агенты, формирующиеся для имитации многоагентной системной среды JADE.

Таблица 1. Агенты, формирующиеся для имитации многоагентной системной среды JADE

Тип агента	Характеристика
Агент генератора	Агент генерации (GA) получает запрос питания от агента загрузки. Это позволяет владельцам солнечных генераторов устанавливать цену продажи для торговли. Инициализация для всех агентов начинается с регистрации самого себя с помощью Directory Facilitator (DF), предоставляя ему набор описаний служб, таких как setName и setType. Для GA, setName и setTypearechosentobesolarpsowers source и powerselling соответственно. Отдел солнечного агента (SDA) и общежитие Solaragent (SHA) рассматриваются в наших работах
Агент загрузки	Агент загрузки позволяет клиенту указать количество энергии для покупки и связаться с агентом-генератором. Агент загрузки принимается как агент покупателя, потому что он ищет в желтых страницах DF агентов генерации, предлагающих услуги энергоснабжения. Сначала он регистрируется в DF, предоставляя покупателю нагрузку и мощность в качестве входных параметров для setName и setType соответственно. Если в желтых страницах DF нет GA, он проверяет наличие батарей и, наконец, заканчивается, когда управляющий агент (CA) покупает электроэнергию у сети, чтобы удовлетворить свою нагрузочную нагрузку. Таким образом, агент нагрузки принимает локальные решения, взаимодействует и взаимодействует с другими агентами для принятия коллективного решения. Агент по загрузке отдела (LDA) и агент по загрузке хоста (LHA) рассматриваются в нашем случае
Grid Agent	Grid agent (GA) регистрируется в DF, давая агенту сетки и статус сетки в качестве входных данных для setName и setType соответственно. Грид-агент собирает цены в реальном времени на сетку и информирует других агентов о состоянии соединения с сеткой. Gridprice меняется каждый час, что приводит к концепции динамического ценообразования смарт-сетки. Основной набор поведений для грид-агента - это получение запроса от CA. Это поведение будет ожидать сообщений от ЦС, чтобы определить, нужна ли микросети покупка или отключение питания от сети в режиме подключения к сети. Затем он передает мощность или принимает мощность в соответствии с инструкциями агента управления

Тип агента	Характеристика
Дизельный агент	Дизельный агент регистрируется в DF, предоставляя дизельному агенту и дизельному статусу входные данные для setName и setType, соответственно. Получает цену на агрегатную мощность. Получает запрос от ЦС и продает энергию для загрузки агента, когда цена на дизельное топливо меньше, чем цена в сети. Агент управления. Агент управления (ЦС) отвечает за мониторинг, контроль и согласование уровней мощности, а также осуществляет обмен энергией между солнечной микросетью и основной сетью. Первоначально CA регистрируется как контроль, а управление микросетями - как входы для setName и setType соответственно. Управляющий агент (CA) отображает общую выработку и загрузку микросетей, а также вычисляет чистую мощность микросетей каждый час. Затем агент будет определять, покупать ли или продавать электроэнергию в сеть, на основе значения электрической мощности. Стоимость энергосистемы выше цены единицы дизель-генератора (DG), а затем он предпочитает покупать у DG

Агентская система и агентские отношения. Агенты ощущают окружающую среду и принимают простые решения, которые находятся в пределах их возможностей. Для принятия комплексного решения агенты связываются с агентом управления и информируют о требованиях. Например, солнечный агент отдела подает питание на нагрузку отдела, если у него достаточно энергии. В случае нехватки энергии он информирует управляющего агента о требованиях к питанию. Управляющий агент получает статус всех агентов от Directory Facilitator (DF). где все агенты регистрируются с помощью своих сервисов. Аттестат обрабатывается другими агентами и информирует других агентов о лучшем месте для получения требования для оптимального управления энергией в солнечной микросети. Здесь агенты нагрузки участвуют в системе как покупатели энергии, в то время как агент солнечного генератора участвует в качестве продавцов энергии. Здесь используется иерархический подход, который сочетает в себе централизованный и децентрализованный подход. Каждый агент самостоятельно принимает решение, а затем через контрольного агента связывается с другими агентами для принятия стратегического решения. Мы рассматриваем агент солнечного отдела (SDA), отдел нагрузки (LDA), агент отдела аккумуляторов (BDA), солнечный хост (SHA), Loadhostelagent (LHA), аккумуляторный агент (BHA), агент сетки (GA), дизельный агент (DA) и контрольный агент (CA). Каждый час, основываясь на наличии доступной мощности и требовании нагрузки, транзакция с сетью осуществляется CAC. Когда LDA запрашивает питание от SDA, SDA дает питание LDA автономно. Если имеется избыточная мощность, она передается BDA. Дальнейшая избыточная мощность передается КНБК и, наконец, сетчатому агенту (GA). Проверка проводится через контрольный агент. Если в SDA недостаточно мощности, LDA соединяется с SHA и получает доступную мощность. Если электропитание все еще требуется, оно связывается с BDA, а затем с КНБК и, наконец, связывается с управляющим агентом для выполнения выделения NCL, и, наконец, мощность

отключения после NCL поступает от сетевого или дизельного агента на основе цены за единицу в этот момент времени. Аналогично, LHA контакты SHA для власти. SHA принимает самостоятельное решение о передаче власти LHA. Если избыточная мощность становится доступной после подачи в LHA, SHA проверяет BHA и BDA для зарядки, и дополнительная сетевая мощность передается в сеть. Если SHA не хватает мощности, требуемой для LHA, LHA связывается с SDA и получает доступное питание. Если мощность все еще требуется, LHA связывается с BHA и BDA, чтобы получить мощность, доступную в батарее. Дальнейшая требуемая мощность управляется путем контакта с управляющим агентом, который выполняет выделение NCL, и, наконец, мощность выделения после NCL поступает из сети или дизельного агента после сравнения цен за единицу.

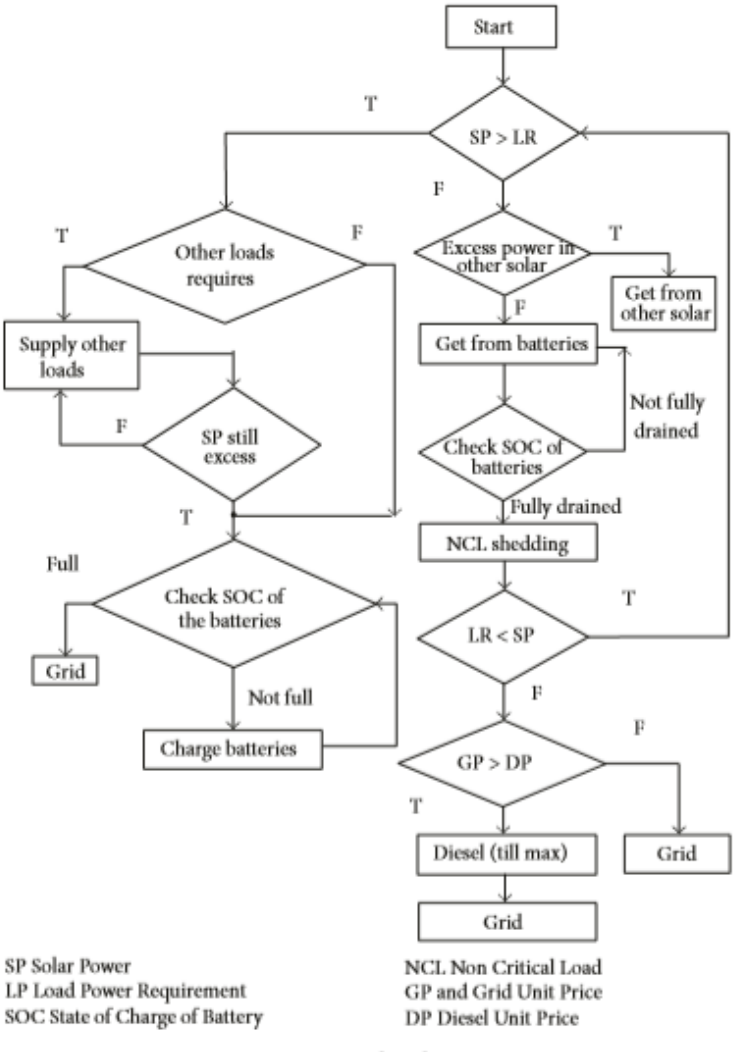


Рис.3 Блок-схема взаимосвязи агентов

Общая цель интеллектуальной сети состоит в том, чтобы способствовать большей эффективности, надежности и экологической устойчивости при использовании энергии, что требует наилучшего возможного согласования выработки электроэнергии, энергопотребления и (ограниченных) возможностей хранения. Такое согласование влияет на поведение пользователей, культурные привычки, социальные нормы, рынки электроэнергии, климатические условия и многие другие факторы. Мы предлагаем модель, которая сочетает в себе агентное моделирование и понятие сетевых потоков. Система электропитания может быть легко представлена моделью сети, как при моделировании потока мощности. В Smart Grid эта модель расширяется за счет: потока данных в сети ИКТ и потока платежей через сеть финансовых транзакций. Агенты - это лица, принимающие решения, которые взаимодействуют друг с другом через три типа сетей: энергетические, информационные и сети потоков платежей. Следующий пример помогает объяснить эту идею читателю. Определим простой сценарий «умной сети», который включает в себя следующие объекты: потребитель, оператор сети и коммутационное устройство.

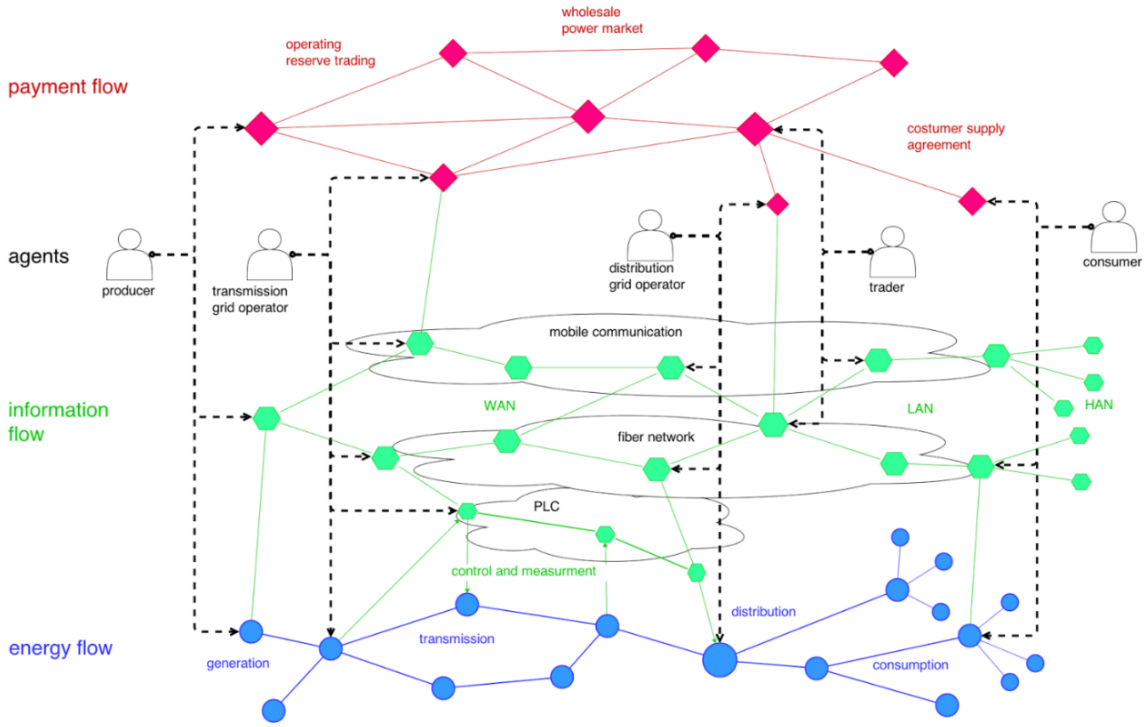


Рис.4 Иммитационная модель Smart Grid

На рисунке 4 изображен более общий пример, в котором рассматривается случайная система питания от поколения к потребителю. Он включает в себя пять агентов, соединенных тремя потоковыми сетями. Три сети изображены разными узлами-символами: круги для энергии, шестиугольники для информации и алмазы для потока платежей. Каждый агент связан со своими контролируемыми узлами, отмеченными пунктирными линиями. В этом случае не все узлы связаны с агентом.

Агенты образуют основное соединение между различными потоковыми сетями. Они используют все свои контролируемые узлы, чтобы максимизировать свою функцию полезности. Процессы измерения - это связи от энергетического узла до информационной сети, функционирующей как источник информации. ротивоположное относится к процессам управления, которые используют информацию. Эта сложная модель агентов в сетях с множественными потоками является общей. Это помогает структурировать и классифицировать проблемы, связанные с интеллектуальной сеткой, и может быть масштабировано для любой подсистемы. Это применимо на всех слоях; от межконтинентальных линий электропередач до бытовых приборов. Модель может быть расширена путем интеграции других сетей потоков [30].

Заключение

Интеллектуальные системы рассматриваются как новое поколение электроэнергетических систем, сочетающих в себе развитие информационных технологий, распределенных систем и искусственного интеллекта для получения дополнительных функций мониторинга в реальном времени спроса и потребление энергии. Подход основан на использовании мультиагентных систем для изучения управления системами распределения, имитирующими характеристики интеллектуальных систем. В данной статье были представлены различные платформы, используемые для реализации мультиагентных систем управления и эксплуатации интеллектуальных сетей. Также была представлена иммитационная модель Smart Grid.

Литература

1. C. Garrier, «lntelligence Artificielle » in La Maitrise de lntelligence Artificielle. vol ln-8, Belgium, MARABOUT, 1991. pp. 69-80.

2. A. Dimeas, N. Hatziargyriou, "A MultiAgent System for Microgrids", Proceedings of IEEE PES Power Engineering Society General Meeting, 6-10 June 2004, vol-1, pp:55-58.

3. R. Roche, B. Blunier, A. Miraoui, V. Hilaire, and A. Koukam, "MultiAgent Systems for Grid Energy Management: A Short Review", IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2010 - 36th Annual Conference on, vol., no., pp. 3341 - 3346, 7-10 November 2010.

4. M. S. Narkhede, S. Chatterji, and S. Ghosh, "Multi-Agent Systems (MAC) controlled Smart Grid - A Review", International Journal of Computer Applications (IJCA), International Conference on Recent Trends in engineering & Technology - 2013 (lC RTET'20 I 3), vol., no.4, pp. 12 - 17, May 2013.

5. Q. Li, and M. Zhou, 'The Future-Oriented Grid-Smart Grid", Journal of Computers, vol. 6, no. I, January 2011.

6. I. Zabet, and M. Montazeri, "Decentralized Control and Management Systems for Power Industry via Multiagent Systems Technology", the 4th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), 2010 IEEE, vol., no. , pp. 549 - 556, 23-24 June 2010.

7. G. Rohbogner, S. Fey, Ulf J.J. Hahnel, P, Benoit, and B. WilleHaussmann, "What the term Agent stands for in the Smart Grid Definition of Agents and Multi-Agent Systems from an Engineer's Perspective", Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012 Federated Conference on, vol., no., pp. 1301 - 1305, 9-12 September 2012.

8. National Institute of Standards and Technology. NIST framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 1.0, http://www. nist. gov/publ icaffai rs/releases/upload/smartgrid i nteroperability final.pdf .

9. N. T. L. Energy, "Anticipates and Responds to System Disturbances (SelfHeals)," USA, 2010.

10. R. BROWN, "Impact of Smart Grid on Distribution System Design", In:IEEE. Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21 st Century, 2008 IEEE. [S.I.], pp.1-4, 2008, ISSN 1932-5517.

11. X. Wei, Z. Yu-Hui, and Z. Jie-Lin, "Energy-efficient Distribution in Smart Grid", In: IEEE. Sustainable Power Generation and Supply, 2009. SUPERG EN'09. International Conference on. [S.I.], pp. 1-6, 2009.

12. G. Weiss, "Multi-Agent Systems: a Modern approach to distributed artificial intelligence". [S.I.]: The MIT press, 1999. ISBN 0262731312.

13. R. Roche, B. Blunier, A. Miraoui, V. Hilaire, and A. Koukam, "Multiagent systems for grid energy management: A short review," IECON 2010 - 36th Annu. Conf IEEE Ind. Electron. Soc., pp. 3341-3346, Nov. 2010.

14. S. Karnouskos and T. N. De Holanda, "Simulation of a Smart Grid City with Software Agents," 2009 Third UKSim Eur. Symp. Comput. Model. Simul., pp. 424-429, 2009.

15. M. Pipattanasomporn, H. Feroze, and S. Rahman, "Multi-agent systems in a distributed smart grid: Design and implementation," 2009 IEEEIPES Power Syst. Com. Expo., pp. 1-8, Mar. 2009.

16. I. Pavon, Jorge J. Gomez Sanz, and R. Fuentes, "Model Driven Development of Multi-Agent Systems, The Second European Conference on Model Driven Architecture (ECMDA'06), LNCS, Springer Verlag, pp. 284-298, LNCS 4066.

17. P. Bresciani, P. Giorgini, F. Giunchiglia, J. Mylopoulos, and A. Perini, "TROPOS: an Agent-Oriented Software Development Methodology", Autonomous Agents and Multi-Agent systems, 2(3): 203-236, May 2004.

18. A. Hadj Kacem, A. Regayeg, and M. Jmaiel, "ForMAAD: A formal method for agent-based application design", Journal of Web Intelligence and Agent Systems, 5(4): 216-334, 2007.

19. Y. Hilaire, P. Gruer, A. Koukam, and O. Simonin, "Formal specification approach of role dynamics in agent organizations: Application to the satisfaction-altruism model", International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 2006.

20. A. Singh, D. Juneja, and A.K. Sharma, "Agent Development Toolkits", International Journal of Advancements in Technology, vol. 2, No I, pp. 158 - 164, January 20 II, ISSN 0976-4860.

21. Aglets agent development toolkit [Online]. Available: http://aglets.sourceforge.net/.

22. Voyager agent development toolkit [Online]. Available: http://www.recursionsw.com/.
23. Zeus agent development toolkit [Online]. Available: http://labs.bt.com/projects/agents/zeus/.
24. JADE agent development toolkit [Online]. Available: http://jade.tilab.com.
25. Tracy agent development toolkit [Online]. Available: www.mobileagents.org.
26. P. Braun and W. Rossak, Mobile Agents: Basic Concepts, Mobility Models and the Tracy Toolkit, Morgan Kaufmann, 2004.
27. Springs agent development toolkit [Online]. Available: http://sid.cps.unizar.es/SPRINGS.
28. D. Camacho, R. Aler, D. Borrajo and J. Molina, “Agent architecture for intelligent gathering system”, AI Communications, Vol. 18, Iss. 1, pp. 15-32, January 2005.
29. M.K. Perdikeas, F.G. Chatzipapadopoulos, I.S. Venieris and G. Marino, “Mobile agent standards and available platforms”, Computer Networks, vol. 31, no. 19, pp. 1999–2016, August 1999.
30. Milano, “An Open Source Power System Analysis Toolbox,”IEEETransactions on Power Systems, vol. 20, pp. 1199–1206, Aug. 2005.

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТИЖИМОСТИ МЕЖДУ РАЙОНАМИ ГОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ

Клюева Е.Г.[1,2], Яворский В.В.[1,2], Утепбергенов И.Т.[2,3]
e.klyuev@kstu.kz, yavorskiy-v-v@mail.ru, i.utepbergenov@gmail.com
[1]*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*
[2]*Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан*
[3] *Университет Туран, Казахстан*

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы планирования инфраструктуры городского пассажирского транспорта на основе использования матриц смежности корреспонденций. Для нахождения минимального пути в транспортных графах предлагается использовать матричный метод А. Шимбела. В виду вычислительной сложности данного метода предлагается использовать методику разбиения элементов матрицы на трех абстрактных гетерогенных процессорах, объединенных полносвязной топологией с различными пропускными способностями сети передачи данных.*

Развитие цивилизации напрямую связано с организацией транспортных и более общих коммуникационных систем.

Под транспортными системами будем понимать системы, обеспечивающие передвижение людей и грузов. При анализе и синтезе транспортной системы необходимо последовательно использовать несколько уровней описания в соответствии с общей методологией системного подхода. Как правило, на этапе описания проблемной ситуации, формализованного представления транспортной системы используются методы теории графов и методы описания коммуникационных систем, при решении задач распределения ресурсов и планирования функционирования транспорта используются соответствующие методы исследования операций.

Очевидна важность проблемы совершенствования планирования и управления транспортными системами, которая определяется тем, что от её качественного решения на соответствующем научно-техническом уровне зависит эффективность функционирования соответствующих систем производства и обслуживания. Сложность данной проблемы обусловливается многофункциональным и иерархическим характером транспортных систем, активным и стохастическим поведением транспортных процессов, многообразием функционирования и взаимодействия отдельных элементов транспортных средств.

К числу важнейших задач планирования и управления транспортными системами относится следующее:

– определение корреспонденций между элементами транспортной системы;

– определение характеристик процессов обслуживания на транспортных коммуникациях;

– формирование рациональных вариантов развития транспортной системы;

– построение экспертной системы для управления развитием транспортной системы.

Центральной проблемой качественного решения этих задач является разработка модели анализа и распределения потоков на маршрутных сетях одного или нескольких взаимодействующих видов транспорта.

Наличие множества подходов к решению задачи распределения потоков на маршрутных сетях транспортных систем связано, в основном, с различным пониманием вопроса о способах представления путей передвижения между пунктами на рассматриваемой транспортной сети.

Наиболее распространенный подход обычно предусматривает распределение корреспонденций по кратчайшим путям и направлениям, которые представляют собой объединение нескольких видов транспорта, обладающих определенным общим свойством. Наиболее сложным и важным в этом подходе является вопрос формирования путей передвижения, адекватных существующим способам передвижения потоков на транспортных сетях. Модели массового поведения и обслуживания, при явном определении путей передвижения и их параметров, позволяют получить детальные характеристики процессов передвижения в транспортной системе.

Система городского пассажирского транспорта характеризуется наличием нескольких видов транспортных средств, развитой базой организации перевозок и сложной многоуровневой системой управления. Сложность проблем управления этой системой приводит к необходимости ее исследования с позиций системного

анализа [1], обеспечивающего обоснованную декомпозицию изучаемой системы, возможность объективного выделения и рассмотрения целей и задач управления.

Использование методов системного анализа, прежде всего, предполагает выявление для исследуемого объекта управляющей системы, актуальной среды, а также определение видов конечного продукта системы.

Процесс производства продукта транспортной системы и процесс его потребления являются неразделимыми. Это предопределяет необходимость тщательного изучения потребности в перевозках, которые формируются в виде продукта актуальной среды. Основной продукт актуальной среды можно представить в виде потенциальных корреспонденций между пунктами на транспортной сети, которые затем распределяются по маршрутной сети с учетом конкретной технологии функционирования транспортной системы [2].

Потребности пассажиров системы городского пассажирского транспорта могут быть описаны с той или иной степенью детальности потенциальными корреспонденциями между районами города. В процессе обслуживания потребностей населения города в передвижениях по наиболее благоприятным путям возможно возникновение перегрузок в обслуживании на некоторых участках маршрутной сети. В этом случае, при неизменном состоянии транспортных ресурсов и распределении подвижных средств, начинает происходить изменение способов передвижения пассажиров между районами города. Кроме того, если отказы в качественном обслуживании носят устойчивый характер, тогда формируется потребность в изменении одного, нескольких или всей маршрутной системы города.

Глобальной целью управления системой городского транспорта является обеспечение высокого уровня обслуживания населения города пассажирскими перевозками на основе эффективного и координированного использования имеющихся транспортных ресурсов и в соответствии с общественными интересами. Следует подчеркнуть, что данное понятие глобальной цели практически полностью соответствует задачам органов координации.

Для решения транспортной проблемы современных городов необходимо вести постоянную работу по сбору информации о транспортной потребности населения. При этом особенно важно то, насколько транспортная и маршрутная сеть города, количество и распределение транспортных средств соответствуют потребностям населения города.

Городской пассажирский транспорт является сложной системой массового обслуживания, поэтому параметры обслуживания зависят от потока "заявок на обслуживание". С этой точки зрения правильность решения всего комплекса задач транспортного планирования определяется тем, насколько точно определены транспортные потребности. В самом общем виде решение задач транспортного планирования — это определение таких параметров транспортной системы, которые наилучшим образом соответствуют потребностям в передвижениях [3].

Для решения задач, связанных с планированием инфраструктуры транспорта (определение видов пассажирского транспорта и распределение сфер перевозок по видам транспорта; мощности производственно-технической базы транспорта, достаточной для нормативного уровня обслуживания населения и т.п.), необходимы данные о транспортных потребностях. Такую информацию лучше всего хранить в

виде матрицы корреспонденций населения между транспортными районами (ТР) города:

$$\Lambda = \left\| \lambda_{\iota,j} \right\|;\ \iota, j = \overline{1, N} \quad (1)$$

Такие матрицы содержат информацию о количестве передвижений за некоторый период времени.

Наиболее надежна суточная матрица корреспонденций, в которой представлена суточная интенсивность потоков. Для этой матрицы должно выполняться следующее соотношение - сумма элементов матрицы корреспонденций равна числу находящегося в городе населения – NN, умноженному на среднесуточную подвижность - p:

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \lambda_{ij} = p * NN \quad (2)$$

Суточная матрица корреспонденций не дает информации о колебаниях пассажиропотоков в течение суток. Для планирования инфраструктуры большое значение имеет наличие информации об интенсивности передвижений в городе в часы пик. Такую информацию может отражать матрица интенсивности корреспонденций за один час, наиболее характерный для рассматриваемого периода.

Следует также иметь в виду, что передвижения в городе меняются и по дням недели, и в течение года. Таким образом, для рационального планирования инфраструктуры транспортной системы города необходимо создание информационной системы сбора, хранения и выдачи информации о потенциальных передвижениях в городе и динамике их изменения.

При текущем планировании транспортной системы необходимо иметь возможность анализировать варианты изменения отдельных маршрутов, определять распределение подвижного состава по маршрутам с учетом колебаний спроса в перевозках во времени. Очевидно, что степень детальности описания транспортных потребностей в задачах данного класса должна быть значительно выше. На данной стадии планирования должна производиться привязка перспективного проекта транспортной системы к конкретным условиям, сложившимся в результате функционирования города. Основным видом представления данных для решения задач модификации маршрутов ГПТ остается матрица корреспонденций. Однако она в данном случае отражает реальные пассажиропотоки, а детальность деления города на ТР должна быть такой, чтобы фактически выполнялось соответствие: транспортный район – остановка маршрута.

Решение задач планирования движения транспортных единиц по маршруту требует данных о реальных пассажиропотоках на маршруте и их изменении в течение суток, по дням недели и по временам года. Наиболее полно данную информацию можно хранить в виде матриц корреспонденций между остановками маршрута:

$$X^k(t) = \left\| x^k_{\xi\eta}(t) \right\|, \quad \text{где} \quad x^k_{\xi\eta}(t) \tag{3}$$

где k - количество пассажиров, желающих за определенный период времени t проехать с остановкой ξ на остановку η к-го маршрута. Очевидно, что маршрутные корреспонденции полностью определяют все другие более интегрированные характеристики пассажиропотока на маршрутах: поток входящих и выходящих пассажиров на остановках, поток на перегоне маршрута и т. п.

Для анализа транспортной достижимости между районами города будем использовать матрицу смежности на основе исходных данных.

Матрица смежности, как и матрица инцидентности, позволяет установить множество вершин, соседних с заданной (то есть рассматриваемой в конкретной задаче), не прибегая к полному просмотру всей матрицы. Матрицы смежности обычно представляются двумерным массивом размера *n* x *n*, где *n* - число вершин графа.

Матрица смежности S — это квадратная матрица, в которой и число строк, и число столбцов равно *n* - числу вершин графа. В ячейки матрицы смежности записываются некоторые значения в зависимости от того, соединены соответствующие вершины рёбрами или нет.

Элемент матрицы смежности s_{ij} определяется следующим образом:

- равен единице, если вершины v_i и v_j смежны;
- равен нулю, если вершины v_i и v_j не смежны.

Если для элемента матрицы *v*ij имеет место *i* = *j*, то есть элемент находится на диагонали, то этот элемент равен единице, если этот элемент имеет петлю, и нулю, если элемент не имеет петли.

Под экстремальными путями или цепями на графах понимаются пути или цепи с минимальными или максимальными характеристиками (весами) на данных графах. Экстремальные пути находятся последовательным преобразованием исходной матрицы смежности. К этим методам относятся методы А. Шимбела, Ж. Оттермана и т.д.

Для нахождения кратчайшего пути между двумя любыми вершинами S Шимбелом разработан метод, использующий специальные операции над элементами исходной матрицы [1].

1. Операция умножения двух величин a и b при возведении матрицы в степень соответствует их алгебраической сумме, т.е. a×b=b×a соответствует a+b=b+a.

2. Произведение бесконечности на любое число равно бесконечности ∞×a=∞.

3. Сумма двух величин равна минимальному из слагаемых, т.е. a+b=b+a соответствует min (a, b).

С помощью указанных операций длины кратчайших путей между всеми узлами сети определяются возведением матрицы смежности весов в степень. Возведение матрицы S в t—ю степень является одним из способов получения минимального из путей, имеющих не более чем t звеньев, т.е. состоящих не более чем из t дуг.

Возведение матрицы S в степень t – это последовательное (t-1)-кратное умножение матрицы S на саму себя

$S^2 = S \times S$
$S^3 = S \times S^2$
…
$S^t = S \times S^{t-1}$.

Умножая матрицу S саму на себя по обычным правилам умножения, мы получим в общем случае для элементов матрицы $S^2 = (s_{ij}^2)$ следующую формулу:

$$s_{ij}^2 = \sum_{k-1}^{n} s_{ik}\, s_{kj} \tag{4}$$

С учетом операций, введенных Шимбелом, это выражение (4) запишется следующим образом:

$$s_{ij}^2 = min\left[(s_{i,1} + s_{1,j}); (s_{i,2} + s_{2,j}); \dots (s_{i,n} + s_{n,j})\right] \tag{5}$$

Ясно, что путь, проходящий через все вершины графа и имеющий максимальное количество звеньев, будет иметь не более n-1 дуг. Поэтому для получения минимального пути от миноранты до мажоранты указанный процесс получения элементов s_{ij}^t нужно провести не более n-1 раз.

Если в процессе умножения окажется, что A(t-1)=A(t), то это говорит о том, что длины минимальных путей (между двумя любыми вершинами), состоящих не более чем из (t-1) звеньев, совпадают с длинами путей, состоящих не более чем из t звеньев. Значит дальнейшее умножение матриц A(t-1)×A нецелесообразно, так как не приводит к изменению элементов матрицы A(t-1).

Задача нахождения экстримальных путей на графе является вычислительно сложной ввиду большой размерности исходных матриц смежности. Поэтому рационально использовать концепцию параллельных вычислений на нескольких гетерогенных узлах.

Основной задачей при этом является нахождение оптимального разбиения данных, которое определяет способы распределения частей матриц среди доступных вычислительных элементов при выполнении операции умножения матриц. Разбиение данных производится с целью оптимизировать показатели по определенным критериям работы компьютерных приложений. В частности, в качестве таких показателей могут выступать время выполнения вычислений или энергоэффективность.

Цель разделения данных - оптимально распределить вычислительную нагрузку при выполнении матричных вычислений среди доступных процессоров. Скорость, с которой отдельный процессор может выполнять основные операции, такие как сложение и умножение, определяет долю общей задачи, на которую он будет назначен. Таким образом, при параллельных вычислениях все процессоры будут одновременно выполнять вычисления, и ни один из процессоров не будет простаивать.

Оценка оптимальности формы разделения должна быть произведена на основе объективных факторов, в качестве которых будет выступать время вычисления искомой матричной операции.

Для проведения вычислений в рамках исследования используется методика разбиения элементов матрицы на трех абстрактных гетерогенных процессорах, объединенных полносвязной топологией с различными пропускными способностями сети передачи данных, представленная в работах 4, 5, 6. В зависимости от исходной вычислительной мощности кластера выбирается оптимальная форма разбиения данных для конкретной задачи.

Работа выполнена в рамках исследований по проекту AP05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города» института ИВТ КН МОН РК.

Литература

1. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика, 2003. – № 11. - с. 3-46.
2. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
3. В.В. Яворский. Распределение напряженности деятельности организационной системы // Научное обозрение: экономика и управление. — 2012. — № 1. — С. 114-122.
4. Клюева Е.Г. Оптимальная форма разбиения данных при реализации алгоритма последовательной коммуникации с наложением на трех гетерогенных процессорах, объединенных полносвязной топологией с различными пропускными способностями сети передачи данных// Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей. – 2018. - № 2(82) - С.46-51.
5. Клюева Е.Г., Адамов А.А., Оспанова А.Е., Сницарь Л.Р., Кулбаева Л.Н. Исследование оптимальной формы разбиения данных для умножения матриц на трех гетерогенных процессорах с полносвязной топологией и различными пропускными способностями // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 2 – С. 83-88.
6. Клюева Е.Г., Яворский В.В., Адамов А.А. Определение оптимального разбиения элементов матриц при параллельном умножении на гетерогенных процессорах // Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященной 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т. — Алматы : ИИВТ МОН РК, 2019. — С. 176-181.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ НОВОСТНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОВОДАМ

Козбагаров О.Б., Мусабаев Р.Р.
e-mail: o.kozbagarov@ipic.kz
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной статье описан разработанный подход по группировке новостных публикаций в соответствии с отраженными в них информационными поводами. Применение данного подхода может позволить автоматически предоставлять по интересующему информационному поводу целую группу публикаций, относящиеся к различным новостным медиа ресурсам и к данному информационному поводу. В зависимости от характера информационного повода предоставленная группа публикаций может содержать публикации, где встречаются различные точки зрения в отношении данного информационного повода, в том числе отличную точку зрения или обладать более, или менее развернутой информацией или с дополняющей, или корректирующей информацией.*

Ключевые слова: *обработка текстов естественных языков, кластеризация новостных публикаций в разрезе информационных поводов*

Введение

В настоящее время в мире существует огромное количество разнообразных новостных медиа ресурсов. Со временем их количество только растет. Распространение новых технологий обеспечивают большую доступность информации, упрощение в ее распространении и в ее производстве. Каждый день медиа ресурсы производят громадный объем новостной информации, касающейся различных происходящих или произошедших в мире событий, высказанных мнений, идей, могут относится к различным вещям или материям в зависимости от сферы интереса, специализации или редакторской политики ресурса.

Зачастую пользователям требуется найти определенную информацию касательно интересуемого информационного повода, для этого он обращается к новостным медиа ресурсам, где в опубликованных новостных публикациях пытается найти необходимое. Ему или ей на основе найденного требуется выработать объективный взгляд, мнение, свою точку зрения по интересующему поводу. С целью этого для полного понимания, получения полной всесторонней картины, пользователю необходимо найти публикации от как можно большего числа медиа ресурсов, в которых могут быть сформированы подтверждение или опровержение опубликованной информации, или различные мнения, взгляды, точки зрения касательно интересующего информационного повода. При получении информации от какого-то одного ресурса или связанной группы ресурсов можно приобрести однобокое смещенное представление, но и возможно также подвергнуться при неэтической политике медиа ресурса, манипулированию с его стороны и навязыванию какой-то однобокой выгодной ему точки зрения.

При обращении к поисковому запросу, то даже при успешном его формулировании, поисковая система зачастую выдает большое количество информации, в том числе информацию не относящуюся (несвязанную) либо косвенную к интересуемой информации. Пользователю в этом объеме информации легко затеряться, ему требуется приложить большой объем усилий для переработки результатов выдачи, подобная работа требует большого количества усилий, времени, сил. Для более эффективной работы пользователю было бы удобно под рукой иметь интеллектуальную систему, которая автоматически бы по указанному информационному поводу (по выделению определенной публикации с интересуемым информационным поводом) находила бы в пространстве Интернета напечатанные публикации с тем же информационным поводом, произведенных различными медиа ресурсами.

В данной статье описан разработанный подход, который может помочь в реализации вышеуказанной системы для цели группировки новостных публикаций в разрезе информационных поводов. Данный подход при применении к корпусу новостных публикаций позволяет разбить корпус на группы публикаций согласно информационным поводам, отраженным в них. Данный подход использует алгоритмы кластеризации для образования групп публикаций с одинаковыми информационными поводами.

Разработка данного подхода включала в себя три этапа: первый этап, разработка/выбор подходящего для целей задачи представления новостных публикаций, то есть определение подходящих признаков, второй этап - разработка меры близости (или функции дистанции), позволяющей на основании представления количественно определять смысловое (согласно информационному поводу) сходство представлений новостных публикаций. Третий этап – выбор/разработка алгоритма кластеризации для группировки публикаций в кластеры. В данном подходе ключевое место занимает разработанная функция дистанции, которая при определенном сочетаний представлений текста и заголовков публикации, обеспечивает группировку публикаций.

Рассматриваемые/разработанные варианты подходов аппробировались на подготовленном экспертами корпусе, состоящем из 822 новостей на предмет изучения их работоспособности, эффективности и выявления оптимальных. Была получена оценка времени работы подходов, проведен анализ полученных результатов и сравнение подходов.

Структура статьи следующая: вначале представлен обзор существующих методов по данной тематике. Далее описываются шаги по выработке подхода, рассказывается об этапах разработки. Затем описываются используемые корпуса, процессы предобработки, использованные инструменты, компьютерные мощности. После представляются результаты применения подходов к корпусу из 822 публикаций, размеченного экспертами. Далее приводится заключение и библиография.

1. Работы по данной тематике

Подходы по определению близости текстов количественно определяют степень семантического сходства между двумя текстами. Традиционно

статистические подходы (например, [1]) и методы на основе векторного пространства (например, латентно семантический анализ (LSA) [2]) использовались для определения близости текста.

В последнее время широкое распространение получили методы, основанные на нейронных сетях, так называемые модели дистрибутивной семантики. Они используются для сжатого представления слов или даже целых документов. К примеру, *word2vec* [3], *doc2vec* [4], векторы *Skip-Thought* [5]. Одним из современных методов, показавший отличные результаты (the state-of-the-art), является Word Mover's Distance (WMD), который использует представление слов в виде сжатого вектора модели *word2vec* [6] для определения семантической близости текстов. WMD определяет расстояние между двумя текстами через нахождение оптимальной стоимости по перемещения всех слов из одного текста в другой при представлении слов в виде сжатых векторов.

Задача кластеризации новостного потока до начала распространения моделей дистрибутивной семантики уже являлась предметом исследование, например, [7]. Новые возможности по векторному представлению слов и целых документов и большим вычислительным ресурсам могут позволить разработать новые более эффективные подходы по кластеризации новостного потока.

2. Теоретическая база

В качестве данных по новостной публикации использовались не только тексты публикаций, то есть их непосредственное содержание, но и их заголовки (как правило у каждой публикации есть заголовок), как содержащие полезную для цели подхода информацию. Разработка подхода, который использует в работе текст и заголовки, включала в себя реализацию трех составных частей - этапов.

Первый этап: представление текстовой информации

На первом этапе были рассмотрены различные варианты представления новостных публикаций (как текстов, так и заголовков): множество слов, содержащихся в публикации, векторное представление слов публикации на основе моделей дистрибутивной семантики, векторное представление документов на основе моделей дистрибутивной семантики.

а) Множество слов

В качестве множества слов, представляющих публикацию, рассматривались следующие приведенные ниже варианты:

1. все слова новостной публикации (за исключением высокочастотных слов, которые были удалены в процессе предобработки);
2. все имена существительные включая именные сущности и все глаголы в новостной публикации;
3. все имена существительные включая именные сущности в новостной публикации.
4. все именные сущности в новостной публикации.

b) Векторное представление новостной публикации: doc2vec

Модель дистрибутивной семантики, которая сопоставляет каждому документу сжатый вектор, называемая *doc2vec* [4], служит для получения векторного представления каждого отдельного документа.

c) Векторное представление новостной публикации: word2vec

Модель дистрибутивной семантики, называемая *word2vec* [3], служит для получения сжатого векторного представления слов публикации. Одним из вариантов векторного представления публикации на основе векторного представления слов может являться сложение векторов слов публикации, то есть векторное представление текста есть средневзвешенная сумма векторов слов публикации. В качестве слов могут рассматриваться следующие варианты:

1. все слова новостной публикации (за исключением высокочастотных слов, которые были удалены в процессе предобработки);
2. все имена существительные включая именные сущности и все глаголы в новостной публикации;
3. все имена существительные включая именные сущности в новостной публикации.
4. все именные сущности в новостной публикации.

Для выработки оптимального подхода рассматривались все вышеуказанные варианты представления публикаций, и они применялись как к текстам, так и к заголовкам с целью выявления того представления, которое покажет лучшие результаты по выбранному критерию.

Второй этап: мера семантического сходства текстовой информации

На данном этапе были изучены различные меры сходства (функции дистанции) текстовой информации, которые могут быть применены к выбранному представлению текстовой информации для определения смысловой близости.

a) Мера Жаккара – мера близости

Рассматривалась широко используемая мера близости Жаккара. Мера Жаккара есть отношение мощности пересечения двух множеств к мощности их объединения:

$$J_1(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (1)$$

Эта мера может применяться при выборе представления текстовой информации как множество слов. Данная мера присваивает значения от нуля до единицы, где единица свидетельствует о полной идентичности двух множеств.

b) Функция расстояния на основе Word Mover's Distance

Функция расстояния Word Mover's Distance, которая на основании векторного представления слов, полученных с помощью моделей дистрибутивной семантики, определяет значение дистанции между текстами находя решение транспортной задачи (2).

$$\sum_{i,j=1}^{n} T_{ij} c(i,j) \to \min_{T \geq 0} \quad (2)$$

оптимизация по неотрицательным T_{ij} при следующих ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} T_{ij} = d_i, \quad \sum_{i=1}^{n} T_{ij} = d'_j$$

$$d_i \geq 0,\ d'_j \geq 0 \sum_i d_i = 1\,,\ \sum_j d'_j = 1$$

где *c(i,j)* – евклидово расстояние между векторами слов *i* и *j*. В данной задаче происходит поиск минимума возможного взаимного сопоставления векторов слов с определенными весами в зависимости от степени употребляемости слов в документах. В качестве значения дистанции берется полученный минимум, который находится в интервале от нуля и неограничен сверху (в случае если некоторые слова текста не находятся в словаре используемой модели дистрибутивной семантики, то возвращается значение бесконечность).

На основе функции дистанции WMD была построена мера близости (3).

$$W(A\,, \mathrm{B}) = \ \max\left(0,\ 1 - \frac{d_w(A,B)}{median\ d_w(.,.)}\right) \quad (3)$$

где $d_w(A,B)$ – функция расстояния WMD. Данная формула обеспечивает нахождение значений близости в интервале от нуля до единицы, где единица говорит о полной идентичности. Значения дистанции между текстами, превышающие значение медианы, обращены в нуль так, как скорее всего они не несут полезную информацию, а являются шумом и их следует устранить.

c) Евклидово и косинусное расстояния

При представлении публикаций как средневзвешенной суммы векторов слов, так и векторов документов полностью можно рассматривать евклидово или косинусное расстояния для количественной оценки близости публикаций. Был рассмотрен следующий вариант меры близости двух публикаций:

$$W(A\,, \mathrm{B}) = \ \max\left(0,\ 1 - \frac{d_{eucl\ or\ cos}(A,B)}{median\ d_w(.,.)}\right) \quad (4)$$

где $d_w(A,B)$ – евклидово или косинусное функция расстояния. Данная формула обеспечивает нахождение значений в интервале от нуля до единицы, где единица говорит о полной близости текстовой информации. Значения расстояния, превышающие значение медианы, обращаются в нуль так, как скорее всего они несущественны и являются только шумом.

d) Разработанная функция расстояния

Была разработана функция расстояния (5), которая позволяет объединять публикации по смысловому содержанию.

$$D(i,\ j) = 1 - \frac{\sqrt{S_1(\text{Заголовок}_i\ , \text{Заголовок}_j) + S_2(\text{Текст}_i\ , \text{Текст}_j)}}{\sqrt{2}} \qquad (5)$$

Значения данной функции находятся в интервале от нуля до единицы. Данная функция включает в себя две компоненты – это меры близости. Первая применяется к заголовкам публикаций, вторая же применяется к текстам публикаций. Компоненты – меры близости присваивают значения в интервале от нуля до единицы. В качестве компонент рассматривались вышеуказанные меры близости.

Третий этап: кластеризация

На третьем этапе производилась кластеризация публикаций на основе рассчитанной матрицы расстояний. В качестве алгоритма кластеризации использовался алгоритм *Affinity Propagation*. Алгоритм *Affinity Propagation* имеет ряд преимуществ на практике. Во-первых, данный алгоритм самостоятельно определяет количество кластеров; во-вторых, без настройки параметров (то есть используя параметры по умолчанию) он при применении показал результаты близкие к тем, которые достигаются при подборе параметров. Например, для сравнения для успешного применения алгоритма *DBSCAN* требуется производить настройку его параметров, в противном случае результаты оказываются неудовлетворительными. Осуществление подбора параметров возможно при наличии размеченного корпуса, что на практике нереализуемо. У алгоритма *K-means* один их входных параметров - количество кластеров, что неизвестно на практике априорно. Поэтому на практике при применении *K-means* анализируется работа алгоритма при разных k и определяется экспертно оптимальный k, что может оказаться времяемким процессом.

В случае наличия размеченного корпуса, можно количественно оценить качество кластеризации, используя общеизвестные метрики, сравнив результаты кластеризации с тем, как эксперты сгруппировали публикаций согласно информационным поводам.

3. Экспериментальные условия

Экспериментальный корпус

Экспертами был подготовлен корпус, состоящий в основном из новостей четырех разделов (политика (250), спорт (110), финансы (200), происшествия (250) и прочее) в количестве 822 новостей. Он содержит новости из различных популярных российских и казахстанских СМИ. Данные новости образуют группы согласно информационным поводам, то есть, например, по рассматриваемому информационному поводу экспертом были найдены новости из различных СМИ в интернете, причем новости характеризовались различными стилями изложения, различным словарем слов. Все информационные поводы условно были отнесены к

трем типам: уникальные, статические и динамические. Информационный повод был отнесен к уникальному типу, если количество новостей о нем в корпусе было менее трех. Информационный повод был отнесен к статическому, если он состоял из трех новостей и более. Информационный повод был отнесен к динамическому, если он относился к статическому и при этом существовал другой по крайней мере один статический информационный повод, с которым он был тесно связан. То есть к динамическому относится, например, распространение какого события во времени, которое разрастается подробностями или деталями, позволяет образовать несколько кластеров статического типа и составляющих в совокупности кластер динамического типа. Количество информационных поводов составило 161, из них уникальных 67. Статические информационные поводы были различной мощности, в количестве от 3 и более 20.

Процесс предобработки

Для получения множества слов публикации первоначально применяется процесс предобработки текстовой информации. Данный процесс включал в себя токенезацию, лемматизацию, присвоение меток с частью речи (part of speech tags) (морфологический анализ), удаления пунктуации и высокочастотных слов не несущих смысл (stopwords) и служащих в предложении только функциональным целям.

Корпус токенезировался с помощью процедур в библиотеке *nltk pyhton*. Далее удалялась пунктуация, stopwords, взятые с библиотеки *nltk* для русского языка. Затем слова лемматизировались и им присваивались метки части речи с помощью библиотеки *pymorphy2* в *python*. Именные сущности выделялись с помощью библиотеки deeppavlov также в *python*.

Предобученная модель дистрибутивной семантики

Для получения векторного представления слов использовалась предобученная модель *word2vec* с сайта *rusvectores.org*. Она была обучена на национальном корпусе русского языка и Википедии на конец 2017 года алгоритмом *continuous skipgram*. Размерность вектора слова составляла 300. При расчете средневзвешенных векторов рассматривались только те слова, которые были в словаре модели, в случае отсутствия данные слова исключались из рассмотрения.

Для получения векторного представления документов проводилось обучение модели *doc2vec* алгоритмом *PV-DM* с размерностью вектора равной 300 на размеченном корпусе.

Вычислительные мощности

Tesla, 40 ядер, Intel Core, частота 2.7 GHz, ОЗУ – 8 Гб.

4. Результаты по применению подходов

Критерий

Результаты кластеризации оценивались по четырем распространенным метрикам: *V-measure* [8], *Adjusted mutual information* [9], *Adjusted Rand* [10] *и Fowlkes-Mallows* [11].

Результаты

Экспериментальным путем комбинируя выбор различных компонент, то есть как представлений, так и мер близости, следующая функция расстояния показала наилучшие результаты согласно размеченному корпусу по всем четырем метрикам:

$$D(i,\ j) = 1 - \frac{\sqrt{J\left(\text{Заголовки}_i\ ,\text{Заголовки}_j\right) + W\left(\text{Текст}_i\ ,\text{Текст}_j\right)}}{\sqrt{2}} \qquad (6)$$

Данная функция расстояния состоит из двух компонент. Первая - мера Жаккара между заголовками. Вторая компонента - это или мера близости, основанная на *word mover's distance* или евклидово расстояние между средневзвешенными векторами – представлениями текстов. Обе дают схожие результаты. Как в случае заголовков, так и в случае текстов оптимальным представлением оказалось использование всех слов. Близкие к оптимальным (как и оптимальные) результаты кластеризации приведены в таблице 1. Во всех других случаях результаты были хуже. Например, исключение заголовков и использование только текстов с *word mover's distance* снижает показатели *Adjusted Rand u Fowlkes-Mallows* на цифру около 10 процентов.

Таблица 1. Результаты применения алгоритма TSNE к матрице расстояний, рассчитанной по формуле 2

Функция расстояния	WMD (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + WMD (тексты)	Word's Average (заголовки) + Word's Average (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + Word's Average (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + Мера Жаккара (тексты)
Представление заголовков	Не применимо	Множество всех слов	Векторное Все слова	Множество всех слов	Множество всех слов
Представление текстов	Множество всех слов, которые встречаются в обученной модели	Множество всех слов, которые встречаются в обученной модели	Векторное Все слова	Векторное Все слова	Множество всех имен существи-тельных
Число кластеров	100	88	86	86	108
V-measure	89.43%	91.79%	88.77%	91.67%	91.83%
Adjusted mutual information	73.67%	77.57%	70.74%	76.96%	80.12%
Adjusted_rand	60.86%	70.83%	58.06%	70.83%	67.59%

Функция расстояния	WMD (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + WMD (тексты)	Word's Average (заголовки) + Word's Average (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + Word's Average (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + Мера Жаккара (тексты)
Fowlkes-Mallows	61.29%	71.29%	59.09%	71.39%	68.01%

При заданном размеченном корпусе можно дополнительно варьировать значения параметров алгоритма для поиска их оптимальных значений. Так значения критериев улучшаются на процент по двум метрикам при подборе параметров. Результат приведен в следующей таблице.

Таблица 2. Результаты применения алгоритма TSNE к матрице расстояний, рассчитанной по формуле 2

Алгоритм Affinity Propagation	Мера Жаккара (заголовки) + WMD (тексты)	Мера Жаккара (заголовки) + WMD (тексты)
Параметры	по умолчанию	подбор оптимальных: preference = -1.6; остальные по умолчанию
Число кластеров	88	84
V-measure	91.79%	91.80%
Adjusted mutual information	77.57%	77.09%
Adjusted_rand	70.83%	71.76%
Fowlkes-Mallows	71.29%	72.34%

Визуально проанализировать полученную матрицу расстояний по разработанной функции дистанции можно применив алгоритм t-SNE (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding) [12], который на основе матрицы расстояний отражает близкие публикации друг к другу. Следующее изображение получено по результатам его применения.

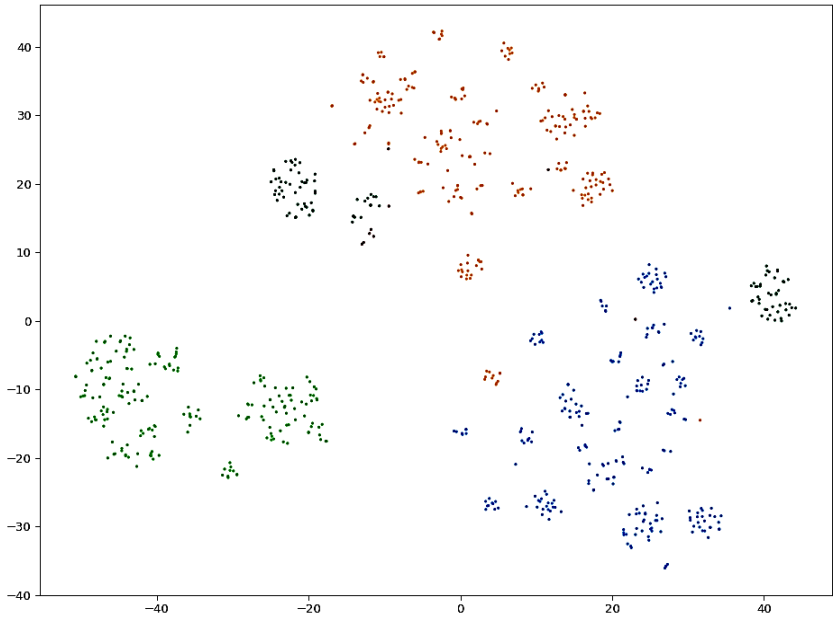


Рис.1 результаты применения алгоритма TSNE к матрице расстояний, рассчитанной по формуле 2

Здесь светло-зеленым цветом отмечены новости раздела финансы, темно-зеленым – спорт (футбол), синие – происшествия, оранжевые – политика, темно-коричневые - уникальные новости - новости спорта (кроме футбола) и новости культуры и военного дела. Можно отметить, что результаты разделения по информационным поводам хорошие. Причина значения критериев кластеризации около 70 процентов в том, что подход успешно группируя статические и динамические кластера, в то же время внутри динамических кластеров смешивает элементы статических кластеров друг с другом, при этом динамические кластера образуют один сгусток и не смешиваются с другими динамическими кластерами.

5. Заключение

По результатам аппробации различных подходов к размеченному корпусу был выбран подход, показавший наилучшие результаты. Ключевое новшество данного подхода - разработанная функция расстояния по определению семантической близости текстовой информации. Функция расстояния состоит их двух компонент: первая - мера близости Жаккара в отношении заголовков, которые представляются как множество слов, вторая – определяет близость текстов. Вторая компонента может быть в двух вариантах, оба показали близкие результаты. Первый и второй варианты используют сжатые вектора (основанные на моделях дистрибутивной семантики) всех слов, при этом в первом варианте используется функция расстояния WMD, а в втором варианте сжатые вектора складываются для получения средневзвешенных векторов и между ними рассчитывается евклидово расстояние.

Как было представлено в статье разработанный подход по группировке новостных публикаций по информационным поводам успешно применен к

размеченному экспертами корпусу новостных публикаций. В дальнейшем предполагается исследовать вопрос о применимости предложенного подхода к корпусу “больших данных’ как в отношении общей работоспособности подхода, так и в пригодности в вычислительном плане. Дополнительно также можно исследовать разработанный подход в плане большей оптимальности рассмотрев более совершенные или модифицированные алгоритмы кластеризации, другие меры близости, разработать другие функции расстояния для поиска оптимальной комбинации с целью улучшения результатов по выбранным критериям, рассмотреть алгоритмы по определению уникальных публикаций.

Литература

1. Metzler D., S. Dumais, Meek C. Similarity Measures for Short Segments of Text // https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71496-5_5. – 2017. – p. 12.
2. Deerwester S., Dumais S., Harshman R. Indexing by Latent Semantic Analysis // http://lsa.colorado.edu/papers/JASIS.lsi.90.pdf. – 1990. – p. 34.
3. Mikolov T., Chen K., Corrado G. Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space // https://arxiv.org/abs/1301.3781. – 2013. – p. 12.
4. Mikolov T., Le Q. Distributed representations of sentences and documents // https://arxiv.org/abs/1405.4053. – 2014. – p. 9.
5. Kiros R. Skip-Thought // https://arxiv.org/abs/1506.06726 – 2015. – p. 11.
6. Kusner M., Sun J., Kolkin N, Weinberger K., From word embeddings to document distances // Proceeding of the 32nd International Conference on International Conference on Machine Learning - Volume 37. - Lille. France. – 2015. - pages 957-966.
7. Кондратьев М. Анализ методов кластеризации новостного потока // – СПбГУ. – 2004. – p. 7.
8. Rosenberg A., Hirschberg J. V-Measure: A conditional entropy-based external cluster evaluation measure // Proceedings of the 2007 Joint Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and Computational Natural Language Learning (EMNLP-CoNLL) . - Prague. Czech Republic. – 2007. - pages 410-420.
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Adjusted_mutual_information
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Rand_index
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Fowlkes–Mallows_index
12. *https://en.wikipedia.org/wiki/T-distributed_stochastic_neighbor_embedding*

АНАЛИЗ НАУЧНОЙ СТАТЬИ «ОНТОЛОГИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОХОДА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кубеков Б.С., Магаметова А.К.
e-mail: aykhanmagametova@gmail.com
Университет «Туран»

Аннотация. *В статье сделана попытка выявить место деонтологической составляющей в системе ключевых компетенций. Определяется, что онтологический подход применим исключительно для обучения в сфере информационных технологий и инженерии знаний.*

В своей статье, Артемов рассматривает вопросы онтологического подхода и его применение, при образовании обучающихся. Согласно Артемову, жизнь каждого человека начинается с воспитания и обучения, осознания и восприятия информации, приобретение знаний, навыков, ценностных установок и компетенции. Современное общество характеризуется возрастающей ролью новейших технологий. По его словам, одним из таких направлений стало появление онтологических технологий и их использование в образовании. Онтология является инструментом системного анализа предметной области, обеспечивая целостное представление совокупности понятий, характеризующих предметную область, и их связей.

В качестве новизны, автор выделяет анализ предметной области, как особый вид научной деятельности, в результате которой возникает объективное знание. Такое знание предметной области, понимание сути происходящих в ней процессов, законов, правил и ограничений, управляющих её развитием, — необходимое условие успешного решения задач, стоящих перед обществом. Системный подход заключается в рассмотрении предметной области с позиций закономерностей, присущих ей как системному целому, и изучения взаимодействия ее составляющих частей.

Автор сделал детальный анализ историографии данной проблемы, рассматривая работы, таких ученых как, как немец О. Шпенглер, американцы Д.А. Марка, К. МакГоуэн, россияне А.Г. Асмолов, М.М. Бахтин, А.А. Леонтьев, Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич, О.А. Невзорова, Б.Е. Федунов, О.А. Невзорова и украинцы М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова.

Автор показывает нам, что онтологический принцип основан на представлении любой физической или мыслимой сущности в виде многоуровневой структуры, все объекты, процессы и явления внутри которой можно рассматривать как множество более мелких подмножеств объектов, признаков, связей деталей и, наоборот, любые объекты этих подмножеств можно и нужно рассматривать, как элементы более высоких обобщающих классов.

В качестве примера, автор рассматривает методологию SMEE (Structured Methodology for Elicitation of Expertise). Впервые выделение компонентов, как отдельных процессов. Современным научным сообществом предпринимались многократные попытки унифицировать и даже стандартизовать методологию построения онтологий. Наиболее успешной считается разработка стандарта онтологического исследования IDEF5 (Integrated DEFintion). IDEF5 — представитель семейства государственных стандартов США IDEFx. IDEF5 выделяет необходимые, случайные, определяющие и не определяющие отношения между компонентами.

Далее, автор конкретизируется на ранее выведенной тенденции к построению иерархии компетенций, в следующем порядке:

- ключевые компетенции, которые относятся к общему содержанию образования;
- общепредметные компетенции, которые относятся к определенному кругу взаимосвязанных учебных предметов и образовательных курсов;
- предметные компетенции, которые относятся к конкретным учебным предметам.

Такое представление достаточно полно отражает специфику образовательной сферы. Однако, автор хочет отметить, в связи с нашим представлением, системно-онтологический анализ требует модификации. Технологически представляется удобным в онтологии верхнего уровня объединить ключевые и обще предметные компетенции, а предметные компетенции ввиду их множественности отображать в форме библиотеки онтологий.

При этом, как уточняет автор, следует разделять универсальный и образовательный подход к определению предметной области. Универсальный подход дает широкое определение: под предметом здесь подразумевается область человеческой деятельности. Образовательный подход под предметом подразумевает учебный предмет в конкретном узком плане.

Далее автор, ставит в факт, что в Болонской декларации (1999) вообще отсутствуют упоминания о социальной направленности и этике, и только в Пражском Коммюнике (2001) в определенной мере была отражена социальная сторона Болонского процесса. В тексте признается, что интегральный характер компетенций предполагает наличие в их структуре не только когнитивного, но и социально-личностного компонента.

Потому в настоящее время ведущие специалисты в области компетентностного подхода в обучении таким образом формулируют ключевые компетенции:

- ценностно-смысловые (ценностные ориентиры, механизмы самоопределения в различных жизненных ситуациях);
- учебно-познавательные (способность к целеполаганию, планированию, рефлексии, самооценке, логическому мышлению, анализу);
- социокультурные (познание в области национальной и общечеловеческой культуры; духовно-нравственные основы жизнедеятельности, компетенции в бытовой и культурно-досуговой сфере);
- коммуникативные (знание языков, способов взаимодействия с окружающими; навыки работы в коллективе);
- информационные (владение современными информационными технологиями);
- здоровье сберегающие (способность к физическому и духовному саморазвитию, эмоциональной саморегуляции; владение способами безопасной жизнедеятельности).

Вывод: Автор показал статью, в достаточно обобщенном виде в качестве формулировок к профессиональным компетенциям, что не позволяет раскрыть полностью вопрос онтологического подхода, поэтому возникает необходимость в формализации и конкретизации таких требований. Тем не менее именно эти положения были положены в основу разработки онтологии в сфере

информационных технологий. В высшем образовании в настоящее время онтологический подход в основном реализуется по отношению к цифровым ресурсам. Это вовсе не означает, что такой подход применим исключительно для обучения в сфере информационных технологий и инженерии знаний — эта сфера оказалась более готовой к формализации онтологического подхода.

Литература

1. Асмолов А.Г. Культурно-историческая психология и конструирование миров. — М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МОДЭК», 1996. — 768 с.
2. Бахтин М.М. Эстетика словесного творчества. — М., 1979. — 457 с.
3. Добров Б.В., Лукашевич Н.В., Невзорова О.А. и др. Методы и средства автоматизированного проектирования прикладной онтологии // Изв. РАН. Теория и системы управления. — М., 2004. — № 2. — С. 58—68.
4. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — К.: Наук. думка, 2005. — 744 с.
5. Леонтьев А.А. Сознание и образ мира // Психология субъективной семантики в фундаментальных и прикладных исследованиях: материалы научн. конф. / под ред. Д.А. Леонтьева. — М.: Смысл, 2000. — С. 5—8.
6. Марка Д.А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. — М.: МетаТехнология, 1993. — 239 с.
7. Невзорова О.А. Онтолингвистические системы: методологические основы построения // Научная сессия МИФИ-2007. Сборник научных трудов. Том 3. Интеллектуальные системы и технологии. — М., 2007. — С. 84—85.
8. Палагін О., Кургаєв О. Міждисциплінарні наукові дослідження: оптимізація системно-інформаційної підтримки // Вісник НАН України. — 2009. — № 3. — С. 14—25.
9. Шпенглер О. Закат Европы. Очерки морфологии мировой истории. / Перевод с немецкого и примечания Маханькова И.И. — М.: Мысль, 1998.

Information integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF5 Method Report, Knowledge Based Systems, Inc. University Drive East, College Station, Texas 1994. / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — idef.com›pdf/Idef5.pdf — 25.11.2014

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ SMART-СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА

Кубеков Б.С., Науменко В.В., Утегенова А.У.
e-mail: Naumenko.v5@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Университет Туран

***Аннотация**: Всемирная инициатива CDIO получила широкое распространение в образовательных программах в области техники и технологий и имеет такие цели инженерного образования, при которых студенты могут продемонстрировать:*

1. *глубокие практические знания технических основ профессии;*
2. *мастерство в создании и эксплуатации новых продуктов и систем;*
3. *понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества.*

Принципиальный вопрос инициативы CDIO заключается в предоставлении студентам обучения, в основе которого лежит освоение инженерной деятельности, связанной с разработкой реальных систем, процессов и продуктов, в соответствии с моделью:

- Conceive -Задумка,
- Design - Проектирование,
- Implement - Реализация,
- Operate - Управление и Сопровождение.

В процессе обучения студенты должны получить начальный опыт ведения проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности.

В современных условиях, для получения системного образования студент должен пройти весь цикл подготовки – от получения базового инвариантного естественнонаучного, математического, общеинженерного образования, до уровня узкой профилизации. Пусть при этом в будущем изменятся информационные технологии, или парадигмы проектирования и программирования программных продуктов и систем, но выпускник, при этом, обладая широким диапазоном знаний, эрудицией, умением поиска нужной информации и решений сможет легко перестроиться на новые технологические условия. Инициатива CDIO и создает ряд ресурсов, которые могут быть адаптированы и реализованы отдельными образовательными программами для вышеуказанных целей.

Данная международная инициатива может быть использована в онлайн обучении. Дистанционные курсы, как возможность получения дополнительного или основного образования существовали и раньше, однако появление такой информационно-коммуникативной среды как Интернет открыло у этого вида образовательной деятельности второе дыхание. On-line обучение становится все более популярным способом получения знаний.

Дистанционное обучение, построенное на принципах и стандартах CDIO, является прекрасной возможностью не только углубить свои знания, но и получить начальные навыки проектно-ориентированной технологии разработки программных продуктов, в соответствии с реальными требованиями ИТ-индустрии и рынка труда. Дистанционное образование с использованием проектного подхода станет прекрасной возможностью открыть для себя новые горизонты в познании окружающего мира и получении нужного объема знаний.

Проектный подход, реализуемый всемирной инициативой CDIO, включает двенадцать стандартов образовательных программ CDIO, которые определяют отличительные черты данных программ и выступают своего рода путеводителем в

проведении образовательных реформ и осуществлении оценки их эффективности. По данным стандартам становится ясно, какие цели и задачи должен поставить себе вуз для достижения общественно-профессионального признания в мире, и которые необходимы в проведении образовательных реформ и осуществлении оценки их эффективности.

Отметим одну особенность проектно-ориентированной технологии обучения в университете, касаемой выбора проекта, так как именно проектный подход определяет квалификационные уровни и ключевые компетенции выпускника.

Таким образом, в основу планирования знаниевых трендов дисциплин рабочего учебного плана образовательной программы и сценариев обучения, принят проектный подход, позволяющий регламентировать как этапы обучения, так и процессы формирования знаниевого контента дисциплин обучения, примерно также, как это происходит в соответствии с этапами анализа, проектирования, реализации и сопровождения при разработке программных и информационных систем.

На рисунке 1, представлена диаграмма вариантов использования, отражающая модульную архитектуру smart- среды, где по каждому из модулей определен сценарий выполнения потоков событий, связанных с выполнением соответствующих функций эксперта.

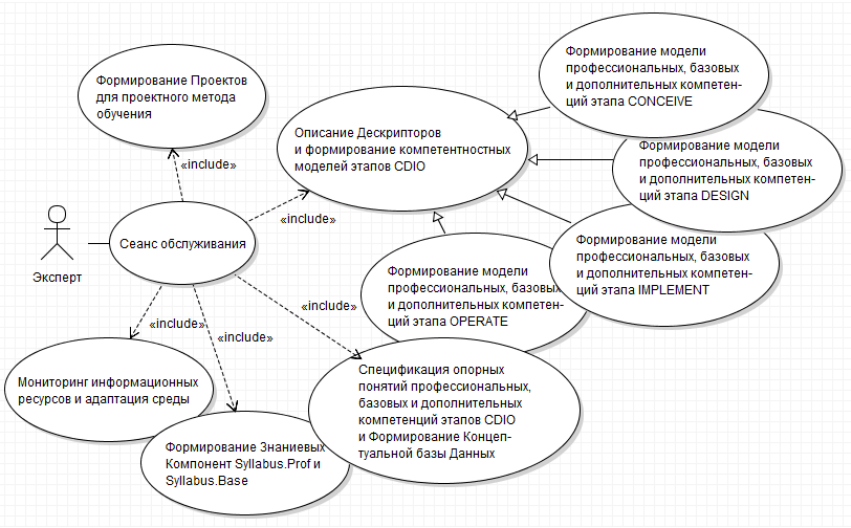


Рисунок. 1 – Диаграмма варианта использования интерактивной образовательной smart-среды

Проектный подход и этапы всемирной инициативы CDIO следует рассматривать как контекст образовательной среды, который будет способствовать проектированию знаний и приобретению знаний, умений и практических навыков профессиональной инженерной деятельности обучающегося. В рамках образовательной среды должно происходить формирование комплексного подхода по определению образовательных потребностей студента и последовательности учебных мероприятий, направленных на их удовлетворение.

Таким образом, интерактивная образовательная smart-среда, определенная рамками этапов Conceive, Design, Implement и Operate инициативы CDIO, должна способствовать приобретению обучающимися знаний, практических навыков и умений, или, другими словами, профессиональных компетенций в своей будущей инженерной деятельности.

Так как формирование компетенций будущих ИТ-специалистов в вузе должно строиться на основе актуальных и востребованных технологий, поэтому для решения данной задачи большое значение должно отводиться применению современных педагогических и информационных технологий, на базе инновационной методики представления и организации знаний, с целью:

- усиления когнитивной способности студентов;
- успешного усвоения необходимых знаний для решения практических учебно-производственных задач, через призму этапов CDIO;
- усвоения обучающимися проектного опыта и активного применения полученных знаний в проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности.

Чтобы гарантировать достижение поставленных целей необходимо рассматривать инициативу CDIO как технологический процесс, в котором технология определения образовательных потребностей учитывала бы требуемый уровень компетенций при выполнении практических учебно-производственных задач, и имела возможность конструирования знаниевых компонент для использования их при проектировании рабочих программ дисциплин учебного плана и образовательных программ специальности.

Что касается самой концепции smart среды в режиме On-line, на рисунке 2 графически представлены основные укрупненные компоненты-участники информационного образовательного пространства. Целевой функцией системы дистанционного обучения, является получение от учащегося запроса по конкретной тематике, относящейся к области образования (1), последующая обработка данного запроса (2), отсылка отформатированного запроса к информационным источникам - локальным базам данных, ресурсы Internet (3), выбор наиболее подходящего результата (4) и конечная выдача ответа пользователю (5).

Рисунок 2 - Организация взаимодействия участников процесса дистанционного образования

В настоящее время имеется множество порталов, реализующих концепцию доступного дистанционного онлайн обучения. Одними из наиболее известных, являются порталы «Courcera», «Интуит», «Codecademy» «City Business School» «Синергия» и множество других. Основываясь на опыте даже этих порталов, мы можем выделить удачные и неудачные концепты реализации подобной идеи. Также следует отметить, что подобные порталы чаще ориентированы на IT направления, так как новейшие технологии зарождаются и применяются впервые именно в этой области.

Рассмотрим более подробно концепцию онлайн обучения. Существует несколько концептов-подмножеств относящихся к теме дистанционного обучения. Между тем, хотя они и являются подмножествами друг друга, однако имеют четкую границу между собой. Диаграмма, образно показывающая подмножества, входящие в дистанционное обучение отображены на рисунке 3.

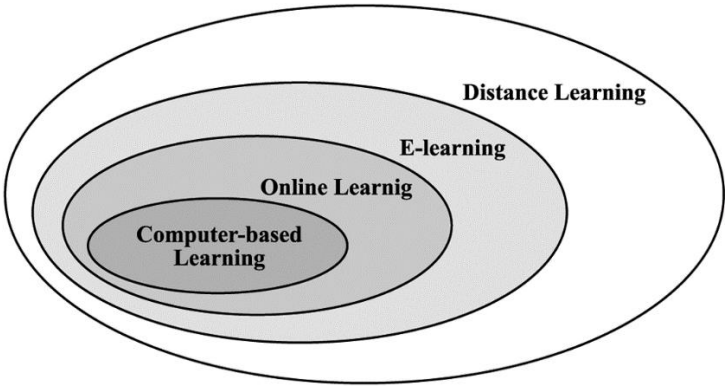


Рисунок 3 – Подмножества дистанционного обучения

Подробнее рассмотрим эти подмножества, входящие в современное понятие дистанционного обучения. Все концепты взаимосвязаны и дополняют друг друга, что и будет продемонстрировано далее.

1) Computer Based Learning – обучение с использованием компьютера. В данный сегмент входят обучающие компьютерные программы, уроки информатики в школе и вузах, а также любое обучение в котором в первую очередь используется персональный компьютер, или иное вычислительно устройство необходимой функциональности, будь то смартфон, ноутбук, или планшет.

2) Online Learning – расширяет предыдущее понятие, перенося его на плоскость сети интернет, где множество устройств взаимодействуют друг с другом. Говоря о данном подмножестве стоит упомянуть, что если в понятии обучения с помощью компьютера мы не вкладывали веб технологии и каждая программа была независима и автономна, то онлайн обучение хотя и обладает недостатком в том, что как правило недоступно в отсутствии интернета, все-таки существенно расширяет возможности обучения с использованием компьютера.

3) E-learning – электронное обучение сочетает в себе преимущества онлайн обучения и обучения с использованием компьютера в том плане, что имеется как онлайн, так и офлайн составляющая компонента обучения. В данном контексте мы

уже приближаемся к более современному понятию дистанционного образования, хотя и существуют ограничения. Так в частности электронное обучение может не предусматривать взаимодействие преподавателя со студентом и обеспечивать лишь консумацию студентом учебного материала.

4) Distance Learning – дистанционное обучение. Тут мы подходим к современному понятию дистанционного обучения в том виде, в котором мы его понимаем сейчас. Здесь сочетаются все методологии, используемые входящими подмножествами, в частности присутствует как онлайн, так и оффлайн составляющая. Система включает в себя взаимодействие преподавателя и студента, используются технологии передачи информации посредством интернета, что позволяет практически не учитывать фактор расстояния.

Если смотреть на соотношение составляющих не просто как подмножества друг друга, то диаграмма слегка изменяется и принимает следующий вид, как на рисунке 4.

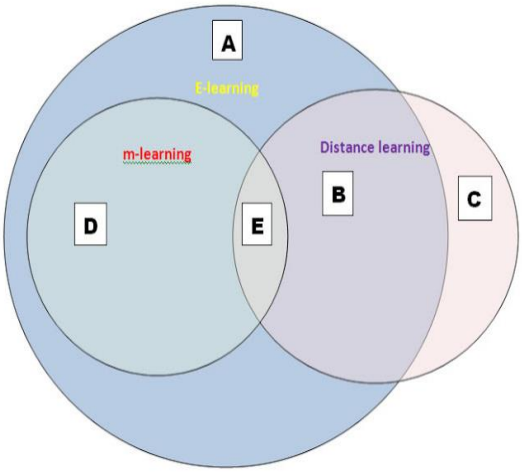


Рисунок 4 – Соотношение типов обучения, которое сочетает в себе дистанционное

Для того, чтобы полностью осознать концепцию дистанционного обучения, следует расшифровать обозначения и привести небольшие примеры пояснения.

A - Электронное обучение может быть не на расстоянии, и не мобильным (обучение на компьютерах в классе).

B - Дистанционное обучение почти полностью электронное.

C - Дистанционное обучение может быть не электронным (Печатный материал высылаемой по почте).

D - Мобильное обучение полностью электронное.

D - Мобильное обучения может быть не на расстоянии (использование мобильных устройств в классе).

E - Мобильное обучение может быть на расстоянии (онлайн и оффлайн).

Конструктивной задачей интерактивной образовательной smart-среды, является обеспечение формирования знаниевых компонент независимо от выбранного типа обучения и его подмножества. С использованием международной

инициативы CDIO и проектного подхода в дистанционном образовании можно получить весьма высокие результаты и показатели усвоения знаний обучающимися, а их профессиональные компетенции вывести на более высокий уровень.

Литература

1. Байденко, В. И. Болонский процесс: Результаты обучения и компетентностный подход. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. – 536 с.

2. Кроули Е.Ф., Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования, Доклад CDIO №1 изд. МИТ, 2001. [Электронный ресурс]. http://www.cdio.org

3. Чучалин, А.И., Епихин, А.В., Муратова, Е.А. Планирование оценки результатов обучения при проектировании образовательных программ. // Высшее образование в России. – 2013. – №1. – с. 13-20.

4. Kubekov B., Utepbergenov I. The use of multiparadigm approach to knowledge modeling.- // 7th International Conference on Education and New Learning Technologies".- Barcelona (Spain), 6th-8th of July 2015.- pp.136-141.

5. Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. (2015). Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content //9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT2015.- Rostov-on-Don, 14-16 October.- pp.294-306.

6. Bulat Kubekov, Anar Utegenova, Vitaliy Naumenko. Applying of ontological engineering to represent knowledge and training sessions. 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies -AICT2016, Baku (Azerbaijan), 12-14 October 2016, pp.115-118.

7. Kubekov B. Educational components formation technology for the planned

8. CDIO SYLLABUS education. 9th annual International Conference of Education, Research and Innovation - ICERI2016, Seville (Spain), 14-16 November 2016, pp.6139-6145.

9. Kubekov B., Beyer, Ditmar, Utegenova A., Zhaksybaeva N. Innovative paradigm of education of knowledge - competency form based on ontology. Journal of theoretical and applied information technology 15th November 2017, Vol.95. №21, 2005-ongoing JATIT@LLS (E-ISSN 1817-3195 / ISSN 1992-8645). pp. 5859-5868.

10. Waldemar Wojcik, Bulat Kubekov, Vitaliy Naumenko, Sergazy Narynov, Shara Toibayeva, Anar Utegenova. Project-competency based approach and the ontological model of knowledge representation of the planned learning. - INTL Journal of electronics and telecommunications, vol.65, №1, pp. 75-80. 2018. doi:10.2478

11. Kubekov B., Bobrov L.K., Savelyeva E.A., Utegenova A., Naumenko V., Project-competent paradigm of Knowledge representation of the Three-level engineering education System,10-я Международная научно-практическая конференция по программной инженерии и компьютерным системам, секция «Ontology Models and Semantic Web», MICSECS 2018.

12. Кубеков Б.С. Организация и представление знаний планируемого обучения на основе онтологии. Монография. Подписано в печать 20.06.2019. Заказ №62114. с.333. Отпечатано в ИИВТ МОН РК. Алматы, ул. Пушкина, 125

ПСИХОЛОГИЯ ЮЗАБИЛИТИ И ОТЛИЧИЕ ОТ USER EXPERIENCE

Кубеков Б.С., Резцов Н.
e-mail: rezcovk@mail.ru
Университет «Туран»

***Аннотация**: Данная статья описывает особенности психологического восприятия интерфейсов пользователями. Были рассмотрены приемы, рекомендации и способы улучшение взаимодействия и опыта пользователя в приложениях и сайтах.*

Статья создана, чтобы помочь людям не знакомым с тонкостями дизайна и людям новым в этой области понять разницу между юзабилити и UX (USER EXPERIENCE).

***Ключевые слова**: user experience, user interface, юзабилити, восприятие, внимание.*

Восприятие

Восприятие человека целостно и неразделимо. В основном оно ограничено физиологическими характеристиками, однако психологи в качестве отдельного ограничивающего фактора выделяют также особенности внимания. Человек просто не может одновременно иметь дело с несколькими объектами внимания, сохраняя при этом заданный уровень эффективности. Это значит, что человеческое внимание ограничено, поэтому создателям интерфейсов необходимо руководствоваться некоторыми основными правилами психологии восприятия информации.

Для начала посмотрим на общие стандартные принципы проектирования интерфейса. Немаловажным фактором в разработке веб-дизайна является учет исследований психологии восприятия информации. Частично это осуществляется с помощью методов Usability (юзабилити) и User Experience, или UX (пользовательский опыт).

Нам понадобится выявить наиболее характерные черты UX и их содержательную составляющую. Но сперва необходимо разделить понятия Usability и User Experience и соотнести полученную информацию с данными о психологии восприятия.

Со стремительным проникновением RIA (Rich Internet applications) технологий в ежедневную жизнь людей, всего за несколько последних лет наметился кардинальный рост популярности индустрии юзабилити и user experience.

Широкое распространение программного обеспечения (в основном веб приложений) ввело оба понятия в ежедневный обиход. Но все же их часто путают или считают синонимами.

Юзабилити

Юзабилити относиться к простоте, с которой пользователи могут достигнуть своих целей, используя какой-либо инструмент. Придя к нам из области human factors, юзабилити включает в себя много важных идей из психологии и статистики.

Юзабилити фундаментально “качественный показатель”, но использует много количественных данных, необходимых для определения слабых зон, которые нужно улучшить. Наука юзабилити обычно фокусируется на проведении экстенсивного тестирования на большом количестве пользователей, чтобы узнать, как пользователи взаимодействуют с интерфейсом и в каких местах они испытывают сложности и теряются. Часто используются методы более детального тестирования как, например, айтрекинг. Высоко “юзабильными” интерфейсами считаются интуитивные, простые и такие, каким можно легко и быстро обучится.

User experience

User experience относится к тому, как пользователи воспринимают свое взаимодействие с системой. User experience дизайн включает в себя и проектирование взаимодействия, и визуальный дизайн, и проповедует интерфейс, которым приятно пользоваться. Наука user experience, в отличие от юзабилити, чаще фокусируется на психологической составляющей взаимодействия с системой. User experience специалисты для создания своих интерфейсов используют как этнографические исследования, так и психо-графические. User experience дизайн более “качественно” ориентирован чем юзабилити. Часто user experience эксперты могут давать юзабилити экспертам свои наработки для тестирования и оценки.

Пока что самым простым примером для разъяснения разницы между юзабилити и user experience может быть сайт известного юзабилити эксперта Якоба Нильсена. Якоб посвятил всю свою жизнь изучению юзабилити и его сайт представляет собой страницу, с которой невероятно легко взаимодействовать: все легко найти, все на виду, важные и главные идеи выделены. Но, несмотря на высокий уровень юзабилити, отсутствие интересной разметки, дизайна, и даже плохая типографика делают сайт скучным и не воодушевленным. Тут я легко могу достигнуть своих целей, но вряд ли сам процесс будет веселым и приятным.

С другой стороны, посмотрим на интерфейсы, у которых уровень user experience выше, чем уровень юзабилити. Хороший user experience – это когда пользователь удовлетворен своим взаимодействием с системой, но это еще не значит, что ему легко или он вообще может достигнуть свои цели. Иногда успешными становятся интерфейсы, где взаимодействие со сложной системой приятно и даже неудачные попытки достигнуть цели, в общем, доставляют пользователю удовольствие.

Моим любимым примером такой ситуации является Apple. Их продукция очень приятна в пользовании, но с точки зрения юзабилити, некоторые вещи просто ужасны. iPhone обвиняют в том, что его интерфейс часто запутан и требует большого количества нажатий для достижения цели. Все, кто пытался использовать приложение “Maps” для поиска маршрута во время вождения могут это подтвердить.

Если вам нужно больше доказательств, попробуйте объяснить своей бабушке, как пользоваться iTunes или appstore’ом. В них практически невозможно

разобраться без усиленного изучения интерфейса, а это, так или иначе, и есть определение низкого юзабилити. Позитивная репутация Apple в создании интерфейсов объясняется повышенным вниманием к user experience. Неудачи на iPhone могут быть более приятными для пользователя, чем удачное достижение цели на Blackberry.

Наверное, проще всего объяснить в двух словах различие этих двух терминов как искусство и наука. Юзабилити стоит ближе к науке, тогда как user experience больше связан с чем-то более субъективным, близким к искусству.

Эмоциональный интерфейс

Разобравшись с тем, чем пользовательский опыт отличается от юзабилити, вернемся к психологии и обратимся к базовым принципам восприятия информации, сопровождающим создание аффективно воздействующего интерфейса.

Опираясь на результаты эксперимента Томаса Саноки и Ноя Сульмана, посвященного выявлению связей между сочетаемостью цветов и способностью людей запомнить только что увиденное можно сделать несколько полезных выводов для создания идеального сайта:

— старайтесь использовать не более трех цветов;

— создавайте контраст между фоном и воспринимаемой информацией;

— используйте гармоничные сочетания оттенков.

Все эти положения исходят из психологии восприятия цвета, насыщенности, формы, объема и т. д. Цвет влияет на подсознание человека, вызывая определенные ассоциации и эмоции.

Еще одним средством визуального представления текстовой информации является типографика. Экспериментальные исследования позволили выявить, что необходимо наполнять интерфейс привычным и понятным для глаз шрифтом, учитывать совместимость различных его видов друг с другом, а также соблюдать необходимое пространство между абзацами.

Удобный интерфейс

Для упрощения восприятия информации пользователя, то есть для обеспечения функциональной стороны интерфейса (его юзабилити, как мы помним), следует обратиться к выводам следующих психологических экспериментов.

Исходя из теории Ричарда Грегори, наше визуальное восприятие информации основывается на том, что мы делаем некие предположения об увиденном на основе предыдущего опыта, наших знаний о предмете. Таким образом, для создания рабочих интерфейсов нам поможет следующее:

— сопровождение данных подходящим дизайном;

— «говорящий» заголовок для создания ключевых ожиданий пользователя;

— сопровождение визуальной информации содержательным текстом.

Нельзя забывать и об эффекте бинокулярного соперничества [Tong, F.], из-за которого мы не способны воспринимать комбинацию различных картинок одновременно. Добавим к этому результаты исследования восприятия сути целостного образа картины в зависимости от цвета и таким образом получим следующие рекомендации:

— не перегружайте интерфейс второстепенной информацией и
— располагайте контент в правильной последовательности;
— используйте тематические, подходящие иконки для сопровождения текста;
— выделяйте важную информацию среди текста.

Таким образом, юзабилити определяет функциональную сторону взаимодействия в паре человек-технология, а исследования UX нацелены на анализ пользовательской стороны этого взаимодействия, создают установки на конкретную эмоцию у пользователя.

В осознании различий между этими двумя терминами, главное понимать, что для действительно успешных интерфейсов они оба одинаково важны.

Заключение

Из всего вышенаписанного уже понятно, что интерфейс необходим для удобного взаимодействия пользователя с приложением. Но что самое главное — это умение разработать интерфейс, в котором пользователь найдёт ключевые функции продукта за минимально необходимое для этого время.

Согласитесь, что эта задача не из лёгких, потому что и слишком сложный, и наоборот, непродуманный простой интерфейс могут здорово испортить всё впечатление от любого веб-сервиса или мобильного приложения.

В «Психбольнице» Алана Купера говорится, что излишняя экономия на UI в дальнейшем выливается в трату на техподдержку, исправление ошибок, обучение новых сотрудников. Красивая обёртка в виде современного дизайна не есть человечный интерфейс; ключом к этой человечности служит проектирование под реального пользователя.

В создании продуманного интерфейса нам помогают иследования в области психологии и эксперименты на различных группах пользователях,а также примеры и приемы приведенные в данной статье.

Список используемой литературы

1. Castelhano M. S., Mack M. L., Henderson J. M. Viewing task influences eye movement control during active scene perception //Journal of Vision. – 2009. – V. 9, 3. – P. 6-6.
2. Gregory R. L. Knowledge in perception and illusion //Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 1997. – V. 352, 1358. – P. 1121-1127.
3. Hassenzahl M., Diefenbach S., Göritz A. Needs, affect, and interactive products–Facets of user experience //Interacting with computers. – 2010. – V. 22, 5. – P. 353-362.
4. Hassenzahl M., Tractinsky N. User experience-a research agenda //Behaviour & information technology. – 2006. – V. 25, 2. – P. 91–97.
5. Larson K., Picard R. The aesthetics of reading //Appears in Human-Computer Interaction Consortium Conference, Snow Mountain Ranch, Fraser, Colorado. – 2005.
6. Saariluoma P., Jokinen J. P. P. Emotional dimensions of user experience: a user psychological analysis //International Journal of Human-Computer Interaction. – 2014. – V. 30, 4. – P. 303-320.

7. Sanocki T., Sulman N. Color harmony increases the capacity of visual short term memory //Journal of Vision. – 2009. – V. 9, 8. – P. 322-322.

ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ КЛАССИФИКАТОРА ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ ДЛЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Кучин Я.И., Якунин К.О., Мухамедиева Е.Л., Мухамедиев Р.И.
e-mail: ykuchin@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
Satbaev University, Казахстан

Аннотация. *Описана программа, обеспечивающая выполнение задачи классификации данных электрического каротажа с применением методов машинного обучения. Программа, после этапа обучения, позволяет автоматически определять состав пород вдоль ствола скважины, что необходимо для обеспечения технологического процесса добычи урана. Кратко описаны применяемые методы предобработки данных, методы формирования «плавающего окна» данных и некоторые результаты. При применении multi-layer perceptron полученные средние значения показателей precision, recall, f1-score при распознавании 7 кодов пород составляют 49%*

Вместе с тем разработанная программа позволяет применить широкую гамму алгоритмов классификации, включая Nearest-Neighbor (k-NN), Logistic regression, Decision Tree, Support Vector Classifier , artificial neural network, busting, LSTM и др. Например, при применении XGBoost на тех же данных с изменением размеров плавающего окна и веса отдельных классов (пород) указанные показатели точности составляют до 54%. Результаты сравнительного анализа упомянутых методов на расширенном наборе данных будут представлены в следующей статье авторов.

Ключевые слова. *Machine Learning (ML), Supervised Machine Learning (SML), e, precision, recall, feed forward neural network, multi-layer perceptron (MLP)*

1. Введение

За последние семь лет производство урана в Казахстане возросло почти в 3.5 раза. Добыча урана на месторождениях Казахстана ведется методом подземного скважинного выщелачивания, который относится к числу мало затратных, экологически безвредных способов добычи [1]. Процесс добычи заключается в закачивании в продуктивный горизонт слабого раствора кислоты, который затем, обогащенный металлом, откачивается через откачную скважину. Необходимым элементом технологического процесса является установка фильтров в стволах скважин. Желаемым является такое место установки, которое обеспечивает

распространение кислоты сквозь проницаемую породу (пески, гравий) ограниченное сверху и снизу непроницаемыми для раствора породами (глинами). Кроме обоснованного выбора места установки фильтра, знание литологического строения позволяет рассчитать характер и скорость выщелачивания, прогнозировать расход реагентов и объем добычи.

Для получения данных о литологическом строении месторождения применяются методы электрического каротажа: индукционный каротаж (ИК), каротаж методом кажущихся сопротивлений (КС) и методом естественной поляризации (ПС) [2]. В процессе каротажа в пробуренную скважину опускается зонд, который при подъеме позволяет получить перечисленные данные, на основании которых эксперт делается заключение о глубине залегания и свойствах пород.

В результате эксперт определяет код литологического типа (обычно от 1 до 9 для технологических скважин, для разведочных принята более детальная кодировка), который определяет их фильтрационные свойства. Имея информацию о распределении пород и глубине залегания рудного тела, можно приступать к определению оптимального места установки фильтров для закачки кислоты и откачиванию продуктивного раствора (положение фильтра также зависит от того, является ли она закачной или откачной).

Экономические потери от неправильной интерпретации данных каротажа на месторождениях Казахстана могут быть оценены по приблизительным подсчетам от 1 до 4 млн. долларов в год [3]. Следовательно, необходима система помощи эксперту, которая могла бы автоматически проводить литологическую классификацию пород на основании всех данных каротажей. Отметим, что данная задача пока не имеет строго обоснованных формальных способов решения. Настоящая работа посвящена описанию примера решения данной задачи с применением методов машинного обучения (МО).

Способ решения заключается в том, что, имея набор данных электрического каротажа, проинтерпретированный экспертами, обучается классификатор, позволяющий по данным каротажа выполнять интерпретацию данных автоматически.

Работа состоит из следующих разделов

В втором разделе приводится краткое описание применяемого метода

В третьем разделе описываются исходные данные

В четвертом разделе приведены результаты, в том числе, краткое описание разработанной программы.

В заключении мы обсуждаем полученные результаты и формулируем задачи дальнейших исследований.

2. Методы

В случаях, когда не существует строгих формальных способов решения задачи, используются методы МО. МО успешно применяется для решения задач в медицине [4,5], биологии [6], робототехнике, городском хозяйстве [7] и промышленности [8], экологическом моделировании [9], при создании системы

связи нового типа [10], в астрономии [11] и т.п. В том числе, МО применяется в решении задач петрографии [12,13].

Методы МО делятся на две обширные группы [14,15,16]:

– Обучение без учителя *(Unsupervised Learning) (UL)* [17].
– Обучение с учителем *(Supervised Learning) (SL)* [18].

UL решают задачу кластеризации, когда множество заранее не обозначенных объектов разбивается на группы путем автоматической процедуры, исходя из свойств этих объектов [19,20]. *SL* решают задачу классификации или регрессии. Задача классификации возникает тогда, когда в потенциально бесконечном множестве объектов выделяются конечные группы некоторым образом обозначенных объектов. Обычно формирование групп выполняется экспертом. Алгоритм классификации должен, используя эту первоначальную классификацию как образец, отнести следующие необозначенные объекты к той или иной группе, исходя из свойств этих объектов.

Поскольку мы имеем размеченные экспертами данные, то для решения нашей задачи целесообразно использовать алгоритмы классификации, например, k-Nearest-Neighbor (k-NN) [21,22,23], Logistic regression, Decision Tree (DT), Support Vector Classifier (SVM) [24], artificial neural networks (ANN) [25,26,27], композициями алгоритмов, например, методами бустинга [28], сетями глубокого обучения, например, Long short-term memory (LSTM) [29] и т.п. Среди множества ANN мы выбрали для применения «классические» сети прямого распространения (feed forward neural networks) в виде многослойного персептрона (multi-layer perceptron -MLP).

3. Исходные данные

Исходные данные представлены в виде двух наборов таблиц. "Синтетические данные» Ideal_data – это данные, синтезированные на основе заданной литологии. Они нужны для оценки верхнего предела качества классификации [30]. В свою очередь, real_data - реальные данные каротажа, проинтерпретированные экспертами. Ниже приводятся результаты, полученные с использованием набора real_data.

В таблицах, колонки соответствуют глубине, значениям КС, ПС и коду породы, соответственно (таблица 1). Каждая таблица соответствует одной из 37 скважин. Основные коды пород, следующие: 1-гравий; 2- песок крупнозернистый; 3-песок среднезернистый; 4- песок мелкозернистый; 5- песчаник; 6-алеврит; 7-глина.

Таблица 1. Исходные данные

365.8	10.12	11.60	3
365.9	9.96	10.40	3
…			
366.5	11.29	12.00	3
366.6	11.35	12.70	12
…			

408.3	12.71	8.00	4
408.4	13.56	8.70	112
408.5	14.40	9.90	112

Например, первая строка таблицы 1 (файл 1.txt), означает, что на глубине 365.8 метров кажущееся сопростивление (КС) составляет 10.12 Ом на метр, потенциал самопроизвольной поляризации (ПС) 11.6 милливольт. Эксперт определил, что порода на данной глубине - песок среднезернистый (код-3).

На глубине 366.6 метров эксперт определил породу, состоящую из смеси гравия и крупнозернистого песка, где основным является гравий, а на глубине 408.4 и 408.5 метров гравий с незначительным вкраплением крупнозернистого песка.

Отметим, что в разработанном классификаторе использована только первая цифра кода (например, 112 будет рассматриваться как 1), породы с кодом 9 (углифицированные породы) рассматриваются как глины (7) вследствие того, таких пород очень мало в рассматриваемом наборе данных.

4. Результаты

Для работы с описанными выше данными разработана программа GTSTxtReader, которая обеспечивает загрузку данных, предобработку, включая формирование "плавающих окон" данных, нормировку и обработку с помощью нейронной сети прямого распространения.

Использование "плавающих окон данных" распространенный прием анализа последовательностей данных, например, временных рядов или, как в нашем случае, зависимостей показателей каротажа от глубины. Поскольку эксперт при оценке данных учитывает характер каротажной кривой, закономерно подавать на вход данные скользящим по глубине окном размером n+1+n точек. То есть рассматривается n измерений выше, текущее значение и n измерений ниже текущего значения. Следующее окно формируется аналогичным образом, смещаясь на единицу ниже.

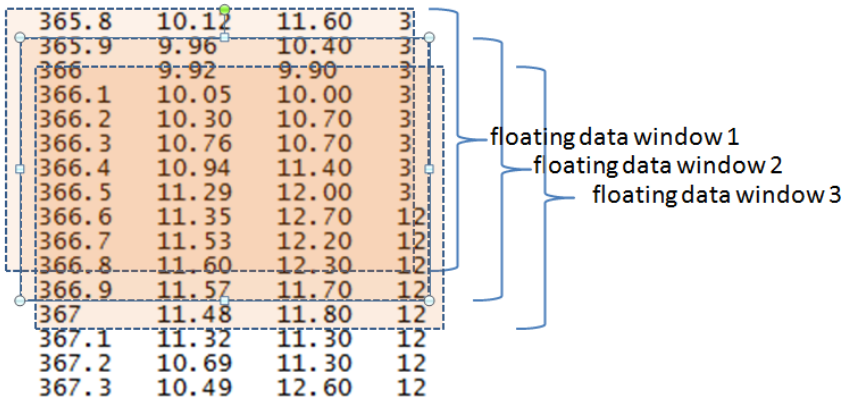


Рисунок 3 - Плавающее окно данных

Поскольку длина каротажного прибора 1 метр, что соответствует 10 измерениям по глубине, закономерно установить n=5. подача данных в виде плавающего окна позволяет в какой-то мере учесть характер изменения кривой, а не только значение на конкретной глубине. Данное значение можно варьировать в определенных пределах, обеспечивая учет более длинных или более коротких частей каротажной кривой. Полное описание программы приведено в Приложении 1 (https://drive.google.com/open?id=1QOVj2rSX0MVwpK_U-h5janS3j_ErNuFq). В приложении приведен код программы, обеспечивающий предобработку, обучение и классификацию пород с использованием MLP. Точность работы на тестовых данных составляет 48.84%. Показатели 'loss', 'acc', 'precision', 'recall' составляют соответственно 1.2184, 0.4884, 0.5131, 0.38769. Детализированный отчет демонстрирует следующие результаты (Таблица 2.)

Таблица 2. Показатели точности классификатора на базе MLP

confusion matrix						classification report				
[[1911	925	122	0	113	54]	precision	recall	f1-score	support	
[732	2118	808	0	197	74]	1.0	0.64	0.61	0.63	3125
[164	695	364	0	121	33]	3.0	0.47	0.54	0.51	3929
[3	7	0	0	1	6]	4.0	0.25	0.26	0.26	1377
[60	342	125	0	543	110]	5.0	0.00	0.00	0.00	17
[95	372	34	0	460	461]]	6.0	0.38	0.46	0.42	1180
						7.0	0.62	0.32	0.43	1422
						micro avg	0.49	0.49	0.49	11050
						macro avg	0.40	0.37	0.37	11050
						weighted avg	0.50	0.49	0.49	11050

5. Заключение

Приведенные результаты показывают, что программа не смогла определить породу 5, что в целом предсказуемо, так как количество значений данной породы лишь 17 из более чем 11 тысяч значений. Показатели гармонической меры f1 только по двум породам принимают приемлемые значения (породы 1 и 3) большие 0.5. Вместе с тем, для непроницаемой породы 7 важно безошибочное определение в процессе интерпретации, следовательно, ее показатель recall должен быть более 0.5, однако программа демонстрирует только 0.32. Дальнейшие эксперименты с изменением размеров плавающего окна данных обеспечили прирост указанных показателей для MLP до 52% (accuracy) и 56% (precision for code 7). Аналогично, применение алгоритмов бустинга (XGBoost) [31] позволило получить 54% и 58%, соответственно. Очевидно, что, не меняя методов предобработки данных, можно применить широкую гамму алгоритмов классификации, включая Nearest-Neighbor (k-NN), Logistic regression, Decision Tree, Support Vector Classifier и др. Сравнительный анализ качественных показателей при применении различных методов МО является одной из задач дальнейших исследований. Перспективным представляется и применение глубокого обучения, например, LSTM. Однако, предварительные эксперименты показали, что имеющихся данных для успешного

применения алгоритмов группы deep learning недостаточно. Поэтому, расширение наборов данных является еще одной важной задачей.

Благодарности

Работа проводится в рамках ПЦФ BR05236447 «Интеллектуальные системы управления и принятия решений для разработки месторождений урана и нефти»

Литература

1. Яшин С.А. Подземное скважинное выщелачивание урана на месторождениях Казахстана // Горный журнал. – 2008. – № 3. – С. 45-49.

2. Мухамедиев Р. И., Кучин Я. И. Средства автоматизации обработки данных геофизического исследования скважин на месторождениях урана пластово-инфильтрационного типа //Cloud of science. – 2015. – Т. 2. – №. 3.

3. Кучин Я. И., Мухамедиев Р. И., Якунин К. О. Качество классификации данных в условиях противоречивости экспертных оценок//Cloud of science. – 2019. – Т. 6. – №. 1. - С.109-126.

4. Joseph A. Cruz and David S. Wishart. Applications of Machine Learning in Cancer Prediction and Prognosis // Cancer Informatics. - 2006. - V. 2. P. 59–77.

5. Miotto R. et al. Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges //Briefings in bioinformatics. – 2017. – Т. 19. – №. 6. – С. 1236-1246.

6. Ballester, Pedro J., and John BO Mitchell. A machine learning approach to predicting protein–ligand binding affinity with applications to molecular docking// Bioinformatics 26. V. 9. - 2010. P. 1169-1175.

7. Mahdavinejad, Mohammad Saeid, Mohammadreza Rezvan, Mohammadamin Barekatain, Peyman Adibi, Payam Barnaghi, and Amit P. Sheth. "Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey." Digital Communications and Networks 4, no. 3 (2018): 161-175.

8. Farrar, Charles R., and Keith Worden. Structural health monitoring: a machine learning perspective.- John Wiley & Sons. - 2012. - 66 pp.

9. Frederich Recknagel. Application Of macine Learning To Ecological Modelling // Ecological Modelling. V. 146. - 2001. P. 303-310.

10. Clancy, Charles, Joe Hecker, Erich Stuntebeck, and Tim O. Shea. Applications of machine learning to cognitive radio networks // Wireless Communications, IEEE 14. V. 4. - 2007. - P. 47-52.

11. Ball, Nicholas M., and Robert J. Brunner. Data mining and machine learning in astronomy // Journal of Modern Physics D 19. V.07. - 2010.- P. 1049-1106.

12. R. Muhamediyev, E. Amirgaliev, S. Iskakov, Y. Kuchin, E. Muhamedyeva. Integration of Results of Recognition Algorithms at the Uranium Deposits // Journal of ACIII. – 2014. – Vol. 18, № 3. – P. 347-352.

13. Амиргалиев Е.Н., Искаков С.Х., Кучин Я.В., Мухамедиев Р.И. Методы машинного обучения в задачах распознавания пород на урановых месторождениях //Известия НАН РК. – 2013. – № 3. – С.82-88.

14. Taiwo Oladipupo Ayodele. Types of Machine Learning Algorithms // New Advances in Machine Learning. – 2010. – P. 19-48.

15. Hamza Awad Hamza Ibrahim et al. Taxonomy of Machine Learning Algorithms to classify realtime Interactive applications // International Journal of Computer Networks and Wireless Communications. – 2012. – Vol. 2, № 1. – P. 69-73.

16. Muhamedyev R. Machine learning methods: An overview //CMNT. - 19(6). - 2015. - p. 14-29.

17. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Unsupervised learning // Springer New York, 2009. – P. 485-585.

18. Kotsiantis, Sotiris B., I. Zaharakis, and P. Pintelas. Supervised machine learning: A review of classification techniques.Emerging artificial Intelligence Applications in Computer Engineering. - IOS Press, 2007. - P. 3-24.

19. Jain A. K., Murty M. N., Flynn P. J. Data clustering: a review //ACM computing surveys (CSUR). – 1999. – Т. 31. – №. 3. – С. 264-323.

20. Wesam Ashour Barbakh, Ying Wu, Colin Fyfe. Review of Clustering Algorithms. Non-Standard Parameter Adaptation for Exploratory Data Analysis // Studies in Computational Intelligence. – 2009. – Vol. 249. – P. 7-28.

21. Altman N. S. An introduction to kernel and nearest-neighbor nonparametric regression //The American Statistician. – 1992. – Т. 46. – №. 3. – С. 175-185.

22. Dudani, Sahibsingh A. The Distance-Weighted k-Nearest-Neighbor Rule // Systems, Man and Cybernetics. – 1976. – Vol. SMC-6, Iss. 4. – P. 325-327.

23. K-nearest neighbor algorithm http://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbor_algorithm (07.09.2019).

24. Cortes C., Vapnik V. Support-vector networks //Machine learning. – 1995. – Т. 20. – №. 3. – С. 273-297.

25. Guoqiang Peter Zhang. Neural Networks for Classification: A Survey // IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS, 2000. – Vol. 30. – №. 4.

26. THE NEURAL NETWORK ZOO POSTED ON SEPTEMBER 14, 2016 BY FJODOR VAN VEEN - http://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/ (07.09.2019).

27. Schmidhuber, Jürgen. "Deep learning in neural networks: An overview." Neural networks 61 (2015): 85-117.

28. Friedman, Jerome H. "Greedy function approximation: a gradient boosting machine." Annals of statistics (2001): 1189-1232.

29. Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. "Long short-term memory." Neural computation 9, no. 8 (1997): 1735-1780.

30. Кучин Я. И., Мухамедиев Р. И., Якунин К. О. Качество классификации данных в условиях противоречивости экспертных оценок//Cloud of science. – 2019. – Т. 6. – №. 1. - С.109-126.

31. About XGBoost - https://xgboost.ai/about (07.09.2019).

IV Международная научно-практическая конференция
"Информатика и прикладная математика",
посвященная 70-летнему юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика
и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. 25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЯ «ПОКОЛЕНИЕ» В БАЙЕСОВСКИХ СЕТЯХ

Литвиненко Н.Г., Мамырбаев О.Ж., Шаяхметова А.С.
n.litvinenko@inbox.ru, asemshayakhmetova@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

Аннотация. *Статья посвящена вопросам исследования некоторых аспектов теории ориентированных графов при работе с байесовскими сетями. В некоторых статьях по теории байесовских сетей было введено понятие «Поколение», обозначающее некоторое множество вершин, имеющих родителей, принадлежащих более ранним поколениям. Терминология для данного понятия еще полностью не сложилась. В теории графов существуют некоторые понятия, в каком-то смысле связанные с понятием «Поколение»: доминирующее множество вершин, независимое множество вершин, максимально независимое множество вершин, связность, разделяющие множества и пр. Данные понятия позволяют находить более простые решения некоторых задач как в общей теории графов, так и в теории ориентированных графов и теории байесовских сетей. Некоторые теоремы и задачи, использующие данные понятия будут рассмотрены в этой статье.*

Понятие «Поколение» в некоторых случаях позволяет более легко доказывать некоторые стандартные теоремы в теории байесовских сетей, находить более простые решения типичных задач в байесовских сетях, строить более простые алгоритмы.

В статье будет использован известный, учебный пример Asia, описанный во многих статьях и книгах, а также в технической документации к различным пакетам. Для работы с данным примером используется учебная версия пакета HUGIN EXPERT. Для первоначального понимания основ байесовских сетей читатель может воспользоваться [1, 2, 3, 4]. Для первоначального знакомства с возможностями пакета HUGIN EXPERT можно посмотреть техническую документацию [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Важной составной теории байесовских сетей является теория графов. С основами теории графов можно ознакомится здесь [11, 12, 13, 14].

Ключевые слова: *Байесовские сети, ориентированные графы, HUGIN EXPERT*

Введение

Искусственный интеллект прочно вошел в жизнь исследователей проблем в различных областях науки. Наиболее популярным направлением использования искусственного интеллекта с начала 2000 годов стало использование в исследованиях аппарата байесовских сетей.

Существует множество способов обеспечения мотивации для использования байесовских сетей. Можно подходить к байесовским сетям с разных точек зрения, таких как машинное обучение, теория вероятностей, управление знаниями. Интерес

к байесовским сетям напрямую связан с накоплением огромного объема информации в различных областях и с необходимостью ее анализа при учете постоянного поступления новых данных. Модели на основе байесовских сетей способны к самообучению и самосовершенствованию по мере накопления новых данных. Такие модели достаточно нечувствительны к возможным ошибочным или неполным данным. Следующим преимуществом использования байесовских сетей является возможность интеграции разнородных данных. Это происходит потому, что байесовские сети моделируют самые общие причинно-следственные зависимости между интересующими исследователя параметрами. Алгоритмы обучения байесовских сетей допускают распараллеливание вычислений. Модели, использующие байесовские сети, легко обходят избыточность данных.

Для корректного использования байесовских сетей был разработан соответствующий математический аппарат. Появились широкие возможности для исследования проблем в различных областях науки. Однако массивные, сложные вычисления при использовании аппарата байесовских сетей настоятельно требовали привлечения как хорошей вычислительной техники, так и наличия хороших программных продуктов, обеспечивающих удобную работу с байесовскими сетями.

На рынке программных продуктов появилось много интересных пакетов для работы с байесовскими сетями. К наиболее популярным пакетам можно отнести: BayesiaLab, AgenaRisk, Bayes Server, Netica, Hugin Expert, BayesFusion. Несмотря на то, что некоторым пакетам уже более 15 лет, до сих пор идет притирка между математиками, занимающимися теоретическими основами байесовских сетей, разработчиками алгоритмов и программистами, а также исследователями в прикладных областях науки.

1. Основные понятия и определения

БС представляют собой удобный инструмент для описания достаточно сложных процессов с неопределенностями.

Кратко напомним некоторые основные понятия, связанные с графами, ориентированными графами и байесовскими сетями. Некоторые определения и понятия будут приведены в процессе изложения материала.

Определение. Неориентированным графом или просто графом называется пара **G** = (**V(G), E(G)**), где **E(G)** – симметричное отношение на множестве вершин **V(G)**, называемое отношением смежности. Если на паре вершин **a** и **b** графа существует данное отношение, то говорят, что данные вершины смежные, а, также говорят, что данные вершины соединены ребром. Часто ребро обозначают {**a,b**} или **ab**. В неориентированном графе {**a,b**}={**b,a**}.

Определение. Два ребра называются смежными, если они имеют общую концевую вершину.

Определение. Если вершина **x** — конец ребра **e**, то мы будем говорить, что **x** и **e** инцидентны.

Определение. Граф называется связным, если любые две его вершины связаны.

Определение. Байесовской сетью называется ацикличный ориентированный граф, в котором соблюдается Марковское условие. Вершины графа часто называют

узлами. **Узлы** представляют некоторые переменные, отражающие основные сущности в разрабатываемой модели. Дуги в байесовской сети определяют некоторую вероятностную связь между соответствующими узлами. Иногда такая связь носит причинно-следственный характер. Причиной является узел откуда выходит направленная дуга, следствием называется узел, куда приходит направленная дуга.

Определение. Байесовская сеть называется **дискретной**, если переменные, представляющие узлы, дискретные.

Определение. Байесовская сеть называется **непрерывной**, если переменные, представляющие узлы, непрерывные.

Определение. Байесовская сеть называется **гибридной**, если в байесовской сети существуют узлы, представляющие как **дискретные**, так и **непрерывные** переменные.

Определение. **Скелетом** байесовской сети называется граф, полученный из байесовской сети заменой **дуг** на **ребра**.

Определение. Если из вершины **A** выходит дуга в вершину **B**, то **A** называют родителем **B**, а **B** называют дочерней вершиной вершины **A**.

Определение. Пусть **Y** – некоторое подмножество вершин байесовской сети. Через **P(Y)** часто обозначают множество всех **родителей**, принадлежащих **Y**. Через **C(Y)** часто обозначают множество всех **детей**, принадлежащих **Y**.

Определение. Если из вершины **A** существует ориентированный **путь** в вершину **B**, то **A** называется **предком B**, а **B** называется **потомком A**.

Определение. Если у вершины нет **предков**, то её локальное распределение вероятностей называют **безусловным**, иначе **условным**.

Определение. Если узлы в байесовской сети не соединены дугой, то считается, что данные узлы **условно независимы**.

Определение. Если узлы в байесовской сети зависят только от состояния родителей данных узлов и не зависят от более ранних предков, говорят, что выполнено Марковское условие.

Определение. **Топологической нумерацией** узлов байесовской сети называется такая нумерация узлов, при которой номер любого узла больше чем номер его родителя.

Определение. **Свидетельство** - утверждения вида "событие в узле произошло".

Определение. **Жесткое свидетельство** - утверждения вида "событие в узле должно обязательно произойти".

Определение. **Мягкое свидетельство** - утверждения вида "событие в узле должно произойти с заданной вероятностью".

2. Использование понятия «Поколение»

Интуитивно, понятие поколение достаточно очевидно. Для поколения потомков это множество вершин, имеющих родителей только из более ранних поколений (или вообще не имеющих родителей), и имеющих детей только в более поздних поколениях (или вообще не имеющих детей).

Для поколения предков это понятие аналогично - это множество вершин, имеющих детей только в более поздних поколениях (или вообще не имеющих детей) и, имеющих родителей только из более ранних поколений (или вообще не имеющих родителей).

Разница заключается лишь в том, что построение поколений потомков начинается с узлов, не имеющих родителей, а построение поколений предков начинается с узлов, не имеющих потомков.

Можно обозначить два типа поколений – поколения потомков и поколения предков. Поколения потомков строятся, начиная с вершин, не имеющих родителей.

Определение. Поколения потомков определяются следующим образом:

- Узлы, не имеющие родителей, относятся к **0** поколению потомков.
- Узлы, имеющие родителей только **0** поколения, относятся к **1** поколению потомков.
- Узлы, имеющие родителей только **0 и 1** поколения, относятся ко **2** поколению потомков.
- ……
- Узлы, имеющие родителей только **0, 1, 2, … K** поколения, относятся к **K+1** поколению потомков.
- …….

Алгоритм разбиения вершин байесовской сети на поколения достаточно прост.

Разбиение на поколения потомков.

Вначале ищем и выбираем вершины, не имеющие родителей. Относим такие вершины к нулевому поколению, отмечаем выбранные вершины. Далее просматриваем оставшиеся неотмеченными вершины, определяем родителей данных вершин, и выбираем только те вершины, у которых родители принадлежат только к нулевому поколению. Получаем первое поколение потомков, также отмечаем вновь выбранные вершины первого поколения. Опять просматриваем оставшиеся неотмеченными вершины и выбираем только те вершины, у которых родители принадлежат только или к нулевому, или к первому поколению. Получаем второе поколение потомков, также отмечаем выбранные вершины. Так продолжаем до тех пор, пока все вершины не окажутся отмеченными.

Пример разбиения на поколения потомков приведен на рисунке 1.

Поколения потомков для данной байесовской сети:

- К нулевому поколению будут отнесены вершины **Age** и **Visit_to_Asia**.
- К первому поколению относятся вершины **Smoker** и **Tuberculosis**.
- Ко второму поколению относятся вершины **Cancer** и **Bronchitis**.
- К третьему поколению относится только одна вершина **TbOrCa**.
- К четвертому поколению относятся вершины **XRay** и **Dyspnea**.

Поколения предков строятся, начиная с вершин, не имеющих детей. Алгоритм построения аналогичен алгоритму разбиения на поколения потомков.

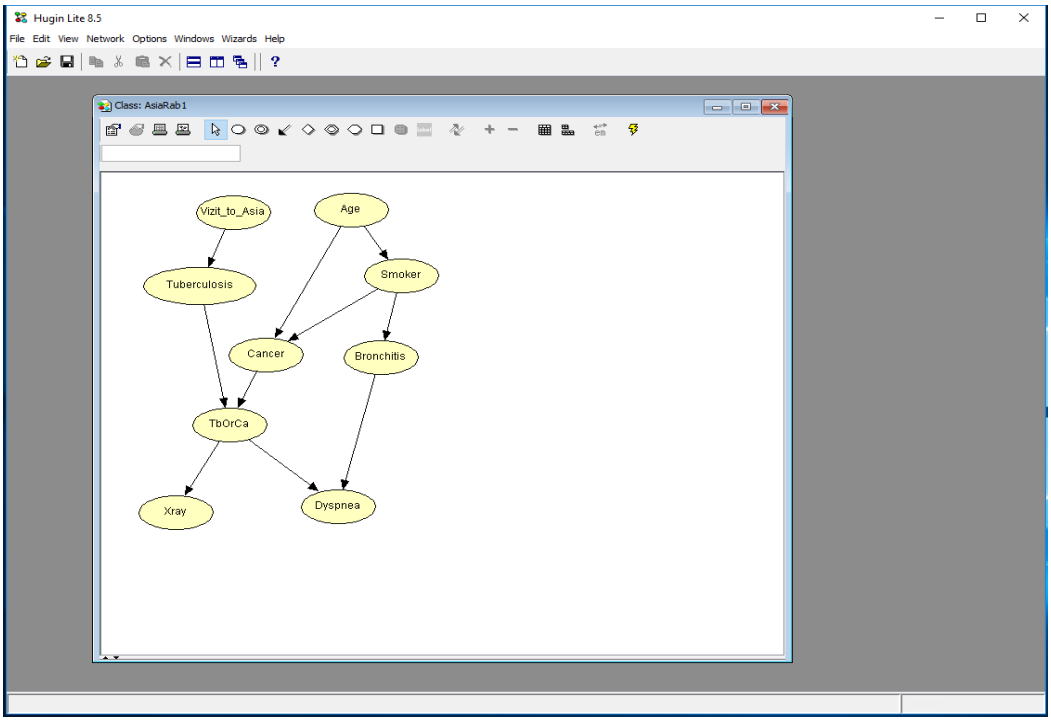


Рис. 1. Пример разбиения на поколения потомков

В большинстве случаев разбиение множества вершин байесовской сети на поколения потомков и поколения предков существенно различны. Однако несложно придумать граф (байесовскую сеть) у которого разбиение на поколения потомков и поколения предков полностью идентичны.

Целесообразность разбиения вершин байесовской сети на тот или иной тип поколений определяется конкретной задачей. Для решения некоторых задач оказывается целесообразным сделать сразу два разбиения: на поколения потомков и поколения предков.

Приведем некоторые свойства поколений.

- Поколения представляют собой непересекающиеся множества.
- Два соседних поколения с номерами K и K+1 (потомков или предков) представляют собой смежные области. Действительно, эти множества вершин поколений непересекающиеся. Для поколений потомков у каждой вершины поколения K+1 есть родитель из поколения K, а у каждой вершины поколения K есть дочерний элемент из поколения K+1. Для поколений предков у каждой вершины поколения K есть родитель из поколения K+1, а у каждой вершины поколения K+1 есть дочерний элемент из поколения K.
- Если скелет байесовской сети есть полный граф $\mathbf{K_n}$, число поколений байесовской сети равно **n** и каждое поколение содержит ровно один узел.
- Множество вершин каждого поколения байесовской сети независимо.
- Скелет байесовской сети с **K** поколениями можно считать **K**-дольным.

При построении байесовской сети важно иметь механизм, позволяющий легко определять наличие циклов. Построить такой механизм можно используя

следующую теорему. Для доказательства данной теоремы можно использовать любое разбиение на поколения: на поколения потомков или поколения предков.

Теорема 1. *Если на каком-то этапе построения поколений какое-то поколение оказывается пустым, но неотмеченные вершины остались, в графе присутствуют ориентированные циклы.*

Доказательство.

Если на некотором этапе из оставшихся неотмеченных вершин не оказалось вершин, имеющих родителей из предыдущих поколений, то у рассматриваемого узла родителями могут быть только узлы рассматриваемого поколения. Выбираем любого родителя, у которого также родители не принадлежат предыдущим поколениям. В результате имеем неограниченный путь с ограниченным числом узлов, то есть цикл.

Таким образом, мы имеем достаточно простой способ выяснить имеет ли ориентированный граф цикл и найти место, где находится данный цикл.

Ниже приведены несколько стандартных, ранее доказанных, теорем из теории графов и теории байесовских сетей, а также их новые доказательства с использованием понятия «Поколение». На наш взгляд доказательства данных теорем более простые.

Определение. Две байесовские сети называются изоморфными, если они отличаются лишь обозначением своих вершин.

Задача распознавания изоморфизма байесовских сетей состоит в следующем:

Для заданных байесовских сетей **BS1** и **BS2** необходимо определить, существует ли взаимно однозначное отображение между множествами вершин данных сетей, сохраняющее отношение смежности вершин, а также вероятностные связи, задаваемые соответствующими дугами.

Теорема 2. *Две изоморфные байесовские сети имеют одинаковое разбиение на поколения потомков и на поколения предков.*

Доказательство.

В случае разбиения вершин байесовской сети на поколения потомков.

Если было проведено разбиение вершин двух байесовских сетей на поколения потомков, и данные разбиения для этих сетей различаются, то в том поколении, где существует различие, существуют вершины, имеющие разное количество родителей в каждой сети. Данный факт нарушает условие изоморфности двух сетей.

В случае разбиения вершин байесовской сети на поколения предков.

Если было проведено разбиение вершин двух байесовских сетей на поколения предков, и данные разбиения для этих сетей различаются, то в том поколении, где существует различие, существуют вершины, имеющие разное количество детей в каждой сети. Данный факт нарушает условие изоморфности двух сетей.

Задача выяснения изоморфности двух байесовских сетей значительно упрощается при использовании понятия «Поколение».

Теорема 3. *Байесовская сеть допускает топологическую нумерацию.*

Доказательство.

Пусть вершины байесовской сети разбиты на поколения потомков.

Первый способ нумерации.

Вначале произвольно нумеруем узлы нулевого поколения, затем продолжим нумерацию для узлов первого поколения, затем для узлов второго поколения, и т.д.

Так как родители каждого узла находятся на предыдущих поколениях, построенная нумерация будет топологической.

Второй способ нумерации.

Рассмотрим все узлы нулевого поколения. Возьмём произвольный узел нулевого поколения и рассмотрим множество **M1** всех потомков данного узла на всех поколениях. Нумеруем узлы множества **M1** следующим образом. Узлу нулевого поколения присваиваем номер 1. Далее нумеруем узлы множества **M1** первого поколения, затем узлы множества **M1** второго поколения и т. д. Отмечаем все пронумерованные узлы.

Далее возьмем следующий узел нулевого поколения и присвоим ему очередной номер. Рассмотрим множество **M2** всех потомков данного узла, не отмеченных ранее. Далее нумеруем узлы множества **M2** первого поколения, затем узлы множества **M2** второго поколения и т. д. Опять отмечаем все пронумерованные узлы.

То же самое проделываем со всеми оставшимися узлами нулевого поколения. Нумеруем аналогичным способом.

Так как родители каждого узла находятся на предыдущих поколениях, построенная нумерация будет топологической.

Теорема 4. *Байесовская сеть допускает такую топологическую нумерацию, при которой номер любого узла* ***X*** *будет больше номеров любого узла из произвольного множества узлов* ***M****, не содержащего узла* ***X****, а также потомков узла* ***X****.*

Доказательство.

Пусть вершины байесовской сети разбиты на поколения потомков.

Немного изменим второй способ нумерации из теоремы 3.

Пусть **MX** – множество узлов рассматриваемой байесовской сети, состоящее из узла **X** и его потомков. Пусть **L** – количество узлов в рассматриваемой байесовской сети. Проведем топологическую нумерацию узлов сети вторым способом, описанным в теореме 3.

Ко всем номерам узлов множества **MX** добавим число **L**. Непрерывная нумерация узлов байесовской сети будет нарушена. Однако номер любого узла останется по-прежнему больше номера его родителя. Теперь необходимо восстановить непрерывность нумерации байесовской сети.

Расположим в порядке возрастания полученные номера узлов байесовской сети. Пронумеруем данные номера узлов. Если за новые номера узлов взять нумерацию номеров узлов, то данная нумерация по-прежнему останется топологической нумерацией. Кроме того, номера узлов массива **MX** будут больше номеров всех оставшихся узлов сети, а значит и больше номеров узлов массива **M**.

Теорема 5. *Байесовская сеть допускает такую топологическую нумерацию, при которой номер любого узла* ***X*** *будет меньше номеров любого узла из произвольного множества узлов* ***M****, не содержащего узла* ***X****, а также предков узла* ***X****.*

Доказательство аналогично доказательству теоремы 4.

Теорема 6. *Ориентированный граф является ацикличным тогда и только тогда, когда вершины графа можно пронумеровать так, чтобы любая дуга шла из вершины с меньшим номером в вершину с большим номером.*

Доказательство.

Достаточность. Если такая нумерация существует, отсутствие циклов очевидно: ни из какой вершины нельзя попасть в вершину с меньшим номером.

Необходимость. Согласно теореме 3 байесовская сеть, а значит ацикличный граф допускает топологическую нумерацию.

При разработке некоторых алгоритмов иногда требуется найти клики скелетов байесовской сети. Нахождение кликов облегчается, если использовать теорему 7 и теорему 8, приведенные ниже без доказательств ввиду простоты доказательств.

Теорема 7. *Все вершины клики скелета байесовской сети лежат в разных поколениях.*

Теорема 8. *Максимальная клика скелета байесовской не может содержать число вершин больше, чем число поколений.*

3. Заключение

Данная статья показывает некоторые возможности использования понятия «Поколение» при доказательстве некоторых стандартных теорем в теории байесовских сетей. Использование данного понятия также упрощает некоторые алгоритмы для задач в байесовских сетях, например, поиск циклов или проверка изоморфизма двух сетей.

Приведена лишь небольшая часть возможностей использования понятия «Поколение».

Данная статья была опубликована в рамках грантового проекта «Разработка и программная реализация пакета прикладных программ для решения прикладных задач по байесовским сетям». ИРН проекта: AP05131293.

Список литературы

1. Литвиненко Н.Г., Литвиненко А.Г., Мамырбаев О.Ж., Шаяхметова А.С. Работа с байесовскими сетями в BayesiaLab. Алматы: Институт информационных и вычислительных технологий, 2018 – 314с. ISBN 978-601-332-206-3.
2. Jensen F.V., Nielsen T.D. Bayesian Networks and Decision Graphs. – Springer, 2007. – 447 p.
3. Murphy K.P. An introduction to graphical models. – 2001. - 19 p. http://www.stat.yale.edu/~jtc5/BioinformaticsCourse2001/MurphyBayesNetIntro.pdf
4. Barber D. Bayesian Reasoning and Machine Learning. – 2017. – 686 p. http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/D.Barber/textbook/020217.pdf
5. HUGINEXPERT. Hugin GUI Help. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/Htmlhelp/
6. HUGIN API. REFERENCE MANUAL. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/api-manual.pdf.
7. Java API Manual. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/Java/

8. COM API Manual. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/COM/files/About-txt.html
9. C++ API Manual. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/CPP/
10. .NET API Manual. http://download.hugin.com/webdocs/manuals/CS/html/d4648875-d41a-783b-d5f4-638df39ee413.htm
11. Карпов Д.В. Теория графов. http://logic.pdmi.ras.ru/~dvk/graphs_dk.pdf
12. Оре О. Теория графов. М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1980. – 336 с.
13. Харари Ф. Теория графов. М.:Мир, 1973. – 300 с.
14. Берж К. «Теория графов и ее применение». Москва, изд. иностранной литературы, 1962.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

Мазакова А.Т., Дасибеков Х.А., Дарибаева Г.Д., Амирханов Б.С., Жолмагамбетова Б.Р.
e-mail: bakhytgulz@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Разработан экспериментальный вариант системы психологического тестирования с фиксированием физиологических параметров тестируемого в реальном времени. В качестве источников физиологических данных определены данные фотоплетизмограммы (ФП). Программно-аппаратный комплекс психофизиологического тестирования позволяет при ответе на каждый вопрос теста фиксировать и оценивать психофизиологическое состояние тестируемого, что дает дополнительную информацию для психолога. Для очистки сигнала ФП от шумов применены вейвлет-преобразования.*

Ключевые слова: *фотоплетизмограмма, микропроцессор, шумы, обработка сигналов, психологические тесты.*

Введение. В эпоху научно-технического прогресса с его напряженными ритмами, новыми специфическими условиями деятельности человека, значительно возрастают требования к его интеллектуальным, эмоциональным и волевым ресурсам. В этой связи особенно остро возникает потребность со стороны кадровых подразделений организаций в объективном психофизиологическом портрете личности. Основным аппаратом психологов являются психологические тесты. Однако, как показывает практика, в связи общей доступностью к тестам в последнее время увеличится эффект субъективизма.

Бурное развитие компьютерной техники способствовали автоматизации проведения и обработки психологического тестирования [1] и применения новых

методов математической обработки биомедицинских данных [2]. Современные возможности по разработке различных датчиков [3] и удешевление микропроцессоров также открыли широкую возможность по внедрению апппартно-программных средств оценки психофизиологичского потрета личности [4-6].

В настоящее время во многих областях используются данные сердечной деятельности, которые снимаются с периферийных органов человека (пальцы рук, мочки ушей) .Получаемые таким образом ритмограммы весьма близки по рисунку к классическим показаниям электрокардиограмм.

Датчики фотоплетизмограммы (ФП) регистрируют степень пульсового кровенаполнения сосудов человека и подают соответствующий сигнал в аналоговой форме в биоприемное устройство. Данные от датчиков ФП поступают в виде числа, характеризующего амплитуду сигнала ФП, с интенсивностью (частотой) 160 отсчетов за 1 сек.

Как правило, на сигналы накладываются шумы и для повышения достоверности получаемых данных необходимо их подавление (очищение сигналов).

В последние годы при обработке сигналов широко используются методы, основанные на вейвлет-преобразованиях. Вейвлеты стремительно завоевывают популярность в столь разных областях, как телекоммуникации, компьютерная графика, биология и медицина [7]. Благодаря хорошей приспособленности к анализу нестационарных сигналов (то есть таких, чьи статистические характеристики изменяются во времени) оно стало мощной альтернативой преобразованию Фурье в ряде медицинских приложений. Так как многие медицинские сигналы нестационарны, вейвлетные методы используются для распознавания и обнаружения ключевых диагностических признаков, а также для сжатия изображений с минимальными потерями диагностической информации.

Результаты. Разработана система психологического тестирования на казахском и русском языках с фиксированием физиологических параметров тестируемого в реальном времени. В качестве источников физиологических данных определены данные ФП. На платформе Arduino [8] разработаны система приема и обработки данных с датчиков ЭКГ. Отличительной особенностью данного модуля является его компактность, и внешнее подключение к компьютерам, что позволяет создавать мобильные системы диагностического оборудования. Устройство соединяется с компьютером через USB-разъем.

Программно-аппаратный комплекс психофизиологического тестирования позволяет при ответе на каждый вопрос теста фиксировать и оценивать психофизиологическое состояние тестируемого, что дает дополнительную информацию для психолога.

При обработке физиологических данных вычисляются следующие параметры ЭКГ, необходимые для математической модели оценки состояния испытуемого: минимальная и максимальная амплитуда ЭКГ; среднее значение среднеквадратичное отклонение амплитуды;минимальное и максимальное значение RR-интервала; минимальное и максимальное значение Т-пика амплитуды; минимальное и максимальное смещение Т-пика; минимальное и максимальное

значение интеграла RR-интервала; минимальное и максимальное значение сдвиговой функции.

Применение различных видов вейвлет-функций для анализа снимаемых сигналов, наряду с другими критериями изменения психофизиологического состояния, позволяет предположить, что такими же критерием является изменение коэффициентов вейвлет-преобразования.

Еще 10 лет назад основным способом анализа сигналов (например, временных рядов) было изучение “спектра Фурье” [9]. В основе любого из множества разработанных для этой цели методов лежит вычисление некоторого количества коэффициентов ряда Фурье периодической функции (t):

$$f(t) \sim \sum_{n} c_n e^{itn} \tag{1}$$

Эта функция получается из исходного сигнала путем сглаживания, усреднения по определенным образом выбираемым сегментам, и тому подобными операциями. Характер изменения коэффициентов позволяет получить ценную информацию о свойствах сигнала — например, выявить скрытые периоды. Для вычисления коэффициентов существует быстрый алгоритм, требующий N log N операций, где N — длина сигнала.

Важнейшим свойством коэффициентов Фурье является то, что каждый из них отражает поведение f(t). Спектр Фурье наглядно демонстрирует лить глобальные свойства сигналов, но из него трудно извлечь информацию о локальных особенностях –резких скачках, узких пиках, и т.п.

Причина этого в строении базисных функций e^{itn} Каждая из них ”размазана” по всему интервалу изменения функции, поэтому коэффициенты, имеющие вид

$$c_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) e^{-itn} dt \tag{2}$$

зависят от значений функции на всем интервале.

Вейвлет-анализ — это исследование сигнала f(t) при помощи вычисления величин, аналогичных (), но с другими “пробными функциями”. Сигнал f(t) интерпретируется, как функция из $L^2(R)$, а вместо гармоник $\{e^{itn}\}$ используется система функций $\psi_{a,b}(t) = \psi\left(\frac{b-t}{a}\right)$, занумерованных не целыми числами, а двумя непрерывными параметрами. Эта система получается из фиксированной функции $\psi(t)$ всевозможными сдвигами и растяжениями. Функция $\psi(t)$ называется вейвлетом (по-английски — wavelet; дословный перевод — маленькая волна, в русской математической литературе используется также термин всплеск), если:

- $\psi(t)$ непрерывна;
- $\psi(t)$ интегрируема на всей прямой;
- $\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t)dt = 0.$

Термин вейвлет появился сравнительно недавно — его ввели Гроссман и Морле в середине 80-х годов в связи с анализом свойств сейсмических и акустических сигналов. В настоящее время семейство анализаторов, названных вейвлетами, начинает широко применяться в задачах распознавания образов; при обработке и синтезе различных сигналов, например, речевых; при анализе изображений самой различной природы и т.д.

$$Wf(b,a) = \frac{1}{a}\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\left(\frac{b-t}{a}\right)dt \quad (3)$$

Одна из основополагающих идей вейвлет-представления сигнала заключается в разбивке приближения к сигналу на две составляющие: грубую (апроксимирующую) и уточненную (детализирующую), с последующим уточнением итерационным методом. Каждый шаг такого уточнения соответствует определенному уровню декомпозиции и реставрации сигнала.

В качестве исходных данных для определения критериев заболевания с помощью вейвлет-анализа были использованы результаты данных ФП.

Разложим исходный сигнал s(t) на n-м уровне разрешения j_n:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_{j_n,k}\varphi_{j_j,k}(t) + \sum_{j=j_n}^{\infty}\sum_{k=-\infty}^{\infty} d_{j,k}\psi_{j,k}(t) \quad (4)$$

где через a_{jk} обозначены аппроксимирующие коэффициенты, d_{jk} — детализирующие коэффициенты.

Для вычисления аппоксимируюших и детализирующих коэффициентов () можно использовать быстрое вейвлет-преобразование (алгоритм Малла):

$$a_{j+1,k} = \sum_m h_m a_{j,2k+m};$$

$$d_{j+1,k} = \sum_m g_m a_{j,2k+m}. \quad (5)$$

Первый шаг алгоритма Малла поясняется следующей диаграммой вейвлет-декомпозиции исходного сигнала:

$$s - \begin{cases} \downarrow 2 \rightarrow cA_1 - \text{ коэффициенты аппроксимации уровня 1;} \\ \downarrow 2 \rightarrow cD_1 - \text{ детализирующие коэффициенты уровня 1.} \end{cases} \quad (6)$$

Сигнал s(t) подается на фильтры низких и высоких частот, после чего с помощью операции децимации ↓2 (уменьшения числа частотных составляющих вдвое) на выходе фильтра низких частот получаются аппроксимирующие

коэффициенты и на выходе фильтра высоких частот получаются детализирующие коэффициенты. Далее алгоритма Малла продолжается по следующей схеме [10]:

$$cA_j - \begin{cases} \downarrow 2 \rightarrow cA_{j+1} - \text{ коэффициенты аппроксимации уровня } j+1; \\ \downarrow 2 \rightarrow cD_{j+1} - \text{ детализирующие коэффициенты уровня } j+1. \end{cases} \quad (7)$$

Аппроксимирующий сигнал cA_j уровня j подается на фильтры низких и высоких частот, С помощью операции децимации ↓2 на выходе фильтра низких частот получаются аппроксимирующие коэффициенты уровня j + 1 и на выходе фильтра высоких частот получаются детализирующие коэффициенты уровня j + 1.

В результате получается набор аппроксимирующих и детализирующих коэффициентов. Обнуляя коэффициенты меньшие некоторого заданного порога, получим очищенный сигнал. На основе полученной информации можно восстановить исследуемый биомедицинский сигнал с последующей ее обработкой на выявление особенностей психофизиологических характеристик тестируемого.

Заключение. Разработан аппаратно-программный комплекс психофизиологического тестирования, позволяющий фиксировать и оценивать психофизиологическое состояние тестируемого при ответе на каждый вопрос теста. Для повышения точности расчета психофизиологического состояния, тестируемого данные, поступаемые от датчиков фотоплетизмограммы, предварительно очищаются от шумов.

Ожидается использование аппаратно-программного комплекса для получения психофизиологического портрета личности при приеме на работу в государственные и частные организации, а также на службу в правоохранительные органы.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05132044 «Разработка аппаратно-медицинского комплекса оценки психофизиологических параметров человека».

Литература

1. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – Санкт-Петербург: Братство, 1994. -364с.
2. Донцов В.И., Крутько В.Н., Кудашов А.А. Виртуальные приборы в биологии и медицине. М.: Ленанд 2009. – 216 с.
3. Шарапов В.М. и др. Датчики. - М.: Техносфера, 2012. -624 с.
4. Кулачев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. – М.: Форум, ИНРФА-М, 2010. – 640 с.
5. Новые методы электрокардиографии //Под ред. Грачева С.В., Иванова Г.Г., Сыркина А.Л. – М.: Техносфера, 2007. - 552 с.
6. Дмитриева Н.В. Системная электрофизиология. Системный анализ электрофизиологических процессов. – М.: Сайнс-пресс, 2008. – 256 с.
7. Захарова Т.В., Шестаков О.В. Вейвлет-анализ и его приложения. – М.: Инфра-М, 2014. – 158 с.

8. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. – 400с.
9. Штарк Г.Г. Применение вейвлетов для ЦОС. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.
10. Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В., Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами. – М.: Техносфера, 2018. – 182с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИКТОРА ИСПОЛЬЗУЯ MFFC

Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., Тұрдалыұлы М.
Nurbapa@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной статье представлен эффективный подход к автоматической идентификации громкоговорителей на основе признаков кепстрал и нормированной частоты тона (NPF). Наиболее актуальными методами идентификации диктора принять стратегию кепстральный. Ожидается, что включение частоты основного тона в качестве новой функции в процесс идентификации громкоговорителей повысит точность идентификации громкоговорителей. В предлагаемой структуре для идентификации говорящего используется нейронный классификатор с одним скрытым слоем. Для надежного выделения признаков из речевого сигнала исследуются различные области преобразования. Кроме того, перед процессом извлечения признаков используется этап предварительной обработки шумоподавления для повышения производительности системы идентификации громкоговорителей. Результаты моделирования доказывают, что NPF как функция идентификации динамиков повышает производительность системы идентификации динамиков, особенно с дискретным Косинусным преобразованием (DCT) и этапом предварительной обработки вейвлет-шумоподавления.*

Ключевые слова. *MFCC, DTC, DCT, распознавание речи, речевой сигнал.*

I. Введение

Распознавание диктора - это процесс распознавания диктора из базы данных на основе характеристик в речевой волне. Большинство систем распознавания диктора состоит из двух фаз. На первом этапе производится извлечение признаков. Из речевого сигнала извлекаются уникальные характеристики, которые используются для идентификации говорящего. Второй этап-это сопоставление функций, в котором мы сравниваем извлеченные голосовые функции с базой данных известных динамиков. Общая эффективность системы зависит от того, насколько эффективно извлекаются голосовые функции и процедуры, используемые для сравнения голосовых выборок в реальном времени с базой данных. Общая блок-

схема системы распознавания показана на Рис. 1[1]. Из приведенной выше диаграммы ясно, что распознавание динамиков является совпадением 1: N, где извлеченные функции одного неизвестного динамика сопоставляются со всеми шаблонами в эталонной модели для поиска ближайшего соответствия. Выбрана функция громкоговорителя с максимальным сходством [2]. Исследования и разработки в области методов и приемов распознавания ораторов проводятся уже более пяти десятилетий, и эта область по-прежнему является активной. Классические модели динамиков можно разделить на шаблонные модели и стохастические модели, соответственно. Векторное квантование и динамическое искажение времени (DTW) являются примерами шаблонных моделей для текст-независимого и текст-зависимого распознавания, соответственно. В стохастических модели, каждый динамик моделируется как вероятностный источник с неизвестной, но фиксированной функцией плотности вероятности. На этапе обучения мы оцениваем параметры функции плотности вероятности по данным обучения. Наиболее популярными стохастическими моделями являются модель гауссовой смеси (GMM) и модель скрытого Маркова (HMM). Модели динамиков также можно разделить на генеративные и дискриминационные модели. Генеративные модели, такие как GMM и VQ, оценивают распределение признаков внутри каждого динамика независимо[14]. Дискриминативные модели, такие как искусственные нейронные сети (ANNs) и поддерживающие векторные машины (SVMs), моделируют границу между динамиками.

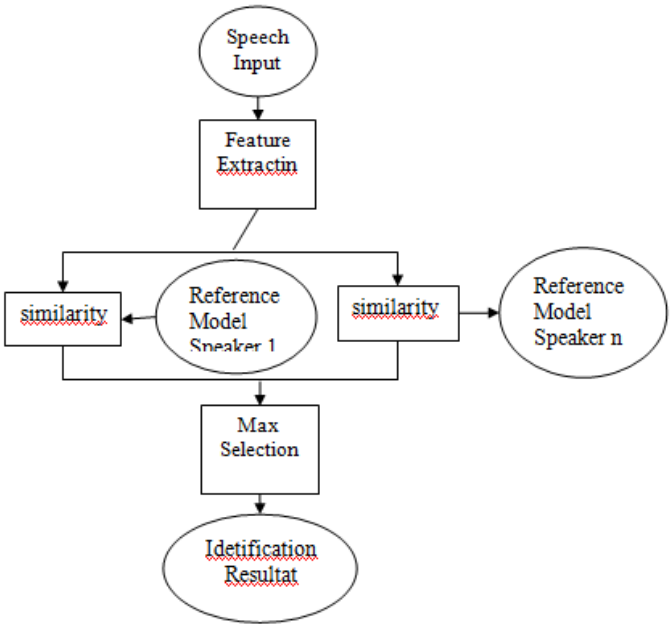


Рис.1 Система распознавания диктора

В этом разделе мы будем использовать MFCCs с НПФ для добавления более показательных функций в процесс идентификации динамиков. Этап классификации

включает в себя два этапа: обучение и тестирование. На этапе обучения, после извлечения признаков из речевого сигнала, создается модель каждого говорящего и сохраняется в базе данных. На этапе тестирования, когда неизвестный динамик регистрируется в системе, его модель сравнивается с моделью в базе данных, и затем принимается решение. Различные методы классификации были применены в ASI систем, таких как по качеству звука, скрытых марковских моделей (системой гидрометео мониторинга) и искусственных нейронных сетей.

Распознавание говорящего - это процесс автоматического распознавания говорящего на основе индивидуальной информации, включенной в речевые волны. Система распознавания динамиков состоит из двух важных фаз. Первый этап-это этап обучения, на котором создается база данных, которая выступает в качестве эталона для второго этапа тестирования. Фаза тестирования состоит из распознавания конкретного динамика.

Системы распознавания динамиков содержат три основных модуля [4]:

(1) Акустическая обработка

(2) Особенности извлечения или спектрального анализа

(3) Сопрягать характеристики

Эти процессы подробно описаны в последующих разделах.

A) Акустическая обработка

Акустическая обработка-это последовательность процессов, которая принимает аналоговый сигнал от динамика и преобразует его в цифровой сигнал для цифровой обработки. Частота человеческой речи обычно лежит между 300 Гц-8000 кГц [5]. Поэтому размер выборки 16 кГц может быть выбран для записи, которая в два раза превышает частоту оригинала 213 сигнал и следует правилу Найквиста выборки [6]. Обнаружение начала и конца изолированного сигнала является прямым процессом, который обнаруживает резкие изменения в сигнале через заданную пороговую энергию. Результатом акустической обработки будет дискретный по времени речевой сигнал, содержащий значимую информацию. Сигнал есть затем подается в спектральный анализатор для выделения признаков.

B. Извлечение Характеристик

Модуль выделения признаков предоставляет акустические векторы признаков, используемые для характеристики спектральных свойств изменяющегося во времени речевого сигнала таким образом, что его выход облегчает работу этапа распознавания.

Детектор речевой активности

Детектор речевой активности (VAD) [7] был использован в первую очередь для различения речевого сигнала от тишины. VAD сравнивает извлеченные объекты из входного речевого сигнала с некоторым предопределенным порогом. Голосовая активность существует, если измеренные значения признаков превышают пороговое значение, в противном случае предполагается наличие тишины. Структурная схема основного детектора речевой активности, используемого в данной работе, показана на рис. 2.

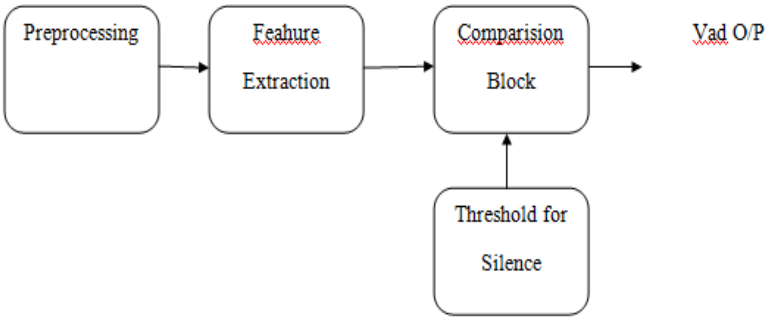


Рис.2 Блок-схема VAD

Производительность VAD сильно зависит от заданных значений порога обнаружения голосовой активности. VAD, предложенный здесь, хорошо работает, когда энергия речевого сигнала выше, чем фоновый шум, а фоновый шум является относительно стационарным. Амплитуда отсчетов речевого сигнала сравнивается с пороговым значением, которое определяется путем анализа работы системы в различных шумовых средах.

III. Извлечение MFFC

Mel frequency cepstral coefficients (MFCC) является, вероятно, наиболее известным и наиболее широко используемым как для распознавания речи, так и для распознавания говорящего [8]. Mel-это единица измерения, основанная на воспринимаемой частоте человеческого уха. Шкала mel представляет собой приблизительно линейное частотное расстояние ниже 1000 Гц и логарифмическое расстояние выше 1000 Гц. Приближение Мел от частоты может быть выражена как

$$fmel = 2595 \times \log\left(1 + \frac{f}{700}\right) \quad (1)$$

где f обозначает реальную частоту, а *mel(f)* обозначает воспринимаемую частоту. Структурная схема, показывающая вычисление MFCC, показана на рис. 3.

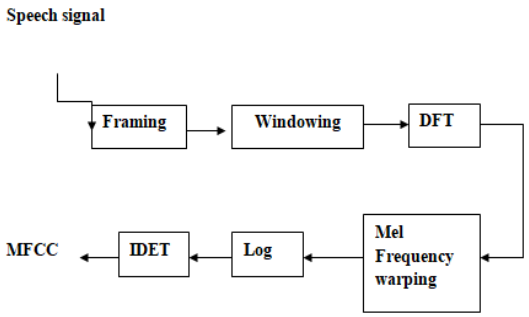


Рис 3. Извлечение MFFC

На первом этапе речевой сигнал делится на кадры длиной от 20 до 40 мс и перекрытием от 50% до 75%. На втором этапе оконная обработка каждого кадра с некоторой оконной функцией выполняется для минимизации разрывов сигнала путем сужения начала и конца каждого кадра до нуля. В окне временной области является точечным умножением обрамленного сигнала и оконной функции. Хорошая оконная функция имеет узкий основной лепесток и низкие уровни боковых лепестков в их передаточной функции. В нашей работе окно Хэмминга используется для 214 выполнения оконной функции. На третьем этапе блок DFT преобразует каждый кадр из временной области в частотную область [9], [10]. На следующем этапе деформация частоты mel выполняется для передачи реальной шкалы частот на воспринимаемую человеком шкалу частот, называемую шкалой mel-частоты. Новый масштаб пространства линейно ниже 1000 Гц и логарифмически выше 1000 Гц. Частота деформации мел обычно реализуется треугольный блоки фильтров с центральной частотой фильтра обычно равномерно расположены по оси частот [Рис. 4]. Этот искривленная ось реализуется согласно уравнению 1 таким образом, чтобы имитировать восприятие человеческого уха. Выход I-й фильтр задается с помощью

$$y(i) = \sum_{j=1}^{N} s(j)\mu_i(j) \quad (2)$$

S (j) - спектр амплитуд N-точек (j = 1: N), а μ_i(j) - отклик амплитудной выборки банка фильтров Mchannel (i = 1: M). На пятой стадии вычисляется Log выходного сигнала блока фильтров и, наконец, вычисляется DCT (дискретное косинусное преобразование). MFCC может быть рассчитана с использованием уравнения где N ’- это количество точек, используемых для вычисления стандартного DFT.

$$C_s(n,m) = \sum_{i=1}^{M}(\log Y(i)\cos[i\frac{2\pi}{N} * n] \quad (3)$$

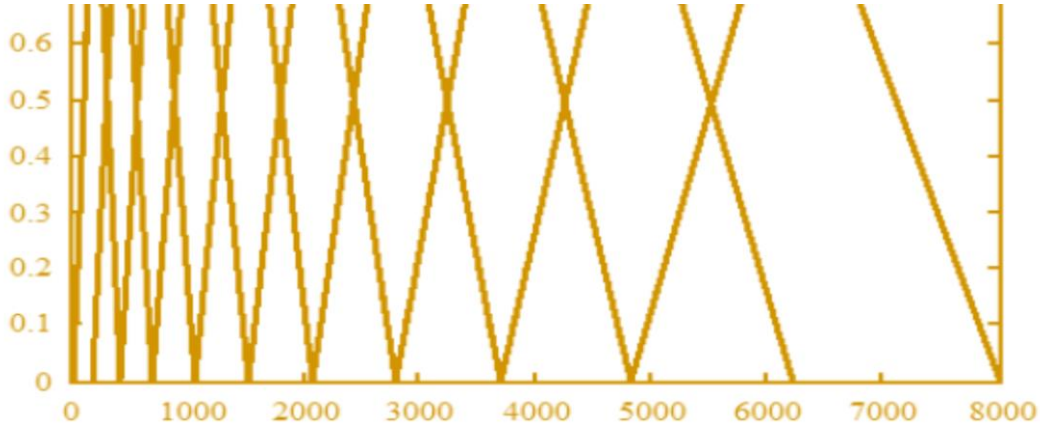


Рис.4 Треугольный блок фильтров

На 5 рисунке показан снимок экрана графического интерфейса пользователя, разработанного с использованием MATLAB входной речи, MFCC, основного тона и графиков мощности.

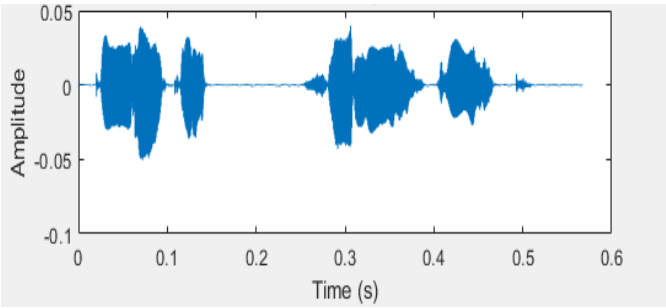


Рис. 5 Графические сигналы GUI, показывающие входную речь, MFCC, высоту звука и графики мощности

Предлагаемая система идентификации дикторов

Структурная схема предлагаемой системы ASI поясняется на рис. 6. Он добавляет NPF к набору функций, включая Коэффициенты MFCC. Особенности могут быть извлечены из сигналов в временной области или в соответствующей области преобразования, чтобы сделать использование характеристик преобразования. Нейронная классификация принят в предлагаемом подходе.

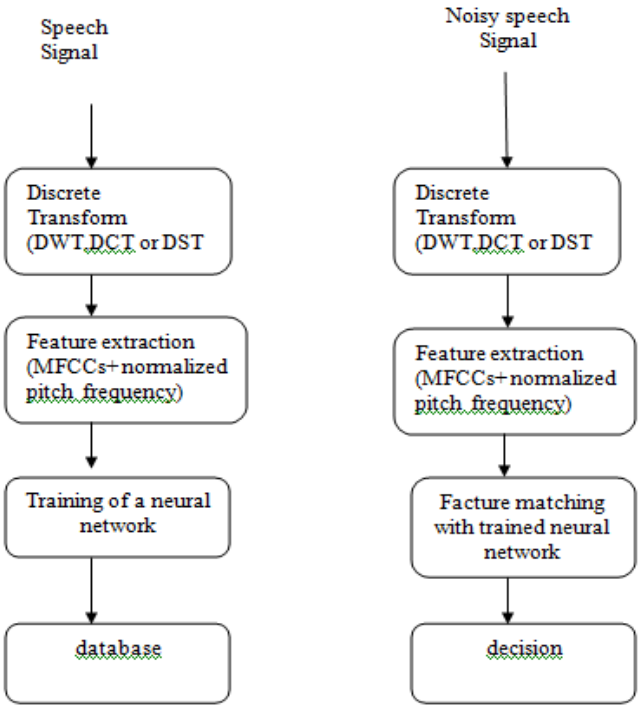


Рис. 6 Предлагаемая система ASI

Извлечение признаков из дискретных преобразований

Домены дискретного преобразования могут использоваться в системах идентификации динамиков для надежного извлечения MFCC. Для этого будут исследованы DWT, DCT и DST. В следующих подразделах эти преобразования и их результаты будут представлены в системе ASI.

DWT

Идея DWT заключается в представлении сигнала в виде а серия приближений (низкочастотная версия) и детали (высокочастотная версия) с различными разрешениями, как показано на рисунке Рис. 7. Низкочастотный фильтрованный сигнал дает приближение сигнала и высокочастотного фильтрованного сигнала дает деталь. Для моделирования используются коэффициенты аппроксимации речевой сигнал. Коэффициенты детализации содержат высокочастотное компоненты сигнала. Они существенно отличаются с изменениями в используемом тексте и записи / приобретения условия (Шафик и др. 2009a).

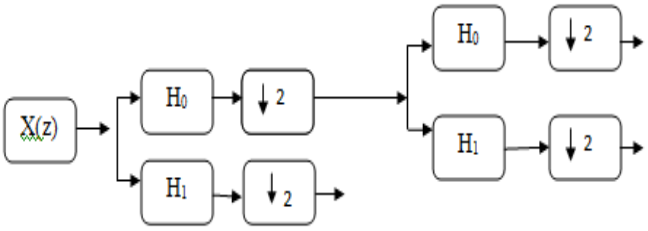


Рис. 7. Дерево двухуровневого вейвлет-разложения

DCT

DCT - это 1-D преобразование с превосходным свойством сжатия мощности. Для речевого сигнала x (n) 1-D DCT длины N задается как (Shafik et al. 2009b):

$$X(k) = \alpha(k) \sum_{x=0}^{N-1} x(n) \cos\left[\frac{\pi(2n+1)k}{2N}\right], 0 \le k \le N-1 \quad (4)$$

где

$$\alpha(0) = \sqrt{\frac{1}{N}}, \alpha(k) = \sqrt{\frac{2}{N}}$$

Обратное преобразование задается формулой:

$$x(n) = \sum_{x=0}^{N-1} \alpha(k) X(k) \cos\left[\frac{\pi(2n+1)k}{2N}\right], 0 \le n \le N-1 \quad (5)$$

DCT представляет собой другое тригонометрическое преобразование с взаимным свойства с DCT. DCT определяется (Li et al.2006):

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \sin\left[\frac{\pi}{N-1}(n-1)(k+1)\right], \text{k=0,…,N-1} \quad (6)$$

Подобно DCT, коэффициенты DST в низкочастотной зоне в основном относятся к речи, а коэффициенты DST в высокочастотной зоне относятся к шуму.

Результаты

В этой статье мы рассчитываем скорость распознавания говорящего, которая определяется как отношение между количеством успешных идентификаций и общим количеством идентификаций. Мы использовали базу данных из 8 динамиков, повторяющих каждое предложение 10 раз для получения 80 образцов речи, которые были использованы для генерации MFCCs, полиномиальных коэффициентов, NPF для формирования вектора признаков для каждого динамика в базе данных. В режиме обучения эти функции были использованы для обучения ANN. В режиме тестирования предложения, зарегистрированные в системе, ухудшаются AWGN. Функции извлекаются из деградированной речи и сопоставляются с функциями, полученными из режима обучения, используя ANN для идентификации говорящего. В качестве признаков используются 13 MFCCs и 26 полиномиальных коэффициентов, формирующих векторы признаков из 39 коэффициентов плюс NPF для каждого кадра речевого сигнала. Эксперименты включали семь случаев извлечения признаков. В 1-м случае MFCCs, NPF и полиномиальные коэффициенты извлекаются только из речевых сигналов. Во 2-м случае функции извлекаются из DWTs речевых сигналов. В 3-м случае функции извлекаются из речевых сигналов плюс их DWT. В 4-м случае признаки извлекаются из DCTs речевых сигналов. В 5-м случае функции извлекаются из исходных речевых сигналов плюс их DCTs. В 6-м случае признаки извлекаются из Дстс речевых сигналов. В 7-м случае функции извлекаются из исходных речевых сигналов плюс их DST. Результаты моделирования приведены на фиг. 6. Из этих цифр ясно, что DCT и DWT являются хорошими кандидатами для надежного извлечения функций из сигналов речи в присутствии AWGN.

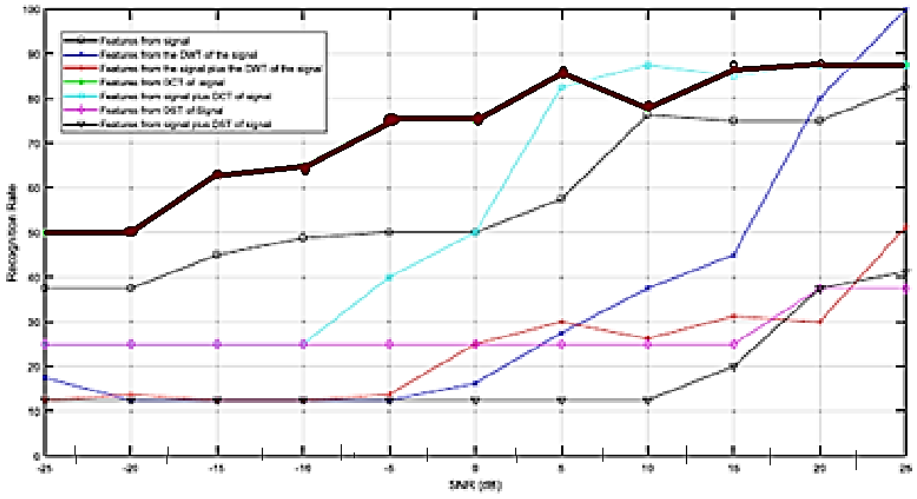


Рис. 6 Скорости распознавания выхода для извлечения различных признаков методы в присутствии AWGN с использованием функций MFCC и NPF

Выводы

В этой статье представлена надежная система ASI, основанная на MFCCs и NPF как особенностях речевых сигналов и ANN как методе сопоставления признаков. Изучены различные методы извлечения признаков при различных значениях отношение сигнал-шум. Результаты моделирования показали, что предложенная система ASI улучшает процентную скорость распознавания динамиков. Кроме того, вейвлет-шумоподавление может быть использовано для снижения шума до идентификации громкоговорителя.

Литература

1. Ch.Srinivasa Kumar, Dr. P. Mallikarjuna Rao, 2011, "Design of an Automatic Speaker Recognition System using MFCC, Vector Quantization and LBG Algorithm'', International Journal on Computer Science and Engineering,Vol.3 No. 8 ,pp:2942-2954.

2. Amruta Anantrao Malode,Shashikant Sahare,2012 **,** "Advanced Speaker Recognition", International Journal of Advances in Engineering & Technology ,Vol. 4, Issue 1, pp. 443-455.

3. A.Srinivasan, "Speaker Identification and verification using Vector Quantization and Mel frequency Cepstral Coefficients",Research Journal of Applied Sciences,Engineering and Technology 4(I):33-40,2012.

4. Vibha Tiwari, "MFCC and its applications in speaker recognition",International Journal on Emerging Technologies1(I):19-22(2010)

5. Dreyfus, G. (2005). Neural networks methodology and applications. Berlin: Springer.

6. Hayati, M., & Shirvany, Y. (2007). Artificial neural network approach for short term load forecasting for Illam region. In Proceeding of World Academy of Science, Engineering and Technology, Turkey (Vol. 22). ISSN 1307-6884.

7. Islam, A. (2017). Modified mel-frequency cepstral coefficients (MMFCC) in robust text-dependent speaker identification. In International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), Dhaka pp. 505–509.

8. Kopparapu, S. K., & Laxminarayana, M. (2010). Choice of mel-filter bank in computing MFCC of a resampled speech. In IEEE, International conference on information science, signal processing and their applications (ISSPA), Kuala Lumpur (pp. 121–124).

9. Kura, V. (2003). Novel pitch detection algorithm with application to speech coding.

10. Li, X., Xie, H., & Cheng, B. (2006). Noisy speech enhancement based on discrete sine transform. In Proceedings of IEEE international multi-symposiums on computer and computational sciences (IMSCCS), Hangzhou.

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОИСКА И АНАЛИЗА КРИМИНАЛЬНО ЗНАЧИМОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ И СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВЫХ МАССИВАХ

Мамырбаев О.Ж., Скаков М.
morkenj@mail.ru, skakov90@gmail.com
Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
Механико-математический факультет, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В этой работе мы пытаемся решить проблему интеллектуального анализа текста и классификации его на позитивные, негативные и нейтральные для выявления преступлений, применяя анализ настроений в отношении названий и содержания статей. Анализ преступности является одним из наиболее важных видов деятельности большинства интеллектуальных правоохранительных организаций во всем мире. Анализ данных - это мощный инструмент, который можно эффективно использовать для анализа больших баз данных и получения важных аналитических результатов. В этой работе будут рассмотрены различные распространенные теории, лежащие в основе НЛП, и способы их использования для сбора мнений пользователей в газетных статьях. Результаты экспериментов с классификатором показывают, что классификатор способен выполнить классификации с точностью 77,8% , полученных из статей. Результаты этого исследования будут иметь большое значение для исследователей, добавив еще одну перспективу наивного Байеса в мнении майнинга, а также для правоохранительных органов выявление криминальной информации в статьях.*

Ключевые слова: *анализ преступности, очистка веб-страниц, обработка естественного языка (NLP), машинное обучение, NLTK*

1. Введение

Безопасность людей одна из самых важных обязанностей правительств во всем мире. Таким образом, главная цель здесь является снижение уровня преступности. Есть много преступлений типы инцидентов, таких как кражи со взломом, кражи, грабежи, транспортное средство преступления, убийства, вооруженная торговля, сексуальные преступления и международные преступления и др. Преступность - это отклонение в поведении некоторых людей от нормального привычки, которые приводят людей ко многим вредным последствиям на уровне духа, личные вещи, окружающая среда и т. д. Сотрудники полиции играют главную роль в гражданской администрации, они несут ответственность за предупреждение и прогнозирование преступлений, а также обеспечение соблюдения закона. Обычно сотрудники милиции готовят отчеты о преступлениях вручную и в неструктурированной форме. Анализ криминальных сетей вручную из этой неструктурированной формы отнимает много времени и следователям могут потребоваться месяцы, чтобы разгадать преступную загадку.

Несмотря на то, что ценная информация доступна в удобочитаемой форме в онлайн-газетах и электронных архивах, программные системы, которые могут извлекать соответствующую информацию и представлять эту информацию, являются недостаточными, и это представляет значительный интерес для исследователей в области извлечения информации [1]. Даже если поисковые системы могут быть использованы для запроса конкретной информации (например, культурные события в Окленде), эти результаты запроса не обеспечивают историческую перспективу (т. е. если есть 100 статей о культурных событиях, пользователю, возможно, придется прочитать все из них, чтобы получить некоторые идеи, такие как увеличение количества опер в городе). Хотя можно было бы вручную прочитать результаты и извлечь ценную информацию, этот процесс утомителен и подвержен ошибкам. Таким образом, эта работа направлена на "добывание" информации, доступной в онлайн-газетных статьях.

В этой работе мы пытаемся решить проблему интеллектуального анализа текста и классификации его на позитивные, негативные и нейтральные для выявления преступлений, применяя анализ настроений в отношении названий и содержания статей. Анализ преступности является одним из наиболее важных видов деятельности большинства интеллектуальных и правоохранительных организаций во всем мире. Анализ данных - это мощный инструмент, который можно эффективно использовать для анализа больших баз данных и получения важных аналитических результатов. Также извлечение информации о преступлениях выбирается в качестве области для расследования, потому что преступление является одной из ключевых переменных для людей, чтобы решить, следует ли переехать в новую страну (или переехать в новый город) и места, чтобы избежать, когда вы путешествуете. Например, новый иммигрант может захотеть сравнить различные города на основе уровня преступности или сравнить различные районы конкретного города, чтобы выбрать более безопасный. Путешественник может захотеть узнать, какие части конкретного города следует избегать. В настоящее время эта информация не является легкодоступной для пользователей, но они могут быть получены из газетной статьи конкретного региона, как правило, сообщают о важных преступлениях.

Этот документ организован следующим образом. В разделе 2 представлен обзор соответствующей работы и методов, используемых в области извлечения информации о преступлениях. В разделе 4 представлена методология, используемая для определения приговоров с указанием мест, а также для классификации того, является ли приговор приговором о месте совершения преступления. В разделе 5 обсуждаются различные эксперименты, проведенные с использованием четырех различных газетных статей из трех стран, и их результаты. В разделе 6, 7 обсуждаются достоинства и недостатки работы, о которой сообщается в этом документе, а также указывается на будущую работу. Выводы приводятся в разделе 7.

2. Соответствующие работы

Многие исследователи уделяют большое внимание криминальной сети анализ, но некоторые из них предложили системы для преступника сетевой анализ для

обработки арабского языка. В данном разделе количество научно-исследовательских работ, посвященных криминальной сети анализ и выявление преступлений рассматриваются. Эта литература обзор разделен на два раздела: Литература по преступности обнаружение и анализ преступной сети. В этом разделе представлен обзор соответствующей работы в области выявления преступлений. Он также предоставляет краткую информацию о двух методах, названных Распознавание сущностей (NER) и условные случайные поля (CRF), используемые в данной работе. Исследователи, работающие в области извлечения информации о преступлениях, использовали несколько методов. В частности, для этой цели исследователи использовали такие методы, как краудсорсинг, интеллектуальный анализ данных и машинное обучение. Проект WikiCrimes [2]. использует силу толпы, где люди сообщают подробности преступления в интернете, и другие пользователи могут использовать эту информацию для принятия решений. Однако ограничением такого подхода является сложность проверки подлинности опубликованных преступлений.

Исследователи изучили методы извлечения соответствующей информации из неструктурированных документов. Процесс извлечения информации из неструктурированных документов затруднен, поскольку он написан на естественном языке и структура документа заранее не известна (по сравнению со структурированными файлами, такими как базы данных). Однако была проделана большая работа по идентификации объектов (например, лицо, место, организация) из неструктурированных документов в области обработки естественного языка. Часто вызывается как распознавание именованных сущностей (NER), это метод был показан, используемый во многих областях (для обзора см. [3]. Например, проект Coplink [4] исследователей из Университета Аризоны направлена на выявление информации о преступниках из полицейских отчетов. Он использует систему извлечения сущности, которая основана на

Методы ИИ, для автоматического выявления личностей преступников, а также для анализа преступных сетей с использованием кластеризации и блочного моделирования.

3. Веб скреперы (Web Scrapers)

Поскольку Интернет и Интернет продолжают расширяться, может стать затруднительным доступ к веб-страницам, не зная заранее, каков адрес страницы. Именно здесь появляются поисковые системы. Поисковые системы используют процесс, называемый веб-сканированием, который представляет собой алгоритм, предназначенный для сканирования или обхода коллекции веб-сайтов, который индексируется и ищется [5]. Этот алгоритм имеет три основных компонента; веб-страница извлекается, она анализируется для извлечения всех связанных URL-адресов (Uniform Resource Locator), а для ранее невидимых URL-адресов повторите первые два шага [6]. Веб-скребок отличается от веб-сканера, так как веб-сканер просто сканирует и индексирует, в то время как веб-скребок представляет собой автоматизированный инструмент, который запрашивает веб-сервер для получения веб-страницы и анализирует веб-страницу для извлечения информации [7]. Пока веб-сканер сканирует множество веб-страниц, чтобы найти ссылки, Формат этих

ссылок остается тем же, однако при использовании веб-скреперы для извлечения данных с веб-страниц формат разметки изменяется между различными веб-сайтами [8]. Несмотря на это, веб-скребки часто используются для доступа к тем областям веб-сайта, которые не доступны поисковым системам.

4. Обработка естественного языка

Область НЛП восходит к нескольким десятилетиям и значительно выросла за эти годы. Изначально, благодаря появлению Всемирной паутины, собирающей данные из ограниченного набора оцифрованных документов, произошел взрыв информации на многих языках. Значительный объем работы был проделан в области поиска информации (IR), которая считается областью применения обработки естественного языка. Прежде чем обсуждать методы IR, давайте немного углубимся в теоретические и практические аспекты НЛП.

4.1 Традиционный подход - ключевые понятия

Первоначально подход НЛП следовал следующим дискретным шагам.

1.Текстовая предварительная обработка / токенизация

2.Лексический анализ

3.Синтаксический анализ

4.Семантический анализ

4.2 Методология исследования

Цель этой работы состоит в том, чтобы определить место кражи из корпуса и классифицировать каждое предложение в статье в приговоре о месте преступления (CLS), а не в приговоре о месте преступления (NO-CLS). В этом разделе описывается методология, используемая для классификации предложений в газетных статьях в CLS и никаких-CLS предложений. На рис.1 показаны шаги, используемые в методологии, использованной в данной работе.

1. *Корпус building* - первым шагом является создание корпуса соответствующих газетных статей для нашего исследования. Для этого мы использовали BeautifulSoup Web Screen Scraper tool [9]. BeautifulSoup - это веб-инструмент для извлечения конкретной информации с веб-сайтов. Если мы тренируем инструмент, указывая и нажимая на детали, которые должны быть извлеченный, инструмент может извлечь тот же набор информации автоматически из данного пула документов. Он также сохраняет извлеченную информацию в различных форматах для последнего использования. Мы создали корпус статей, связанных с воровством.

2. *Токенизация* предложений-при извлечении соответствующих газетных статей отдельные предложения должны быть извлечены (т. е. статья должна быть разделена на отдельные предложения). Мы использовали токенизатор Punkt [10] из Nltk toolkit [11] для этой цели. Токенизатор делит данную статью на список отправлений.

Методология, используемая для анализа настроений новостных статей в данной статье, основана на лексикон-ориентированном подходе. Анализ настроений обычно может проводиться с использованием контролируемых или неконтролируемых подходов. Контролируемый подход состоит из набора помеченных обучающих данных, которые используются для построения модели классификации с целью использования этой модели для классификации новых данных, для которых метки отсутствуют. Неконтролируемые или лексические подходы к анализу настроений не требуют каких-либо обучающих данных. В этом подходе чувства, передаваемые словом, выводятся на основании полярности слова. В случае предложения или документа полярности отдельных слов, составляющих документ, в совокупности передают смысл предложения или документа. Таким образом, полярность предложения-это совокупность (сумма) полярностей отдельных слов (или словосочетаний) .

Этот подход использует некоторые предопределенные списки слов, так что каждое слово в списке связано с определенным настроением. В дальнейшем этот подход может использовать следующие методы

1. Словарные методы: в этих методах словарь лексики используется для того, чтобы найти слова с положительным мнением и слова с отрицательным мнением[12].

2. Корпусные методы: в этих методах используется большой корпус слов и на основе синтаксических шаблонов другие слова мнения могут быть найдены в контексте[13].

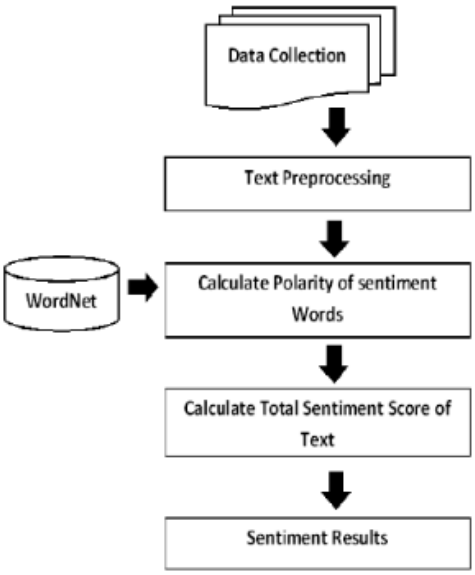


Рис 1. Методология Анализа Настроений

5. Математическая модель. Алгоритм модели Наивного Байесовского классификатора

Внедрение мобильных технологий и, как следствие, появление вычислительной социальной науки начали революционизировать наше понимание человеческого поведения. Анализ текстовых данных может дать исследователям ответы на проблемы реального мира в виде самоотчетов о поведении, мнениях и настроениях людей с использованием методов автоматической обработки текста, которые практически не требуют знания содержания выбранного текста. Существует огромное количество текстовых данных, доступных для исследователей, начиная от сообщений в социальных сетях, газетных статей и научных статей.

Математика, лежащая в основе этой модели, не особенно сложна для понимания, если вы знакомы с некоторыми математическими обозначениями. Для тех из вас, кто не является, сделано все возможное, чтобы объяснить все подробно. Давайте начнем с нашей цели, чтобы правильно классифицировать отзыв как положительный или отрицательный. Это два класса, к которым принадлежит каждый документ.

$$\hat{c} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} P(c|d)$$

Мы можем переписать это уравнение, используя хорошо известное правило Байеса, одно из самых фундаментальных правил в машинном обучении. Поскольку мы хотим максимизировать уравнение, мы можем отбросить знаменатель, который не зависит от класса C.

$$\hat{c} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} \overbrace{P(d|c)}^{\text{likelihood}} \overbrace{P(c)}^{\text{prior}}$$

Мы считаем, что каждое отдельное слово нашего документа является особенностью. Если мы напишем это формально, то получим:

$$c_{NB} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} P(c) \prod_{f \in F} P(f|c)$$

Мы можем сделать еще одно изменение: вместо этого максимизировать журнал нашей функции. Причина этого чисто вычислительная, так как пространство журнала, как правило, менее подвержено перетеканию и более эффективно. Мы приходим к окончательной формулировке цели классификатора.

$$c_{NB} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} \log P(c) + \sum_{i \in positions} \log P(w_i|c)$$

Представьте, что вы пытаетесь классифицировать обзор, содержащий слово "колоссальный", и что ваш классификатор не видел этого слова раньше. Естественно, вероятность P (w_i|c) будет равна 0, в результате чего второй член нашего уравнения перейдет в отрицательную бесконечность! Это распространенная проблема в НЛП, но, к счастью, она имеет простое решение: сглаживание. Этот метод заключается в добавлении константы к каждому счету в формуле P(w_i|c), причем самый основной тип сглаживания называется сглаживанием add-one (Laplace), где константа равна всего 1.

$$\hat{P}(w_i|c) = \frac{count(w_i, c) + 1}{\sum_{w \in V} (count(w, c) + 1)} = \frac{count(w_i, c) + 1}{\left(\sum_{w \in V} count(w, c)\right) + |V|}$$

6. Результаты

С помощью отправленного анализатора были получены следующие результаты. Результаты были рассчитаны в соответствии с используемыми стандартами производительности, мы полагались на модуль nltk metrics, который предоставляет функции для вычисления точности, точности и отзыва для классификатора. Тестовые прогоны и представление результатов мы провели ряд тестов, результаты которых представлены в таблице ниже: -тестовые прогоны с наивным классификатором Байеса. Уровни испытаний определены ниже:

Первый уровень: тест, выполненный в пяти испытаниях
Второй уровень: тест, выполненный в десяти испытаниях
Третий уровень: тест, выполненный в пятнадцати испытаниях

Таблица 1: Влияние увеличения no обучения на несбалансированные ключевые слова (положительный 840, отрицательный 620, нейтральный 430)

Номер	Эксперимент	Точность Классификаторов	POS Точность	POS Точность RECALL %	NEG Точность RECALL %	NEG Точность RECALL %	NEU Точность RECALL %	NEU Точность RECALL %
1	Классификация с 1го уровня тренировки	54.2	64.6	75.4	63.6	95.1	59	61.5
2	Классификация со 2го уровня тренировки	61.2	76	79.1	69.5	95.2	63.2	71.2
3	Классификация с 3го уровня тренировки	77.3	77.9	80.3	77.3	95.5	68.4	79.3

7. Заключение

Есть много направлений в анализе настроений, которые могут быть изучены. В этой статье был изучен анализ настроений новостей и блогов с использованием набора данных из zakon.kz состоит из новых статей в период с 2018 по 2019 год. Было отмечено, что категории бизнеса и спорта имеют больше положительных статей, в то время как развлечения и технологии имеют большинство отрицательных статей. Будущая работа в этом направлении будет основана на анализе настроений новостей с использованием различных подходов машинного обучения с разработкой онлайн-приложения, из которого пользователи смогут читать новости своих интересов. Кроме того, на основе методов анализа настроений, читатели могут настроить свою ленту новостей.

В этой исследовательской работе мы смогли построить алгоритм, который имеет возможность извлекать и хранить данные, искомые по различным темам с самого популярного сайта социальных сетей в Казахстане zakon.kz. в обзоре литературы был рассмотрен ряд классификационных моделей, из которых мы выбрали наивную модель классификатора Байеса из-за ее простоты в адаптации к собранным данным. Мы разработали классификатор анализа настроений, который интегрирует эвристику получения информации с использованием набора инструментов естественного языка и обучил его на предварительно обработанном наборе данных из социальных сетей.

Результаты, полученные в результате экспериментов с классификатором, показывают, что классификатор способен выполнять классификацию с точностью 78,9% для настроений, полученных из социальных сетей. Это почти человеческая точность, так как, по-видимому, люди соглашаются на чувства только около 80% времени. Большая часть настроений в этих данных выражена частично на казахском, русском языках. Поэтому мы приходим к выводу, что выбранная модель классификации идеально подходит для вида данных, собранных с веб-сайта на zakon.kz. Наконец, мы интегрируем методы и методы, разработанные в веб-приложение для использования в предоставлении анализа настроений.

7.1 Будущие направления исследований

Начнем с того, что социальные сети являются лучшим источником данных для криминальной сферы. Разработка системы выявления преступлений на казахском языке в области Преступности была основной целью настоящего документа. Основной вклад этого документа заключается в следующем: Автоматическое извлечение имен нарушителей из реальных неструктурированных текст преступления, в то время как традиционная система используется для структурирования базы данных системы. Алгоритм обнаружения информации о преступление может использоваться, как справочник или аптечка для сотрудников полиции. В системе анализатора настроений можно выполнить следующие улучшения:

1. Функциональные возможности для размещения других классификаторов, кроме наивного классификатора Байеса, могут быть разработаны в приложении. Эти классификаторы включают деревья решений и вспомогательные

векторные машины. Результаты различных классификаторов можно сравнить в интерфейсе отчета для выбора наилучшего метода классификации.

2. Обучение на нескольких словах также могут быть изучены, чтобы решить ограничение.

3. Алгоритм также может быть улучшен, чтобы быть доступным на портативных устройствах, таких как мобильные телефоны.

4. Интеграция с мульти-и межъязыковыми словарями языков для удовлетворения динамической природы языка, используемого в социальных сетях.

Литература

1. Cowie, J. & Lehnert, W. (1996), ‘Information extraction’, Communications of the ACM 39(1), 80–91.

2. Wiki Crimes (2013), ‘Mapping crimes collaboratively’, http://www.wikicrimes.org. Accessed: 15-08-2013.

3. Nadeau, D. & Sekine, S. (2007), ‘A survey of named entity recognition and classification’, Lingvisticae Investigationes 30(1), 3–26.

4. Chen, H., Chung, W., Xu, J. J., Wang, G., Qin, Y. & Chau, M. (2004), ‘Crime data mining: a general framework and some examples’, Computer 37(4), 50–56

5. Castillo, C. (2004) Effective Web Crawling. Ph.D. in Computer Science. University of Chile.

6. Broder, A.Z., Najork, M. and Wiener, J.L. (2003) Efficient URL caching for world wide web crawling. , Budapest, Hungary. 20-24 May 2003. New York, NY, USA: ACM, pp. 679.

7. Mitchell, R. (2015) Web scraping with Python: collecting data from the modern web. O'Reilly Media, Inc.

8. Penman, R.B., Baldwin, T. and Martinez, D. (2009) Web Scraping Made Simple with SiteScraper, .

9. http://www.compjour.org/warmups/govt-text-releases/intro-to-bs4-lxml-parsing-wh-press-briefings/

10. Kiss, T. & Strunk, J. (2006), ‘Unsupervised multilingual sentence boundary detection’, Computational Linguistics 32(4), 485–525.

11. Bird, S., Klein, E. & Loper, E. (2009), Natural language processing with Python, O’reilly.

12. Finkel, J. R., Grenager, T. & Manning, C. (2005), Incorporating non-local information into information extraction systems by gibbs sampling, in ‘Proceedings of the 43rd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics’, Association for Computational Linguistics, pp. 363–370.

13. Albert, R., Jeong, H. and Barabási, A. (1999) Internet: Diameter of the world-wide web, Nature, 401(6749), pp. 130-131. doi: 10.1038/43601.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОКРЫТИЯ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА РОБОТА С 3-МЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

[1]Муканова Б.Г., [1]Ахметжанов М.А., [2]Азимова Д.Н., [1]Намазбаев Б.Д.
e-mail: mbsha01@gmail.com, maks714@mail.ru, azimovaadn@gmail.com, nbd-81@mail.ru
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, Алматы
[2]Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, Астана

Аннотация. *В данной работе рассматривается 3RPR робот параллельной структуры на примере 3-х точечного робота. Для определения рабочей области в данной работе использован метод неравномерных покрытий, который позволяет определить внешнюю и внутреннюю аппроксимацию множества решений системы с заданной точностью. Показано изменение объема рабочей области робота за счет изменение высот актуаторов и проведены численные расчеты. Приведены результаты вычислительного эксперимента.*

Ключевые слова: *Робот параллельной структуры, неравномерное покрытие, рабочая область, система нелинейных неравенств.*

В данной работе рассматривается параллельный робот, имеющий 3 степени свободы.

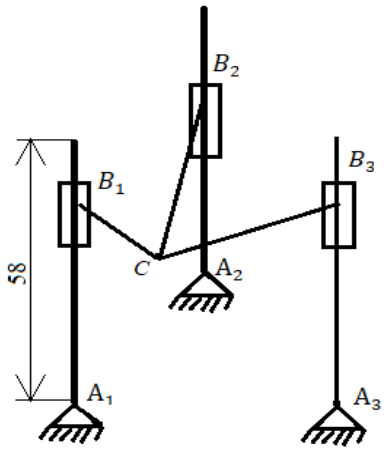


Рисунок 1 Кинематическая схема

Данный вид робота имеет 3 штанги A_iB_i, которые совершают поступательные движения и B_iC, совершающие плоскопараллельное движение. Для данного вида робота координатами актуаторов являются положения точек B_i, т.е. длины штанг A_iB_i. Допустим, что расстояния от точки С до вертикальных опор штанг B_iC i=1,2,3

не могут быть произвольны и ограничены сверху и снизу некоторыми величинами l_{min}, l_{max}, одними и теми же для всех трех стержней. Положение рабочего органа C в операционном пространстве задается координатами центра масс (x, y, z). Обозначим через D длину штанги B_iC, которая является постоянной величиной для данного робота, через h_i высоту подъема точки B_i от уровня C и через φ_i углы A_iB_iC между штангой B_iC и вертикальной стойкой A_iB [1].

Запишем ограничения на координаты центра платформы, связанные с длинами штанг в плоскости Oxy:

$$l_{min} \le |B_iC\sin\varphi_i| \le l_{max}, \qquad i = \overline{1,3},$$

или, в развернутом виде как

$$\begin{gathered}(x - x_{Bi})^2 + (y - y_{Bi})^2 - l_{imax}^2 \le 0,\\ l_{imin}^2 - (x - x_{Bi})^2 - (y - y_{Bi})^2 \le 0,\\ i = \overline{1,3}.\end{gathered} \tag{1}$$

здесь

$$l_i = D\sin\left(\arccos\frac{h_i}{L}\right) = \sqrt{D^2 - h_i^2}, \tag{2}$$

$$\left|\frac{h_i}{D}\right| < 1,\ 0 < h_i < D.$$

Как видим, ограничения для данного робота имеют тот же вид, что и для плоского робота типа 3RPR [5]. Это означает, что кинематическая схема робота приводится к той же схеме, что и для робота 3RPR, рассмотренного на предыдущих этапах исследования. Для данного робота вычисления значительно сокращаются, вследствие того, что рабочий орган представляет печатающую головку и имеет малые размеры по сравнению с другими геометрическими параметрами модели. Это означает, что рабочий орган можно моделировать как материальную точку, а не как платформу с конечными размерами. Это избавляет нас от необходимости рассматривать угол поворота печатающей головки ϕ в качестве дополнительной степени свободы [4].

Численные результаты. Как видим, при фиксированных высотах актуаторов ограничения (1) задаются уравнениями окружностей в плоскости переменных (x,y). В приведенных ниже численных примерах мы задавали фиксированные значения максимальной и минимальной высоты $h_{max} = 21$ см, 7 см, $h_{min} = 17$ см, 4 см и вычисляли возможные покрытия границ и внутренности рабочей области и объем рабочей области. Чтобы учесть возможные допуски в минимально и максимально возможных значениях длин штанг в расчеты был включен допуск для длины штанги $\varepsilon > 0$ (рисунок 2 и 3).

При рассмотрении прямоугольника на предмет включения либо исключения из покрытия понадобилось вычисление экстремумов функций, выражающих ограничения на рабочую область.

Численное моделирование проводилось для следующих геометрических параметров робота: D = B_iC = 22 см, $A_iB_j \leq 58$ см, A_1A_2 = 28 см.

Таблица 1 - Объем рабочей области для фиксированных высот актуаторов

	$h_{max} = 21$ см, $h_{min} = 7$ см	$h_{max} = 17$ см, $h_{min} = 4$ см
S (см^2)	57,81	9,38

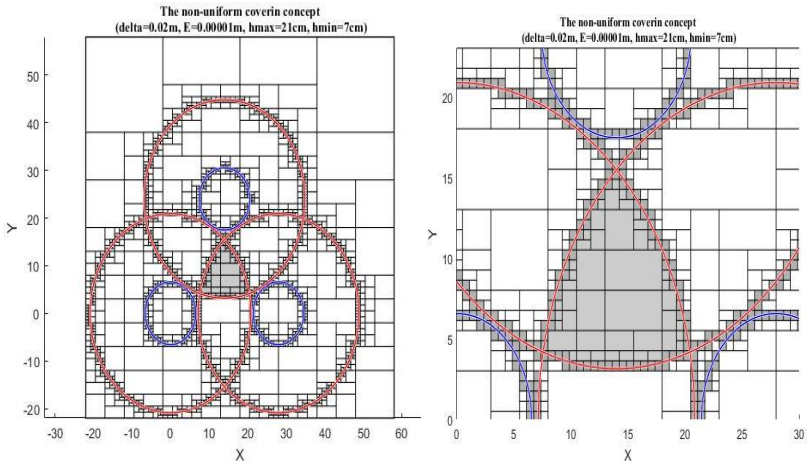


Рисунок 2. Покрытие рабочей области и ее границ, построенное методом неравномерных покрытий при максимальных и минимальных значениях высот $h_{max} = 21$ см, $h_{min} = 7$ см

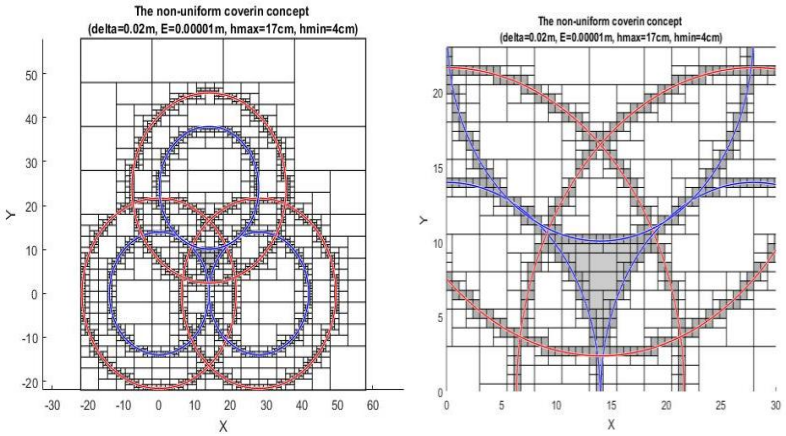


Рисунок 3. Покрытие рабочей области и ее границ, построенное методом неравномерных покрытий при максимальных и минимальных значениях высот $h_{max} = 17$ см, $h_{min} = 4$ см

Заключение

На данном этапе была выполнена численная реализация метода неравномерных покрытий для 3RPR робота с 3-мя степенями свободы. Расчеты показали, что метод неравномерных покрытий может быть применен для модели данного робота. Метод был реализован программно на языке C++ и проведены вычислительные эксперименты.

Литература

1. Merlet, J. P. Parallel robots. Ser. Solid Mechanics and its Applications, V.128– Springer Science & Business Media, 2006. – 418p .
2. Евтушенко, Ю. Г., Посыпкин, М. А., Применение метода неравномерных покрытий для глобальной оптимизации частично целочисленных нелинейных задач. ЖВМиФ, 2011, том 51, № 8, с. 1376–1389.
3. Evtushenko, Y., Posypkin, M., Turkin, A., Rybak, L. The non-uniform covering approach to manipulator workspace assessment // Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), 2017 IEEE Conference of Russian. – IEEE, 2017. – С. 386-389.
4. Д.И. Малышев, М.А. Посыпкин, Л.А. Рыбак, А.Л. Усов. Анализ рабочей области робота DexTAR dexterous twin-arm robot. International Journal of Open Information Technologies, ISSN: 2307-8162 vol. 6, no.7, 2018 – p.15-20.
5. Gosselin C. M., Jean M. Determination of the workspace of planar parallel manipulators with joint limits //Robotics and Autonomous Systems. – 1996. – Т. 17. – №. 3. – С. 129-138.
6. Посыпкин М.А., Ахметжанов М.А., Намазбаев Б.Д. Определение рабочей области робота с помощью метода неравномерных покрытий. Материалы XIV Международной Азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Алматы. 2018. Часть 2. –С.368.

ОБУЧЕНИЯ ДИСТРИБУТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ В WORD2VEC и GLOVE

Мусабаев Р.Р., Козбагаров О.Б., Касымжанов Б.К., Мукашев А.Ш., Ибраева В.М., Меркебаев А.

e-mail: rmusab@gmail.com

Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной работе проводились обучения дистрибутивных моделей для предобработки текстов в Word2vec и Glove. Для обучения дистрибутивных моделей были использованы три варианта предобработки текстов. На основе реализованной дистрибутивной модели Word2Vec было получено векторное представления для размеченной по кластерам тестовой выборки из 30 новостей.*

Были рассмотрены все варианты средневзвешенного расчета векторного представления текстов. Была проведена двух этапная кластеризация. После обучения модели Doc2Vec на нормализованных документах, было получено векторное представление для каждого документа. Для теста была выбрана следующая новость об одном и том же событии, но из разных источников. Был проанализирован 2-мерный "фактологический куб".

Ключевые слова: *дистрибутивные модели, предобработка текста, искуственный интелект, машинное обучение, WORD2VEC и GLOVE*

1. Введение

Несмотря на бурную работу в последние годы над моделями представления слов, изучалась адаптация этих моделей на языках, отличных от английского языка. Проект Polyglot [1] произвел встраивание слов для примерно 100 языков мира. Аттарди и Сими [2] использовали вложения слов в качестве дополнительных функций ввода для анализатора зависимостей. Слова вложения являются эмпирически о полезным в решении нескольких задач, которые охватывают к поиску информации [3]. Базиль и Новелли [4] обучил word2vec на наборе из 10 миллионов твитов и использовал полученные векторы для измерения сходство твитов с прототипами.

Исследование дистрибутивных моделей представления текстов было представлено в [5,6]. Это произошло благодаря обновленному продвижению в технологии нейронных сетей, глубокого обучения, которые успешно применялись к этой задаче. Миколов в статьях [7,8] рассмотрел представления слова в Word2vec. Word2vec использует «мелкую» нейронную сеть, которая может легко обрабатывать миллиарды вхождений слов и создавать семантически и синтаксически значимые представления слов в течение нескольких часов, в отличие от предыдущих моделей [9], которые могут потребоваться недели для обучения. Распределенные представления слов, также известные как вложения слов, представляют слово как вектор в Rn. Вложения слов обычно получаются как побочный продукт обучение модели нейронного языка [6,10], которая учится прогнозировать наиболее вероятное слово с учетом набора контекстных слов [8]. В работе [9] сравнивают выступление на итальянском языке двух широко распространенных моделей «неглубоких» представлений слов в word2vec и GloVe.

2. Методы исследования

Использование дистрибутивных моделей, а также работа с текстовыми данными требует предварительной обработки текстов. Для обучения дистрибутивных моделей были использованы следующие варианты предобработки текстов (в основном для Word2Vec и GloVe):

– токенизации и лемматизации текстов, с удалением высокочастотных функциональных слов.

– первый вариант дополнялся присвоением лемматизированной форме слова ярлыков PoS (part of speech)-tag, указывающим часть речи. Присвоение PoS-tag позволяет получать векторное произведение отдельное для слов, которые

употребляются как в форме глагола, так и в форме существительного (например, печь существительное и глагол).

– второй вариант дополняется соединением модифицирующих слов/частиц с глаголом. Объединение модифицирующих частиц/слов с глаголом позволяет получить векторного представление не только для глагола, но и, например, для его отрицания.

– третий вариант дополняется применением алгоритма снятия кореференции так, как местоимения и тому подобное, удаляемые как высокочастотные слова, несут в себе информацию о контекстах объектов, на которое ссылаются местоимения.

Для целей обработки были реализованы программы на Python. Использовались несколько библиотек Python: nltk, pymorphy2, syntaxNet, string.

Обучение моделей дистрибутивной семантики. Модели дистрибутивной семантики были реализованы в Python (Word2Vec, Doc2Vec, fastText, ELMo). Было проведено обучение этих моделей на корпусах:

– казахстанских и российских новостей (около 900 000 статей, в пропорции 2/9 и 7/9).

– национальный корпус русского языка.

3. Результаты

Обучение (Word2Vec и GloVe) проводилось с размером окна равному 10. Длина вектора бралась равной 300. Минимальная частота встречаемости выбрана равной 3. Число итераций взято равным 100.

Векторное представление именных сущностей берется с моделей, обученных на корпусе новостей. Векторное представление остальных слов берется из моделей, обученных на национальном корпусе русского языка, по причине того, что было выявлено, что более сбалансированные корпуса, как национальный корпус русского языка, обеспечивают более точное определение семантической связи по сравнению с более крупными корпусами, но менее сбалансированными и качественными.

Реализация первого подхода. Первый подход по представлению текстовой информации и последующей ее кластеризации основан на модели дистрибутивной семантики, сопоставляющей каждому слову векторное представление. Использование множество векторов, представляющих слова, которые новостная статья содержит, в качестве векторного представления текста является естественной идеей. Например, в качестве векторного представления текста можно взять средневзвешенное значение векторных представлений слов. При этом можно рассмотреть несколько вариантов того каких слов статьи векторное представление использовать в средневзвешенном расчете и какие веса им присвоить, то есть какая выборка множества слов из текста будет наиболее оптимальной для вышеуказанных целей.

На основе реализованной дистрибутивной модели Word2Vec было получено векторное представления для размеченной по кластерам тестовой выборки из 30 новостей. Были рассмотрены все варианты средневзвешенного расчета векторного представления текстов. Была проведена двух этапная кластеризация: сначала кластеризация векторных представлений статей по группам, затем кластеризация векторного предложения внутри кластера. Алгоритм самостоятельно нашел

правильное число кластеров на тестовой выборке, затем он также был использован в определении содержимого кластеров. В результате только две новости из 30 были неправильно присвоены к кластерам, остальные, верно. Данный подход теперь применяется к корпусу из 900 000 новостей.

Реализация второго подхода. Второй подход также основывается на модели дистрибутивной семантики, но уже использует модель Doc2Vec, а именно его вариант PV-DM. Выбор данного подхода обусловлен тем, что контекст важен в вышеизложенной задаче, а данный подход использует окружение слов для построения векторного представления документа. Данная модель представляет каждую статью в виде вектора, к которым можно применить алгоритмы кластеризации, где в качестве метрики использовать косинусную близость или евклидово расстояние. При успешной работе модели Doc2Vec кластеризация должна группировать схожие по содержанию статьи. Далее потребуется проанализировать чувствительность векторного представления документа к изменениям, вносимым в документ. Если модель окажется нечувствительной к вносимым изменения, то рассмотрим дополнительный этап кластеризации. С помощью модели Doc2Vec присвоим векторное представление каждому отдельному предложению документов, попавших в один и тот же кластер, и применим к ним ряд алгоритмов кластеризации. По результатам кластеризации проверим насколько представления предложений по модели Doc2Vec позволяют сгруппировать предложения согласно их содержанию и насколько оно чувствительно к изменению содержания предложений.

После обучения модели Doc2Vec на нормализованных документах, было получено векторное представление для каждого документа. Для теста была выбрана следующая новость об одном и том же событии, но из разных источников.

Новость с nur.kz:

«Мужчину, который переходил дорогу по пешеходному переходу на участке дороги, где Сатпаева переходит в Шаляпина, сбил автомобиль Lexus ES300. Прибывшие на место трагедии работники скорой помощи констатировали смерть пешехода. Полицейские разбираются в произошедшем.»

К данной новости были определены наиболее похожие статьи из корпуса статей через косинусную близость (Рис. 1).

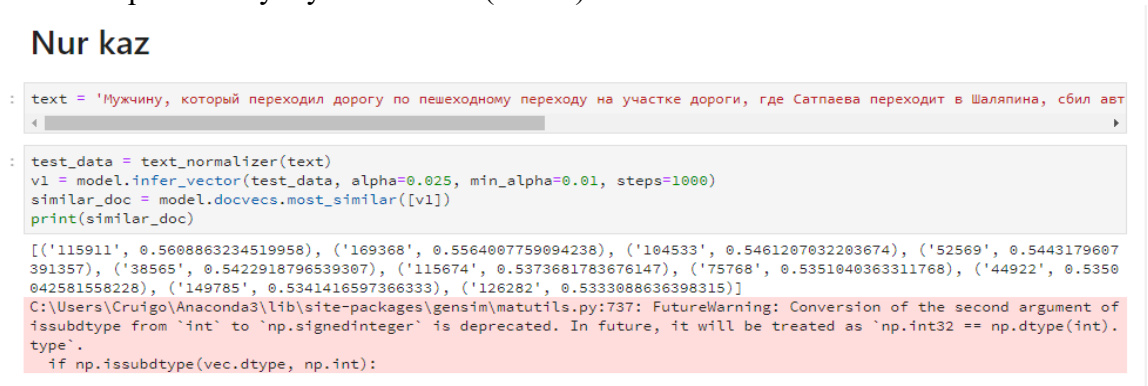


Рис. 1 Наиболее похожие статьи для источника «nur.kz»

То же самое было проделано и для новости из tengrinews.kz (Рис. 2):

Tengri News ¶

```
text = 'В Алматы водитель Lexus насмерть сбил мужчину на регулируемом пешеходном переходе, передает корреспондент программы "Тер
```

```
test_data = text_normalizer(text)
v2 = model.infer_vector(test_data, alpha=0.025, min_alpha=0.01, steps=1000)
similar_doc = model.docvecs.most_similar([v1])
print(similar_doc)
```

```
[('115911', 0.5608863234519958), ('169368', 0.5564007759094238), ('104533', 0.5461207032203674), ('52569', 0.5443179607
391357), ('38565', 0.5422918796539307), ('115674', 0.5373681783676147), ('75768', 0.5351040363311768), ('44922', 0.5350
042581558228), ('149785', 0.5341416597366333), ('126282', 0.5333088636398315)]
```

Рис. 2 Наиболее похожие статьи для источника «tengrinews.kz»

Из результатов видно, что обе статьи имеют одни и те же наиболее похожие статьи. Данные статьи представлены на Рис. 3.

```
data['text'].iloc[115911]
```

```
'в алматы водитель внедорожника совершил смертельный наезд на пешехода, передает корреспондент программы "территория происшестви
й" на телеканале ств. инцидент произошел вечером 18 октября около 20.30 на северном кольце. по словам очевидцев, женщина пыталас
ь перейти дорогу в неположенном месте возле рынка "акбулак". в это время в южном направлении двигался автомобиль toyota land cr
uiser, водитель которого сбил пешехода. от полученных травм она скончалась на месте. позже выяснилось, что погибшей оказалась же
нщина 1974 года рождения. отмечается, что недалеко от места инцидента находились надземный и подземный пешеходные переходы.  фот
о © "территория происшествий" мы отправим новости на ваш телефон. подписывайтесь в telegram @tengrinews'
```

```
data['text'].iloc[104533]
```

```
'в петропавловске в яму под асфальт провалились два автомобиля, передает корреспондент tengrinews.kz. инциденты произошли на пе
ресечении улиц мира и крепостной. в акимате города сообщили, что на месте произошел прорыв теплотрассы. "в результате прорыва по
дземной теплотрассы на пересечении улиц мира и крепостная произошел провал грунта. в зону прорыва угодил автомобиль. в результате
происшествия никто не пострадал", - сообщили в пресс-службе акимата петропавловска. по данным полиции, жертвами внезапного обвал
а посреди проезжей части стали всего два автомобиля. "одна иномарка выбралась самостоятельно, другую извлекли при помощи спецтехн
ики. жертв нет. сотрудниками мпс увд петропавловска выставлено оцепление места происшествия, организовано регулирование дорожного
движения", - сообщили в пресс-службе двд северо-казахстанской области. на месте происшествия работают специалисты тоо "петропавл
овские тепловые сети". они ведут аварийно-восстановительные работы. теплоснабжение домов в экстренном порядке переключено на друг
ую тепломагистраль. на кадрах, распространившихся в соцсетях, видно, как водителю одного из провалившихся авто помогают выбраться
очевидцы.  видео: tengrinews.kz в соцсетях также появились фото с места происшествия.  vk.com / чп / дтп / петропавловск'
```

Рис. 3 Наиболее похожие статьи

Затем для эксперимента в данной статье были изменены несколько фактов (искажены), и было рассчитано косинусное расстояние между векторными представлениями измененной и оригинальной статьями. В результате измененная статья оказалась ближе к оригинальной, чем остальные, которые по смыслу одинаковые с оригинальной. Таким образом, представление документов в виде вектора нечувствительно к определенным изменениям в содержании. Данный подход будет применен к корпусу из 900 000 новостей и проведен анализ полученных результатов. Дополнительно будет проведено сравнение результатов кластеризации первого этапа на соответствие полученных кластеров тегам новостей, которые указывается авторами статей при публикации.

Третий подход. Данный подход основывается на понятии “фактологический куб”. На основе корпуса создается “фактологический куб” в n-мерном пространстве (в нашем случае n равно пяти), где каждая ось соответствует определенной координате факта (например, сказуемому). Точка в пространстве представляет собой один факт. Для ее расположения необходимо организовать порядок слов по

каждой оси с сохранением семантической взаимосвязи слов, то есть более близкие слова на оси должны быть семантически более близкими, чем удаленные друг от друга. Для этого с помощью модели Word2Vec, обеспечивающей свойство того, что векторное представление семантических близких слов однонаправлены, представим слова в виде m-мерного вектора (на практике обычно 300-мерного). Векторное представления слов, относящихся к определенной координате факта (например, сказуемому) позволит применить методы кластеризации в m-мерном векторном пространстве, например, применить k-means алгоритм. В результате кластеризации мы получили набор кластеров C_i,i=1,..,N и определим центр центроидов C_center. Затем кластеры C_i,i=1,..,N помещаются на ось в зависимости от расстояния их до центра C_center. Далее все слова размещаются на оси.

После представления всех фактов в n мерном пространстве применим методы кластеризации для выявления схожих групп. В связи с тем, что каждая статья характеризуется множеством фактов, то статье будет соответствовать несколько образованных кластеров. Таким образом, потребуется разработать метрику, определяющую близость статей в зависимости от соотнесенных им кластеров и от удаленности их от центров кластеров.

На данный момент был проанализирован 2-мерный “фактологический куб” (сказуемое и подлежащее). На Рис. 4 в виде точек показаны все факты из корпуса tengrinews состоящий из 200 тысяч статей.

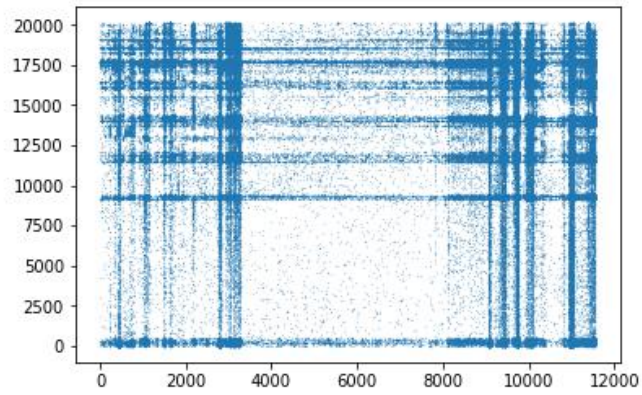


Рис. 4 2-мерный “фактологический куб” (сказуемое и подлежащее)

Можно наблюдать сгустки фактов в виде вертикальных и горизонтальных линий на рисунке 4, которые, по всей видимости, представляют часто используемые сказуемые и подлежащие. Это может свидетельствовать, что в статьях некоторые кластера слов используются чаще остальных.

На Рис. 5 и 6 представлен “фактологический куб”, сгенерированный из статей с именованными объектами «Аблязов» или «Джакишев». В данном случае распределения точек в фактологическом кубе равномерное.

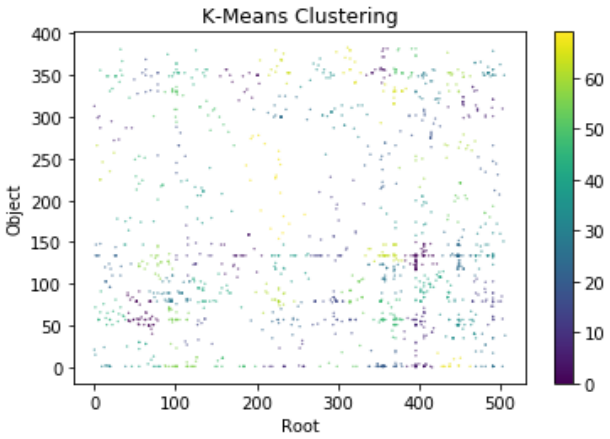


Рис. 5 Кластеры фактов, собранные из статьи, где встречаются имена “Аблязов” и “Джакишев”

	obj	obj_vector	cluster_numb	cluster_center	cosine_word2centroid	cosine_center2centroid	obj_order
0	правительство	[-1.55585753918, 4.34938383102, 0.557132422924...	41	[0.21177388895668237, -0.8443638223278173, 0.6...	0.545269	0.731485	0
1	аблязов	[0.039946321398, -3.45129704475, -0.8238002061...	41	[0.21177388895668237, -0.8443638223278173, 0.6...	0.530310	0.731485	1
2	власть	[0.50090867281, 1.11254942417, 1.27459204197, ...	41	[0.21177388895668237, -0.8443638223278173, 0.6...	0.499778	0.731485	2
3	приватизация	[-0.563440382481, -0.943519353867, 1.584248185...	41	[0.21177388895668237, -0.8443638223278173, 0.6...	0.496313	0.731485	3
4	банкир	[1.19995963573, -1.80574405193, -0.22686281800...	41	[0.21177388895668237, -0.8443638223278173, 0.6...	0.473698	0.731485	4

Рис. 14 Пример получения оси “подлежащее” фактологического куба из слов имеющие связь с сущностями “Аблязов” и “Джакишев”

Рассмотрен 5 мерный фактологический куб новостного корпуса (900 000 новостей) и к нему применен данный подход. Был проведен анализ результатов на предмет работоспособности данного подхода в отношении группировки статей по своему содержанию.

Четвертый подход. По причинам возможной неэффективности кластеризации при использовании только фактов и отсутствия взаимного однозначного отображения между точкой в “фактологическом кубе” и статьей, помимо фактов статьи, также в рассмотрении берутся именованные сущности, числа, даты, приведенные в статьях. Метрикой при данном подходе будет использоваться мера Жаккара [11].

$$J(A, B) = \frac{|\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B}|}{|\boldsymbol{A} \cup \boldsymbol{B}|} \quad (1)$$

Данная метрика широко используется при поиске подобных документов, плагиата и т.п.

В качестве базового алгоритма кластеризации будет использован DBSCAN и его модификации (DBSCAN*, HDBSCAN, K-DBSCAN, RDBSCAN) [12]. В

публикациях говорится о следующих достоинствах и недостатках алгоритма DBSCAN [13].

Преимущества:

– не требует задавать заранее число кластеров;

– DBSCAN работает на плотных, отделённых друг от друга кластерах, при этом их форма не оказывает влияние на результат;

– (предполагается) DBSCAN обнаруживает лучше всех неспециализированных алгоритмов кластеры малой размерности;

– определяет шум и устойчив к выбросам;

– требуется два параметра;

– в большинстве случаев не чувствителен к порядку заданных точек;

– параллельная реализация сбалансирована по количеству и виду производимых операций (вычисление расстояния, сравнение с ε).

Недостатки:

– не может выявлять кластеры, имеющие разную плотность, так как параметры алгоритма не могут выбираться отдельно для каждого кластера;

– граничные точки, достижимые из более, чем одного кластера, могут быть частью любого из них в зависимости от порядка обрабатываемых данных;

– качество алгоритма зависит от используемой метрики расстояния.

На тестовой выборке из 40 статей был опробован данный подход. На базовом алгоритме DBSCAN с метрикой Жаккара результаты удовлетворительны (2 ошибки). Использование данного алгоритма требует ручной подбор параметров (в зависимости от плотности тематического (событийного) пространства), что является времяемким процессом. Данный подход будет применен к корпусу из 900 000 новостей и проведен анализ успешности подхода.

Произведены эксперименты по определению схожих или перефразированных статей на основе метрики их косинусной схожести. Запущен краулинг (программный перебор страниц интернет ресурсов с целью построения графов взаимосвязей и занесения информации в базу данных.) на облачном сервере KazTeleport. Добавлен скрапинг (популярный метод получения контента. Метод состоит в том, что специально обученный алгоритм заходит на главную страницу сайта и начинает переходить по всем внутренним ссылкам, тщательно собирая внутренности указанных вами div-ов) тегов и ссылок на источники информации в публикации. Произведен рескрапинг всех статей. Подготовлен проект базы данных для хранения информации, полученной на этапе скрапинга. База данных запущена в тестовом режиме.

Для успешного и бесперебойного тестирования алгоритмов группой инженерно-технических работников установлено и настроено серверное оборудование для вычислительного ядра ИС (NVIDIA Tesla), установлена операционная система Centos 7.5, настроена сеть, установлены и настроены TensorFlow, Keras, разделены ресурсы сервера между рабочими группами, настроена удаленная эксплуатация сервера, настроена безопасность, настроен и протестирован источник бесперебойного питания, установлены библиотеки cuda 9.0, cudnn7.3, нейронных сетей tensorflow-gpu и их корректная работа с ускорителем.

Настроена виртуальная инфраструктура для подсистем информационной системы (краулер, база данных, фронтэнд-приложение). Создана и настроена виртуальная машина, сеть, удаленный доступ, рабочей среды Anaconda Python. Настроен канала связи между виртуальной инфраструктурой и вычислительным ядром ИС, что позволяет получать лучшие результаты по алгоритмам систем автоматической параметризации, классификации и оценивания недостоверности, а также результаты программного обеспечения алгоритма иерархической кластеризации.

Заключение

В данной работе проведены анализ работоспособности каждого из подходов на корпусе из 900 000 новостей. На основе реализованной дистрибутивной модели Word2Vec было получено векторное представления для размеченной по кластерам тестовой выборки из 30 новостей. Были рассмотрены все варианты средневзвешенного расчета векторного представления текстов. Была проведена двух этапная кластеризация. После обучения модели Doc2Vec на нормализованных документах, было получено векторное представление для каждого документа. Для теста была выбрана следующая новость об одном и том же событии, но из разных источников. Был проведен анализ результатов на предмет работоспособности данного подхода в отношении группировки статей по своему содержанию.

Благодарности

Исследования проводились в рамках проекта ПЦФ №BR05236839 Министерства образования и Науки Республики Казахстан «Разработка информационных технологий и систем для стимулирования устойчивого развития личности как одна из основ развития цифрового Казахстана».

Литература

1. Al-Rfou, R., Perozzi, B., Skiena, S.: Polyglot: Distributed word representations for multilingual NLP. In: Proceedings of the 17th Conference on Computational Natural Language Learning (CoNLL 2013). pp. 183–192. Sofia, BG (2013)
2. Attardi, G., Simi, M.: Dependency parsing techniques for information extraction. In: 4th evaluation campaign of Natural Language Processing and Speech tools for Italian (EVALITA 2014). pp. 9–14. Pisa, IT (2014)
3. Baeza-Yates, R.A., Jiang, D., Silvestri, F., Harrison, B.: Predicting the next app that you are going to use. In: Proceedings of the 8th ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM 2015). pp. 285–294. Shanghai, CH (2015)
4. Basile, P., Novielli, N.: Uniba at evalita 2014-sentipolc task: Predicting tweet sentiment polarity combining micro-blogging, lexicon and semantic features. In: 4th evaluation campaign of Natural Language Processing and Speech tools for Italian (EVALITA 2014). pp. 58–63. Pisa, IT (2014)
5. Sahlgren, M.: The Word-Space Model. Ph.D. thesis, Department of Linguistics, Stockholm University (2006)
6. Sch¨utze, H.: Word space. In: Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS 1992). pp. 895–902. Denver US (1992)

7. Clinchant, S., Perronnin, F.: Aggregating continuous word embeddings for information retrieval. In: Proceedings of the Workshop on Continuous Vector Space Models and their Compositionality. pp. 100–109. Sofia, BG (2013)
8. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J.: Efficient estimation of word representations in vector space. In: Proceedings of Workshop at International Conference on Learning Representations (ICLR 2013). Scottsdale, US (2013)
9. Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G.S., Dean, J.: Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In: Proceedings of Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS 2013). pp. 3111–3119. Lake Tahoe, US (2013)
10. Pennington, J., Socher, R., Manning, C.D.: Glove: Global vectors for word representation. In: Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Langage Processing (EMNLP 2014). pp. 1532–1543. Doha, QA (2014)
11. Firth J. R. A synopsis of linguistic theory 1930–1955 // In Studies in Linguistic Analysis. – Blackwell, Oxford, 1957. - P. 1-32.
12. DBSCAN // https://en.wikipedia.org/wiki/DBSCAN : 01.10.2018
13. DBSCAN pros and cons // http://algowiki-project.org/ru/Участник:Dadrik/Плотностный_алгоритм_кластеризации

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ОДНОРОДНОСТИ СМЕСИ МАТЕРИАЛОВ

Мустафин С.А., Арсланов М.З., Дузбаев Т.Т.
mars@ipic.kz, sam@ipic.kz, talgat.duzbayev@gmail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

***Аннотация**. Разработан метод оценки однородности смеси сыпучих материалов. Метод основан на методах обработки изображений проб смеси*

Применение методов интеллектуальной обработки информации, представляет собой новый шаг в повышении эффективности производства на основе внедрения современных технологий. На практике построение операций при решении конкретных задач с частичной формализацией осуществляется экспертами в значительной степени интуитивно, и решение каждой новой задачи требует всей работы заново. В результате часто часть данных остается необработанной. Это является существенным недостатком текущей ситуации, которая определяет основное требование для перспективных подходов к решению прикладных задач обработки данных: должна быть обеспечена простота и надежность сложных процедур оценок, не требующих интуитивной работы специалистов [1].

Актуальность. Специфичным случаем перемешивания является операция смешивания систем, состоящих из частиц твердого тела. Эта операция часто используется в различных промышленных процессах и отличается от других

случаев перемешивания – такие системы ведут себя несколько иначе. Известны традиционные способы оценки однородности таких смесей, состоящих из разных материалов: ручной разборкой, на специальных классификаторах, выборкой проб и т.д. [2], трудоемкость этих способов заставляет исследователей разрабатывать более совершенные методы оценки качества смешивания.

В настоящее время разработаны и продолжают развиваться разнообразные способы нахождения оценок однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов. Необходимость в развитии таких методов вызвана ресурсоемкостью этих способов, что заставляет исследователей разрабатывать более совершенные методы оценки качества смешивания, наличием огромного количества задач, в которых входными данными являются реальные данные - существующие способы нахождения оценки однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов, не охватывают всех возможных условий задачи вследствие сложности, т. е. способы являются узкоспециализированными – построить общий способ нахождения оценки однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов, не представляется возможным. Как и во всех инженерных задачах, способ нахождения оценки однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов, должен быть технологичным – результат достаточно точен, надежен, способ прост и доступен. Идея предлагаемого подхода основана на разработанных методах цифровой обработки изображений, один из ее методов, использующий методы распознавания и стереологии, и лег в основу предлагаемого способа.

Задача оценки однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов, имеет давнюю историю и является одной из трудоемких операций анализа качества смеси в различных областях промышленности, включая строительную индустрию. При этом важной является задача контроля качества смеси, предполагающая выбор критерия, дающего количественную оценку качества смеси, а также эффективную методику для его экспериментального определения [2]. Трудность оценки однородности смеси возникает при одинаковых размерах, плотности и форм составляющих элементов смеси, когда традиционные способы оценки разделения смеси являются ресурсоемкими.

Объектом исследования работы являются проблемы связанные с оценкой однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов.

Предметом исследования являются методики оценки качества однородности получаемой смеси, основанные на результатах обработки изображений.

Целью данной работы является повышение надежности проверки значений плотности точечных объектов посредством разработки методики оценки качества однородности получаемой смеси.

Одним из перспективных путей решения оценки смеси на однородность является применение методов анализа с использованием методов обработки изображений для быстрого и качественного анализа экспериментальных данных с извлечением информации о состоянии смеси по получаемым изображениям проб.

В работах [3-5] был предложен метод оценки смеси на однородность с использованием методов обработки изображений на основе гистограммного подхода. Безусловным преимуществом такого подхода является использование методов цифровой обработки изображений без традиционных способов оценки

смеси на однородность. Основной недостаток метода — это большая ресурсоемкость.

Цветные изображения активно используются в задачах обработки изображений, поскольку они более информативны и более естественны для восприятия человеком, по сравнению с полутоновыми. Представление цветного изображения зависит от используемой фотокамеры. В некоторых из них имеется раздельный выход для красной, зеленой и синей компоненты, которые далее могут быть оцифрованы независимо друг от друга. Далее изображение может быть сохранено таким образом, что каждая отдельная компонента будет сохранена как отдельное монохромное изображение. Другие типы видеокамер могут производить выходной сигнал, представляющий собой смесь всех сигналов на одном выходе или раздельный выход цветовой и яркостной компоненты.

В данной работе рассмотрен цифровой метод оценки однородности смеси сыпучих материалов, основанный на методах автоматической классификации. Метод основан на разделении зоны рассмотрения компонентов смеси по цвету с использованием компьютерной обработки фотографий ее проб. Для его реализации разработан алгоритм и программа для ЭВМ, позволяющие вычислить значения коэффициента неоднородности смеси, а также другие параметры дисперсности.

Возникающие проблемы при оценке качества смеси, вызвали рост работ по разработке методов оценки, основанных на методах обработки изображений, что позволяет производить оценку без механического разделения смеси на составляющие ее элементы. Эти методы основаны на обработке изображения, имеющего определенную цветовую мозаику цветов [3,4].

В основе предлагаемого решения обозначенной проблемы лежит общее положение теории распознавания образов, исходящее из чисто практической установки – несмотря на отсутствие у модели механизма решения проблемы человеком, и, несмотря на отсутствие адекватной математической модели реальной ситуации, попытаться построить правила, реализующие нужный процесс преобразования информации. Другими словами, предлагается расширить (восстановить) описание объекта по его частичным описаниям.

Суть анализа заключается в получении информации о геометрических свойствах 3D объектов по их представлениям на плоскости разрезов [6,7].

При определении однородности смеси выделяют последовательность следующих этапов (операций): отбор проб, распределение проб на плоскости, получение изображений проб, обработка изображений.

Не останавливаясь на деталях первых двух этапах, они достаточно подробно описаны в работах [3-5], рассмотрим подробнее последующих двух этапов.

На третьем этапе выполняется фотографирование отобранных проб, далее осуществляем ввод операцией сканирования и перенос полученных данных в память ЭВМ, получаем графический образ документа, и далее переходим на следующий четвертый этап обработки изображений специальными средствами – Photo editor, Photo shop и др.

Результатом третьего этапа является, по сути, прямоугольная матрица, каждый элемент которой несет информацию о цвете. После считывания информации в память ЭВМ генерируется растровое изображение, под которым понимается

матрица, состоящая из большого числа упорядоченных дискретных элементов, каждый из которых может иметь при одинаковых размерах, отличное от других элементов значение оптических характеристик (цвет, яркость, плотность и др.). Такие элементы, являющиеся минимальными фрагментами цифрового изображения, называются пикселями.

Используя информацию о цветовой природе каждого элемента изображения можно получать выводы об однородности смеси в целом.

Предлагаемые в [3-5] методы, основанные на обработке изображений, являются ресурсоемкими.

Таким образом, имея матрицу, каждый элемент которой имеет одинаковый набор признаков, требуется произвести проход с одной стороны изображения на противоположную сторону, сохраняя при этом близость необходимых характеристик в локальном окне прохода.

Предлагаемый нами способ позволяет оптимизировать процесс получения оценки однородности - существенно уменьшить трудоемкость операций, повысить точность и, по крайней мере, в несколько раз сократить время процесса по определению однородности. Метод основан на развитии идеи хорошо зарекомендовавшего себя алгоритма автоматической классификации. Он не относится ни к одному из известных алгоритмов, является примером алгоритма не итерационного типа, который не использует понятия контурных точек, а производит проход изображения в автоматически определяемом им самим направлении.

Данный подход можно применять для быстрого и более точного определения однородности строительных смесей.

Для решения предложенной задачи был построен алгоритм классификации объектов на изображении и создана программа для количественного анализа изображений**.**

Близкий по идее трассировочный алгоритм выделения осевой линии на изображении был использован нами для горно-геологической задачи - проектирование вскрышных работ, когда требуется определить направление проведения горных работ по выемке минерального сырья и максимально приблизиться к требуемым условиям по содержанию минералосодержащих компонент.

Другим примером использования алгоритма того же класса является выделение скелетов объектов изображения географической карты для задач архивации данных для географической информационной системы. Преимущества: хорошая скорость, удобная настройка, интерактивная корректировка решения [8].

Практическая ценность метода состоит в том, что разработанный способ нахождения оценок однородности смеси, состоящей из трудноразделимых материалов, может быть применен в различных областях жизни. В списке возможных применений находятся области использования: в технической физике, агропромышленном секторе, при подсчете плотности точечных объектов, беспорядочно расположенных на плоской поверхности конечных размеров, и выявления мест, в которых эта плотность принимает недопустимые значения.

В заключении отметим, что многие методы распознавания, предложенные для решения научно-технических задач, с той или иной степенью адаптации применимы

к задачам, далеким от рассматриваемых задач. Например, методика работы с картографическими материалами может быть трансформирована для понимания изображений, связанных с кровеносными сосудами, сетью нервных волокон, дерматоглификой, сетью дорог по фотографиям, полученным с большой высоты и т.п. Определение скелетов и контуров объектов изображений находит успешное применение при решении различных практических задач - анализ структуры кровеносных сосудов глаза, обработка картографической информации и космических снимков, разделение перекрывающихся частей объекта, анализ формы объекта, нахождение серединной линии в отпечатках пальцев, задачи сегментации изображения, распознавание рукописных знаков, архивация данных изображения.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК в рамках научных проектов лаборатории «Распознавания образов и принятия решений» Института информационных и вычислительных технологий.

Литература

1. Kalimoldayev M.N. et al. Methodological basis for the development strategy of artificial intelligence systems in the Republic of Kazakhstan in the message of the president of the Republic of Kazakhstan dated October 5, 2018 // News of the National academy of sciences of the Republic of the Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 6, P.47-54

URL: http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20186/47-54.pdf

DOI: https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.34

2 Макаров Ю. И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю. И. Макаров. М.: Машиностроение, 1973. 216 с.

3 Черкасов Р.И., Адигамов К.А., Воронин В.В., Гапон Н.В., Сизякин Р.А. Оценка качества смешивания сыпучих материалов различных размеров // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2.

URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22998

(дата обращения: 28.08.2019).

4 Справочник химика 21. Химия и химическая технология / [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://chem21.info/page/022175201145129046236012027139061151013122232168

(дата обращения: 17.01.2019).

5 Экспресс - метод оценки однородности сыпучих материалов / Петров А.А. и др. // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. - 2012. - вып. 8. - С. 88-90

6 Лебедев А.Е., Зайцев А.И., Петров А.А. Оценка коэффициента неоднородности смесей сыпучих сред // Инженерный вестник Дона, №4 (2014)

URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2556

(дата обращения: 28.08.2019).

7 Журавлев Ю.И. Алгебраический подход в распознавании образов // Проблемы кибернетики, вып. 33, М. Наука 1978 С. 5-68

8 Mustafin S.A., Korobova E.V., Murathanova T.A. (2018*)* Parametric method for extracting skeletons of extended linear objects on a cartographic image // News of the

National academy of sciences of the Republic of the Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 5 (431), pp.100-106
URL: http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20186/47-54.pdf

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ОЦЕНКЕ СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА ТЕКСТОВ

Мухамедиев Р.И., Мусабаев Р.Р., Булдыбаев Т., Кучин Я., Сымагулов А., Оспанова У., Якунин К., Мурзахметов С., Сагындык Б.
e-mail: ravil.muhamedyev@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В работе описан метод оценки СМИ в нескольких модальностях (темы, классы, параметры), сочетающий тематическую модель корпуса документов и методы многокритериального анализа и поддержки принятия решений. Оценка выполняется следующим образом: после формирования тематической модели корпуса документов и тематических групп производится расчет распределений условных вероятностей СМИ по темам, классам и параметрам с использованием. При этом, параметры и классы определяются экспертно в виде соответствующих им словарей или процедур обработки текстов, а тематические группы формируются автоматически в процессе кластеризации корпуса документов.*

Алгоритм мультимодального оценивания использует цепочку байесовских выражений, позволяющих агрегировать оценки отдельных текстовых документов. Описываются результаты экспериментов, которые подтверждают принципиальную возможность оценки СМИ с использованием предложенного агрегатора на основе тематической модели корпуса документов.

Keywords: *Mass Media, Natural language processing, Topic modeling, Bayesian rules.*

Введение

Оценка контента средств массовой информации находится в фокусе исследователей ввиду ее практической значимости для новостных агентств, рекламных компаний и государственного сектора. На основе анализа контента СМИ можно прогнозировать вероятную популярность новостных статей, планировать PR-стратегии по продвижению товаров и услуг [1,2]. Государственный сектор получает инструмент для продвижения и разъяснительной работы по нововведениям, выстраивания медиа-плана и определения негативного контента, запрещенного

законодательством. Отдельные пользователи могут оперативно и эффективно отфильтровать большое количество информации.

Анализ больших объемов новостной информации обеспечивается методами автоматической обработки естественно языковых текстов (natural language processing – NLP) и машинного обучения (machine learning – ML). Эти технологии позволяют пользователям получать информацию из больших объемов текстовых данных [3], обеспечивают анализ контента [4], персонализированный доступ к новостям [5] и даже поддерживают их производство и распространение [6].

Применение указанных технологий в оценке СМИ может выполняться путем анализа публикуемых статей. При этом, СМИ, как источник информации, может оцениваться в разных модальностях, например, оно, как и статья, может принадлежать к определенному классу или, в разной мере, их множеству (рисунок 1), иметь некоторую тематическую или социальную направленность, характеризоваться большей или меньшей аудиторией и т.п.

Каждая публикуемая статья обладает некоторой совокупностью параметров, часто разнородных. Например, это могут быть как объективные показатели (число ссылок и постов), так и субъективные (эмоциональная окраска или тональность). По существу, нам необходимо, отнести публикуемый текст к определенному классу, что позволяет оценить, например, степень воздействия его на читателей или необходимость более детального анализа. Для этого следует выявить указанные параметры (критерии), оценить их взаимную важность и величину присутствия данного параметра в анализируемом тексте. Затем требуется агрегировать значения параметров для того, чтобы получить оценку принадлежности текста к определенному классу. Получив указанные оценки по совокупности статей одного СМИ, и, объединив, некоторым образом, эти оценки, мы можем классифицировать СМИ.

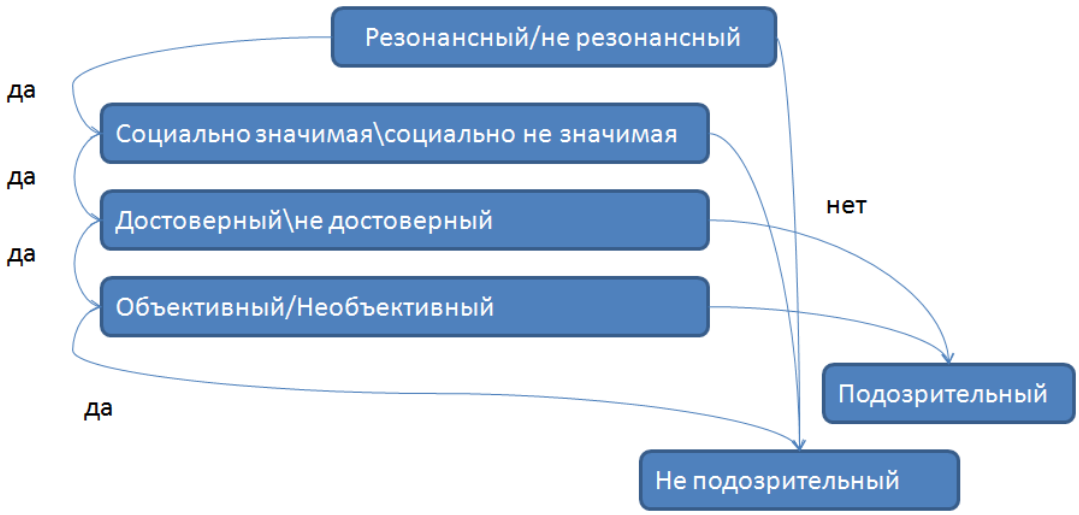


Рис 1. Этапы классификации текстов с целью выявления «подозрительных» публикаций [7]

Таким образом, для отделения новостной и аналитической информации, требующей более тщательного анализа (класс «подозрительные») от массы статей, не требующих такого анализа (класс «не подозрительные») предлагается следующая схема, включающая несколько последовательных этапов классификации (Рисунок 1).

Во-первых, среди массы статей следует выделить статьи, имеющие значительное влияние на информационное пространство (**резонансные**).

Во-вторых, резонансные и потенциально резонансные статьи анализируются на предмет их **социальной значимости,** то есть того насколько сильное влияние они оказывают на настроения в обществе.

В-третьих, социально значимые материалы анализируются на предмет их **достоверности** и **объективности**. В случае отрицательного ответа материал классифицируется как **подозрительный** и требует дальнейшего углубленного анализа с привлечением экспертов.

Обобщенно процесс анализа текстов и СМИ состоит из следующих шагов:

–Формируется перечень параметров, определяющих принадлежность текста к одному из перечисленных выше классов;

–Оценивается сравнительная важность параметров;

–Для каждого текста, подлежащего рассмотрению, вычисляется оценка параметра;

–Оценки параметров и их сравнительная важность агрегируется для получения оценки принадлежности текста к конкретному классу.

–Используя полученные оценки текстов, формируется оценки СМИ в целом.

Алгоритм мультимодального оценивания СМИ

Цель алгоритма заключается в том, чтобы, используя условные распределения вероятностей документов корпуса агрегировать показатели соответствия статей тематикам, тематик свойствам (словарям) и классам для получения оценок соответствия средств массовой информации (СМИ) в трех модальностях: тематик, параметров и классов.

Исходные данные и получаемые матрицы условных вероятностей показаны на рисунке 2, где MMS (mass media sources) – множество источников текстов. СМИ (MMS) являются источником m документов (papers), которые получают путем применения систем сбора данных (процесс 2). Полученный корпус документов M разбивают на тематические кластеры T (процесс 1). Эксперты (experts) формируют классы C (процесс 4) и определяют свойства или параметры классов Q (процесс 3). Свойства описываются словарями слов, выражений (dictionaries) или процедурами их выявления в тексте (features).

Используя множество тематик корпуса, во первых, получаем дискретное распределение условных вероятностей статей и тематик - $p_2(k|m)$, где $k \in T$, m $\in M$.

Во-вторых, получаем условное распределение словарей (параметров) и тематик $p_1(k|q)$, где $q \in Q$, то есть, определяем, в какой степени параметр описывает конкретную тематику. В третьих, с помощью аналитического иерархического процесса (AHP) рассчитываем важность параметров для классов (отдельно для каждого класса) и получаем $p_3(c|q)$, где $c \in C$. Затем, используя p1 и p3,

рассчитываем условное распределение тематик по классам - $p_4(k|c)$. Зная распределение вероятностей тематики по классам (p_4) и распределение вероятностей статьи по тематикам (p_2), можно вычислить распределение статьи по классам $p_5(m|c)$. В свою очередь, распределение статьи по признакам или словарям - $p_6(m|q)$ зависит от p_1 и p_2.

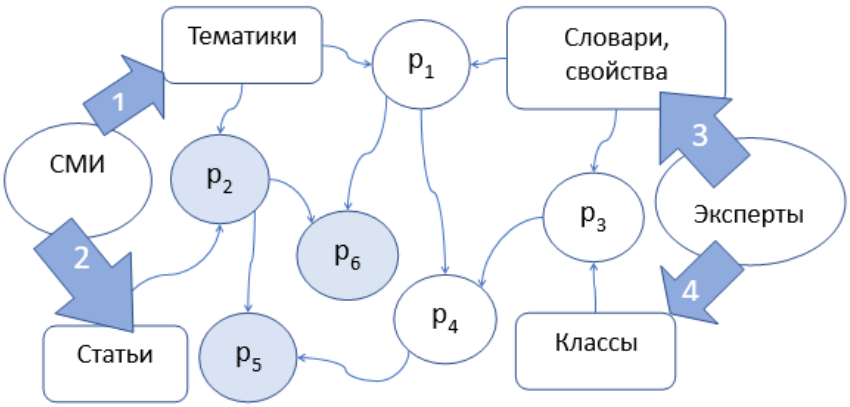


Рис 2. Процессы определения условных вероятностей

Для расчета множества тематик корпуса T используется алгоритм LDA, описанный выше. Для расчета вероятностей p_1 и p_2 используется коэффициент Жаккара [8,9]:

$$J=c/(a+b-c)$$

c – число общих терминов в обеих документах

a и b – число терминов в первом и втором документах.

Для расчета вероятностей p_3 используется AHP [10].

После получения указанных оценок для каждой статьи, производится оценка СМИ с использованием цепочки байесовских правил. При этом используются матрицы условных вероятностей p_2, p_5 и p_6, выделенные на рисунке 2 цветом.

В соответствии с формулой Байеса мы можем выразить условную вероятность справедливости гипотезы h при наступлении события e в виде

$$p(h|e) = \frac{p(e|h)\times p(h)}{p(e|h)\times p(h)+p(e|\backsim h)\times p(\backsim h)} \quad (B1)$$

где p(e | h) – условная вероятность наступления события e при справедливости h, p(h) – априорная вероятность гипотезы h, p(e | ⌣h) - условная вероятность e при не справедливости h, p(⌣h) - вероятность того, что событие h не верно, которое, в соответствии с формулой полной вероятности, может быть вычислено как

$$p(\backsim h) = 1 - p(h) \quad (B2)$$

Таким образом, для вычисления условной вероятности p(h | e) достаточно знать вероятности p(e | h), p(e | ⌣h) и априорную вероятность p(h).

В терминах задачи оценки СМИ, условные вероятности p(e | h) могут быть интерпретированы как вероятности появления некоторой статьи e ∈ E (где E - множество статей конкретного СМИ) при условии справедливости гипотез трех видов (каждая гипотеза для своей модальности):

1. h1: СМИ работает в одной из тематик из множества тематик T: H1={h1[1],...,h1[k]}
2. h2 : СМИ публикует статьи, относящиеся к классу из множества C: H2={h2[1],...,h2[c]}
3. h3 : СМИ отличается признаками из Q: H3={h3[1],...,h3[q]}

Рассмотрим первую задачу, заключающуюся в определении предпочтительных тематик СМИ.

Тематическая ориентированность СМИ выражается в публикуемых статьях. Статья e_i появляется в зависимости от того работает ли СМИ в тематике $t_j \in T$, где t_j= (1,…,k)

Положим, что $p(e_i|h1(t_j)) = p2[t_j][e_i]$, где p2 – дискретное распределение условных вероятностей тематик по документам корпуса.

В свою очередь, вероятность появления статьи данной тематики при справедливости гипотезы о том, что СМИ не работает в тематике k_j, примем равной **$p(e_i|\sim h1)=0.5$**, что по существу означает, что у нас нет сведений. Априорную вероятность $p(h1(t_j))$ примем равновероятной для всех тематик.

$$(h1(t_j))=1/k,$$

и, в соответствии с выражением (B2)

$$p(\sim h1(t_j)=1- p(h1(t_j)$$

Аналогично допустим

$p(ei|h2(c_j)) = p5[e_i][c_j$, где p5 - условные вероятности распределения документов по классам

$p(h2(c_j)=1/c_j$,

$p(\sim h2(c_j)=1- p(h2(c_j)$

$p(e_i|\sim h2(c_j))=0.5$

Также

$p(e_i|h3(q_j)) = p6[e_i][q_j]$, где p6 - условные вероятности распределения документов по признакам

p(h3(qj)=1/q,

$p(\sim h3(q_j)=1- p(h3(q_j))$

$p(e_i|\sim h3(q_j))=0.5.$

Опуская номер конкретной тематики (t_j), класса (c_j) и признака (q_j) для указанных гипотез $h1 \in H1$, $h2 \in H2$, $h3 \in H3$, получим следующий

Алгоритм мультимодальной оценки СМИ

Для всех $h1 \in H1$

Для всех $e_i \in E$

$$p(h1|e_i) = \frac{p(e_i|h1) \times p(h1)}{p(e_i|h1) \times p(h1) + p(e_i| \backsim h1) \times p(\backsim h1)}$$

$$p(h1) := p(h1|e_i)$$

$$p(\sim h1) := 1 - p(h1|e_i)$$

Для всех $h2 \in H2$

Для всех $e_i \in E$

$$p(h2|e_i) = \frac{p(e_i|h2) \times p(h2)}{p(e_i|h2) \times p(h2) + p(e_i| \backsim h2) \times p(\backsim h2)}$$

$$p(h2) := p(h2|e_i)$$

$$p(\sim h2) := 1 - p(h2|e_i)$$

Для всех $h3 \in H3$

Для всех $e_i \in E$

$$p(h3|e_i) = \frac{p(e_i|h3) \times p(h3)}{p(e_i|h3) \times p(h3) + p(e_i| \backsim h3) \times p(\backsim h3)}$$

$$p(h3) := p(h3|e_i)$$

$$p(\sim h3) := 1 - p(h3|e_i)$$

В результате выполнения алгоритма получим множество

$Psi(H) = \{Psi(H1), Psi(H2), Psi(H3)\}$, для конкретного СМИ s_i где

$Psi(H1)=\{ p(h1[1]), \dots p(h1[k])\}$

$Psi(H2)=\{ p(h2[1]), \dots p(h2[c])\}$

$Psi(H3)=\{ p(h3[1]), \dots p(h3[q])\}$

Эксперимент 1

С целью оценки применимости описанного алгоритма был сформирован очень небольшой корпус документов, условно распределенный между двумя СМИ. Такой «игрушечный» корпус позволяет оценить работу алгоритма исходя из оценок «здравого смысла», так как можно вручную обработать все находящиеся в нем статьи. Для описанного корпуса были рассчитаны матрицы p1,…,p6 с применением меры Жаккара, довольно часто применяемой как мера близости документов в алгоритмах кластеризации. Кратко исходные данные для работы алгоритма следующие:

Корпус, состоящий из 5 статей (m=5), следующей направленности:

1. экономика,
2. спорт(бокс),
3. политика,
4. шоу бизнес,
5. образование и наука.

Указанный корпус текстов разбит вручную на 4 тематических кластера (k=4)

1. политика,
2. спорт,
3. шоу бизнес,
4. образование и наука.

Рассматриваются два класса статей (c=2):

1. социально значимый
2. объективный

и два СМИ.

Определены 4 признака (q=4), для каждого из которых определен свой словарь терминов [11].

1. манипулятивность,
2. политизированность,
3. негативная тональность,
4. позитивная тональность.

Рассчитана матрица условных распределений вероятностей тематик по статьям в виде матрицы p2[1..k][1..m], где k- количество тематик (построчно), m-статей (по столбцам)

```
p2 = [[0.03,  0,      0.03,   0.004,  0.005]
[0,      0.01,  0,      0.008,  0.005],
[0,      0.007, 0.004,  0.03,   0.005],
[0.04,  0,      0.007,  0,      0.005]]
```

С использованием аналитического иерархического процесса (AHP) получены веса каждого признака для классов в виде матрицы p3[1..c][1..q], где c – классы, q-признаки

```
p3 = [[0.55,  0.27,  0.18,  0.18],
      [0.23,  0.43,  0.34,  0.34]]
```

Получены следующие результаты расчета матриц p4[1..k][1..c] (условные вероятности распределения тематик по классам), p5 [1..m][1..c] (условные вероятности распределения документов по классам), p6 [1..m][1..q] (условные вероятности распределения документов по признакам):

```
p4= [[0.1967   0.2239]
     [0.0371   0.0531]
     [0.0316   0.0508]
```

[0.0427 0.0443]]

p5= [[0.007609 0.008489]
[0.0005922 0.0008866]
[0.0063263 0.0072303]
[0.0020316 0.0028444]
[0.0015405 0.0018605]]

p6= [[0.0058 0.0149 0.0014 0.0008]
[0.00027 0.00017 0.00055 0.00166]
[0.00452 0.01329 0.00094 0.00046]
[0.00102 0.0021 0.00174 0.00328]
[0.00105 0.0025 0.00055 0.00105]]

Заметим, что процессы формирования словарей признаков, выбор классов для признаков, формирование таблиц АНР и т.п. в данной работе не рассматриваются.

Результаты

На основании приведенных значений с применением алгоритма мультимодальной оценки СМИ рассчитаны распределения СМИ (таблицы 1,2,3) по тематикам, классам и признакам в предположении, что имеющиеся статьи предоставлены двумя СМИ, первое из которых опубликовало статьи 1 и 3 (экономической и политической направленности), второе является источником статей 2, 4, 5 (“спорт(бокс)”, “шоу бизнес”, “образование и наука”).

Таблица 1. Распределение СМИ по тематикам

СМИ\Тематики:	Политика	Спорт	Шоу бизнес	Экономика и финансы	Статьи
СМИ0	0.971327	0.057346	0.431078	0.92300	[экономическая, политическая]
СМИ1	0.458623	0.927009	0.969495	0.06101	[спорт (бокс), шоу бизнес, образование и наука]

Таблица 2. Распределение СМИ по классам

СМИ\Классы:	Социально значимый	Объективный	Статьи
СМИ0	**0.597028**	**0.701486**	[экономическая, политическая]
СМИ1	**0.460911**	**0.769545**	[спорт (бокс), шоу бизнес, образование и наука]

Таблица 3. Распределение СМИ по признакам

СМИ/Признаки:	Манипулятивность	Политизированность	Негативная тональность	Позитивная тональность	Статьи
СМИ0	**0.675538**	**0.917128**	**0.317990**	**0.165743**	[экономическая, политическая]
СМИ1	**0.273881**	**0.496645**	**0.392071**	**0.863059**	[спорт (бокс), шоу бизнес, образование и наука]

Результаты расчетов показывают, что алгоритм сформировал интуитивно понятные результаты. То есть статьи соответствующей тематической направленности определили распределение вероятностей гипотез по тематикам, классам и признакам (параметрам) для условных СМИ. Видно, что СМИ0, «пишет» в области экономики и политики, значительно менее позитивно, высоко политизировано и применяет манипулятивные техники больше чем СМИ1. СМИ1 пишет о спорте и шоу бизнесе в позитивной тональности, значительно менее политизировано и манипулятивно. Распределение СМИ по классам примерно одинаково. По оценкам алгоритма оба СМИ достаточно объективны, СМИ0 несколько больше «пишет» о «социально значимых» проблемах.

Эксперимент 2

Для второго эксперимента был использован корпус статей новостного агентства Tengrinews (https://tengrinews.kz/), состоящий из 20000 статей за период с 2014 по 2019 годы. Цель эксперимента заключалась в сравнительном анализе публикаций во времени. Были сформированы 5 массивов публикаций: 2014 и 2015 годы, 2015, 2017, 2018, 2019. Набор классов, параметров и словарей остался таким же, как в эксперименте 1. Результаты эксперимента показаны в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Распределение публикаций по классам

СМИ:	Социально значимый	Объективный
2014, 2015	**0.001396**	**0.987428**
2016	**0.000669**	**0.993975**
2017	**0.000542**	**0.995114**
2018	**0.000719**	**0.993520**
2019	**0.006352**	**0.942828**

Таблица 5. Распределение СМИ по признакам

СМИ:	Манипулятивность	Политизированность	Негативная тональность	Позитивная тональность
2014, 2015	0.00040	0.31335	0.99633	0.61259
2016	0.00019	0.30883	0.99826	0.63196
2017	0.00015	0.31287	0.99856	0.66602
2018	0.00021	0.31293	0.99810	0.69037
2019	0.00193	0.29577	0.98261	0.70545

Несмотря на весьма небольшие словари и ограниченный набор параметров эксперимент выявил постепенное увеличение позитивной тональности публикаций новостного портала во времени и некоторое возрастание социально-значимого контента за последние годы.

Эксперимент 3

Для третьего эксперимента использован набор статей новостного агентства Tengri News (https://tengrinews.kz/) состоящий из 1800 статей, размеченных экспертами, что позволило сравнить результаты работы алгоритма с оценками экспертов

Использованы следующие словари признаков: Факты (657 лексических единиц), Негативная тональность (2344), Позитивная тональность (1207), Политизированность (35), Призыв к действию (145), Манипулятивность (1072). С помощью экспертных оценок сформирована матрица p3 (важность параметров для классов):

```
[[0.23,  0.18,   0.18,   0.2 ,   0.21,   0.    ],
 [0. ,    0.22,   0.22,   0.26,  0. ,    0.3 ],
 [1. ,    0. ,    0. ,    0. ,   0. ,    0.   ]]
```

где колонки (слева на право) соответствуют перечисленным выше признакам, а строки (сверху вниз) классам: "Социально значимый", "Объективный", "Достоверный". Отметим, что данная матрица не полна. Не все признаки для соответствующих классов определены. Ноль означает, что данный признак не используется для определения вероятности p5. Например, видно, что социальная значимость текста определяется по пяти признакам, в то время как достоверность с использованием только одного (факты).

На рисунке 3 приведены таблицы, где отображаются 5 новостей с наибольшей и 5 с наименьшей вероятностью соответствия параметру или классу (aggregator score). Оценки экспертов приведены в колонке Expert Score.

Politicization			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
В Астане состоялась встреча Министра оборон	Министр оборо	0.12821395	politicized
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.127618874	politicized
Лидер партии ЛДПР Владимир Жириновский у	Жириновский у	0.122347869	politicized
Бакытжан Сагинтаев представил коллективу М	Сагинтаев о наз	0.119933087	politicized
Нурсултан Назарбаев направил телеграмму Ге	Назарбаев обра	0.119336992	difficult to determine
Bottom-5 News			
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.080228157	politicized
КамАЗ, "Газель" и три авто столкнулись в Астан	Массовое ДТП	0.07948159	politicized
Врачи борются за жизнь беременной женщины	3-летняя девоч	0.078410358	politicized
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулл	0.077287639	politicized
Турсенгали Алагузов будет ведущим вечера на	Турсенгали Ала	0.077140974	politicized

Objectivity			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
Игрок турецкого "Буджаспора" Абдуллах Бали	Турецкий футбо	0.089326405	Objective
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.089229172	Objective
Арестован подозреваемый по делу о провокац	Арестован подо	0.089027615	Objective
Директора школы осудили в Карагандинской о	Директора шко	0.088805319	Objective
Организаторы зимних Олимпийских игр-2018 (	Скандал на Оли	0.088727886	difficult to determine
Bottom-5 News			
Житель Великобритании Джеймс Крэйн (James	Реакцию совре	0.086347233	Objective
Казахстанские школьницы, которые завоевали	С главой Google	0.086273295	Objective
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.086242858	Objective
Известный французский актер Венсан Кассель	Одинокий и вы	0.086116306	Objective
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулл	0.085758897	Objective

Reliability			
Text	Title	Aggregator score	Expert score
Top-5 News			
Певица Карина Абдуллина опубликовала в Inst	Карина Абдулл	0.228169926	reliable
Известный французский актер Венсан Кассель	Одинокий и вы	0.22495325	reliable
Видео о том, как оригинально встретили маму	Оригинальную	0.223814277	reliable
Казахстанские школьницы, которые завоевали	С главой Google	0.223540345	reliable
Житель Великобритании Джеймс Крэйн (James	Реакцию совре	0.222874905	reliable
Bottom-5 News			
Организаторы зимних Олимпийских игр-2018 (	Скандал на Оли	0.201449026	reliable
Директора школы осудили в Карагандинской о	Директора шко	0.200752131	reliable
Арестован подозреваемый по делу о провокац	Арестован подо	0.198751464	reliable
Лидер КНДР Ким Чен Ын, выступая в понедель	Ким Чен Ын пре	0.196937454	difficult to determine
Игрок турецкого "Буджаспора" Абдуллах Бали	Турецкий футбо	0.196062357	reliable

Рис 3. Оценки политизированности, объективности и достоверности текстов СМИ

Результаты применения алгоритма показывают, что в некоторых случаях он дает хорошую степень совпадения с экспертными оценками. С другой стороны, он позволяет ранжировать тексты и в ситуации, когда тексты весьма близки по своим характеристикам. Приведенные выше тексты взяты из одного достаточно надежного источника, поэтому достоверность и объективность текстов близки. Вместе с тем данный подход требует весьма тщательного составления словарей и применения дополнительных алгоритмов для определения более широкого круга параметров текстов.

Заключение

СМИ, являясь четвертой властью в обществе несут значительную долю ответственности за процесс формирования настроений, мнений и тому подобного содержательного контекста общественной жизни. В этой связи полезно оценить СМИ в целом то есть ответить на вопросы вида «является ли СМИ источником социально значимой информации?», «публикует ли резонансные статьи?», «отличается ли преимущественно объективностью?» и т.п. Ответ на эти вопросы позволяет сформировать многогранную оценку статей и СМИ в целом, а также выполнить их сравнительный анализ.

В работе предложен метод, в котором, тематическая модель, созданная путем кластерного анализа (обучение без учителя) затем применена в сочетании с экспертно определяемыми классами и признаками. То есть, семантику требуемого распределения задает пользователь (эксперт), хотя изначальный тематический анализ зависит только от корпуса документов.

Описанный алгоритм оценивания СМИ на основе публикуемых статей показал логичные результаты на некоторых корпусах текстов.

Вместе с тем описанному подходу присущи следующие недостатки:

Во-первых, точность алгоритма критически зависит от алгоритма получения условных распределений статей по темам, тем по словарям и классам.

Во-вторых, статистическая тематическая модель, формируемая в процессе обработки корпуса текстов, может «упустить из виду» сложные закономерности, содержащиеся в корпусе.

В-третьих, примененная мера оценки близости статей также ориентирована исключительно на статистические закономерности присущие, так называемым мешкам слов (bag of words) и не учитывает семантические связи между словами.

В-четвертых, экспертным оценкам значимости признаков присуща субъективность.

Для преодоления перечисленных недостатков в дальнейших исследованиях предполагается использовать модели с применением методов дистрибутивной семантики, которые предположительно обеспечат «учет» смыслового содержания текста в отличие от учета количества слов. Кроме этого, вполне возможно применение экспертного оценивания для оценивания тем с точки зрения вопросов интересующих экспертов.

Благодарности

Работа финансировалась за счет гранта BR05236839 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература

1. Tatar A. et al. Ranking news articles based on popularity prediction //2012 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining. – IEEE, 2012. – С. 106-110.

2. Bandari R., Asur S., Huberman B. A. The pulse of news in social media: Forecasting popularity //Sixth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media. – 2012.

3. Korencÿic D., Ristov S., Sÿnajder J. Document-based topic coherence measures for news media text // Expert Systems with Applications. – 2018. – Vol. 114. – P. 357-373.

4. Neuendorf, K. A. The content analysis guidebook. Sage, 2016.

5. Steinberger J., Ebrahim M., Ehrmann M., Hurriyetoglu A., Kabadjov M., Lenkova P., Steinberger R., Tanev H., VGŸzquez S., Zavarella V. Creating sentiment dictionaries via triangulation // Decision Support Systems. – 2012. – Vol. 53, № 4. – P. 689-694.

6. Clerwall C. Enter the robot journalist: Users' perceptions of automated content // Journalism Practice. –2014. – Vol. 8. – P. 519–531.

7. Барахнин В.Б., Кучин Я.И., Мухамедиев Р.И. К вопросу о постановке задачи выявления фейковых новостей и алгоритмах их мониторинга // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Информатика и прикладная математика», Алматы,- 2018, -с. 5.

8. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 1901. V. 37. Bd. 140. S. 241—272.

9. Кравцов Г. А. и др. Обучаемая модель вычислений на классификациях //Електронне моделювання. Т.40.-№3.– 2018.-С.63-76.

10. Саати Т. Л., Андрейчикова О. Н. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений //Cloud of science. – 2015. – Т. 2. – №. 1. – С. 5-39.

11. Словари терминов и статьи - https://drive.google.com/open?id=1CDEs6ooXtCq6v_jg-xSUVuPS1AE1ZSOn (10.09.2019)

СЕМАНТИЧЕСКАЯ РОЛЕВАЯ МАРКИРОВКА ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕКСТА

Пак А.А., Джаксылыкова А.Б., Егембердиева З.М., Қалиева А., Комада П.

e-mail: aa.pak83@gmail.com , aselya17.89@mail.ru, egem.zm@mail.ru, aika_aikon@mail.ru, p.komada@pollub.pl
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан,
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Казахстан,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан,
КГКП "Региональная инфекционная больница г.Талдыкорган", Казахстан,
Технический университет «Люблинская политехника», Польша

***Цель**: маркировка семантических ролей (Semantic Role Labeling, SLR) извлекает поверхностное представление смыслов и их отношений из различных текстов, семантический слой важен для понимания естественного языка. Мало исследований в маркировке семантических ролей было проведено в области медицины, в основном из-за отсутствия аннотированных клинических корпусов, особенно на русском языке. Целью настоящей работы является разработка каркаса маркировки семантических ролей для клинических заметок с использованием корпуса, созданного практикующими врачами клиницистами, для повышения производительности и экономии затрат, а также повышения качества предиктивной медицины. Материалы и методы: в качестве набора данных целевого домена использовалась обезличенная база данных, собранная на основе клинической практики, в частности, по болезням желудочно-кишечного тракта, сердечно сосудистой системы и других. Записи были вручную проанализированы и помечены. Представлен каркас семантической разметки и приведен разбор применимости семантических ролей и их отношений относительно реальных клинических случаев.*

***Ключевые слова:** семантическая ролевая маркировка, неглубокий семантический анализ, клиническая обработка естественного языка, адаптация домена*

ВВЕДЕНИЕ

Технологии обработки естественного языка ((NLP) важны для обработки информации, хранящейся в клинических отчетах в электронных медицинских системах учета. Хотя различные системы NLP были разработаны для поддержки широкого спектра компьютеризированных медицинских приложений, таких как бионаблюдение и поддержка принятия клинических решений, извлечение семантически значимой информации из клинического текста остается сложной задачей. Традиционные системы используют подход разметки семантических ролей (SRL) [1], (также известный как семантический синтаксический разбор) [2], который извлекает семантические отношения между предикатами и их аргументами из различных текстов. Современные системы SRL были разработаны и применялись для извлечения информации в открытых доменах и различных биомедицинских поддоменах [3–12]. Однако в клинической области было проведено очень мало исследований SRL [13,14], вероятно, из-за отсутствия крупных аннотированных корпусов, особенно для русского языка. Создание такого клинического SRL корпуса

было бы и трудоемким, и дорогостоящим. В этом исследовании мы рассматриваем SRL применительно к клиническим заметкам как проблему предиктивной медицины. Цель состоит в том, чтобы адаптировать методологию SRL [15,16] к клинической области для русского языка. Задача SRL состоит в том, чтобы обозначить семантические отношения в предложении как предикативные актантные структуры (ПАС) для представления предложений [17]. Определение PAS возникло из логики предикатов для представления предложений в теории семантики. Существует большое количество работ про извлечение семантических отношений в биомедицинском текстах для английского языка [4-12,18-22]. Как правило, в закрытом домене, таком как медицина, существует ограниченное количество первичных семантических типов и набор ограничений, которые могут определять, как разные семантические типы аргументов могут быть связаны для формирования семантических отношений. Существует два проекта, а именно Лингвистический строковый проект (Linguistic String Project, LSP) [20] и система извлечения и кодирования медицинских языков (Medical Language Extraction and Encoding System, MedLEE) [21], которые используют грамматику подмножества языка, являются двумя ранними системами NLP для извлечения семантических связей в медицинской области. SemRep - это еще одна биомедицинская система извлечения семантических отношений, которая извлекает семантические предсказания, определенные в Единой медицинской языковой системе. Семантическая сеть из биомедицинской литературы. PennBioIE corpus, и обнаружил, что даже в семантически ограниченном домене синтаксические вариации являются общими и разнообразными. В настоящее время многие основанные на субъязыке клинические системы NLP часто распознают семантические отношения путем извлечения вручную шаблонов, используя основанные на правилах методы. Он вдохновлен предыдущим повторным поиском в семантических фреймах [23, 24] и связью между семантическими ролями и синтаксической реализацией. [25] Хотя современные подходы SRL в основном разрабатываются в открытых областях (таким образом, типы семантических ролей или аргументов могут быть недостаточными или не подходящими для медицинской практики), они могут быть уточнены и распространены на медицинскую область [13,14], обеспечивая альтернативные или дополнительные подходы для извлечения клинически-семантических отношений.

СЕМАНТИЧЕСКАЯ РАЗМЕТКА КЛИНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

В SRL предикат обычно относится, к слову, указывающему атрибут или отношения, а аргументы относятся к синтаксическим составляющим, выступающим в качестве различных семантических ролей для предиката. Основные аргументы представляют собой основные аргументы предиката, тогда как дополнительный аргумент выражает общие свойства предиката, такие как время и местоположение.

На рисунке 1 представлена схема семантический ролей для следующих наименований:

Symptom – симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических или других исследованиях;

Illness – нозологическая единица согласно международному классификатору болезней (МКБ-10);

Drug – препараты, которые пациент принимал;
Drug_Duration – длительность приема;
Drug_Start_date – дата начало приёма препарата;
Drug_End_date – дата окончания приёма препарата;
Side_effects – побочные действия;
Dousage – доза приема препарата;
P_Cause – причина заболевания;
Result – динамическое развитие лечения;
Result_Duration – продолжительность конечного результата;
Recomm – рекомендация врача;
Surgical_intervention – хирургическое вмешательство;
Surgery_Date – дата операции;
Treatment – лечение, а именно совокупность мероприятий;
Treatment_Start_date – дата начало лечения;
Treatment_End_date – дата окончания лечения;
Denial – отказ пациента от необходимых мероприятий предусмотренным врачом;
Treatment_Duration – длительность лечения;
Dispencery – учёт пациента по заболеваниям (хронические);
Duration_Illness – длительность заболевания;
Illness_date – дата начало заболевания;
Symptom_date – дата начало симптомов;
Analyses – анализы;
Date_Medical_Operation – дата медицинского осмотра;
Norma – норма
Symptom_Duration – длительность симптомов

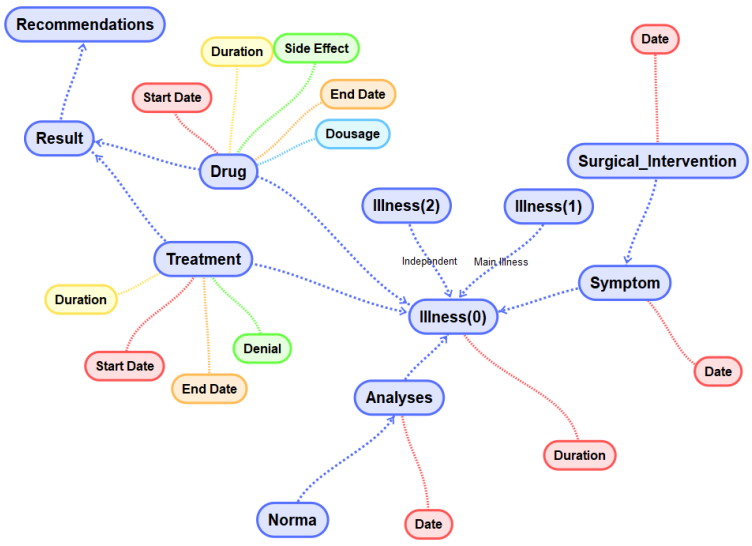


Рисунок 1. Схема отношений семантический ролей, предикатов и атрибутов для разметки клинических текстов

На следующем рисунке 2 показан пример аннотирования реальных клинических случаев дисциркуляторной энцефалопатии.

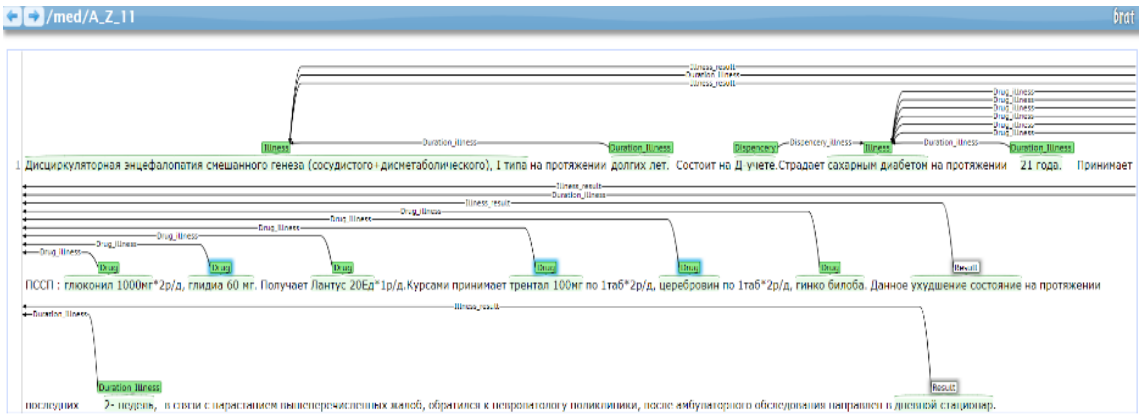


Рисунок 2. Пример разметки – Дисциркуляторной энцефалопатии

В этом примере используются следующие аннотации: Illness и Duration_Illness, а также отношение Main_Illness.

Простая категория типизированного текстового диапазона подходит для создания аннотаций для распознавания именованных сущностей и бинарных отношений для простых задач извлечения реляционной информации.

Brat annotation[ссылка] также поддерживает аннотации n-арных ассоциаций, которые могут связывать воедино любое количество других аннотаций, участвующих в определенных ролях. Эта категория аннотации может использоваться, например, для аннотации событий, таких как Illness в следующем примере:

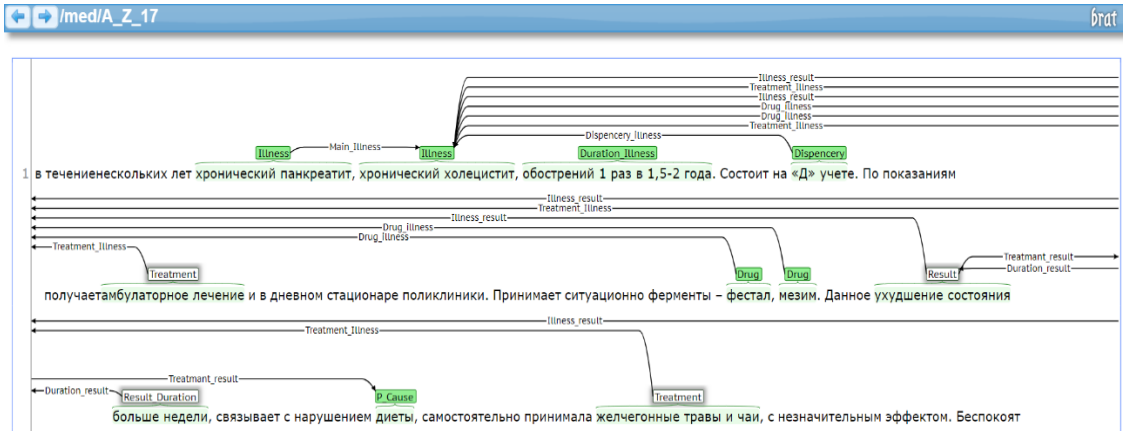


Рисунок 3. Пример разметки – хронического холецистита и панкреатита

Подобные типы и свойства других аннотаций могут быть дополнительно определены посредством использования атрибутов, которые могут быть установлены в аннотациях.

Центральным звеном при разметки медицинских данных является травма либо болезнь (тэг Illness). Заболевание может быть единственным, а также может параллельно сопутствовать с другими заболеваниями. В аннотациях такие отношения обозначены Independent и Main_Illness (см.Рисунок 1,3).

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Медицинские записи и заметки являются одним из основных источников информации для правильного диагноза и потенциально могут являться качественным предиктором для постановки медицинского диагноза. Разметка медицинских текстов предполагает конкретизированные под конкретную область медицины семантические роли, в настоящей работе мы предложили обобщённую семантическую разметку, которые включают в себя различные различные заболеваний или различные нозологические единицы. В частности, были проанализированы следующие медицинские категории:

Таблица 1. Распределение медицинских заметок по категориям

Uknown	64
ЖКТ	65
Инфекция	33
Онкология	7
Внутрение Болезни	21
Сердечные сосудистые	207
Итого	397

Хотя знания, передаваемые из исходных доменов, могут быть адаптированы к клинической области, уникальные характеристики клинического текста требуют специфических для домена ресурсов и решений для дальнейшего улучшения SRL. Одним из характерных признаков является клиническая лексика и семантические отношения между ними. В фразе «дисциркуляторная энцефалопатия смешанного генеза (сосудистого, дисметаболического), 1 типа», «дисциркуляторная энцефалопатия» обозначен в золотом стандарте как болезнь или травма. Знания в клинической области должны быть использованы для точной интерпретации этих семантических отношений. Еще одной уникальной характеристикой клинического текста является высокая частота фрагментов; то есть грамматически неполные предложения. Таким образом, семантическая разметка для клинических текстов на русском языке требует дальнейшего изучения с учетом конкретного медицинского направления

Данная работа была сделана в РГП на ПХВ «Институте информационных и вычислительных технологии» Комитета Науки Министерства образования и науки Республики Казахстан за счёт грантового финансирования проекта «AP05132760»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pradhan SS, Ward WH, Hacioglu K, et al. Shallow semantic parsing using support vector machines / In: Proceedings of Human Language Technology Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics.-Boston, Massachusetts, USA: Association for Computational Linguistics July 21-26, 2004.-P.233–240.
2. Allen J. Natural Language Understanding. /2nd ed. Menlo Park, CA: Benjamin /Cummings.,-1995.
3. Surdeanu M, Harabagiu S, Williams J, et al. Using predicate-argument structures for information extraction. // In: Proceedings of the 41st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Sapporo, Japan: Association for Computational Linguistics July 7-12, 2003.-P.8–15.
4. Akane Y, Yusuke M, Tomoko O, et al. Automatic construction of predicate-argument structure patterns for biomedical information extraction. In: Proceedings of the 2006 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Seattle, Washington, USA: Association for Computational Linguistics July 22-23, 2006.-P.284–292.
5. Yakushiji A, Miyao Y, Tateisi Y, et al. Biomedical information extraction with predicate-argument structure patterns. In: Proceedings of the First International Symposium on Semantic Mining in Biomedicine. Hinxton, Cambridge, UK: European Bioinformatics Institute April 10-13, 2005.-P.60–69.
6. Nguyen NTH, Miwa M, Tsuruoka Y, et al. Open information extraction from biomedical literature using predicate-argument structure patterns. // In: Proceedings of the 5th International Symposium on Languages in Biology and Medicine. Zurich, Switzerland December 12-13, 2013.
7. Wattarujeekrit T, Shah PK, Collier N. PASBio: predicate-argument structures for event extraction in molecular biology. BMC Bioinformatics 200.-P.155.
8. Kogan Y, Collier N, Pakhomov S, et al. Towards semantic role labeling & IE in the medical literature. AMIA Symposium October 22-26, 2005.-P.410–414.
9. Shah PK, Bork P. LSAT: learning about alternative transcripts in MEDLINE. Bioinformatics 2006.-P.857–865.
10. Bethard S, Lu Z, Martin JH, et al. Semantic role labeling for protein transport predicates. BMC Bioinformatics 2008.-P.277.
11. Barnickel T, Weston J, Collobert R, et al. Large scale application of neural network based semantic role labeling for automated relation extraction from biomedical texts. PloS One 2009.-P.e6393.
12. Paek H, Kogan Y, Thomas P, et al. Shallow semantic parsing of randomized controlled trial reports. AMIA Symposium November 11-15, 2006.-P.604–608.
13. Albright D, Lanfranchi A, Fredriksen A, et al. Towards comprehensive syntactic and semantic annotations of the clinical narrative. J Am Med Inform Assoc. 2013.-P.922–930.

14. Wang Y, Pakhomov S, Melton GB. Predicate argument structure frames for modeling information in operative notes. Stud Health Technol Inform. 2013.-P.783–787.

15. Meyers A, Reeves R, Macleod C, et al. Annotating noun argument structure for NomBank. In: Proceedings of the Language Resources and Evaluation Conference. Lisbon, Portugal: European Language Resources Association May 26-28, 2004.-P.803–806.

16. Meyers A, Reeves R, Macleod C, et al. The NomBank Project: an interim peport. In: Proceedings of the HLT-NAACL 2004 Workshop: Frontiers in Corpus Annotation. Boston, Massachusetts, USA: Association for Computational Linguistics May 6, 2004.-P.24–31

17. Palmer M, Gildea D, Kingsbury P. The proposition bank: an annotated corpus of semantic roles. Comput Linguist. 2005.-P.71–106.

18. Rindflesch TC, Fiszman M. The interaction of domain knowledge and linguistic structure in natural language processing: interpreting hypernymic propositions in biomedical text. J Biomed Inform. 2003.-P.462–477.

19. Kilicoglu H, Shin D, Fiszman M, et al. SemMedDB: a PubMed-scale repository of biomedical semantic predications. Bioinformatics 2012.-P.3158–3160.

20. Sager N. Natural Language Information Processing. UK; Addison-Wesley,1981.

21. Chen ES, Hripcsak G, Xu H, et al. Automated acquisition of disease–drug knowledge from biomedical and clinical documents: an initial study. Jam Med Inform Assoc. 2008.-P.87–98.

22. Simpson MS, Demner-Fushman D. Biomedical text mining: a survey of recent progress. In: Aggarwal CC, Zhai C, eds. Mining Text Data. USA; Springer 2012.-P.465–517.

23. Schuler KK. VerbNet: A Broad-Coverage, Comprehensive Verb Lexicon. ProQuest Paper AAI3179808, 2005.

24. Ruppenhofer J, Ellsworth M, Petruck MRL, et al. FrameNet II: extended the ory and practice. http://framenet.icsi.berkeley.edu/ Accessed 10 March 2014.

25. Levin B. English Verb Classes and Alternations: a Preliminary Investigation. - Chicago, USA: University of Chicago Press 1993.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ С ПОМОЩЬЮ API VULKAN В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

[1]Рахымова А.Р., [2]Турар О.Н., [3]Ахмед-Заки Д.Ж.

e-mail: aktumar@mail.ru

[12]Казахский Национальный Университет им аль-Фараби, Казахстан

[3]Университет Международного Бизнеса

Аннотация. *В научной деятельности компьютерная графика помогает строить виртуальные трехмерные объекты для анализа результатов*

моделирования, презентации работы и др. Существует визуализация в формате виртуальной реальности, которая демонстрирует проекты в очках виртуальной реальности. В работе описаны основные действия для трехмерных визуализаций сеточных моделей нефтяных и газовых месторождений для систем виртуальной реальности. В статье описана трехмерная визуализация модели нефтегазового пласта, которая выполнена в рамках библиотеки OpenGL, а также переведена на новый API Vulkan, созданный для снижения накладных расходов, уменьшения нагрузки на CPU и для возможности перехода на мобильные устройства в системе виртуальной реальности с использованием библиотеки OpenVR. Для реализаций программы использованы известные данные в формате .GRDECL. В статье также описаны этапы осуществления прорисовки трехмерной модели в рамках разработанного приложения с вычислениями на GPU. Созданный модуль визуализации требует подключения специальных оборудований для работы с виртуальной средой, таких как шлем виртуальной реальности, базовые станции и контроллеры.

В качестве входных данных для прорисовки модели предложены геометрические данные и физические характеристики модели в формате .GRDECL. Данный формат создан фирмой Schlumberge Eclipse[1] и используется для описания моделирования нефтяного месторождения. Файлы такого формата хранят данные описывающие трехмерные модели, состоящие из $N_x \times N_y \times N_z$ ячеек по Ox, Oy и Oz. Преимущество применения виртуальной реальности при визуализации состоит в том, что для наблюдателя визуальное восприятия значительно улучшается, также погружение в виртуальную среду сопровождается эффектом присутствия. В виртуальных очках качество прорисовки объекта существенно отличается от того, что можно наблюдать на плоском экране монитора.

Существует симулятор под названием ECLIPSE, который используется для создания гидродинамических моделей нефтяных и газовых месторождений. Исходные данные ECLIPSE являются обычным текстовым файлом, поэтому их можно считывать и использовать по назначению с помощью библиотеки предназначенного для файлов. Формат .GRDECL, созданный фирмой Schlumberge Eclipse, описывает моделирование трехмерного нефтегазового пласта, состоящего из $N_x \times N_y \times N_z$ ячеек. Преимущество этого формата заключается в минимизировании объема используемой оперативной памяти.

Использованные входные данные для тестирования разработанной программы были получены из реальных месторождений, таких как модель участка Восточный Молдабек месторождения Кенбай с АО "Разведка Добыча "Казмунайгаз" [5], открытые данные проекта SAIGUP[6]. Также использовались тестовые модели Sample и MATLAB Reservoir Simulation Toolbox: данные проекта "Geological Storage of CO2: Mathematical Modelling and Risk Analysis" (MatMoRA) [8] и данные проекта "Sensitivity Analysis of the Impact of Geological Uncertainties on Production".

Используемая библиотека OpenGL[4, 12] является низкоуровневым, аппаратно-независимым программным интерфейсом, который производит визуализацию. Иными словами, можно определить объект, задав соответствующие координаты всех вершин, задать цвет, взаимодействовать с объектом (вращать,

уменьшать, увеличивать, перемещать), определить местоположение объекта или положение наблюдателя в трехмерном пространстве. Данный интерфейс имеет множество наборов функции для определения операции и команд, необходимых для визуализации трехмерных объектов.

При использовании исключительно библиотеки OpenGL всю работу по отрисовке кадров выполняет центральный процессор, поэтому для реализации программы был использован графический ускоритель, который предоставляет возможность писать программы для вычисления цвета пиксела на экране и программы для GPU. Для использования графического ускорителя применяется программа под названием шейдер [15]. Шейдеры программируются на С подобном языке GLSL, который является высокоуровневым языком программирования. Каждый шейдер должен выполнить свою обязательную работу, то есть записать какие-то данные и передать их дальше по графическому конвейеру. Представляет собой небольшую программу, состоящую из вершинного, фрагментного и многих других шейдеров и выполняющую на GPU.

Виртуальная реальность представляет собой трехмерную среду, генерируемую с помощью компьютера, где пользователь может полностью или частично погрузится в нее и взаимодействовать с ней. Правдоподобная виртуальная реальность поддерживает у пользователя ощущение реальности происходящего. Виртуальная реальность, обеспечивающая взаимодействие со средой называется интерактивной. Также существует машинно-генерируемая и доступная для изучения виртуальная реальность, предоставляющая возможность исследовать большой детализированный мир. В дополнении используются специальные оборудования, соединенные с компьютером, которые формируют, выводят изображение и обеспечивают в процессе исследования среды эффект погружения. В ходе работы были использованы шлем виртуальной реальности, базовые станции и контроллеры модели HTC VIVE. Для взаимодействия с виртуальной реальностью был использован программный интерфейс под названием OpenVR [3, 13]. Она была разработана для поддержки технологии SteamVR и оборудований виртуальной реальности, где SteamVR [14] - это среда для выполнения виртуальной реальности.

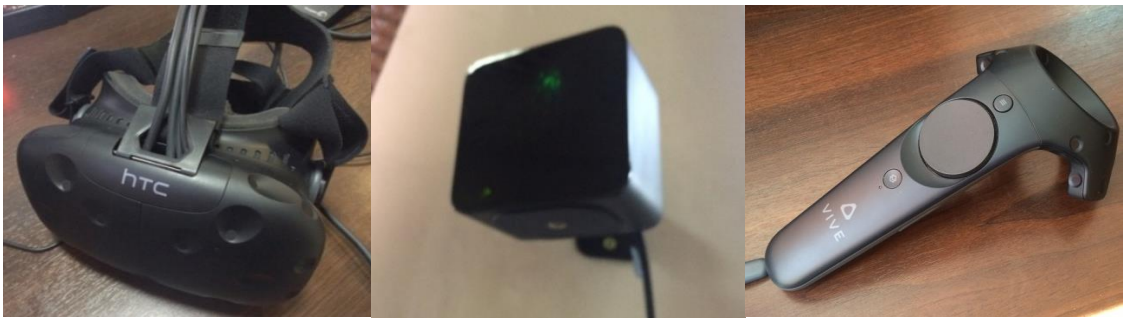


Рис 1. Шлем виртуальной реальности, базовые станции и контроллеры HTC VIVE

Используемый шлем виртуальной реальности состоит из двух небольших экранов, расположенных напротив каждого глаза, на которые выводятся изображения для левого и правого глаза; системы, отслеживающей ориентацию

устройства в пространстве; шор, предотвращающих попадание внешнего света. Экраны показывают слегка смещенные друг относительно друга стереоскопические изображения, обеспечивая реалистичное трехмерное восприятие. В шлемах также содержатся встроенные акселерометры и датчики положения.

Существуют специальные устройства для взаимодействия с виртуальной средой - контроллеры. Они содержат встроенные датчики положения и движения, а также кнопки и колеса прокрутки, как у компьютерной мыши. С библиотекой OpenVR есть возможность подключения контроллеров для взаимодействия с объектами в виртуальном пространстве. Для удобного использования контроллеров разработчиками был внесен объект-контроллер, который создает еще более реалистичный эффект присутствия, прорисовывая идентичный контроллер в среде. При подключении данных устройств на дисплее экрана и в очках можно наблюдать как этот объект двигается идентично реальным движениям контроллеров.

После прорисовки можно добавить различные функции преобразования для трехмерных объектов. Они позволяют подробно рассмотреть прорисованный объект со всех сторон путем перемещения, увеличения или вращения. Идея этого метода состоит в том, что все трансформации представлены в виде матриц, где они перемножаются между собой и затем на итоговый результат умножаются координаты вершин. В программе эти преобразования осуществляются в части визуализации с использованием матриц проекции для левого и правого глаза, трекинга позиции шлема и контроллеров.

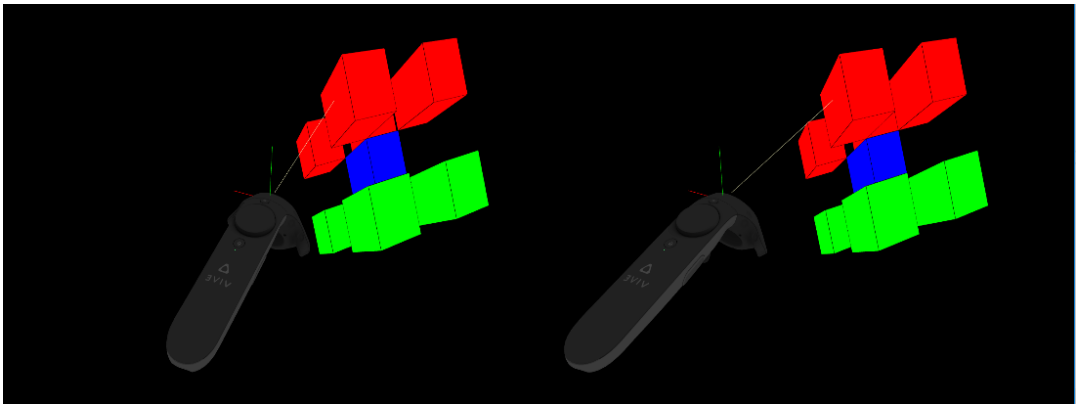


Рис 2. Подключение контроллеров

Для тестирования реализованной задачи использовались различные модели пласта. На рисунках 5 - 13 представлена визуализация моделей с использованием OpenGL в системе виртуальной реальности:

1. Модель участка Восточный Молдабек месторождения Кенбай с АО "Разведка Добыча "Казмунайгаз" (рис. 3), количество ячеек полной модели – 36x77x33 [5].
2. Тестовая модель пласта – Johansen размером 149x189x16 (рис. 4).
3. Тестовая модель пласта – Sample размером 33x33x11 (рис. 5).

4. Модель пласта месторождения размером 67x49x10 – открытые данные проекта SAIGUP (рис. 6) [2].

На данных рисунках можно наблюдать проекцию изображения из очков виртуальной реальности на экран монитора, где отображаются два буфера кадра для левого и правого глаза с угловым смещением изображения. Также на рисунках изображен контроллер, с помощью которого осуществлялось управление тестовых моделей нефтегазового пласта.

Разработанная программа использует графический ускоритель, что помогает создавать более сложные объекты, добавлять различные матрицы для интерактивности приложения, накладывать работу на GPU, при этом уменьшая нагрузку на CPU. Однако разработанная программа тратит определенное количество времени на считывание большого объема данных, с дальнейшей обработкой полученной информации для загрузки в буфер, что означает, что эту работу выполняет центральный процессор. На рисунках прорисовка трехмерной модели реализована с помощью библиотеки OpenGL. Данная реализованная программа для визуализации модели была переведена на новый API Vulkan [2], созданный для снижения накладных расходов, уменьшения нагрузки на CPU, также есть возможность перехода на мобильные устройства. Для сравнения OpenGL использует GLSL – шейдерный язык программирования, в то время как Vulkan использует промежуточный двоичный формат SPIR-V.

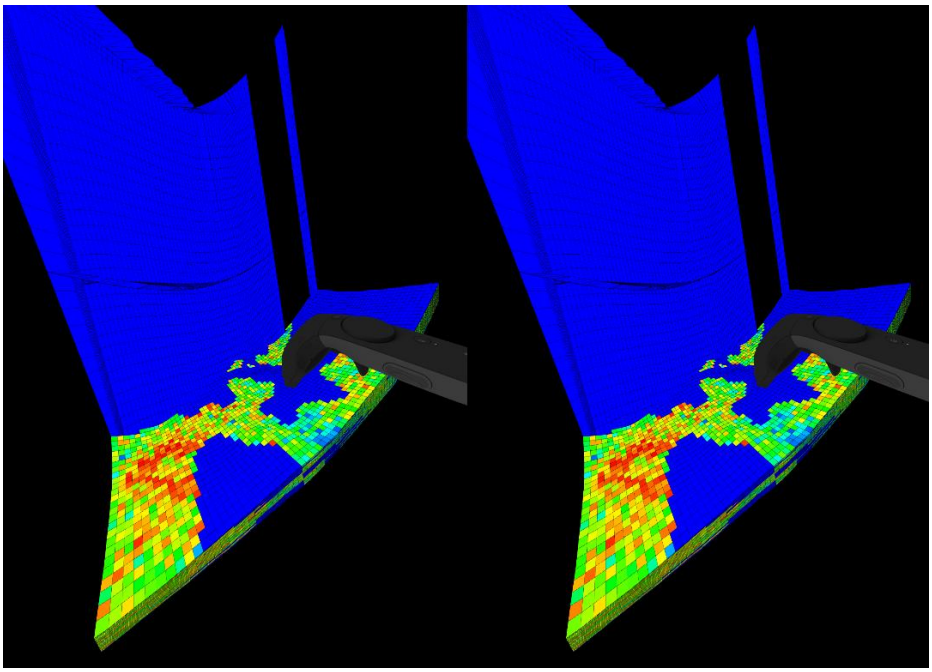


Рис 3. Модель участка Восточный Молдабек месторождения Кенбай с АО "Разведка Добыча "Казмунайгаз", количество ячеек полной модели – 36x77x33

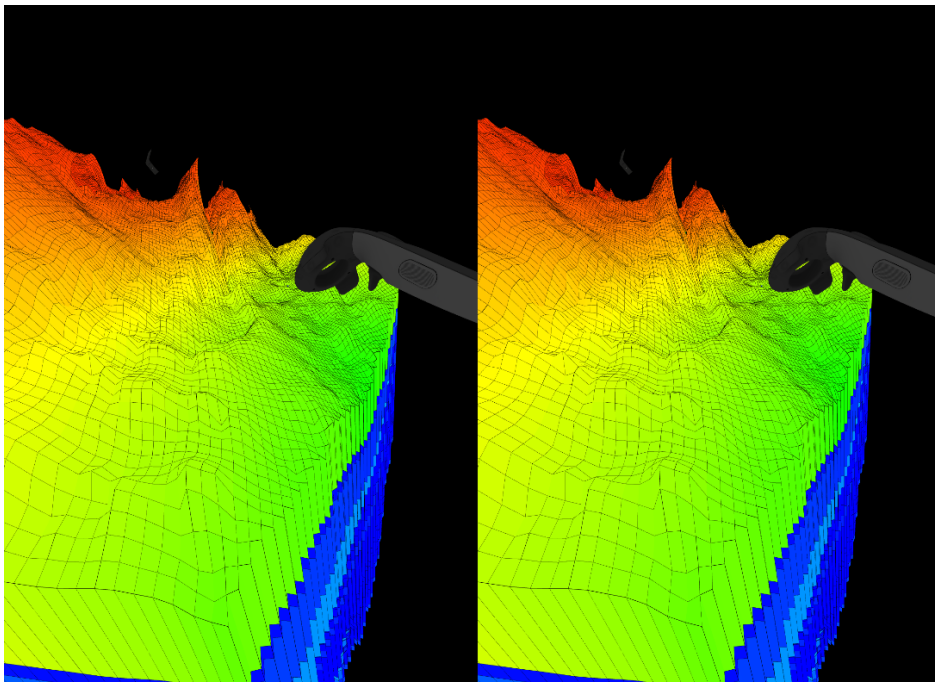


Рис 4. Тестовая модель пласта – Johansen размером 149x189x16

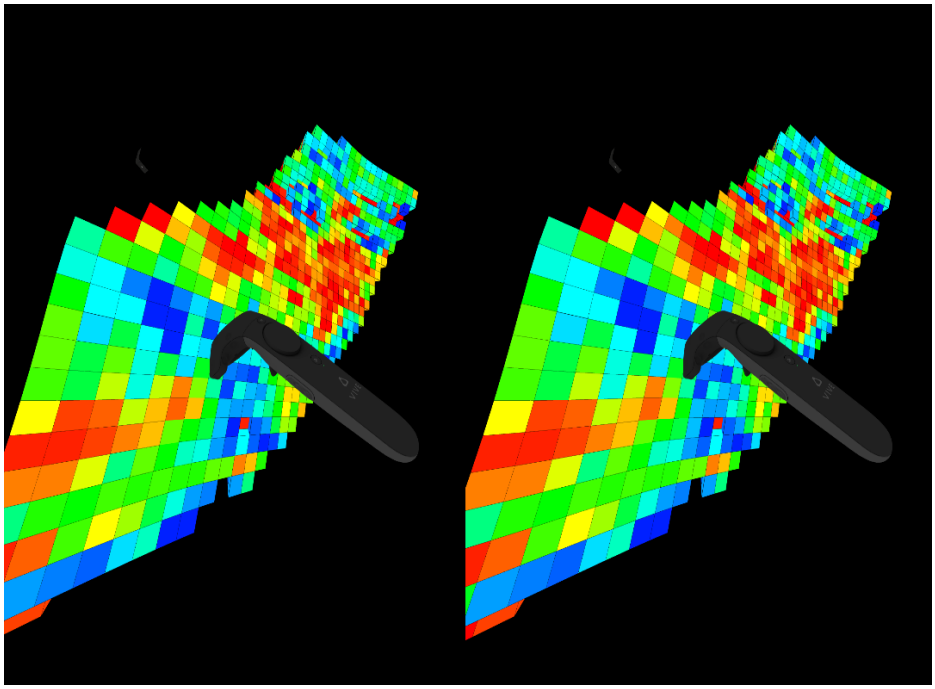


Рис 5. Тестовая модель пласта – Sample размером 33x33x11

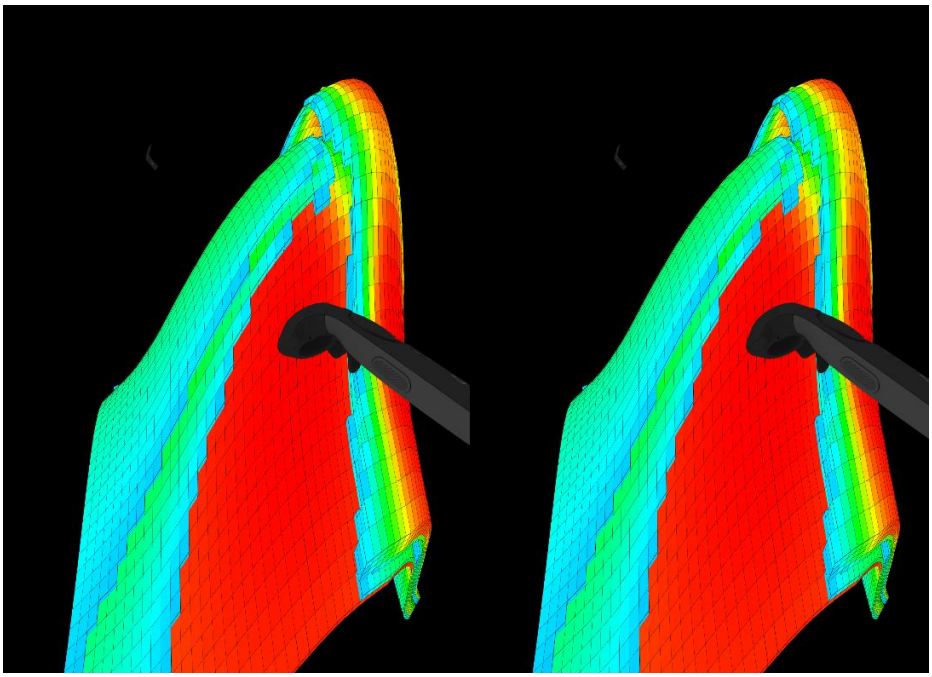


Рис 6. Модель пласта месторождения размером 67x49x10 – открытые данные проекта SAIGUP

Литература

1. ECLIPSE Industry-Reference Reservoir Simulator - https://www.software.slb.com/products/eclipse?entry=ad_google_sis_eclipse&gclid=EAIaIQobChMIqIypl4-g4QIVUamaCh0XYgnkEAAYASAAEgIcHvD_BwE (Октябрь 2017)
2. Vulkan SDK - https://www.lunarg.com/vulkan-sdk/ (Январь 2019)
3. OpenVR SDK - https://github.com/ValveSoftware/openvr (Декабрь 2017)
4. Уроки по OpenGL - https://triplepointfive.github.io/ogltutor/ (Май 2017)
5. Анализ и оценка тепловых методов воздействия на прискважинную зону пласта месторождения Кенбай (участок Восточный Молдабек): отчет по НИР /АО "РАЗВЕДКА ДОБЫЧА "КАЗМУНАЙГАЗ". – Алматы, 2007. - 65 с.
6. SAIGUP - http:// www.nr.no/en/SAIGUP. (Май 2018)
7. Geological Storage of CO2: Mathematical Modelling and Risk Assessment - http://www.sintef.no/MatMoRa. (Октябрь 2017)
8. MATLAB Reservoir Simulation Toolbox - http://www.sintef.no/Projectweb/MRST/Downloadable-Resources. (Октябрь 2017)
9. Collaboration Centre - http://ucalgaryreservoirsimulation.ca/collaboration-centre. (Октябрь 2017)
10. Collaboration Centre - http://collaborationcentre.ca/ (Октябрь 2017)
11. ECLIPSE - https://www.software.slb.com/products/eclipse. (Октябрь 2017)
12. OpenGL - https://www.opengl.org/ (Октябрь 2017)
13. Hellovr - https://github.com/ValveSoftware/openvr. (Январь 2018)
14. SteamVR - https://steamcommunity.com/steamvr. (Февраль 2018)

15. David Wolff, OpenGL 4.0 Shading Language Cookbook, 2011.— ISBN 978-1-849514-76-7.
16. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. – 288 с.
17. Баяковский Ю.М., Игнатенко А.В. Начальный курс OpenGL. М.: «Планета Знаний», 2007. —221 с. — ISBN 978-5-903242-02-3.
18. FreeGLUT, электронный ресурс на http://freeglut.sourceforge.net.
19. Thompson, Joe F., B. K. Soni, and N. P. Weatherill. Handbook of Grid Generation. Boca Raton, FL: CRC Press, 1999.
20. Thompson, Joe F., Z. U. A. Warsi, and C. Wayne. Mastin. Numerical Grid Generation: Foundations and Applications. New York: North-Holland, 1985.
21. Khakimzyanov, G. S., and N. Yu. Shokina. "Equidistribution Method for the Construction of Adaptive Grids." Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling 14, no. 4 (1999):339-358. doi:10.1515/rnam.1999.14.4.339.
22. Castillo, Jose E. Mathematical Aspects of Numerical Grid Generation. Philadelphia: SIAM, 1991.
23. OpenVR Quick Start, электронный ресурс на https://github.com/osudrl/CassieVrControls/wiki/OpenVR-Quick-Start
24. TechViz - https://www.techviz.net/
25. Ismael H. F. dos Santos, Luciano P. Soares, Felipe Carvalho, Alberto Raposo. A Collaborative “Virtual Reality Oil & Gas Workflow” The International journal of Virtual Reality, 2012, 11(1):1-13.

ЭТАПЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

Савченко[1] А.С., Кенжеханұлы[2] С., Омирбекова[3] Ж.Ж.
savchenko.kz@gmail.com, sanzhar.k@gmail.com, zhanomir@gmail.com
[1]ТОО «CreativeTeam»,[2] ТОО «InCraft»,[3]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева

Аннотация. *Данная статья посвящена цифровой трансформации в сфере образования на основе анализа данных с использованием машинного обучения. Разработаны модели, основанные на методах кластерного анализа, которые используются в качестве вспомогательных инструментов при решении задач прогнозирования. В качестве экспериментальной модели была разработана модель для заполнения поля данных, которая отражает тенденции цифровизации в образовании, выявляет ошибки, новинки, аномалии, показывает скорость адаптации, применение технических навыков пользователей, способствует аналитике, интегрирует Системы управления образованием, консолидируют данные, позволяют автоматизировать отчетность по принятию решений.*

Необходимыми условиями цифровой трансформации управления учебных заведений является:

–приведение к радикальному (качественному) повышению эффективности по ключевым показателям работы организации;

–использование современных цифровых технологий, экономичных, масштабируемых и гибких, приспособленных к быстрым изменениям (большие данные, элементы искусственного интеллекта, виртуальную реальность и т.п.);

–использование единой платформы;

–представление любого предприятия, как объект цифрового анализа — знания должны накапливаться, анализироваться и использоваться с применением цифровых технологий с участием сотрудников и/или внешних экспертов.

Цифровая трансформация для общего образования представляет собой качественное повышение результативности и производительности учебно-воспитательной работы за счет:

–изменения (обновления) целей и содержания образовательной работы;

–пересмотра и оптимизации используемых наборов (коллекций) учебно-методических и организационных решений, информационных материалов, инструментов и сервисов;

–обновления организации и методов образовательной работы, ориентировки на максимальное раскрытие потенциала каждого обучаемого, перехода от обучения и воспитания всех к обучению и воспитанию каждого;

–пересмотра традиционных бизнес-процессов, включения в эту работу всех стейкхолдеров (прежде всего, обучаемых и педагогов), использования цифровых технологий для механизации и автоматизации всех видов работы с информацией [1];

–применение data-driven подхода в принятии решений (на основе данных).

Таким образом, цифровая трансформация образования и связанное с ней освоение новых цифровых информационных инструментов развивается по нескольким линиям:

–трансформируется содержание, а вслед за ним методы и формы учебной работы, которые связаны с проникновением новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности;

образовательные организации осваивают:

–новые цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса и обеспечивающих его процедур;

–обучаемые осваивают:

–новые общепользовательские цифровые инструменты для повышения эффективности своей учебной работы, развивая, в том числе, соответствующие способности (например, алгоритмическое мышление), которые необходимы для их использования;

–педагоги осваивают:

–современные общепользовательские цифровые инструменты для повышения эффективности своей производственной и учебной работы, трансформирующееся (в

связи с проникновением новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности);

−содержание, методы и формы учебной работы, современные цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса;

−руководители образования осваивают:

−современные общепользовательские цифровые инструменты, которые повышают эффективность их производственной и учебной работы;

−новые подходы в принятии решений на основе данных;

−новые цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса [1].

Переход к новой модели организации образовательного процесса, которая поддержана цифровой образовательной средой и гарантирует достижение требуемых образовательных результатов каждым учащимся, инструментов которого является цифровая трансформация образования.[1].

Разработанные технологии инжиниринга данных

Когда несколько источников должны быть интегрированы в одно и непротиворечивое представление, необходимо выполнить как минимум следующие три шага:

Необходимо определить соответствующие атрибуты, которые используются для описания информационных элементов в источнике. Результатом этого шага является отображение схемы, которое используется для преобразования данных, представленных в источниках, в общее представление;

Различные объекты, которые описаны в источниках данных, должны быть идентифицированы и выровнены. Таким образом, используя методы обнаружения дубликатов, обнаруживаются множественные, возможно, противоречивые представления некоторых объектов реального мира;

В качестве последнего шага все дублирующие представления должны быть объединены и обязательно объединены в одно представление, в то время как несоответствия в данных должны быть устранены;

Существует два основных вида несоответствий в интеграции данных:

Во-первых, существуют принципиальные несоответствия между источниками, таблицами, не имеющими одинаковых атрибутов, атрибутами, обозначающими одно и то же понятие, но имеющими другое имя, или сохраненными данными в другой структуре;

Конфликты — это другой тип несоответствия данных. Существует два типа конфликтов в интеграции данных;

Неопределенности и противоречия. Неопределенность — это конфликт между ненулевым значением и одним или несколькими нулевыми значениями, которые используются для описания одного и того же свойства объекта. Обычно это происходит в результате отсутствия информации. Нулевые значения, представленные в таблицах, могут иметь разные значения. Три интерпретации нулевых значений можно различить следующим образом:

1. Значение неизвестно: значение существует, но тот, кто ввел данные, не знал об этом;

2. Значение неприменимо: соответствующее свойство не применимо для объекта, представленного этим кортежем.

3. Удерживаемая стоимость: данные существуют, но нам не разрешено их просматривать.

Другой тип конфликтов — это противоречие. Это конфликт между двумя или более различными ненулевыми значениями, которые используются для описания того же свойства объекта. Примером является случай, если два или более источников данных предоставляют два или более разных значений для одного и того же атрибута на одном и том же объекте. Одной из веских причин рассматривать неопределенность как частный случай конфликта является тот факт, что с неопределенностью легче справиться, чем с противоречием. Несколько форм и отчетов используются в повседневной обработке документов.

В качестве экспериментального набор данных были выбраны организации образования Туркестанской области. Разработана система сбора, обработки и структурирования данных образовательной базы данных SmartNation с использованием API, а также осуществляется анализ Открытых Данных Egov на предмет возможности использования в рамках проектов SitCen по автоматизации государственных услуг.

Осуществлен маппинг организаций из БД SitCen и образовательной базы данных SmartNation по названиям организаций образования и региону.

Проведена проверка и очистка данных образовательной базы данных SmartNation, необходимых для реализации текущих проектов SitCen по автоматизации государственных услуг.

Получены данные по единому национальному тестированию в разрезе школ по всей Туркестанской области. В работе дальнейшее развитие и улучшение инструментов и систем.

Разработка систем по сбору данных

Разработана полуавтоматическая система сбора данных из образовательной базы данных SmartNation, которая включает API для сбора, обработки и структурирования данных с последующей передачей для обработки и анализа в реляционной СУБД.

Планируется дальнейшая доработка системы для полностью автоматического регламентного сбора, обработки и валидации данных с сохранением в реляционной СУБД для последующего анализа.

При разработке использовались такие инструменты, как язык программирования Python, MongoDB и др.

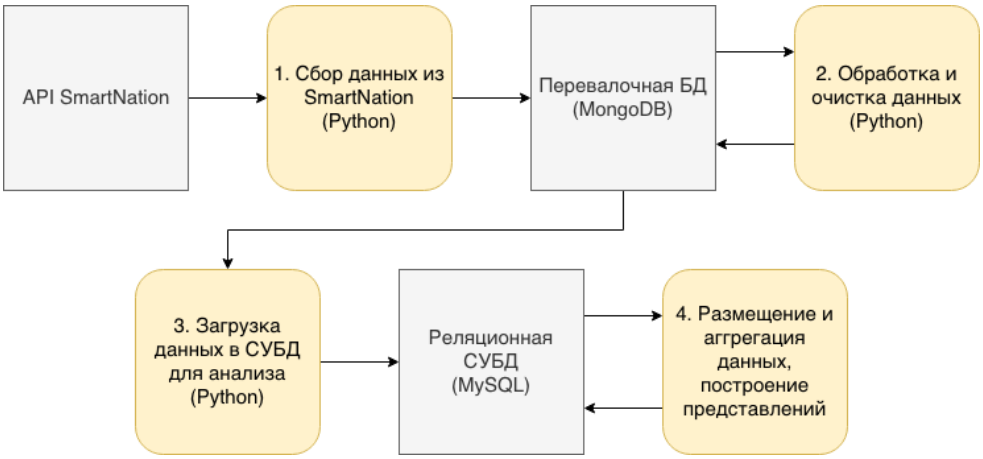


Рисунок 1. Упрощенная схема процесса сбора и обработки данных

Разработка систем по управлению данными

Произведен частичный маппинг организаций из образовательной базы данных SmartNation и базы данных по проекту SitCen - автоматизация государственных услуг. В разработке инструментарий для автоматического поиска и маппинга организаций по названию и местоположению из образовательной базы данных SmartNation. Для полуавтоматического маппинга использовался поисковый движок ElasticSearch с надстройкой для СУБД PostgreSQL и ZomboDB.

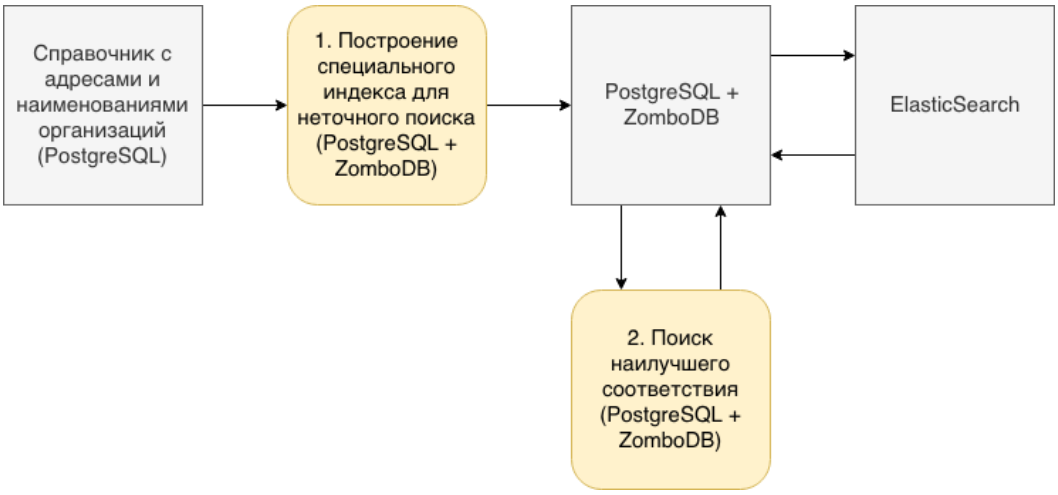


Рисунок 2. Упрощенная схема системы поиска и маппинга организаций по названию и местоположению

В разработке инструментарий для автоматического регламентного обновления данных из национальной образовательной базы данных. в таблице 1 приведен пример сущности (entity), более развернутая схема представлена на рисунке 1

Таблица 1. – Пример отношений сущностей базы данных

Сводная таблица с информацией о техническом оснащении школы (индексы)	Техническое оснащение (распарсенный json)	Компьютер бюджетирование	Дополнительное оборудование
ID ID организации образования Единица - проектор Единица-интерактивные доски Единица-антивирус 3Д-принтеры Оборудования роботов Локальная сеть ПК Тип локальной сети Интернет Интернетная доска Скорость покрытия интернета Точки доступа интернета Оборудования для обучающихся	ID Общее С интернет-подключением Для образования Для образования с интернет-подключением Для работников Для работников с интернетом	ID Бюджет Кол-во Сумма Id технического оснащения Источник бюджета	ID Категория Название Описание Кол-во Id технического оснащения

Трансформация, нормализация данных. Этот шаг необходим для приведения информации к пригодному для последующего анализа виду. Для чего нужно проделать такие операции, как приведение типов, квантование, приведение к "скользящему окну" и прочее. Кроме того, некоторые методы анализа, которые требуют, чтобы исходные данные были в каком-то определенном виде. Нейронные сети, скажем, работают только с числовыми данными, причем они должны быть нормализованы.

Data Mining. На этом шаге применяются различные алгоритмы для нахождения знаний. Это нейронные сети, деревья решений, алгоритмы кластеризации, установления ассоциаций и т.д.

Постобработка данных. Интерпретация результатов и применение полученных знаний в приложениях.

Рисунок 3. Структура формирования данных

Knowledge Discovery in Databases не задает набор методов обработки или пригодные для анализа алгоритмы, он определяет последовательность действий, которую необходимо выполнить для того, чтобы из исходных данных получить знания. Данный подход универсальный и не зависит от предметной области, что является его несомненным достоинством [4].

Подготовка исходного набора данных. В состав системы входит – многомерное хранилище данных, ориентированное на решение задач консолидации информации из разнородных источников и быстрого извлечения интересующего набора данных. поддерживает семантический слой, позволяющий конечному пользователю оперировать методами для получения интересующих данных.

Предобработка – содержит большой набор механизмов предобработки и очистки данных: заполнение пропусков, редактирование аномалий, очистка от шумов, сглаживание, фильтрация и множество других с возможностью комбинирования методов предобработки.

Трансформация, нормализация данных включает большой набор механизмов трансформации данных, позволяющих провести всю подготовительную работу для последующего анализа. Кроме этого, система содержит широкий спектр механизмов нормализации для всех типов данных: числовых, строковых, дата/время и логических.

Data Mining. В состав пакета включены алгоритмы, реализующие популярные и эффективные методы Data Mining: нейронные сети, деревья решений, самоорганизующиеся карты Кохонена, ассоциативные правила и прочее.

Постобработка данных. Результаты любой обработки могут быть отображены при помощи большого набора механизмов визуализации: таблицы, диаграммы, деревья и множество других. Для некоторых механизмов предусмотрены специализированные визуализаторы, обеспечивающие легкость интерпретации

результатов. Результаты могут быть экспортированы для последующей обработки при помощи других приложений. Это дает возможность эффективно использовать полученные знания или модели на других данных.

Система SmartNation удовлетворяет всем требованиям для успешного взаимодействия с экспертом (аналитиком):

–Единая платформа, в которой можно пройти все этапы Knowledge Discovery in Databases;

–Все операции производятся при помощи методов машинного обучения, благодаря которым снижаются требования к знанию экспертом математического аппарата;

–Возможность произвольного комбинирования любых методов обработки;

–Большой набор методов визуализации полученных результатов;

–Пакетное выполнение всей действий по обработке данных.

–Для получения результата пользователю достаточно просто выбрать нужный отчет, все остальное будет выполнено автоматически [4].

–Результаты статистического анализа системы SmartNation по Республике Казахстан (Разработанное web-приложение и визуализация данных)

Рисунок 5. Количественные и качественные показатели

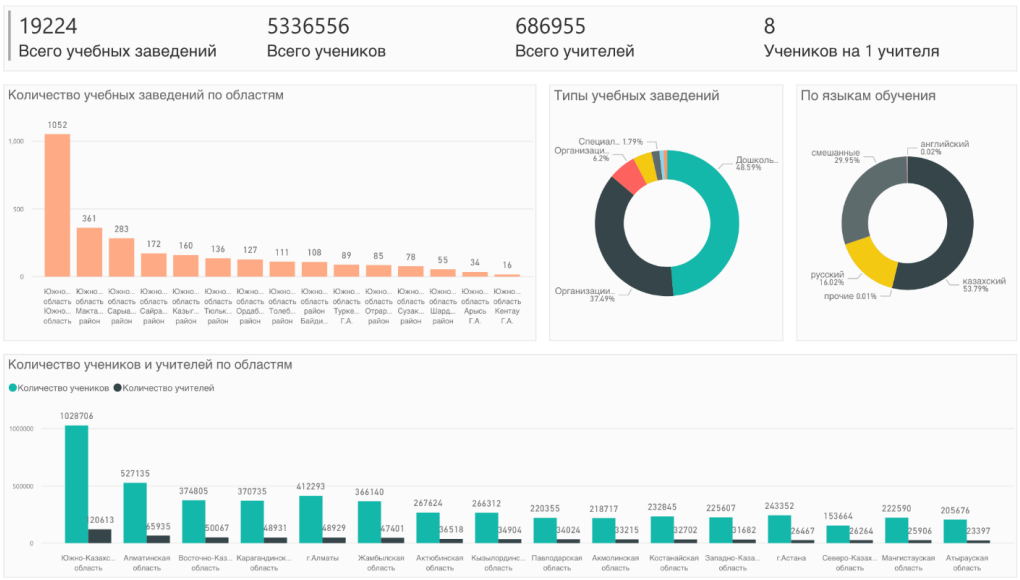


Рисунок 6. Общее количество учебных заведений среднего образования и т.д.

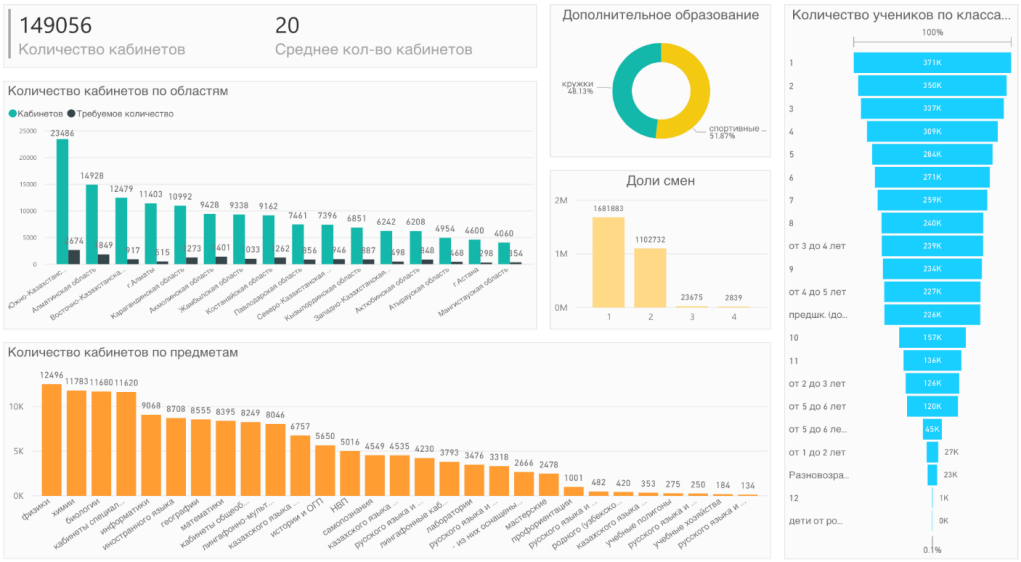


Рисунок 7. Количество кабинетов и специализированных кабинетов и т.д.

Сегодня все большее внимание уделяется объединению двух подходов. Нейронные сети предоставляют отличный способ разработки мощной системы. Более того, система может учиться и стать более мощной и более эффективной для принятия решений. Однако, если рассмотреть, как система принимает решение, разработчик может воспользоваться только алгоритмами и статистическими данными, что не является достаточно полноценным для удовлетворения потребностей пользователей системы. Системы, основанные на правилах или

знаниях, сложно разрабатывать и поддерживать, но они предлагают четкое изложение используемых знаний и логического пути. Особенность заключается в том, чтобы выполнять всю визуальную, разнородную и нелогическую обработку с помощью нейронных сетей и дополнять эти системы небольшими системами, основанными на знаниях, которые могут предоставить явные объяснения только для тех задач или подзадач, где специалисты, вероятно, получат более глубокое объяснение. Развитие ИИ все чаще включает знание, когда комбинировать различные методы ИИ

Список использованной литературы

1. Уваров А.Ю. На пути к цифровой трансформации школы. — М.: Образование и Информатика, 2018. — 120 с
2. S.-T. Wu, “Knowledge discovery using pattern taxonomy model in text mining,” 2007
3. J. Mostow and J. Beck, “Some useful tactics to modify, map and mine data from intelligent tutors,” Natural Language Engineering, vol. 12, no. 02, pp. 195–208, 2006, 4
4. [Электронный ресурс, 01.03.2019]. URL: https://basegroup.ru/community/articles/kdd
5. Harmon, Paul, and DavidKing, Expert Systems: Artificial Intelligence in Business, Wiley, 2012.
6. P. Xu, S. Xu, H. Yin, Application of self-organizing competitive neural network in fault diagnosis of suck rod pumping system, J. Pet. Sci. Eng. 58 (2007) 43–48.
7. B. Vaferi, Y. Rahnam, P. Darvishi, A.R. Toorani, M. Lashkarbolooki, Phase equilibria estimation of binary systems containing ethanol using optimal feedforward neural network, J. Supercrit. Fluids 84 (2013) 80–88.
8. B. Vaferi, M. Karimi, M. Azizi, H. Esmaeili, Comparison between the artificial neural network, SAFT and PRSV approach in obtaining the solubility of solid aromatic com- pounds in supercritical carbon dioxide, J. Supercrit. Fluids 77 (2013) 45–51.
9. B. Vafaei, R. Eslamloueyan, S. Ayatollahi, Simulation of steam distillation process using neural networks, Chem. Eng. Res. Des. 87 (2009) 997–1002.
10. C. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford Clarendon, Oxford, 1996.
11. B. Ripley, Pattern Recognition and Neural Networks, Cambridge University Press,Cambridge, 1996.
12. X. Wang, K.K. Paliwal, Feature extraction and dimensionality reduction algorithms and their applications in vowel recognition, J. Pattern Recognit. Soc. 36 (2003) 2429–2439.
13. Lindsa IS, A tutorial on principal components analysis, http://kybele.psych.cornell. edu/~edelman/Psych-465 (Spring-2003/PCA- tutorial) (2002)
14. [Электронный ресурс, 01.03.2019]. URL: https://www.intuit.ru/studies/professional_skill_improvements/1210/courses/6/lecture/210

IV Международная научно-практическая конференция
"Информатика и прикладная математика",
посвященная 70-летнему юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика
и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. 25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Самбетбаева М.А., Батырханов А.Г.
e-mail: Madina_jgtu@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Казахстан

Аннотация. *В статье представлена выработка концептуального видения технологии использования системы управления электронными библиотеками, как типовой системы хранения и доступа к информационным ресурсам, и описание основных требований к ее реализации и функционированию.*

Информационные системы (ИС) для поддержки научно-образовательной деятельности оперируют с различного рода информацией, как например, публикации, электронные документы, электронные коллекции, онтологические описания, массивы данных, логические описания и др. Как правило, эти ресурсы, востребованные разными группами исследователей, оказываются недоступными из-за невозможности их поиска и идентификации. Семантические связи между информационными ресурсами повышают их ценность и предоставляет дополнительные возможности для информационного поиска и идентификации. Данные, интегрированные в открытое семантическое пространство, представляют собой совокупность знаний о некоторой предметной области в виде семантической структуры, на основе которой становятся возможными качественно новые наукометрические измерения и исследования структурных свойств корпуса научных знаний.

Технология информационных хранилищ - это разновидность интегрированной технологии, предназначенной для реализации процедур, методов и средств хранения и применения комплекса БД в решении задач пользователя. Обширные массивы данных можно хранить на одном или нескольких серверах. Эти массивы обычно называют информационными хранилищами [1].

Представление данных. В качестве предметной области были рассмотрены материалы научного наследия в области ИТ-технологий. В информационном пространстве события, факты и любые другие сущности реального мира существуют только в форме документов. Документ является основным объектом, участвующим в любой информационной системе (ИС). Основной функцией документа является информационная, т.е. способность удовлетворять информационную потребность человека. Множество документов, содержащих фактографическую информацию, имеющих одинаковую физическую структуру и логическое, информативное назначение, образуют коллекции. Коллекции, согласно [2], характеризуются своими описаниями и описаниями структуры документов, из

которых она состоит, и представляют собой систематизированную совокупность документов, объединенных по какому-либо критерию принадлежности, например, по содержанию, назначения, способу доступа и т.д., снабженные метаописанием (метаданными) в соответствии стандартами и схемами данных. Коллекции могут вкладываться друг в друга, но у одной коллекции может быть только одна родительская коллекция. Любой документ может помещаться в несколько коллекций.

Метаданные создаются в процессе явной или неявной каталогизации и соответствуют той или иной общепринятой сфере. Для извлечения метаданных используются алгоритмы разбора титульной страницы, извлечения ключевых слов при их отсутствии, алгоритм построения реферата, на основе графа связного с текстом. Основной каталог информационных ресурсов сервера метаданных ИС строится в соответствии со схемой метаданных. Разработанная схема учитывает основные требования схемы метаданных Dublin Core. В дальнейшем нашу схему метаданных будем называть внутренней.

Хранение данных. Для долговременного хранения документов использовался институциональный репозитарий Dspace [3], в силу его способности расширять список поддерживаемых метаданных, что позволяет настраивать его на различные предметные области. Для поддержки процесса наполнения полнотекстовых баз были настроены рабочие процессы и пользовательский интерфейсы: созданные профили метаданных были зарегистрированы в системе DSpace.

Обмен данными. Для реализации обмена метаданными между DSpace, в соответствии с расширенным профилем, был создан сервис на языке XSLT, выполняющий преобразование схем метаданных из внутренней схемы DSpace в схему сервера метаданных и в схему Dublin Core с использованием квалификаторов. Также реализован OAI сервис, который в пакетном режиме периодически, в соответствии с расписанием, проводит синхронизацию метаданных репозитария и сервера метаданных. Для заполнения основного каталога метаданных в соответствии с созданными схемами метаданных используются контролируемые словари из справочного блока системы [4, 5].

Функционирование среды. Основывается на использовании протоколов Z39.50 и LDAP. При этом предусмотрены механизмы преобразования данных из предметных схем в абстрактную схему протокола Z39.50. Виртуальная среда состоит реестра объектов и ресурсов, основного сервера Z39.50, нескольких функциональных модулей, а также web-интерфейса с публичным и административным разделами для доступа к различным функциям среды. Для каждого источника устанавливается отдельный сервер Z39.50, который осуществляет преобразование данных из схемы источника в абстрактную схему данных [6]

Сбор данных из внешних источников. Выбранная технология интеграции разрабатываемой информационной системы для поддержки исследований по научному наследию с ЦД (цифровой депозитарий) позволяет использовать любые другие реализации ЦД, поддерживающие протокол OAI. Для работы с внешними ЦД, поддерживающими протокол OAI, реализован сервис, преобразующий схему метаданных Dublin Core во внутреннюю схему метаданных системы.

Извлекаемые из внешних ЦД метаданные также помещаются в базу данных электронной библиотеки (сервера метаданных). Если для конкретного ЦД это возможно, то метаданные извлекаются в XML-схеме с дальнейшим преобразованием в схему ГОСТ. Если схема данных внешнего ЦД неизвестна, то метаданные преобразуются из схемы, основанной на Dublin Core, в схему метаданных ГОСТ.

Для интеграции электронной библиотеки с внешними системами и приложениями по протоколу OAI используются сервисы преобразований внутренней схемы метаданных, например, в схему MARC XML 20 или RUSMARC и др. При необходимости этот же подход может быть использован для преобразования метаданных в другие схемы семейства MARC.

Поиск данных. Функциональность поиска документов (информационных ресурсов) доступна конечным пользователям тремя путями: через пользовательский интерфейс информационной системы (сервера метаданных), через специализированный поисковый сервис (для внешних приложений) и через пользовательский интерфейс ЦД DSpace [7]. Однако в любом случае сами документы всегда хранятся в ЦД, поэтому, через какой бы интерфейс пользователь ни нашел необходимый ему документ, документ будет напрямую извлечен по протоколу HTTP из ЦД.

Контроль доступа пользователей. На всех уровнях пользовательских интерфейсов (сервер метаданных, сервисы и ЦД) контроль доступа пользователей к ресурсам информационной системы осуществляется на основании идентификационной информации в соответствии с протоколом LDAP. DSpace имеет встроенную поддержку LDAP, а в программируемых сервисах и в сервере метаданных поддержка обеспечивается сервисами информационной системы.

Предлагаемая технология поддержки больших информационных хранилищ основана на клиент-серверной архитектуре ИС и отвечает требованиям, описанным в [12]:

- унификация процесс обмена результатами научных исследований;
- оперирование с данными и документами, интегрированными в открытое семантическое пространство;
- предоставление сервисов преобразования разнородных ресурсов, реализующих средства описания, представления, автоматического связывания ресурсов, а также взаимодействие с поисковыми и классификационными механизмами в соответствии с потребностями пользователей.

1. Определение требований к системе идентификации информационных ресурсов, системе управления метаданными, системе управления информационными ресурсами

Исходя из целей создания ИС для поддержки научно-образовательной деятельности и анализа существующих систем, направленных на поддержку научных исследований определены требования к системе идентификации информационных ресурсов [6].

Известно, что неструктурированные информационные ресурсы целиком представляются в виде онтологий. Для этого необходимо выделить термины

предметной области. Термины можно выделить либо путем индексирования всех информационных ресурсов, либо с использованием тезауруса.

В процессе научно-образовательной, деятельности много времени и сил отнимает работа с литературными источниками [7], разного рода материалами и документами: поиск необходимых документов, систематизация и классификация документов в соответствии с поставленной задачей. Для удовлетворения информационных потребностей современных пользователей в сфере научно-образовательного деятельности необходима поддержка тонких функций поиска и классификации информации, а также просмотр ресурсов по категориям (рубрикам) и словарям-классификаторам. Наиболее важной задачей является задача систематизации ресурсов (тематическая классификация), для решения которой необходимо четко определить состав логико-семантических категорий (фасетов) и ключевых терминов (понятий), покрывающих избранную достаточно узкую предметную область, интересующую пользователя [8].

В исследовании были сформулированы основные требования к информационной системе поддержки в научно-образовательной деятельности [9]. В частности, такая система должна поддерживать надежное, долговременное и защищенное от исчезновения, хранение информации; включать большое количество словарей-классификаторов [10, 11] для обеспечения идентификации и классификации ресурсов; поддерживать слабо структурированные информационные ресурсы, взаимосвязи между информационными ресурсами; включать интеллектуальные службы обслуживания запросов пользователя, а также программные интерфейсы для поддержки аналитической работы пользователя; удовлетворять требованиям интероперабельности и т.д. (Рисунки 1, 2).

Рис. 1 Система управления информационными ресурсами

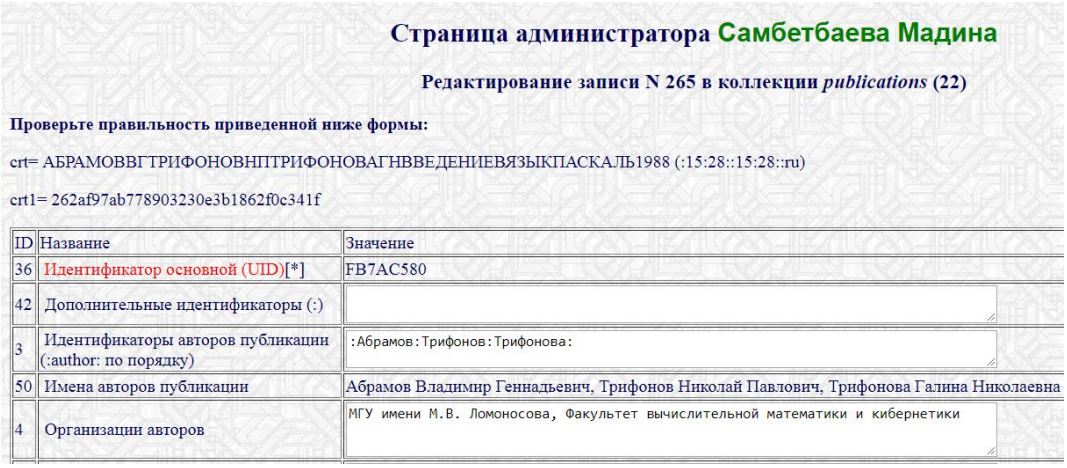
Был выделен набор наиболее общих функциональных требований к ИС поддержки научно-образовательной деятельности.

1) *Сбор информационных ресурсов*. Для сбора информации необходимо использовать различные варианты ввода данных:

– ввод данных пользователями;

– сбор данных в Internet посредством специальных программных агентов (пауков);

– обмен данными с другими ИС.



Страница администратора Самбетбаева Мадина

Редактирование записи N 265 в коллекции *publications* (22)

Проверьте правильность приведенной ниже формы:

crt= АБРАМОВВГТРИФОНОВНПТРИФОНОВАГНВВЕДЕНИЕВЯЗЫКПАСКАЛЬ1988 (:15:28::15:28::ru)

crt1= 262af97ab778903230e3b1862f0c341f

ID	Название	Значение
36	Идентификатор основной (UID)[*]	FB7AC580
42	Дополнительные идентификаторы (:)	
3	Идентификаторы авторов публикации (:author: по порядку)	:Абрамов:Трифонов:Трифонова:
50	Имена авторов публикации	Абрамов Владимир Геннадьевич, Трифонов Николай Павлович, Трифонова Галина Николаевна
4	Организации авторов	МГУ имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики

Рис. 2 Идентификация информационных ресурсов

2) *Релевантность документов*. При автоматическом сборе информации в Internet может накапливаться и нерелевантная или малорелевантная информация для данной ИС поддержки научно-образовательной деятельности. Решение проблемы возможно следующими способами:

– Создание подробных форматов представления метаданных о ресурсах и структурированных справочников для тематической классификации ресурсов. ИС поддержки научно-образовательной деятельности должна вкладывать описания в метаданных на веб-страницы и предоставлять интерактивные средства пользователям для создания метаданных определенного формата при размещении ресурсов.

– Разделение информационных ресурсов в зависимости от варианта поступления в систему (размещенные экспертами/пользователями и пауком, а также указание степени достоверности информации с учетом ее источника.

– Указание поисковым средствам пространства поиска и классификации информации, а также задание критериев оценки качества введенной информации

– Использование схем классификации ресурсов согласно потребностям пользователей и классификация ресурсов в соответствии с этими схемами

3) *Актуальность, полнота, достоверность происхождения документов*. Способы решения проблем актуальности и полноты аналогичны способам решения проблемы охвата ресурсов. Способы определения достоверности происхождения информации следующие:

– для интерактивного ввода информация вводится только аутентифицированными пользователями;

– для автоматизированных систем сбора накладывание ограничений на область действия агента, выполняющего сбор информации;

– для обмена информацией с другими ИС задание фильтров на импортируемые информационные ресурсы;

– для всех способов ввода должна выполняться проверка и классификация всей введенной информации.

4) *Использование интеллектуальных служб обработки запросов пользователя*. Службы обработки запросов пользователей должны обеспечивать поиск по атрибутам, полнотекстовый поиск, просмотр ресурсов по категориям, семантический поиск (необязателен).

5) *Извлечение знаний*. Использование частичной автоматизации извлечения знаний. В основе подхода лежит представление смысла текста в виде семантической сети, принцип построения которой основывается на использовании частоты совместной встречаемости понятий в тексте. Пользователю сеть представляется в виде тематического дерева (дерево ключевых терминов и связанных с ними понятий), что позволяет выполнять навигацию и существенно облегчает процесс исследования текста и поиска требуемой информации. Данный подход также используется для решения таких задач, как автоматическое реферирование, тематическая классификация и кластеризация текстов, семантический поиск и т.д. Кроме того к ИС поддержки научно-образовательной деятельности, работающие с разными типами информационных ресурсов, предъявляются следующие требования

6) *Поддержка не централизованных архитектур информационных систем*. Это требование является необходимым условием для полноты, аутентичности и актуальности информации. Опыт эксплуатации ИС поддержки научно-образовательной деятельности показал сложность создания централизованных научных систем, охватывающих научную информацию в определенной области науки, или в какой-либо стране.

7) *Структурированность информационного пространства*. Для поддержки сложных функций поиска и классификации информации помимо хранения полнотекстового описания, необходимо реализовывать поиск по атрибутам, полнотекстовый поиск, просмотр ресурсов по категориям и словарям-классификаторам. При этом выбор классификаторов определяется степенью специализации системы.

8) *Адаптивное представления информации*. Для повышения скорости поиска и точности подбора информации пользователем без потери качества поиска ИС поддержки научно-образовательной деятельности должна учитывать запросы пользователей, их компетентность при работе с ИС поддержки научно-образовательной деятельности, ограничения по времени. ИС поддержки научно-образовательной деятельности должна обеспечивать возможность пользователю получать различные уровни абстракции при представлении информации от кратких описаний для максимального быстрого поиска, до очень подробных описаний информационных объектов.

9) *Историчность информации*. Спецификой научной информации является ее быстрое устаревание и потеря актуальности. Для многих типов информационных ресурсов важно хранить всю информацию о всех изменениях и иметь возможность восстановить состояние ресурса на любой момент времени. Например, информация об авторах может меняться со временем при смене персоной фамилии, места работы. Необходимо учитывать переформирования и переименования организаций, наименования географических объектов, которые также могут меняться. Поэтому необходимо учитывать временной фактор и использовать актуальную информацию для сущностей, связанных с промежутками времени. При распознавании сущностей необходимо обеспечивать выполнение запросов на определенный момент времени в прошлом, то есть создание среза истинности информации о сущностях на произвольную дату.

10) *Архив.* Как было отмечено выше, большая часть научной информации быстро устаревает. Но существуют информационные ресурсы, к которым необходимо длительное время обеспечивать доступ. К таковым, например, относятся документы, имеющие длительную юридическую силу, патенты или мультимедийная информация об исторических событиях, которые могут быть востребованы в любой период времени. Кроме того, научные отчеты институтов, речи ученых могут также иметь огромную историческую ценность, приобретая со временем свою значимость. Поэтому системы должны поддерживать возможность длительного хранения информационных ресурсов с возможностью их восстановления.

В условиях работы в распределенной среде к ИС поддержки научно-образовательной деятельности предъявляются требования:

– поддержка принятых стандартов метаданных для экспорта и импорта данных;

– поддержка протоколов обмена информации с другими информационными системами;

– поддержка возможности ссылки на внутренние ресурсы как в интерфейсах пользователей, так и на системном уровне.

2. Разработка концептуальных моделей хранения электронных ресурсов на основе выработанных корпоративных стандартов

Концептуальная онтологическая модель ИС поддержки научно-образовательной деятельности основана на стандартах ЭБ RM OAIS (Open Archival Information System) и DELOS DLRM (The DELOS Digital Library Reference Model Foundations for Digital Libraries). Понятия, составляющие онтологию ЭБ, условно делятся на предназначенные для:

– описания контента предметной области;

– формирования тезауруса предметной области;

– описания тематических коллекций;

– описания задачи интеграции контента библиотеки с данными источников из LOD (Linked Open Data).

Между группами понятий онтологии ЭБ определены семантически значимые связи [13-15].

Введем следующие формальные определения, необходимые для описания онтологии.

Определение 1) *Контент библиотеки* $C = \langle IR, A, IO \rangle$ определяется типами ее информационных ресурсов, описанных связанными с ними наборами атрибутов A и набором входных данных, определяющих информационные объекты IO, которые являются непосредственно объектами, хранящимися в библиотеке.

Определение 2) *Тезаурус библиотеки* $TH = \langle T, R \rangle$ определяется терминами T и связями R между ними. Набор терминов T, составляющих описание предметной области, строго задан.

Определение 3) *Семантические метки* $M = \{M_i\}$ информационного объекта — это термины, которые не попали в тезаурус, но являются необходимыми для специфицирования тематики информационного объекта. Семантические метки не связаны, в отличие от терминов тезауруса, связями между собой или с терминами тезауруса, но дают возможность дополнительного тематического разделения информационных объектов в рамках предметной области.

Определение 4) *Задача интеграции данных библиотеки* $IT = \langle DS, R, A, M, D, D_s \rangle$ *с внешними источниками* DS определяется типами ресурсов библиотеки и набором их атрибутов A, отображением M ресурсов R на схему источника данных S и набором связей D_s с данными из источника.

Определение 5) Коллекция информационных объектов $C = \langle IO, T, M, DS \rangle$ представляет собой набор объектов, объединенных на основе совокупности признаков:

1) по их термину тезауруса предметной области;

2) по семантическим меткам;

3) по источнику данных, из которого поступили объекты.

Определение 6) *Семантически значимыми связями библиотеки* $P = \{P_i\}$ назовем связи, определенные между контентом библиотеки, ее предметной областью (тезаурусом), семантическими метками и объектами источника данных.

Авторами данного исследования выделены следующие основные связи:

$P_1(t, io)$ – термин тезауруса – информационный объект;

$P_2(io, t)$ – информационный объект – термин тезауруса;

$P_3(r, s)$ – информационный ресурс – класс объектов источника, где информационный ресурс — это общее определение для информационных объектов, хранящихся в системе; таким образом, фактически информационные объекты являются экземплярами информационных ресурсов;

$P_4(a, s_a)$ – атрибут информационного ресурса – свойство класса источника;

$P_5(io, o_s)$ – информационный объект – экземпляр класса из источника данных;

$P_6(m, io)$ – семантическая метка – информационный объект;

$P_7(io, m)$ – информационный объект – семантическая метка.

3. Разработка модели представления метаописаний электронных ресурсов

Разработана модель представления метаописаний электронных ресурсов ЭБ. Инфраструктура для представления и обмена метаданными.

Информация о документах системы, их атрибутах и методах поддерживается сервером метаданных, содержащим метаописания системы и метаописания

отдельных коллекций документов в основном каталоге метаданных (служебные метаданные, пользовательские интерфейсы, ассоциативные связи между документами и права доступа к документам). Документы Основного каталога содержат помимо описания схемы метаданных QDC описание служебных метаданных, которые описывают структуру объектов, пользовательские интерфейсы, ассоциативные связи между документами и права доступа к документам.

Сервер метаданных является отдельной частью системы, содержащей описание информационной модели предметной области, параметров настройки стандартных функций системы. По информации сервера метаданных осуществляется динамическая генерация схем базы данных системы и ведение программного служебных баз данных, в которых хранятся данные, обеспечивающие поддержку стандартных функций системы, динамически определяемые отношения между документами и динамическое распределение ресурсов системы. Для заполнения основного каталога метаданных в соответствии с созданными схемами метаданных используются контролируемые словари из справочного блока системы.

Инфраструктура для представления и обмена метаданными.

При размещении в ЭБ материалы снабжаются унифицированным метаописанием. В онтологии ИС для поддержки научно-образовательной деятельности выделены сушности: Персоны, Факты, Документы, Публикации. В настоящий момент для заполнения отдельных полей были созданы следующие контролируемые словари:

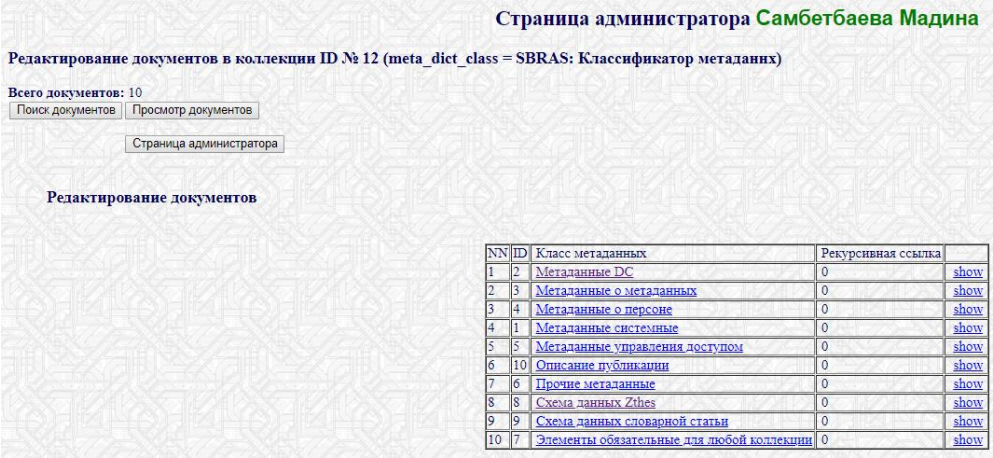
- персоны – авторитетные файлы;
- классификационные индексы;
- списки учреждений, организаций и предприятий;
- типы документов;
- географические названия;
- типы содержимого документов.

В дальнейшем их список будет расширен.

Сервер метаданных поддерживает следующий набор служб:

- публикация/регистрация новых наборов данных;
- база метаданных для поиска данных по атрибутам;
- доступ к гетерогенным ресурсам посредством брокера ресурсов;
- контроль аутентификации и доступа;
- мониторинг информационных ресурсов и ресурсов ввода/вывода;
- распределенное исполнение служб.

Соответствующие службы могут регистрироваться в объектно-ориентированной базе данных и вызываться для обработки любого набора данных, хранящегося в репозитории. Комбинация возможности доступа к данным через базу метаданных, служб каталогов, зарегистрированного набора методов обработки данных позволяет решать задачи для создания среды обработки данных в соответствии с рисунком 3.



NN	ID	Класс метаданных	Рекурсивная ссылка	
1	2	Метаданные DC	0	show
2	3	Метаданные о метаданных	0	show
3	4	Метаданные о персоне	0	show
4	1	Метаданные системные	0	show
5	5	Метаданные управления доступом	0	show
6	10	Описание публикации	0	show
7	6	Прочие метаданные	0	show
8	8	Схема данных Zthes	0	show
9	9	Схема данных словарной статьи	0	show
10	7	Элементы обязательные для любой коллекции	0	show

Рис. 3 Web-страница представления метаописаний электронных ресурсов

Заключение

В статье изложены технологии поддержки больших информационных хранилищ и организация разграниченного пользовательского доступа к этой информации. Разработка концептуальных модели документального и фактографического поиска в интеллектуальных информационных системах, работающих с документами достаточно произвольной структуры. Предложена модель классификации документов интеллектуальной информационной системы, основанная на использовании онтологического проектирования. Показано, что при создании фактографических информационных систем целесообразно следующее понимание факта: содержащаяся в тексте и метаданных документа совокупность связей между сущностями, описываемыми в онтологии информационной системы.

Литература

1. Михайлов, А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С. Научные коммуникации и информатика. — М.: Наука, 1976.
2. Арский, Ю. М., Гиляревский Р. С., Туров И. С., Черный А. И. Инфосфера: Информационные структуры, системы и процессы в науке и обществе. – М.: ВИНИТИ, 1996.
3. Шокин, Ю. И., Федотов А. М., Барахнин В. Б. Проблемы поиска информации. – Новосибирск: Наука, 2010.
4. Марчук, А. Г. О распределенных фактографических системах // Труды 10 Всероссийской научн. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL’2008). — Дубна, 2008. С.93–102.
5. Berners-Lee, T., Hendler. J., Lassila, O. The Semantic Web // Scientific American. 2001. Vol. 284. No. 5. P. 34–43.
6. Ранганатан, Ш. Р. Классификация двоеточием. Основная классификация / пер. с англ. — М.: ГПТНБ СССР, 1970.
7. Леонова, Ю.В., Федотов А.М. Создание прототипа системы управления информационными ресурсами // Совместный выпуск по матер. междунар. конф. «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании»

(CITech-2018) и Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Вычислительные технологии. – Усть-Каменогорск – Новосибирск. - 2018. – Т.1, Ч.1. – С.47-56.

8. Yu. V. Leonova, A.M. Fedotov Creation of a prototype of a scientific information system for managing information resources // Proceedings of the XX International Conference “Data Analytics and Management in Data Intensive Domains” (DAMDID/RCDL’2018). – M.: Lomonosov Moscow State University. - 2018. – P. 362-363.

9. Шрейдер, Ю.А. Об одной модели семантической информации // В сб.: Проблемы кибернетики. – М.: Наука.- 1965. – №13 – С. 233-240.

10. Sambetbayeva, M.A., Fedotova, O.A., Fedotov, A.M., Batyrkhanov, A.G. Conceptual model of information system for resources storage // Совместный выпуск по матер. междунар. конф. «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании» (CITech-2018) и Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Вычислительные технологии. – Усть-Каменогорск – Новосибирск. - 2018. – Т.1, Ч.3. – С.13-27.

11. M.A. Sambetbayeva, O.A. Fedotova, A.M. Fedotov Multilingual Thesaurus in Information System for Scientific and Educational Activity Support // Proceedings of the XX International Conference “Data Analytics and Management in Data Intensive Domains” (DAMDID/RCDL’2018). – M.: Lomonosov Moscow State University. - 2018. – P. 360-362.

12. ISO 25964-1:2011 Information and documentation – Thesauri and interoperability with other vocabularies. - Geneva: International Organization for Standardization. – 2011. – P.1. – 152 p.

13. ANSI/NISO. Z39.19: 2005 Guidelines for the construction, format and management of monolingual controlled vocabularies. – NISO Press: Bethesda. - 2005. – 135 p.

14. Когаловский, М.Р. Метаданные, их свойства, функции, классификация и средства представления // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XIV Всерос. науч. конф. RCDL-2012. – Переславль-Залесский: Университет города Переславля. – 2012. - С. 25-36.

15. Fedotov, A.M., Tusupov, J.A., Sambetbayeva, M.A., Sagnayeva, S.K., Bapanov, A.A., Nurgulzhanova, A.N., Yerimbetova, A.S. Using the thesaurus to develop it inquiry systems // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2016. - Vol.86. - Issue 1. - P.44-61.

РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КООПЕРАТИВНОГО АЛГОРИТМ РОЯ ЧАСТИЦ С ВЕСОМ ИНЕРЦИИ

Самигулина Г.А., Масимканова Ж.А.
e-mail: galinasamigulina@mail.ru, masimkanovazh@gmail.com

Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Аннотация. *Разработаны и описаны функции когнитивных агентов модифицированного кооперативного алгоритма роя частиц с весом инерции (Cooperative Particle Swarm Optimization with Inertia Weight, CPSOIW) для интеллектуальной системы управления на основе Smart-технологии и мультиагентного подхода. Приведены результаты моделирования CPSOIW алгоритма на основе стандартных тестовых наборов данных. Создано программное обеспечение «CPSOIW (Cooperative Particle Swarm Optimization with Inertia Weight)» для построения оптимального набора параметров на языке программирования Python.*

Одной из основных проблем интеллектуальных систем прогнозирования и управления является обработка и анализ большого объёма данных в режиме реального времени. В настоящее время интерес вызывают алгоритмы роевого интеллекта (РИ), которые основаны на коллективном поведении самоорганизующихся агентов локально взаимодействующих друг с другом. Примерами РИ являются: муравьиный алгоритм (Ant Colony Optimization, ACO) [1], алгоритм роя частиц (Particle Swarm Optimization, PSO) [2], пчелиный алгоритм (Artificial Bee Colony, ABC) [3] и др. Важным свойством алгоритмов РИ является зависимость от настройки коэффициентов [4]. Существующие алгоритмы РИ не являются универсальными. В зависимости от характера и объёма используемых данных возникает необходимость в создании эффективных модифицированных алгоритмов, которые обеспечивают параллельную обработку в режиме реального времени.

Существует множество модификаций алгоритмов роевого интеллекта. В работе [5] предлагается алгоритм ISPSO-GLOBAL (Improved Seeding Particle Swarm Optimization GLOBAL) с новой стратегией генерации начального положения на основе теории хаоса. В модифицированном алгоритме используются механизмы обновления локальных и глобальных лучших значений. В статье [6] описывается PSO алгоритм на основе мультиагентного подхода (Multi-Agent Particle Swarm Optimization, MAPSO) для распределения энергетической нагрузки энергосистемы. В исследовании [7] рассматривается многослойная мультиагентная система (Multi-layered Multi-Agent System, MMAS) для распределения производственных ресурсов.

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо разработать и описать функции когнитивных агентов модифицированного кооперативного алгоритма роя частиц с весом инерции (Cooperative Particle Swarm Optimization with Inertia Weight, CPSOIW) для интеллектуальной системы управления на основе Smart-технологии и мультиагентного подхода.

Модифицированный CPSOIW алгоритм [8] разработан с использованием кооперативного алгоритма роя частиц CPSO (Cooperative particle swarm optimization) и алгоритма роя частиц с весом инерции IWPSO (Inertia Weight Particle Swarm Optimization). Кооперативный алгоритм позволяет быстро и детально исследовать пространство поиска за счет параллельной обработки данных. Применение IWPSO

алгоритма позволяет избежать преждевременной сходимости к локальным оптимумам.

Ниже приведен алгоритм.

Алгоритм CPSOIW:

Шаг 1. Выбор, настройка коэффициентов и случайная генерация начальных положений частиц.

Шаг 2. Вычисление фитнес-функции для подчинённых роев и сохранение лучшего значения фитнес-функции.

Шаг 3. Сравнение лучшего значения фитнес-функции подчинённых роев и глобального лучшего значения основного роя.

Шаг 4. Обновление веса инерции для всего роя.

Шаг 5. Обновление скорости и положения частиц основного роя

Шаг 6. Построение оптимального набора дескрипторов на основе лучших значений частиц основного роя для дальнейшего использования при решении задачи прогнозирования и управления сложным объектом.

При разработке модифицированного CPSOIW алгоритма созданы и описаны функции следующих когнитивных агентов: агенты основного роя и агенты подчинённых роев. На рисунке 1 представлена диаграмма классов UML, которая показывает взаимосвязь агентов основного роя и подчинённых роев. Агенты подчинённых роев выполняют следующие функции: найти локальное лучшее значение, вычислить фитнес-функцию, найти текущее значение, сравнить лучшее и текущее значение, вычислить позицию и скорость частиц, вычислить вес инерции, обновить позицию и скорость частиц. Агенты основного роя генерируют популяцию агентов подчинённого роя и обновляют глобальное лучшее значение при каждой итерции.

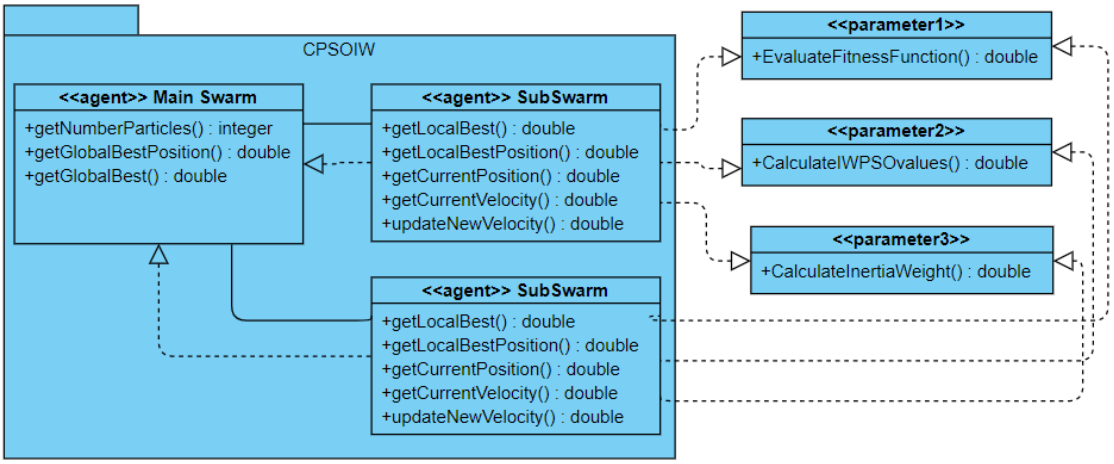


Рис. 1. Диаграмма классов UML модифицированного CPSOIW алгоритма

Разработано программное обеспечение (ПО) «CPSOIW (Cooperative Particle Swarm Optimization with Inertia Weight)» для построения оптимального набора параметров на языке программирования Python. Интерфейс ПО «CPSOIW»

представлен на рисунке 2. Предусмотрено подключение базы данных, ввода параметров, панель для отображения базы данных и панель вывода результатов.

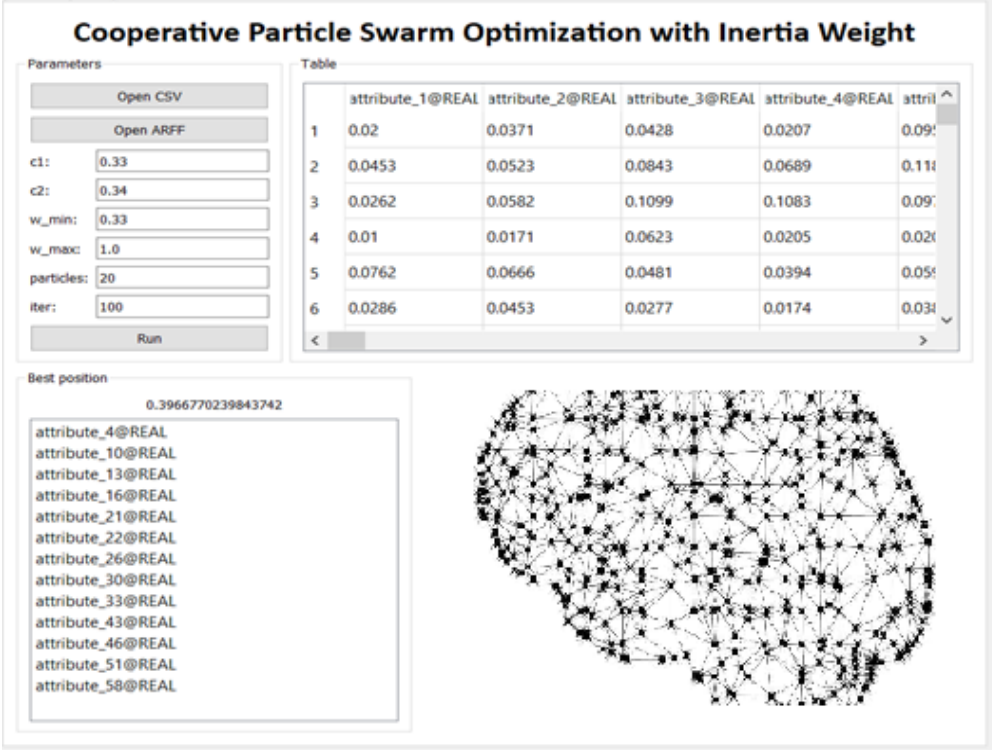


Рис. 2. Интерфейс CPSOIW алгоритма

Построение оптимального набора параметров на основе IWPSO алгоритма выполняется с использованием программного продукта WEKA.

Эффективность предложенного модифицированного алгоритма проверяется на стандартных тестовых наборах данных UCI (UC Irvine Machine Learning Repository) [9], которые используются для интеллектуального анализа данных и машинного обучения. В репозитории наборы данных хранятся в .arff формате. Наборы содержат различное количество дескрипторов и экземпляров данных. Преимуществами данного репозитория являются структурированность, наличие различных типов данных и классификация.

Для удобства визуализации и интерпретации данных были использованы сдедующие наборы:

1. Набор данных “Sonar” содержит 208 экземпляров и 61 дескриптор в диапазоне от 0,0 до 1,0. Данные классифицируются на 2 класса, такие как "R" (rock) и "M" (metal cylinder).

2. Набор данных “Vehicle” содержит 846 экземпляров и 19 дескрипторов различного типа. Данные классифицируются на 19 классов, такие как стоимость, состояния и др.

3. Набор данных “Letter” содержит 20000 экземпляров и 17 дескрипторов в диапазоне от 0 до 15. Данные классифицируются на 16 классов.

4. Набор данных “Segment” содержит 2310 экземпляров и 19 дескрипторов, которые классифицируютя на 7 классов.

В таблице 1 приведено сравнение модифицированного CPSOIW алгоритма с IWPSO алгоритмом.

Таблица 1. Результаты моделирования CPSOIW алгоритма

Алгоритмы	База данных	Sonar	Vehicle	Letter	Segment
	Общее количество дескрипторов	61	19	17	19
CPSOIW алгоритм	Количество выделенных дескрипторов	13	6	4	7
	Значение фитнес-функции	0,397	0,813	0,837	0,533
IWPSO алгоритм	Количество выделенных дескрипторов	17	11	11	9
	Значение фитнес-функции	0,221	0,303	0,478	0,710

Информативность выбранных дескрипторов оценивается значением фитнес-функции. Значение близкое к единице считается лучшим значением фитнес-функции.

При моделировании 1-го набора данных CPSOIW алгоритм выделяет 13 информативных дескрипторов из 61 дескрипторов. Результаты моделирования на основе IWPSO алгоритма показывают, что выделено 17 информативных дескрипторов из 61 дескрипторов. Значение фитнес-функции CPSOIW алгоритма больше, чем IWPSO алгоритма. Результаты моделирования 2-го, 3-го и 4-го тестового набора на основе CPSOIW алгоритма показывают близкое к оптимальному значение и выделяется 6, 4 и 7 информативных дескриптора из 19, 17 и 19 дескрипторов.

Таким образом, разработка модифицированного кооперативного алгоритма роя частиц с весом инерции позволяет осуществлять предварительную обработку многомерных данных и формировать оптимальный набор дескрипторов для дальнейшего прогнозирования и управления сложными объектами. Данный алгоритм объединяет преимущества кооперативного алгоритмов роя частиц и алгоритма роя частиц с весом инерции. Кооперативный алгоритм позволяет детально исследовать многомерное пространство и улучшает скорость предварительной обработки за счет распараллеливания вычислений. Алгоритм роя частиц с весом инерции обновляет вес инерции при каждой итерации и улучшает разнообразие решений.

Исследования проводятся по гранту №AP05130018 КН МОН РК (2018-2020 гг.) по теме: Разработка когнитивной Smart – технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта.

Литература

1. Yaralidarani M., Shahverdi H. An improved Ant Colony Optimization (ACO) technique for estimation of flow functions from core-flood experiments // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2016. – Vol. 33. – P. 624-633.
2. Huang S., Tian N., Wang Y., Ji Z. Particle swarm optimization using multi-information characteristics of all personal-best information // Springer Plus. – 2016. – Vol. 5 (1632). https://doi.org/10.1186/s40064-016-3244-8. (Дата обращения: 31.05.2019)
3. Chen X., Tianfield H., Li K. Self-adaptive differential artificial bee colony algorithm for global optimization problems // Swarm and Evolutionary Computation. – 2019. – Vol. 45. – P. 70-91.
4. Матренин П.В. Разработка и исследование адаптивных методов роевого интеллекта в задачах календарного планирования // Автоматика и программная инженерия. - Новосибирск, 2013. - №1(3). – С. 109-114.
5. Shahin Pourbahrami. Improving PSO Global Method for Feature Selection According to Iterations Global Search and Chaotic Theory // https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1811/1811.08701.pdf
6. Wu C., Li H., Wu L., Wu Z. Agent Particle Swarm Optimization for Power System Economic Load Dispatch // Journal of Computer and Communications. – 2015. – Vol. 3. – P. 83-89.
7. Lindegaard Mikkelsen L., Næumann J.R., Demazeau Y., Jørgensen B.N. Demonstrating Multi-layered MAS in Control of Offshore Oil and Gas Production // Advances on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems. PAAMS 2013. Lecture Notes in Computer Science. – 2013. – Vol. 7879. – P. 300-303.
8. Samigulina, G.A., Massimkanova, Zh.A.: Multi-agent system for forecasting based on modified algorithms of swarm intelligence and immune network modeling. In: Proceedings of the 12th International Conference Agents and Multi-agent Systems: Technologies and Applications (KES-AMSTA-18). – Australia, 2018. - P. 199-208.
9. http://archive.ics.uci.edu/ml/index.php
10. Самигулина Г.А., Масимканова Ж.А. Многофункциональная мультиагентная Smart-система на основе модифицированных алгоритмов роевого интеллекта // Вестник Казахстанско-Британского технического университета. – Алматы, 2019. – Том 16, Выпуск 2. – С. 157-164.

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ И МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ SMART-ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Самигулина Г.А., Самигулина З.И.

galinasamigulina@mail.ru, zarinasamigulina@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
Казахстанско-Британский технический университет, Казахстан

Аннотация. *Так как управление сложными объектами с наличием неопределенностей параметров в условиях промышленной эксплуатации является трудоёмкой задачей за счёт необходимости обработки многомерных данных в реальном времени, то актуально применение перспективных эвристических алгоритмов искусственного интеллекта. Исследования посвящены реализации Smart – технологии прогнозирования и управления сложными объектами нефтегазовой отрасли (на примере предприятий компании ТенгизШивроил) на основе разработанной многофункциональной искусственной иммунной системы с использованием когнитивных агентов и модельно-ориентированного подхода (MDA, Model Driven Architecture). Разработана архитектура и функции когнитивных агентов для синтеза интеллектуальной системы управления.*

Современные методы искусственного интеллекта хорошо зарекомендовали себя для разработки систем управления сложными объектами, но к сожалению данные подходы не являются универсальными, а нуждаются в настройке для конкретных случаев с учётом особенностей исследуемого объекта и параметров системы. Качество прогнозирования и управления напрямую зависит от обрабатываемых данных. Применение искусственных иммунных систем (ИИС) [1, 2] и модифицированных алгоритмов, разработанных на их основе, представляет определенный интерес при создании Smart-систем прогнозирования и управления сложными объектами, функционирующими в условиях неопределённости параметров для различных прикладных областей [3]. Целью исследований является создание многофункциональной ИИС для систем промышленной автоматизации нефтегазовой отрасли, состоящей из модулей, реализующих алгоритмы искусственной иммунной системы, такие как: алгоритм искусственной иммунной системы распознавания (Artificial Immune Recognition System, AIRS), моделирование с использованием алгоритма клональной селекции (Clonal Selection, CLONALG), иммунносетевое моделирование (Artificial Immune System, AIS), а также модифицированных алгоритмов на основе комбинирования различных методов искусственного интеллекта [4]. Многофункциональная искусственная иммунная система используется при оценке состояния и прогноза поведения Smart - системы, для диагностики оборудования, поддержки принятия решения и оперативного управления на основе корректировки поведения системы.

Разработка многофункциональной искусственной иммунной системы осуществляется с использованием мультиагентного подхода [5]. В настоящее время мультиагентные системы (MAS) получили широкое распространение в области промышленной автоматики и искусственного интеллекта. Мультиагентная система состоит из независимых агентов, обладающих свойствами автономности, децентрализации и гибкости. При разработке сложных промышленных систем с использованием МАС существенно облегчается процесс моделирования и

управления. В работе [6] представлена технология MAS для организации гибкого производственного процесса продукции по индивидуальному заказу, за счет сотрудничества между компаниями, для интеграции разнородных производственных систем. В статье [7] представлено применение мультиагентной искусственной иммунной системы для обнаружения и классификации сетевых вторжений. Исследования [8] посвящены децентрализованной мультиагентной системе управления на основе искусственных иммунных систем. Данная система состоит из следующих целевых агентов: агент самоорганизации, агент взаимодействия, агент следования конкретным целям и обладает свойствами гибкости, возможности автономной работы агентов, способности к оптимальному распределению ресурса системы, многофункциональностью и самоорганизацией. Когнитивные агенты способны к автоматическому накоплению и использованию знаний в процессе работы, обладают адаптивными способностями и автономностью, что обеспечивает эффективную работу установок и комплексов в динамическом режиме [9].

На основании вышеизложенного актуальна разработка многофункциональной мультиагентной Smart системы для управления сложными объектами на предприятии TengizShevroil для интеграции разработанных модифицированных алгоритмов искусственного интеллекта в производство.

С точки зрения разработки инструментальных средств для исследователей хорошо зарекомендовал себя модельно-ориентированный подход (Model Driven Architecture, MDA), предложенный некоммерческим консорциумом Object Management Group (OMG), в основе которого лежит построение метамодели управления и обмена метаданными для последующей реализации приложения на программной платформе [10]. Данная архитектура даёт разработчикам возможность спроектировать информационную систему и реализовать её на любой платформе. В основе подхода MDA лежит понятие модели, представляющей собой формальную спецификацию функции, структуры или поведения системы. Модели могут быть описаны с помощью унифицированного языка UML (Unified Modeling Language) [11] или онтологического подхода [12]. На начальном этапе проектирования создается платформо-независимая модель предметной области (Platform Independent Model, PIM) с последующей трансформацией в платформо-зависимую модель (Platform Specifical Model, PSM). Архитектура MDA также использует стандарты Meta Object Facility (MOF) и XML Meta-data Interchange (XMI) [13]. MOF представляет собой предметно-ориентированный язык программирования для создания метамоделей. Стандарт XMI необходим для обмена метаданными с помощью XML. Применение технологии MDA для разработки многофункциональной системы ИИС на основе онтологических моделей [14,15] позволяет реализовать результаты междисциплинарных исследований специалистам в данной предметной области не владеющим навыками разработчиков программистов.

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо разработать многофункциональную мультиагентную Smart-систему прогнозирования и управления сложными объектами на основе модифицированных алгоритмов искусственного интеллекта и искусственных иммунных систем для

современных распределённых систем управления предприятиями (Distributed Control System, DCS) фирмы Honeywell на нефтеперерабатывающих заводах ТенгизШевройл с использованием модельно-ориентированного подхода (MDA).

Управление технологическим процессом на предприятии ТенгизШевройл делится на несколько независимых уровней защиты, которые представляют собой прогнозируемые и непрогнозируемые события. Smart – система работает с сегментом прогнозируемых событий [16,17].

Для исследования выбрана база данных суточных замеров показаний с датчиков абсорбера среднего давления технологической Установки 300 [18] по очистке газа от кислых компонентов предприятия ТенгизШевройл.

Разработан алгоритм функционирования Smart-системы прогнозирования и управления сложным объектом, который представлен ниже.

Алгоритм:

Шаг 1. Подключение к хранилищу данных распределённой системы управления предприятием. Формирование базы данных параметров сложного объекта, состоящей из показаний с датчиков. Например, используются: LIC31053– датчик уровня; TI31050-датчик температуры; PDI31003–перепад давления; FIC31005-датчик расхода; QRAH31001– анализатор H_2S в газе и т.д. Размерность базы данных R=11x700, 7700 экземпляров данных.

Шаг 2. Выбор метода оптимизации данных, например: алгоритма серых волков (GWO, grey wolf optimiser), алгоритма случайного леса (RF, random forest) [4], алгоритма роя частиц (PSO, particle swarm optimization), алгоритма муравьиной колонии (ACO, ant colony optimization), алгоритма пчелиной колонии (ABC, artificial bee colony optimization), метода главных компонент (PCA, principal component analysis) для редукции малоинформативных дескрипторов и построения оптимального набора, так как избыточность и не информативность дескрипторов снижает качество прогноза.

Шаг 3. Формирование оптимальной базы данных параметров (дескрипторов), описывающих поведение сложного объекта на основе выбранного алгоритма оптимизации.

Шаг 4. Решение задачи классификации.

Выделено 3 класса:

1 класс – приоритет тревоги «аварийный», сигнализация alarm включена;

2 класс – приоритет тревоги «высокий», сигнализация alarm выключена;

3 класс – приоритет тревоги «низкий», сигнализация alarm выключена [18].

Шаг 5. Выбор алгоритма искусственных иммунных систем. Например, моделирование на основе алгоритма распознавания искусственной иммунной системой (Artificial Immune Recognition System, AIRS), моделирование с использованием алгоритма клональной селекции (Clonal Selection, CLONALG), иммунносетевое моделирование (Artificial Immune System, AIS).

Шаг 6. Оценка эффективности моделирования на базе алгоритмов искусственных иммунных систем.

Шаг 5. Выбор модифицированного алгоритма на основе лучшего прогностического результата.

Шаг 6. Прогноз и принятие решений по управлению сложным объектом.

Ниже в таблице приведены основные агенты для Smart-системы прогнозирования и управления сложными объектами.

Таблица описания агентов

Наименование агентов	Обозначение агентов	Функции агентов
Агент базы данных	Adb (Database agent)	работа с базами данных, состоящими из дескрипторов, характеризующих объект управления
Агент менеджер	Am (Agent manager)	взаимодействие и координация работы агентов.
Агент онтологий	Ao (Ontology agent)	построение онтологических моделей, структурирование входных и выходных данных.
Агент помощник	Aa (Assistant Agent)	формирование подсказок для пользователей при вводе параметров алгоритмов и функционировании системы
Агент статистики	As (Statistics Agent)	статистический анализ данных
Агент оптимизации набора дескрипторов	Adso (Descriptors Set Optimization Agent)	редукция малоинформативных дескрипторов и построение оптимального набора данных на основе применения различных алгоритмов искусственного интеллекта
Агент искусственной иммунной системы	Aais (Artificial Immune System Agent)	распознавание образов и прогнозирование
Агент поддержки и принятия решений	Asdm (Agent support and decision making)	выбор алгоритмов для определенного типа задач, выдача рекомендаций по управлению системой

Таким образом, предлагается создание принципиально новой многофункциональной искусственной иммунной системы на основе модифицированных алгоритмов, объединяющей в себе все достоинства каждого подхода искусственного интеллекта и реализованной с использованием мультиагентного и модельно-ориентированных подходов [16,17].

Исследования проводятся при финансовой поддержке Комитета Науки Министерства Образования и Науки Республики Казахстан по гранту № AP05130018 (2018-2020 гг.), по теме: «Разработка когнитивной Smart – технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта».

Список литературы

1. Wei Zhang. Fault Diagnosis Method Based on Artificial Immune System // Failure Characteristics Analysis and Fault Diagnosis for Liquid Rocket Engines. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2016. – P. 193 – 217.

2. Alizadeh E., Meskin Nader, Khorasani Khashayar. A Negative Selection Immune System Inspired Methodology for Fault Diagnosis of Wind Turbines // IEEE Transactions on Cybernetics. – 2017. – № 99. – P. 1-15.

3. Lima F., Lotufo A., Minussi C. Wavelet-artificial immune system algorithm applied to voltage disturbance diagnosis in electrical distribution systems // IET Generation, Transmission & Distribution. – 2015. – Vol. 9. – №11. – P. 1104 – 1111.

4. Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Modified immune network algorithm based on the Random Forest approach for the complex objects control // Artificial Intelligent Review. – Willy, 2018. https://doi.org/10.1007/s10462-018-9621-7.

5. Samigulina G.A., Massimkanova Zh.A. Multi-agent system for forecasting based on modified algorithms of swarm intelligence and immune network modeling // Proceedings of the 12th International Conference Agents and Multi-agent Systems: Technologies and Applications (AMSTA-18). – Australia, 2018. – P.199-208. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92031-3_19.

6. L. Salazar, F. Mayer, D. Schütz, B.Vogel-Heuser. Platform Independent Multi-Agent System for Robust Networks of Production Systems // IFAC Proceedings. Vol. 51(11). – P. 1261-1268, 2018. https://doi.org/ 10.1016/j.ifacol.2018.08.359.

7. A. Sayed, S. Hanafi, A. Hassanien. Multi-agent Artificial Immune System for Network Intrusion Detection and Classification // Proceeding of International Joint Conference SOCO'14. - 2014. –P. 145-154.

8. S. German, S. Shin, A. Tsourdos. Immune-system inspired approach for decentralized multi-agent control // Proceedings of IEEE 24th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED). – 2016, -P. 1020 – 1025, https://doi.org/10.1109/MED.2016.7536048

9. Цзя Лу. Когнитивные агенты и системы распределенной обработки информации и управления объектами в динамически изменяющихся условиях: диссертация кандидата технических наук. - Санкт-Петербург, 2011. - 181 с.

10. C. Ardagna, V. Bellandi, P. Ceravolo, E. Damiani, M. Bezzi, C. Hebert. A Model-Driven Methodology for Big Data Analytics-as-a-Service // Proceedings of the 6th International Congress on Big Data (IEEE). – 2017. - P. 140-148.

11. F. Deeba, S. Kun, M. Shaikh, F. Dharejo, S. Hayat, P. Suwansrikham. Data Transformation of UML Diagram by Using Model Driven Architecture // Proceedings of the IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis. – 2018. – P. 300-303.

12. S. Jácome-Guerrero, J. Ferreira, A. Corral. Software development tools in model-driven engineering // Proceedings of the IEEE 5th International Conference in Software Engineering Research and Innovation. – 2017. – P.140-148.

13. S. Shin. Empirical stud on the effectiveness and efficiency of model-driven architecture techniques // Software & Systems Modeling. – Springer, 2019. – P.1-14.

14. M. Husakova. Artificial Immune System Model Based on OWL Ontology // Proceedings of the IX conference «Znalosti». – Praga, 2010. – Vol.1. – P. 211-214.

15. Alessandro Oltramari. Ontologies for Artificial Minds // Proceedings of the 10 th International conference (FOIS 2018). Frontiers in Artificial Intelligence and Applications: Formal Ontology in Information Systems. - Cape Town, South Africa, 19–21 September 2018. – Vol.306. – P.13. DOI 10.3233/978-1-61499-910-2-13.

16. Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Development of Smart technology for complex objects prediction and control on the basis of a distributed control system and an artificial immune system approach / G.A. Samigulina, Z.I. Samigulina // Advances in Science. Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ). – USA, 2019. - Vol 4. - Issue №3. – P.75-87.

17. Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Development of Smart-technology for Complex Objects control based on approach of Artificial Immune Systems // Proceedings of 2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC). – Chelyabinsk, Russia, 13-15 November 2018. https://ieeexplore.ieee.org/document/8570142/keywords#keywords.

18. Technological regulations for the technological process of hydrocarbon gases cleaning at the plant 300. TengizShevroil LLP. - 2016.-357 p.

ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

Смайлов Н.К.[1], Батыргалиев А.Б.[1], Смирнов Д.А.[2], Чеботарева А.Д.[2]

nur_aly.kz@mail.ru, askhat.b.b@gmail.com, smirnovdenis3.0@gmail.com, miki470@yandex.ru

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан

[2]Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Россия

Аннотация. *В работе рассматривается оценка подверженности генераторов шума техническому каналу утечки информации за счет высокочастотного облучения. Описана необходимость применения активных средств защиты информации. Указываются технические характеристики и функциональные возможности рассматриваемых генераторов шума и причины возникновения канала утечки информации за счет высокочастотного облучения. Приводятся результаты практических экспериментов по определению*

работоспособности генераторов шума и их подверженности высокочастотному облучению.

По итогам проведенного исследования сделаны соответствующие выводы с указанием конкретных причин отсутствия в постановщиках помех рассматриваемого канала утечки информации.

Ключевые слова. *высокочастотное облучение, побочные электромагнитные излучения, генераторы пространственного электромагнитного зашумления.*

В XXI веке во всех отраслях жизни человека ключевое значение приобретают повсеместная информатизация и внедрение достижений цифровых технологий. Средства электроники применяются практически во всех сферах жизнедеятельности человека, начиная от простых средств связи до обеспечения безопасности государства в целом. Вместе с тем, применение электронных устройств и средств вычислительной техники несет в себе большое количество угроз безопасности информации.

Одной из таких угроз является наличие технических каналов утечки информации, возникающий вследствие информативных (опасных) побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) технических средств ее обработки, хранения и передачи. Физика этого явления заключается в возникновении электромагнитного поля при протекании переменного электрического тока по цепям электрических схем и иным проводникам. Это поле содержит в себе информацию, которая передается по шинам данных, цепям и интерфейсным проводникам или циркулирует в узлах, блоках и компонентах электронных устройств. Таким образом, вся обрабатываемая и передаваемая информация в большей или меньшей степени может излучаться в эфир. Однако, существуют сведения, например, о персональных данных, научных исследованиях и разработках или государственной безопасности, которые могут быть отнесены к конфиденциальной информации или иной охраняемой законом тайне, свободное распространение которых может нанести ущерб в случае их несанкционированного получения или распространения.

Защита информации ограниченного доступа от утечки по каналу ПЭМИ решается организационными или техническими мерами, с применением пассивных или активных средств защиты. Активными средствами защиты информации от ПЭМИ являются генераторы пространственного электромагнитного зашумления (ГШ) [1-4].

В настоящее время на рынке представлено большое количество различных ГШ. Они производятся как отдельные устройства или в виде PCI платы для персонального компьютера. Как правило, ГШ состоят из источника шума, усилительного каскада, согласующего устройства и антенны.

ГШ предназначены для защиты информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники и не предназначены для обработки информации (являются вспомогательными средствами). Однако они могут служить источником утечки иных защищаемых сведений. К таким сведениям может относиться человеческая речь либо воспроизведение аудио в помещении, в котором установлен ГШ.

В этой связи ГШ не должны быть подверженными высокочастотному облучению (ВЧО). Технический канал утечки информации (ТКУИ) за счет ВЧО

может быть реализован неконтактным (дистанционно, через свободное пространство) введением токов высокой частоты в ГШ (облучение). При взаимодействии облучающего электромагнитного сигнала с нелинейными и параметрическими элементами ГШ (обладающими «микрофонным эффектом») будет происходить амплитудная и фазовая модуляция вторичного излучения (переизлучения) по закону изменения информативного сигнала. Информативный сигнал в указанных элементах возникает вследствие воздействия на ГШ (наряду с высокочастотным сигналом (ВЧ) облучения) акустических (речевых) сигналов и дальнейшее их преобразование в электрические («микрофонный эффект»). Перехват отраженного сигнала осуществляется специальной высокочувствительной аппаратурой с дальнейшей его демодуляцией [3-5].

Для определения подверженности ГШ ТКУИ за счет ВЧО проведены исследования ГШ «Соната-Р1» с применением автоматизированного комплекса радиоконтроля с управляемым генератором ВЧ сигналов, ВЧ направленными антеннами, акустической системой и эталонным переизлучателем (схема измерительного стенда приведена на рис. 1).

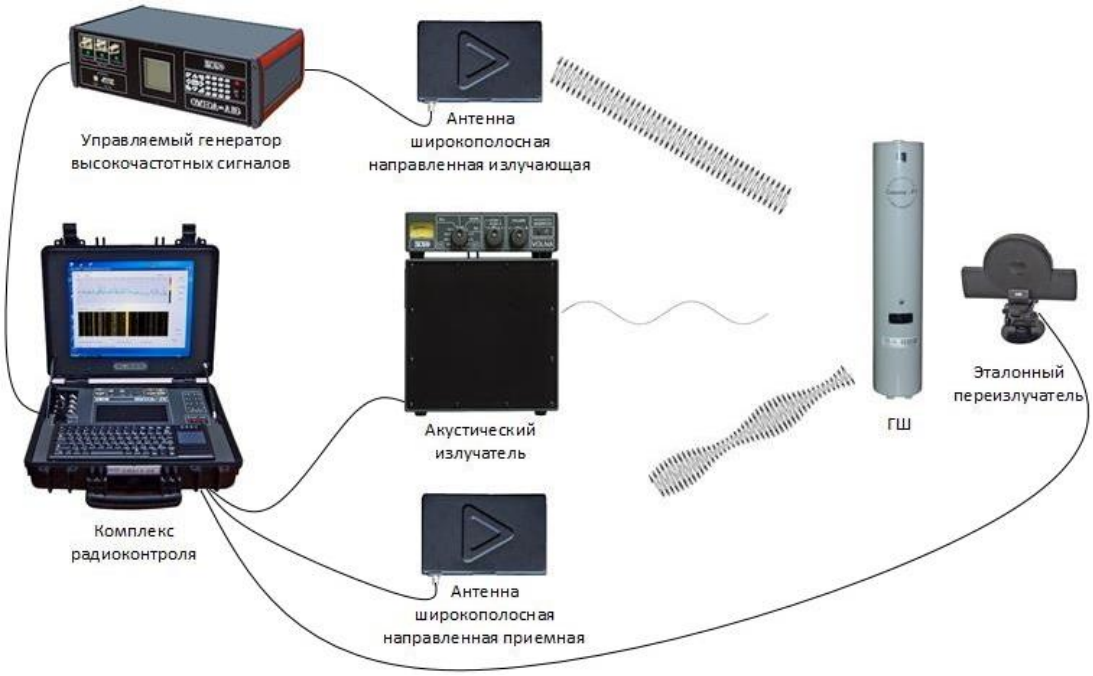


Рис 1. Схема проведения исследования ГШ в автоматическом режиме

ГШ подключен к сети электропитания и находился в режиме генерации помеховых сигналов (электромагнитного шума), так как такой режим работы предусмотрен конструктивно (отсутствует возможность отдельного включения и выключении генерации шумов при подаче электропитания).

Исследования проводились с настройками автоматизированного комплекса, приведенными на рис. 2.

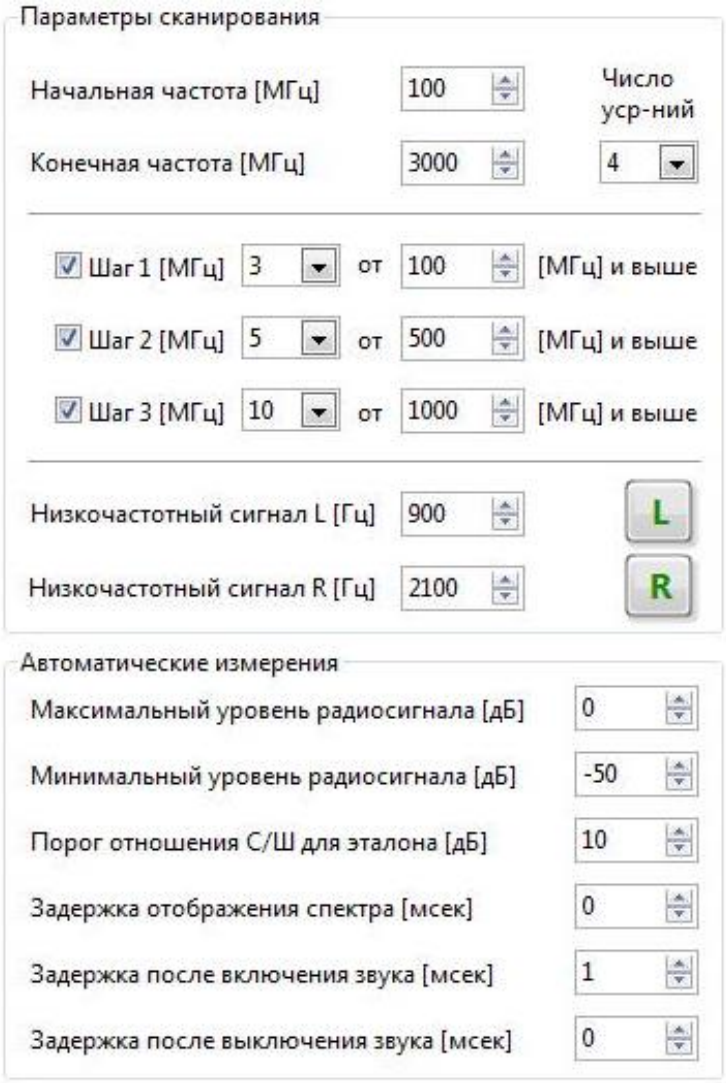


Рис. 2. Настройки автоматизированного комплекса

По результатам исследований, подверженность ГШ «Соната-Р1» ВЧО была выявлена на различных частотах в диапазоне от 2632 МГц до 2982 МГц (рис. 3).

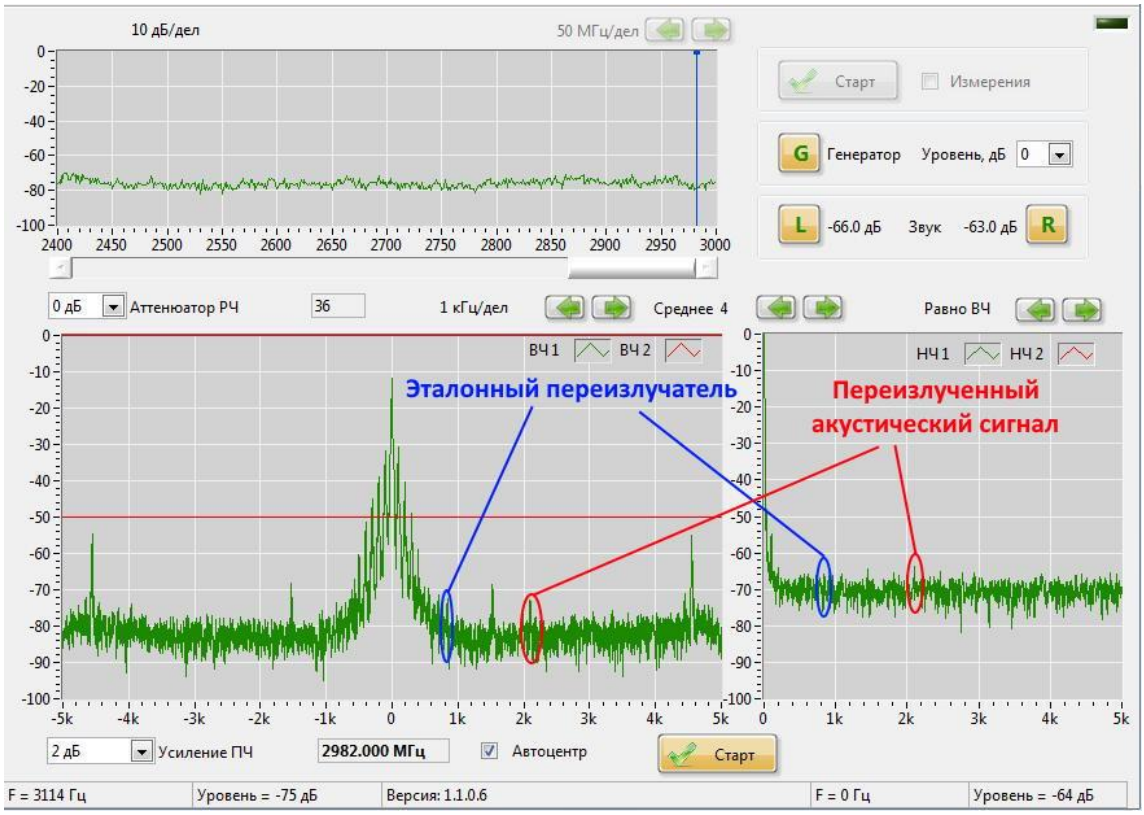


Рис. 3. Выявленный переотраженный сигнал на частоте 2982 МГц

С целью подтверждения полученных результатов проведены исследования с применением средств измерений (анализатор спектра, осциллограф, антенна измерительная широкополосная, акустический излучатель и шумомер) в ручном режиме (схема измерительного стенда приведена на рис. 4).

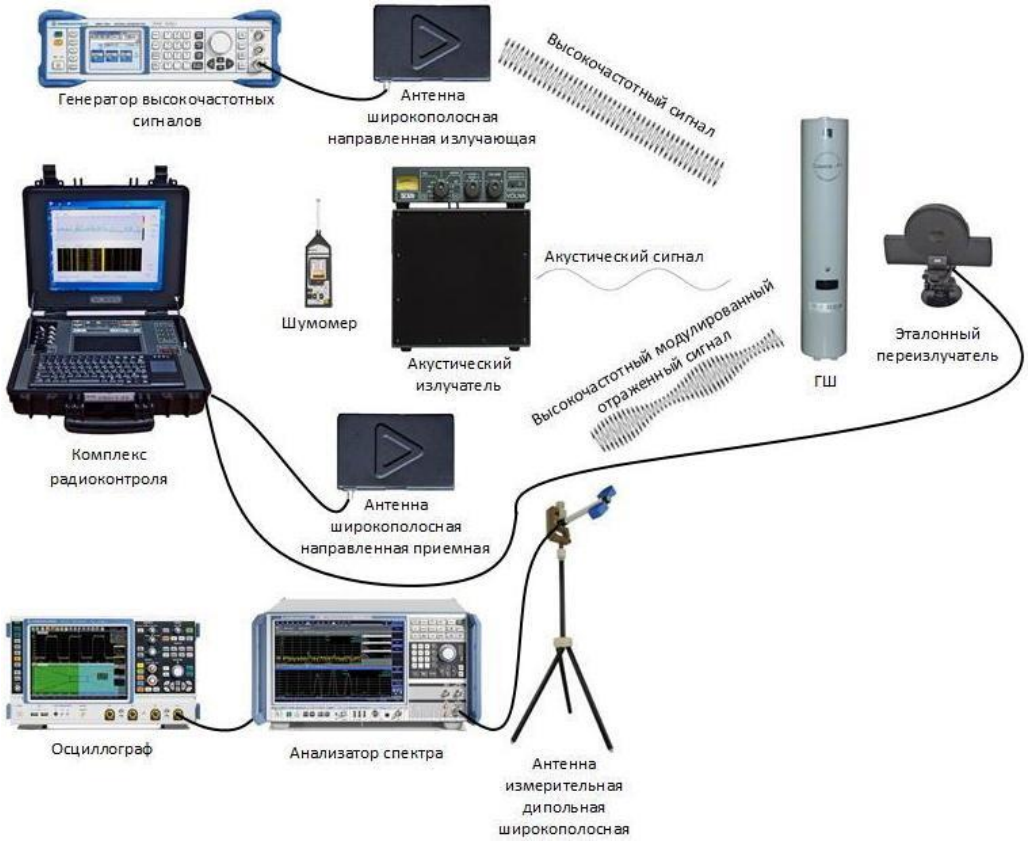


Рис. 4. Схема проведения исследования ГШ в ручном режиме

ГШ облучалось с помощью высокочастотного генератора сигналов с одновременным воздействием низкочастотного акустического сигнала на различных частотах (уровень звукового давления акустического излучателя был более 70 дБ, что соответствует громкой речи [6-8]).

При этом отраженный от ГШ и эталонного переизлучателя ВЧ сигнал одновременно принимался на анализатор спектра и комплекс радиомониторинга (для подтверждения полученных результатов). Далее с анализатора спектра принятый от ГШ и эталонного переизлучателя сигнал передавался по промежуточной частоте на осциллограф, где проводилась его демодуляция.

При облучении ВЧ сигналом эталонного переизлучателя анализатором спектра принят переизлученный ВЧ сигнал, модулированный акустическим сигналом, который был демодулирован при помощи осциллографа. На рис. 5 приведена спектрограмма и осциллограмма переизлученного ВЧ сигнала, модулированного акустическим сигналом с частотой 1 кГц, от эталонного переизлучателя.

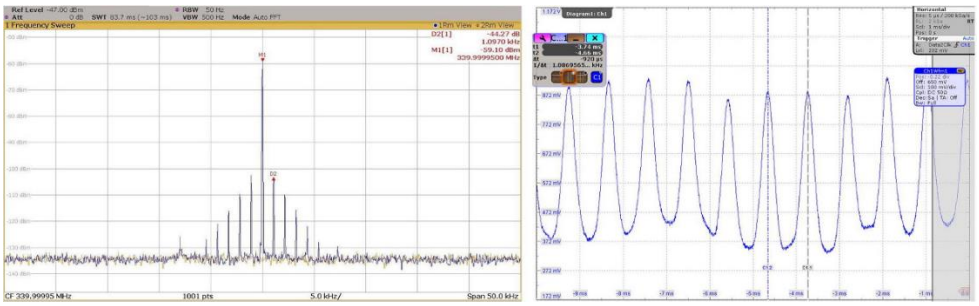


Рис. 5. Спектрограмма и осциллограмма переизлученного ВЧ сигнала, модулированного акустическим сигналом с частотой 1 кГц, от эталонного переизлучателя

При облучении ВЧ сигналом ГШ анализатором спектра принят переизлученный ВЧ сигнал, модулированный акустическим сигналом 2 и 4 кГц (рис. 6).

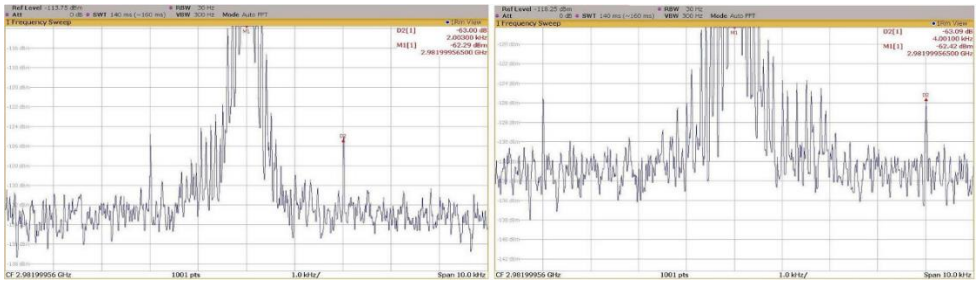


Рис. 6. Спектрограммы переизлученного ВЧ сигнала, модулированного акустическим сигналом с частотой 2 и 4 кГц

Вместе с тем, уверенно демодулировать указанные сигналы не получилось ввиду их большой нестабильности.

В заключении хотелось бы отметить, что основное предназначение ГШ – это защита информации от ее утечки по каналам ПЭМИ. Однако, независимо от качества электромагнитного шума ГШ и всю свою эффективность, они как средство защиты, не должны служить источником утечки иных видов защищаемой информации.

Литература

1. Хорев, А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: пространственное электромагнитное зашумление // Специальная техника. – М.: 2012. – № 6 – С. 37 – 57.

2. Васильев, И.В., Козин, И.Д., Федулина, И.Н. Защита информации. Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2010.

3. Технические средства и методы защиты информации. Учебник для вузов / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков. Под ред. А.П. Зайцев и А.А. Шелупанова. – 7-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 442 с.: ил. – ISBN 978-5-9912-0233-6.

4. Бузов, Г.А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 586 с., ил. – ISBN 978-5-9912-0424-8.

5. Хорев, А.А. Техническая защита информации: учеб. Пособие для студентов вузов. В 3 т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. – М.: НПЦ «Аналитика», 2008. – 436 с. – ISBN 978-59901488-1-9.

6. Торокин, А.А. Инженерно-техническая защита информации: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям в обл. информ. безопасности. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 960 с.: ил. – ISBN 5-85438-140-0.

7. Блэзи, В. Справочник проектировщика. Строительная физика. – М.: Техносфера, 2012. – 616 с. – ISBN 978-5-94836-308-0.

8. Чепульская, О.В., Шатунова, Г.И. Исследование производственного шума. Методические указания. – М.: МИИТ, 2006. – 37 с., ил.

ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

Сулейменов[1,2] И.Э., Пак[2] И.Т., Кабдушев[2,3] Ш.Б., Байпакбаева[3] С.Т., Бакиров[1] А.С., Тасбулатова[1] З.С., Мун[4] Г.А.
e-mail: esenych@yandex.ru
[1]Алматинский университет энергетики и связи
[2]Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК
[3]ТОО «QazTech Innovations»
[4]Казахский национальный университет им. аль-Фараби

***Аннотация**: Предложена новая платформа для отработки аналитических нейронных сетей, основанная на принципах свободного распространения программного обеспечения и баз данных, используемых в исследовательских целях. Платформа основывается на использовании цифрового образовательного ресурса, разработанного на базе учебника «История и философия науки», рекомендованного МОН РК для всех специальностей магистратуры. Цифровой образовательный ресурс содержит выделенные ключевые слова, снабжаемые гиперссылками, предусматривающие переходы как по тексту учебника, так и ко внешним источникам информации. Встроенное программное обеспечение позволяет осуществить сбор статистики переходов по ссылкам каждым конкретным пользователем. Эти данные, несущие информацию об интересах пользователя и его индивидуальных качествах, преобразуются в формат, допускающий непосредственное сопряжение с нейронной сетью. В комплекте с результатами прямого психологического тестирования они передаются в открытый доступ в обезличенной форме, что предоставляет материал для последующей отработки нейронных сетей различных конфигураций.*

***Ключевые слова**: нейронная сеть, искусственный интеллект, философия науки, тестирование обучающихся, диагностика психотипа, цифровые образовательные ресурсы, междисциплинарные исследования.*

Принципы свободного распространения программного обеспечения завоевали широкую популярность благодаря успехам, демонстрируемым семейством операционных систем Linux и связанными с ними продуктами [1]. Аналогичное движение набирает популярность и в области Big Data, и в других областях инфокоммуникационных технологий [2-4]. Создание верифицированных баз данных открытого доступа с возможностью открытого постоянного накопления является весьма актуальным и для разработки искусственных нейронных сетей (ИНС) и систем искусственного интеллекта (СИИ). Действительно, в настоящее время как сами ИНС, так и методы их обучения непрерывно совершенствуются [5-7], создаются различные библиотеки и платформы для обучения искусственных нейронных сетей. Однако разработчики не всегда могут найти базовый экспериментальный/исходный материал, который мог бы быть использован для обучения нейронной сети для их целей.

Платформа, предлагаемая в данной работе, позволяет решить данную проблему системно. Ее основой является цифровой образовательный ресурс (ЦОР), разработанный на базе учебника «История и философия науки» [8], рекомендованного Министерством образования и науки РК (МОН РК) для всех специальностей магистратуры. Подчеркнем, что данная дисциплина является обязательной для всех специальностей, что создает предпосылки для широкого распространения данного ЦОР в коммуникационном пространстве РК.

Архитектура разработанного ЦОР предусматривает возможность переходов по гиперссылкам, причем и по внутренним, и по внешним. Соответствующие слова и словосочетания выделены в тексте стандартным образом (рис.1), переход осуществляется нажатием.

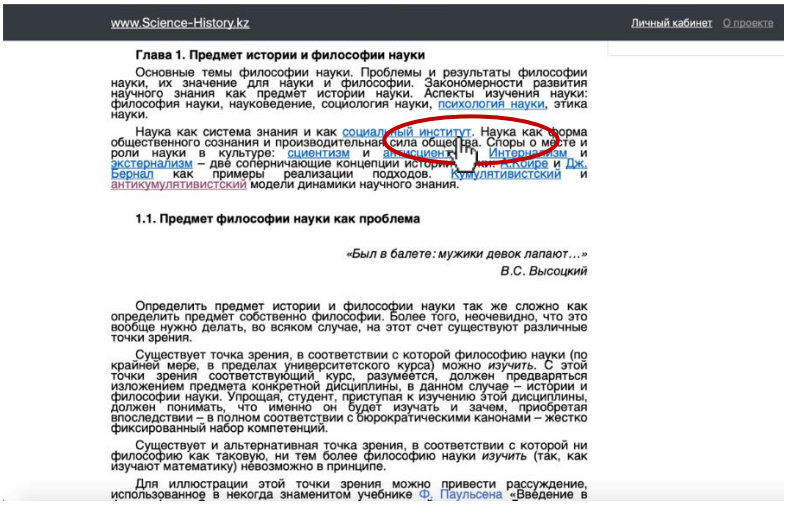


Рис. 1. Скриншот: первая страницы из ЦОР «История и философия науки», содержащая гиперссылки

Точнее, серверная часть ЦОР реализована на платформе pHpMyAdmin и включает в себя (рис.2):

1) База «books_activity» - база данных по переходам по ссылкам;
2) База «books_books» - база данных по книгам;
3) База «books_links» - база данных по активным ссылкам;
4) База «books_study» - база данных по учебным заданиям;
5) База «books_users» - база данных по зарегистрированным пользователям.

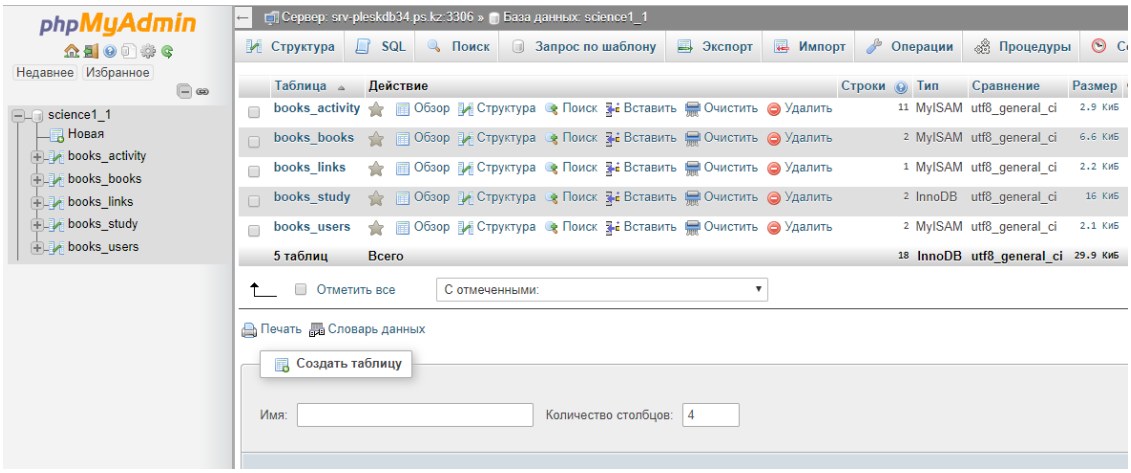


Рис. 2. Скриншот: структура программного обеспечения ЦОР

Выбор выделяемых слов и словосочетаний был сделан исходя из концепции, предложенной в [9], в соответствии с которой факт перехода по конкретной ссылке отражает как интерес читателя к конкретной предметной области, так и его уровень знаний (если уровень знаний недостаточен для того, чтобы возник интерес к конкретному вопросу, соответствующий материал прочитан не будет). Встроенное программное обеспечение представляет собой систему сбора статистики переходов по гиперссылкам (рис.3).

Подчеркиваем, что данное программное обеспечение позволяет легко реализовать сопряжение с искусственной нейронной сетью (и далее – системой искусственного интеллекта) любого типа. Действительно, результат взаимодействия читателя с текстом представим в виде упорядоченной последовательности логических единиц и нулей: факту переходу по данной конкретной гиперссылке ставится в соответствие логическая единица (и наоборот). Следовательно, результат взаимодействия читателя с текстом, переведённый в этот формат уже можно рассматривать как первый слой нейронной сети практически любого типа, допускающий дальнейшее наращивание.

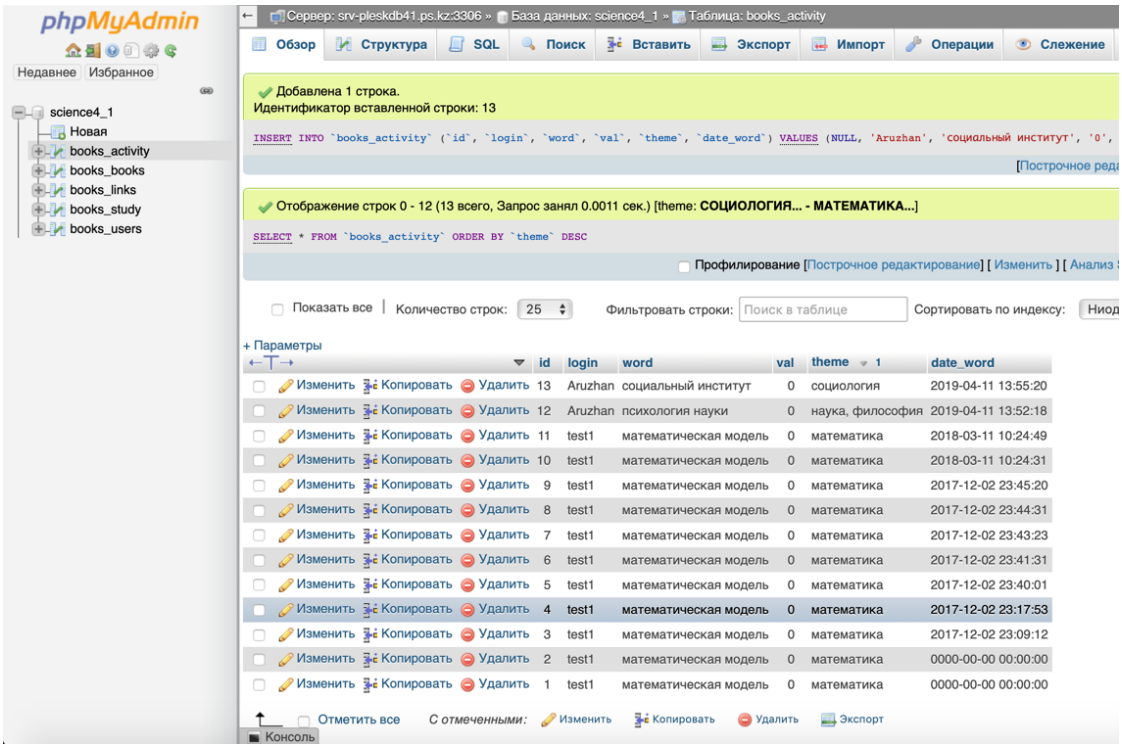


Рис. 3. Скриншот: отражение истории переходов пользователей по активным ссылкам

Назначение данного ЦОР является комплексным. С одной стороны, прямой анализ переходов по ссылкам предоставляет преподавателю возможность оценить, насколько добросовестно конкретный студент изучал конкретную тему (при использовании простейшего фильтра, который идентифицирует пользователя, осуществлявшего переходы по ссылкам, осуществляемые в случайном порядке). С другой стороны, характер переходов по ссылкам заведомо несет в себе информацию о предпочтениях и наклонностях конкретного пользователя, его научных интересах и т.д. [9]. Следовательно, как и отмечалось в работе [9], наиболее простой и очевидной областью применения ЦОР такого типа является профессиональная ориентация (если речь идет о ЦОР, предназначенных для абитуриентов) или определение склонностей по отношению к дальнейшему обучению в докторантуре (если речь идет о ЦОР, предназначенном для магистрантов [8]).

Для такого применения обучение нейронной сети может быть осуществлено путем параллельного тестирования испытуемых и посредством разработанного в данной работе ЦОР, и посредством традиционных методов, основанных на психологических профориентационных тестах [10], хорошо отработанных в настоящее время. Данные психологические тесты позволяют классифицировать обучающихся по некоторой совокупности признаков, отражающих их способности к самореализации в конкретной профессиональной сфере. Той же цели служат и переходы по гиперссылкам, отвечающим ключевым словам и словосочетаниям (примеры представлены в Таблице 1). В результате создается вполне определенная обучающая выборка, которую можно использовать для обучения нейронной сети,

назначением которой является классификация пользователей по признакам, определяемым решаемой задачей (профориентация). Такая выборка составляется из последовательностей двоичных переменных, отражающих результат тестирования при помощи ЦОР, а также результат классифицирования, полученный при помощи традиционных методов тестирования.

Тем самым имеется совокупность отображений исходных последовательностей, составленных из двоичных переменных в последовательности двоичных переменных, описывающих испытуемых с точки зрения профессиональных склонностей. Работа с такого рода отображениями (и обучение на соответствующих выборках) является классической задачей для ИНС. Следовательно, широкое использование результатов тестирования представляет интерес не только с точки зрения решения конкретных задач, но и сточки зрения создания библиотек данных, которые могут быть использованы в целях совершенствования ИНС (при условии размещения соответствующих данных в открытом доступе).

Таблица 1. Примеры индикативных слов и словосочетаний

Классификационный признак / Область интереса	**Примеры индикативных слов и словосочетаний**
История военного применения радиосвязи	Бонч-Бруевич, Нижегородская лаборатория, защита информации, ВЧ-связь, закрытые телеграфные линии, матроиды, многозначные логики
Философия современной математики	Интуиционизм, Герман Вейль, Бетран Рассел, нечеткая логика, разновидности логики, математика как естественная наука, философия М. Клайна.
Прикладная философия – значение для развития систем искусственного интеллекта	Нейронные сети, диалектика информации, философские категории, дуализм, социокультурный код, синапсы, муравьиный алгоритм.
Прикладная философия – значение для развития инфокоммуникационных технологий	Терагерцовый диапазон, пагубное влияние узкой специализации, псевдонаука, профанация диссертационных работ, 4G, 5G, цифровые антенные решетки, фазовращатели, пикосоты

Подчеркиваем, что получение достаточно большого массива данных представляет значительный интерес не только с точки зрения совершенствования ИНС, но с точки зрения решения актуальных задач, стоящих перед казахстанской высшей школой [11,12]. А именно, анализ переходов по ссылкам в ЦОР, охватывающем всех казахстанских магистрантов, де-факто представляет собой инструмент, позволяющий оценивать фактический уровень подготовки будущих специалистов в разрезе конкретных специальностей и университетов по стране в целом. С учетом выводов, сделанных в [9], именно этот инструмент позволяет оценивать качество подготовки магистрантов намного более эффективно, нежели существующие методы построения рейтингов по формальным показателям различного рода.

Как показано в работе [9], наиболее адекватная оценка уровня знаний может быть дана на основе анализа той информации, которую в состоянии дополнительно усвоить обучающийся и которая представляет для него интерес. В частности, обучающийся заведомо не способен усвоить те или иные разделы программы по спецпередметам, если у него нет соответствующих базовых знаний; более того, даже самые интересные вопросы в этом случае останутся без внимания.

Переход к массовому использованию ЦОР рассматриваемого типа, в том числе, создает и предпосылки для существенного расширения библиотек, используемых для совершенствования нейронных сетей. Это связано с тем, что выполнение практических работ по таким дисциплинам как «История и философия науки» также целесообразно модернизировать, внедряя такие формы учебной работы как написание критических рецензий на псевдонаучные статьи [13], особенно широко представленные в области инфокоммуникационных технологий [14], где авторы таких работ как [15] используют ультрасовременный сленг для маскировки отсутствия подлинных научных результатов. Как показано в [13], такая форма учебной работы в обозримом будущем должна вытеснить написание рефератов, которые уже давно превратились в профанацию, в том числе, благодаря существованию многочисленных платных Интернет-ресурсов. Там же показано, что такую форму учебной работы как написание критических рецензий на псевдонаучные статьи целесообразно дополнять психологическим тестированием в целях выявления лиц, обладающих выраженной склонностью к научной работе. Результаты такого тестирования, очевидно, могут дополнять библиотеки, о которых говорилось выше, создавая тем самым достаточно большой массив данных для последующего использования.

Подчеркнем, что необходимость бескомпромиссной борьбы с псевдонаукой в РК определяется уже не только общими соображениями – более чем терпимое отношение к псевдоученым, де-факто сложившееся в административных подразделениях многих казахстанских университетов, уже наносит самый серьезный ущерб интересам крупного бизнеса. Примером здесь является вопрос о развитии пятого поколения систем мобильной связи (5G) в РК. В самой постановке этого вопроса, предполагающей ускоренное внедрение таких систем в РК, как в капле воды отражены ключевые проблемы отечественной науки и отечественного образования. А именно, научно-технические отделы крупных компаний (в частности, телекоммуникационных) и не должны отвечать за создание научных основ дальнейшего развития отрасли. Это – прямая задача и обязанность тех структур, где, теоретически, должны быть сосредоточены ведущие научные кадры, обеспечивающие подготовку специалистов соответствующего профиля, то есть университетов.

Когда в диссертационные советы попадают эпигоны и псевдоученые, то и специалисты, работающие в конкретных компаниях, рано или поздно превратятся в людей, способных только копировать чужие достижения, но не способных мыслить самостоятельно. Псевдоученые как огня боятся критики, они делали продолжают делать все, чтобы научная среда забыла свои первоосновы, используя в качестве единственного аргумента ссылки на «мировое признание» той или иной концепции. Но, одной из главных первооснов науки является тезис, провозглашенный великим

Декартом: все подвергать сомнению. Этот тезис был сформулирован в трактате Principia Philosophiae, опубликованном в 1644; именно он является одной из вех, с которых отсчитывается становление науки Нового Времени.

Как известно нет более вопиющей глупости, нежели та, которую разделяют все. В особенности это относится к развитию науки и техники, что еще раз со всей наглядностью продемонстрировал вопрос о развитии сетей мобильной связи пятого поколения. Бездумное копирование чужих достижений может завести в тупик, что мы и имеем несчастье наблюдать [16]. Более того, в современных условиях, когда в геополитическое соперничество все более отчётливо смещается в область инфокоммуникационных технологий (примером является жесткая борьба администрации США против компании Huawei, которая разворачивается у нас на глазах) бездумное следование чужим идеям неизбежно приведет к потере суверенитета [17], сначала интеллектуального, а потом и национального. Соответственно, нужно принять самые срочные меры к тому, чтобы разномастные эпигоны и псевдоученые, уже дошедшие до такого бесстыдства как публикация [15], перестали влиять на выбор вектора развития инфокоммуникационных технологий; им в современных условиях вообще не место в вузах. Одной из таких мер может стать создание ЦОР предлагаемого типа, полностью ориентированных на инфокоммуникационную отрасль [18].

Еще один фактор, определяющий актуальность создания ЦОР рассматриваемого типа, связан с системным обеспечением междисциплинарного сотрудничества. Как подчеркивалось в [17], разработка систем искусственного интеллекта должна ориентироваться не на то, чтобы заменить ученого или преподавателя, а на то, чтобы расширить его возможности.

В частности, обмен информацией между пользователями ЦОР предлагаемого выше типа, позволяет наметить пути для решения проблемы консолидации казахстанской науки, важность которой была показана в [19]. Условием для этого является системное стимулирование междисциплинарных исследований. Как показывает новейшая история науки [8], все наиболее значимые достижения второй половины XX века были сделаны на стыке наук. Сам процесс научного творчества автоматизировать, конечно, невозможно, но можно построить систему искусственного интеллекта, которая бы облегчала поиск точек приложения усилий. Упрощая, речь идет о том, чтобы иметь инструмент, отражающий карту междисциплинарных связей в науке и технике.

Назначением такого инструмента является автоматизированный поиск «белых пятен» на коммуникационной карте науки и технике, то есть тех областей знания, между которыми еще нет взаимодействия или оно носит спорадический характер. Подход к разработке такого инструмента был намечен в данной работе на основе использования ЦОР «История и философия науки» в режиме социального моделирования. Использовался анализ интересов 156 пользователей, задействованных на добровольных началах через Интернет-ресурс «ResearchGate», на котором были размещены избранные главы учебника [8], представляющие наибольший интерес с точки зрения исследования междисциплинарного сотрудничества. Изучались области перекрытия интересов пользователей, нацеленный на выявление области, где отсутствует взаимодействие, т.е.

исследования и разработки в которых заведомо будут отвечать критерию высокой научной новизны.

Подчеркиваем, что даже первичный анализ полученных данных продемонстрировал перспективность такого подхода. Был выявлен ряд областей, между которыми заведомо отсутствуют междисциплинарные связи, но которые представляют существенный интерес для пользователей по отдельности. Примером является пара «микроволновая техника – системы, альтернативные табакокурению». Обнаруженное «белое пятно» было немедленно устранено заявкой на получение евразийского патента [20]. Подчеркиваем, что создание отечественных систем, альтернативных широко распространенной технологии IQOS, представляет интерес и с точки зрения импортозамещения (особенно, если принять во внимание объемы импорта табачных стикеров, в производстве которых Philip Morris International фактически является монополистом), так и с точки зрения охраны здоровья населения РК (система [20] позволяет перейти на более дешевый продукт, чем сигареты, в то время как использование IQOS обходится дороже, чем сигареты).

Этот пример показывает, что системы искусственного интеллекта, разрабатываемые на основе цифровых образовательных ресурсов, действительно могут стать мощным средством обеспечения междисциплинарного сотрудничества: они не заменяют изобретателя и ученого, не заменяют инноватора, но могут подсказать направление деятельности, а иногда даже идею, как это продемонстрировал пример [20].

Таким образом, сопряжение цифровых образовательных ресурсов с системами искусственного интеллекта представляет выраженный интерес по целому ряду причин.

Такие ЦОР могут быть легко конвертированы в средство для профориентации, причем не только для абитуриентов (лиц, поступающих на первые курсы университетов), но и для выпускников бакалавриата, поступающих в магистратуру. В современных условиях, когда потребность в системном междисциплинарном взаимодействии год от года будет только нарастать, вопрос о выборе направления обучения в магистратуре будет нарастать и для этой категории обучающихся. Кроме того, ЦОР предложенного в данной работе типа могут быть использованы как важное средство борьбы с псевдонаукой, которая уже становится фактором, оказывающим системное негативное воздействие на высшую школу. Актуальность дальнейшего развития таких ЦОР определяется также потребностью снятия междисциплинарных барьеров; они могут быть использованы для разработки систем, обеспечивающих интенсификацию инновационной деятельности, в том числе, на уровне отдельных университетов.

Литература

1. Hertel G., Niedner S., Herrmann S. Motivation of software developers in Open Source projects: an Internet-based survey of contributors to the Linux kernel //Research policy. – 2003. – Т. 32. – №. 7. – С. 1159-1177.

2. Zikopoulos P. et al. Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data. – McGraw-Hill Osborne Media, 2011.

3. Sagiroglu S., Sinanc D. Big data: A review //2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS). – IEEE, 2013. – С. 42-47.

4. Landset S. et al. A survey of open source tools for machine learning with big data in the Hadoop ecosystem //Journal of Big Data. – 2015. – Т. 2. – №. 1. – С. 24.

5. Lu H. et al. Brain intelligence: go beyond artificial intelligence //Mobile Networks and Applications. – 2018. – Т. 23. – №. 2. – С. 368-375.

6. Rampasek L., Goldenberg A. Tensorflow: Biology's gateway to deep learning? //Cell systems. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 12-14.

7. Tokui S. et al. Chainer: a next-generation open source framework for deep learning //Proceedings of workshop on machine learning systems (LearningSys) in the twenty-ninth annual conference on neural information processing systems (NIPS). – 2015. – Т. 5. – С. 1-6.

8. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Седлакова З.З., Мун Г.А. История и философия науки. и др. – Алматы: Изд-во КазНУ, – 2018. – с. 406

9. Сулейменов И. Э., Габриелян О. А., Пак И.Т., Мун Г.А., Колдаева С.Н., Копишев Э.Е., Шалтыкова Д.Б., Жанбаев Р.А., Тасбулатова З. С. Разработка комбинированных средств «Обучение-тестирование» //Вестник ПГУ. Серия педагогическая. – 2018. – №. 2 - с. 346-358

10. Берестнева О. Г. и др. Разработка профориентационной системы поддержки принятия решения для абитуриентов Национального исследовательского Томского политехнического университета //Интернет-журнал НАУКОВЕДЕНИЕ. – 2013. – №. 4 (17).

11. Suleimenov, I., Guichard, J. P., Baikenov, A., Obukhova, P., & Suleimenova, K. (2015). Degradation of Higher Education in Kazakhstan as an example of post-transitional crisis. International Letters of Social and Humanistic Sciences, 54, 26-33.

12. Suleimenova, K. I., Obukhova, P. V., Shaltykova, D. B., & Suleimenov, I. E. (2013). Post-transition period and quality of higher education: ways to overcome the crisis phenomena. International Letters of Social and Humanistic Sciences, 8, 49-56.

13. Suleimenov I., Gabrielyan O., Egemberdyeva Z., Kopyshev E., Tasbolatova Z. Implementation of educational information technology to develop critical thinking skills //Известия научно-технического общества "Кахак. – 2019. – №. 1 (64) – С. 63-71.

14. Мун Г.А., Тасбулатова З.С., Сулейменов И.Э. Псевдонаука как ресурс: нестандартные подходы в образовательных информационных технологиях //Известия Научно-Технического Общества «КАХАК». –2019. – №. 1 (64). – С. 43

15. Yakubova M. Z. et al. Development and imitating modeling in the developed network consisting of several knots removed among themselves on NetCracker 4.1 //2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). – IEEE, 2016. – С. 1-4.

16. Витулёва Е.С., Бакиров А.С., Сулейменов И.Э. Трансформации характера информационной войны на современном этапе // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Научные исследования в области вооружения и военной техники: опыт прошлого и взгляд в будущее», Военный научно-исследовательский центре Национального университета обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы. - 29 марта 2019. - №1. - С. 97-102.

17. Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Бакиров А.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э. Искусственный интеллект как драйвер четвертой технологической

революции. Учебное пособие для магистрантов // Алматы: Изд-во ТОО «Полиграфкомбинат», 2018г. -313с.

18. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Бакиров А.С., Тасбулатова З.С., Витулёва Е.С., Мун Г.А. Построение курса лекций «Теория информации» в свете тезиса о параллельной интеллектуальной и духовной модернизации высшего образования РК//Известия НТО «КАХАК». – 2018. – Т. 4. – №. 63. – С. 33-46

19. Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Кабдушев Ш.Б., Байпакбаева С.Т., Витулёва Е. С., Сулейменов И.Э. Альтернативная энергетика, искусственный интеллект и проблема консолидации казахстанской науки. Том 1 - 2019, А: Print Express. - 318 с.

20. Сулейменов И.Э., Шалтыкова Д.Б., Кабдушев Ш.Б., Байпакбаева С.Т., Мун Г.А. Система нагревания табака // Заявка на патент РК № 22068, регистрационный № 2019-25717 от 10.06.2019

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ОТРАБОТАВШИХ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ПРИ СПУСКЕ С ТРАЕКТОРИЙ ВЫВЕДЕНИЯ

[1]Трушляков В.И., [1]Севоян В.А., [2]Ермолдина Г.Т., [2]Суйменбаева Ж.Б., [2]Бапышев А.М.

ako-bapyshev@mail.ru

[1] Омский государственный технический университет, Омск, Россия

[2] Институт информационных технологий, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Рассматривается методология экспериментальных исследований, направленная на сокращение техногенного воздействия эксплуатации ракетно-космических комплексов, обусловленного наличием остатков компонентов ракетного топлива (КРТ) в топливных баках и магистралях отработавших ступеней. Методология распространяется как для нижних, так и верхних ОС и основаны на испарении неиспользуемых остатков топлива в баках в ОС после выключения маршевого ЖРД с последующим использованием полученных парогазовых смесей для управления движением ОС при спуске с орбит и траекторий выведения. Рассматривается моноблочная конструкция ракеты-носителя среднего класса, работающей на компонентах ракетного топлива кислород-керосин [2]. Такой выбор обусловлен частотой пусков указанных ракет-носителей с космодромов России и Казахстана и соответственно техногенными последствиями падения ОС в отведенных районах. Для управления движением ОС при спуске с орбит и траекторий выведения предлагается использовать бортовую систему спуска с газодинамическими двигателями коррекции малой мощности. Исследуется процесс испарения и методология получения парогазовой смеси на химически нейтральных теплоносителях. Это позволяет проводить*

термодинамические расчёты без химических реакций. Приводится циклограмма работы системы испарения на лабораторной установке ОмГТУ, а также мероприятия, которые должны быть реализованы после пуска ракеты-носителя.

Ключевые слова: *остатки компонентов топлива, процесс испарения, стенд, отработавшая ступень ракеты-носителя, математическая модель.*

Введение

Проблема обеспечения гарантированного достижения ракетой –носителем заданной точки активного участка траектории обусловила создания так называемых гарантийных запасов топлива в баках ступеней ракеты-носителя на жидких компонентах ракетного топлива. Неуправляемый спуск по баллистической траектории приводит к необходимости выделения значительных территорий, очерченных границей эллипсоида рассеивания, для приема ОС. Более того, наличие не вырабатываемых остатков компонентов ракетного топлива в баках и магистралях нижних ОС приводит к высокой вероятности их разрушения в атмосфере, проливам, пожарам, что значительно увеличивает площадь районов падения. Мероприятия по конструкторской доработке РН с целью снижению остатков КРТ в баках привели к определенному снижению химического и механического загрязнения почв в РП ОЧ РН. Однако площадь РП существенно сократить не удалось.

В развитие проведенных ранее исследований предлагается новый подход к сокращению площадей РП путем установки на ступенях ракеты-носителя бортовой системы спуска где в качестве рабочего тела газодинамических двигателей будет использована парогазовая смесь.

1.Общая схема процесса испарения. Основные допущения и положения

Процесс испарения остатков КРТ в условиях невесомости представляет собой новый самостоятельный класс прикладных задач, со своими специфическими особенностями, и соответственно, с методическим аппаратом, учитывающим эту специфику.

На рисунке 1 приведены возможные методические подходы к реализации процесса испарения жидких остатков топлива в баках ОС.

Рисунок 1 - Варианты систем испарения жидких остатков компонентов топлива

Общая схема процесса испарения жидких остатков КРТ в баках ОС поясняется последовательность действия, представленной на рисунке 2.

Рисунок 2 - Состав системы испарения

Необходимо отметить, что масса жидких остатков КРТ в баках ОС может составлять до 3-5 % от начальной массы заправляемого топлива.

Оптимальная организация процесса, расчет рабочих и оптимизация конструктивных параметров бортовой системы испарения остатков КРТ требует

создания математической модели процесса, которая предполагает математическое описание всех процессов, происходящих в системе в их взаимосвязи.

Организация процесса испарения в топливном баке ОС представляет собой задачу со значительными ограничениями по температурно-прочностному нагружению конструкции топливного бака, которая, будучи сложным объектом, имеет многоступенчатую структуру, и её математическая модель должна строиться последовательно на основе построения моделей составных частей. Исследование сложного процесса по частям дает возможность переходить к модели более высокого уровня, включая в нее составную часть модели более низкого уровня.

Последовательное построение математической модели от низкого уровня к высшему, на основе принципа инвариантности, предлагает процедуру математического укрупнения.

При выборе масштабов времени протекания термодинамических процессов испарении необходимо отметить, что перестройка температурного поля в конструкции ОС на два порядка инерционнее, формирования гидродинамических, концентрационных и температурных полей в газовой фазе при внутрибаковых процессах низкотемпературного испарения. Это означает, что динамическая модель фактических процессов, происходящих в баке ОС, может быть разделена. При медленных изменениях температурных полей в конструкции ОС концентрационные и температурные поля в газовой фазе будут квазистационарны для каждого момента времени, если рассматривать масштаб времени в течение которого осуществляется процесс испарения остатков КРТ (τ=300÷1500 с.).

Исходя из вышеизложенного, математическая модель процессов низкотемпературного испарения может быть представлена в виде схемы, приведённой на рисунке 3.

Рисунок 3 - Схема построения математической модели системы испарения остатков КРТ

Низший уровень математической модели требует исследования и создание физической и математической модели поведения остатков КРТ на начало работы системы.

Второй уровень математической модели определяет распределение остатков топлива в начале работы системы испарения, что коренным образом влияет на скорость испарения остатков топлива и протекания термохимических реакций.

Третий уровень, при известных значениях скоростных, теплофизических и термохимических характеристиках теплоносителя, позволяет описать термодинамические процессы в объёме топливного и теплообмен на поверхностях конструкции топливного бака, между теплоносителем и жидким остатком топлива.

Четвертый уровень математической модели позволяет рассчитать температурный режим конструкции бака ОЧ при работе системы испарения.

На высшем пятом уровне математической модели, объединяющем все более низкие уровни, можно исследовать все возможные режимы функционирования системы испарения, разработать рекомендации на их проектирование [7].

Допущения при решении задач процесса испарения остатков топлива

При реализации процесса испарения будем основываться на использовании химически нейтральных теплоносителях, т.е. дальнейшие рассуждения будут касаться термодинамических расчётов без химических реакций.

Для случая термодинамического испарения - можно учитывать 3 вещества, составляющих парогазовую смесь: испаряемый компонент (кислород, керосин), промежуточный компонент – теплоноситель и газ наддува (гелий), присутствующий в баке ОС на начало процесса.

1. При протекании процесса испарения остатков КРТ реализуются течения скорости, которых можно оценивать числом Маха. Число Маха для данных течений много меньше единицы, поэтому правомерно предположить, что рассматривается несжимаемая среда.
2. Процесс утилизации парогазовой смеси будет рассмотрен позже.
3. Предшествующие экспериментальные и теоретические исследования [3] показали, что давление в баке достигает рабочего значения за время $\tau=4 \div 15$ с, далее процесс протекает при условии стационарного состояния.
4. При решении нестационарной задачи, значение средней температуры парогазовой смеси внутри бака меняется с течением времени, поскольку давление в рабочем объеме поддерживается постоянным, повышение средней температуры ведет к уменьшению плотности смеси. Уменьшение плотности парогазовой смеси должно вносить свои поправки в гидродинамическую картину внутри бака и значения температур.

Решение задачи производится с использованием подхода «замороженных» коэффициентов. Предполагаем, что на момент времени t имеет значение плотности ρ, определяемое по уравнению состояния по осредненной температуре. При интегрировании рассматриваемой системы дифференциальных уравнений с шагом по времени Δt, считается, что за это время значение плотности не меняется. По полученным значениям температур на момент времени $t+\Delta t$ вычисляется новое значение плотности, которое остается постоянным в течение следующего шага по времени [8].

5. При реализации термодинамического процесса испарения остатков топлива возможно использование теории подобия для описания гидродинамических и тепловых процессов. В создании наземных модельных экспериментальных установок возможно использование масштабирования.

6. Толщина стенки топливного бака составляет $\delta_{ст}=(1\div2)$ мм, а диаметр бака имеет значительно больший размер (пример: РН «Байтерек»), то процесс теплообмена будем рассматривать на плоской пластине.

7. Учитывая малую толщину стенки бака и высокий коэффициент теплопроводности материала (алюминиевые сплавы, например: АМг-6НГ) изменением температуры по толщине стенки бака пренебрегается.

8. Коэффициент теплопроводности жидкого КРТ в тысячи раз меньше коэффициента теплопроводности материала стенки бака, поэтому в месте прилегания жидкого КРТ к стенке бака задаются граничными условиями 1-го рода, и температурный режим площади смачиваемой стенки бака будет определяться температурой жидкого КРТ.

2. Специфика процесса испарения жидких остатков ракетного топлива в условиях неопределённости граничных условий и невесомости

Одним из основных факторов, определяющих поведение жидкости и тепловые процессы является ускорение g, которое составляет величину от 0 до1 м/с^2.

Необходимо сказать, что процессы тепломассопереноса, связанные с действием силы тяжести, в условиях невесомости развиваются недостаточно интенсивно (естественная конвекция, кипение и др.). Поэтому, для интенсификации процессов тепло-и массообмена выдвинута гипотеза об использовании теплоносителя с высокой скоростью натекания на поверхность, а также, использование механического, звукового и др. видов воздействия.

Для наземного моделирования поведения капли жидкости в условиях невесомости применяют методы с использованием электрических, электростатических силовых полей. Однако, моделирование поведения значительных остатков жидкости в баке эти методы не позволяют обеспечить необходимых условий подобия [4].

Рассматривая работу системы испарения остатков КРТ в баках ОС необходимо выделить основные этапы работы данной системы.

Циклограмма работы системы испарения приведена на рисунке 4.

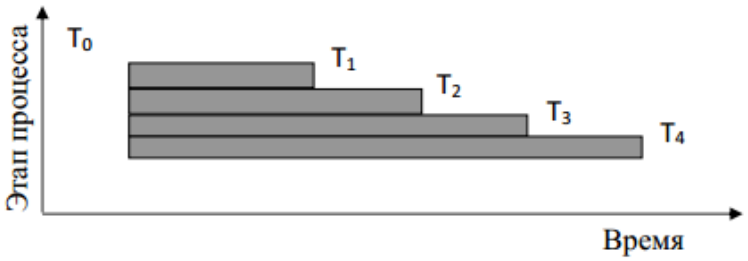


Рисунок 4 - Циклограмма работы системы испарения

Временные интервалы работы системы испарения:

T_0– время окончания действия ускорения (выключение ЖРД);

T_1– время начала работы системы испарения;

T_2– начало сброса парогазовой смеси через утилизационные сопла;

T_3– выключение сброса парогазовой смеси;

T_4– прекращение работы системы испарения.

Проанализируется временные интервалы и особенности по поведению остатков КРТ в объёме бака ОС и работы системы испарения.

В момент времени T_0 происходит сброс тяги маршевого ЖРД. Выключение может происходить резко или ступенчато. При этом к концу работы ЖРД продольная перегрузка может составлять $n_x=6 \div 12$. Под действием спада тяги ЖРД и жёсткостных характеристик нижних днищ остатки КРТ получают ускорение и начинают двигаться к верхнему днищу, отражаясь от него они в хаотичном порядке распределяются в объёме топливного бака, при этом, за счет действия поверхностных сил, компонент топлива распределяется на внутренних элементах конструкции топливного бака. Дополнительно возможно воздействие факела ЖРД второй ступени РН.

Результаты экспериментальных исследований, выявили 4 возможных характерных случая поведения остатков КРТ в объёме бака.

а) Равномерное распределение остатков КРТ в ёмкостях по поверхностям конструктивных элементов происходит на участках длительного отсутствия перегрузок, превышающих по абсолютной величине 0,01...0,005 g_0- что соответствует равновесному состоянию, в котором не происходит объёмного перемещения топлива. Очевидно, в этом состоянии характерными будут два процесса:

- теплообмен жидкого компонента с обечайкой ёмкости (или другими смачивающими конструктивными элементами);
- процесс взаимного испарения с поверхности и конденсации паров.

б) Равномерное распределение жидкости в виде капель диаметром $3 \div 6$ мм, образующих газожидкостную смесь в объёме бака. Этот случай возможен после воздействия перегрузок (более $0{,}1g_0$), носящих знакопеременный характер. В случае отсутствия последующих управляющих воздействий компонент и газ наддува образуют газожидкостную смесь, причём пузырьки газа и капли жидкости хаотично перемещаются внутри бака. Время, в течение которого жидкость находится в таком состоянии, зависит от начальных условий, концентрации паров, действующих температур и других факторов. Длительность рассматриваемого состояния жидкости можно принять $20 \div 80$ с. После этого интервала времени, как следует из аналогичных экспериментов, состояние КРТ внутри бака будет ближе к первому расчётному случаю [8,9].

в) Третий расчётный случай соответствует расположению компонента топлива у верхнего или же у нижнего днища ёмкости. При этом на компонент топлива должна действовать однонаправленная перегрузка, причём суммарный вектор поля массовых сил изменяется в пространстве телесного угла не более чем на 30^0. Описание колебаний остатков КРТ может быть представлено в традиционной форме, рекомендованной в отраслевых стандартах. Аналогично первому случаю

происходит теплообмен между компонентом и обечайкой, испарение частиц КРТ с поверхности и конденсация паров. Данное положение компонента топлива на участке автономного движения объекта может быть обусловлено наличием действующей перегрузки. Причинами, вызывающими эту перегрузку, могут быть либо аэродинамическое сопротивление, либо тяга ДУ (участок спад тяги).

г) В качестве четвёртого расчётного случая, принято упорядоченное движение КРТ вдоль стенок бака.

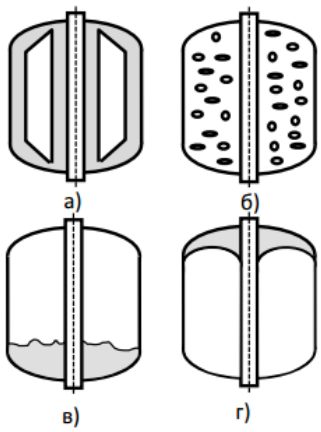


Рисунок 5 - Возможные схемы расположения остатков топлива на момент выключения двигательной установки

Такой вид движения образуется в случае резкого сброса тяги ДУ и соответствующего прогиба днища или же в случае закрутки ОЧ при разделении из-за разбросов импульсов последствия камер ЖРД. Все возможные схемы расположения топлива в баке представлены на рисунке 5 [5,6].

Выводы

1. Рассмотрены научно-методические вопросы испарения жидкостей, в том числе и в условиях невесомости и малых перегрузках.

2. Сформулированы основные требования к физико-математическим моделям процесса испарения, в том числе натекании теплоносителя, введении продувки туннельного трубопровода, о граничных условиях жидкости в баках (начальных толщинах плёнок топлива на стенках и элементах конструкции бака) после продувки туннельного трубопровода и появления малых перегрузок, обусловленных работой системы сброса парогазовой смеси.

Работа выполнена по проекту №AP05131162 "Теоретические и экспериментальные исследования инновационной технологии создания РН с улучшенными экологическими характеристиками на примере перспективных РН, запускаемых с космодрома Байконур".

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические и экспериментальные исследования инновационной технологии создания РН с улучшенными экологическими характеристиками на

примере перспективных РН, запускаемых с космодрома Байконур.//Грант №AP05131162 Министерства науки и образования республики Казахстан// Конкурс на грантовое финансирование по научным и(или) научно-техническим проектам на 2018-2020 годы.

2. Россия и Казахстан договорились актуализировать проект "Байтерек" [Электронный ресурс], 2018. – URL: https://ria.ru/20180710/1524277978.html (дата обращения 20.11.2018).

3. Трушляков В.И. Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду: монография/ В.И. Трушляков, В.В. Шалай, Я.Т. Шатров; ред. В.И. Трушляков. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2004. – 220 с.

4. Трушляков В.И. Математическая модель процесса термохимического обезвреживания остатков токсичного топлива в баках ракеты/ В.И. Трушляков, В.В. Шалай, И.Ю. Рысков// Тез. докл. 1 Межд. научно-тех. конференции "Динамика систем, механизмов и машин". – Омск, 1995. – С. 84–86.

5. Беляев М.Ю., Зыков С.Г., Рябуха С.Б. и др. Математическое моделирование и измерение микроускорений на орбитальной станции«Мир» // Изв. РАН, МЖГ. 1994. №5. С. 5–14.

6. Беляев Н.М. Системы наддува топливных баков ракет/ Н.М. Беляев. – М.: Машиностроение, 1976. – 336 с.

7. Беляев Е.Н., Чванов В.К., Черваков В.В. Математическое моделирование рабочего процесса жидкостных ракетных двигателей: Учебник. / Под ред. В.К. Чванова. - М.: Изд-во МАИ, 1999. – 228 с.

8. Трушляков В.И. Математическая модель процесса термохимического обезвреживания остатков токсичного топлива в баках ракеты/ В.И. Трушляков, В.В. Шалай, И.Ю. Рысков// Тез. докл. 1 Межд. научно-тех. конференции "Динамика систем, механизмов и машин". – Омск, 1995. – С. 84–86.

9. Трушляков В.И. Оценка параметров газодинамических процессов при проведении газификации самовоспламеняющихся жидких токсичных остатков горючего и окислителя в топливном отсеке отделяющейся части первой ступени и их выбросе в космическое пространство/ Трушляков В.И., Одинцов П.В., Куденцов В.Ю. // Военная техника, вооружение и современные технологии при создании продукции военного и гражданского назначения: материалы IV Междунар. технол. конгр. 4 – 9 июня 2007 г. / ОмГТУ. – Омск, 2007. – Ч.2. С. 257–262.

ПРЕИМУЩЕСТВО ВНЕДРЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В УМНЫЕ ГОРОДА

Тулебаева Г.А.
e-mail: tule8484@mail.ru
Университет «Туран»

Аннотация: *Умные города используют информационные и коммуникационные технологии для улучшения: качества жизни своих граждан, местной экономики, транспорта, управления дорожным движением, окружающей среды и взаимодействия с правительством и в здравоохранении. В виду актуальности умных городов (также упоминаемых с использованием других связанных терминов, таких как Цифровой город, Информационный город, Интеллектуальный город) для различных заинтересованных сторон, а также преимуществ и проблем, связанных с его внедрением.*

Ключевые слова: *Информационные системы, умные города, интернет вещей, умная инфраструктура, умные услуги, интернет вещей*

Введение

Концепция *умных городов* привлекла значительное внимание исследователей во многих областях, включая информационные системы. Это исследование обеспечивает ценный синтез соответствующей литературы путем анализа и обсуждения основных результатов существующих исследований по вопросам, связанным с *умными городами* с точки зрения информационных систем. Исследование, анализируемое и обсуждаемое в этом исследовании, фокусируется на ряде аспектов *умных городов*: умная мобильность, умная жизнь, умная среда, умные граждане, умное правительство и умная архитектура, а также с умной медициной.

Резкое распространение урбанизации в современных городах требует умных решений для решения таких важных проблем, как мобильность, здравоохранение, энергетика и гражданская инфраструктура. Интернет вещей (IoT) является одной из наиболее многообещающих технологий для решения этих проблем путем создания огромной всемирной сети взаимосвязанных физических объектов со встроенной электроникой, программным обеспечением, датчиками и сетевым подключением. Возможно, IoT становится строительным блоком для умных городов следующего поколения из-за его потенциала в использовании устойчивых информационных и коммуникационных технологий.

Интернет вещей (IoT) имеет множество применений в области здравоохранения, от удаленного мониторинга для интеллектуальных датчиков и интеграции медицинских устройств. Он обладает потенциалом не только для обеспечения безопасности и здоровья пациентов, но и для улучшения методов оказания медицинской помощи. IoT в сфере здравоохранения также может повысить заинтересованность и удовлетворенность пациентов, позволяя им проводить больше времени с врачами. Поскольку связанные с возрастом заболевания представляют собой одну из наиболее актуальных проблем как для развивающихся, так и для развитых стран, использование технологии дистанционного здравоохранения может позволить снизить большинство случаев лечения хронических заболеваний, а также может способствовать улучшению качества жизни пожилых людей. Быстрое развитие IoT влияет на несколько областей научных и инженерных приложений.

В своей статье доктор факультета управленческих исследований ИИТ Дели **Манодж Кумар Сингх** на тему" Умные города с поддержкой Интернета вещей:

современное состояние и будущие тенденции" подробно описывает всесторонний обзор литературы об основных особенностях и приложениях парадигмы IoT для поддержки устойчивого развития умных городов. Акцент делается на совместимость решений IoT с другими поддерживающими технологиями, такими как облачные вычисления, робототехника, микроэлектромеханические системы (MEMS), беспроводная связь и радиочастотная идентификация (RFID). Кроме того, представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как можно разработать доступный и подходящий рабочий прототип на основе IoT для мониторинга гражданской инфраструктуры в режиме реального времени.

Наконец, обсуждаются проблемы и будущие направления для приложений умного города на основе IoT. представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как можно спроектировать доступный и подходящий рабочий прототип на основе IoT для мониторинга гражданской инфраструктуры в режиме реального времени. Наконец, обсуждаются проблемы и будущие направления для приложений умного города на основе IoT. представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как можно спроектировать доступный и подходящий рабочий прототип на основе IoT для мониторинга гражданской инфраструктуры в режиме реального времени. Наконец, обсуждаются проблемы и будущие направления для приложений умного города на основе IoT. Так же хочу отметить научные работы профессора кафедры информационных систем и координатор «Центра передового опыта» в области электронного правительства в ИИТ Дели- **Депутат Гупта.** Он известен своими новаторскими работами в области электронного управления (в том числе 24 докторских диссертаций, 13 спонсируемых проектов стоимостью> 5 крор, в соавторстве с книгой «Цифровые нации - умные города, инновации и устойчивое развитие», «Достижения в умных городах» - «Умные люди, управление и решения», «Government Online», две другие отредактированные книги «На пути к электронному правительству» и «Обещание электронного управления» и 190 научных статей появились в национальных и международных журналах / материалах конференций).

Этот всесторонний обзор предлагает критическое понимание основных тем исследований в рамках *умных городов*, подчеркивая ограничения текущих событий и потенциальных будущих направлений.

Вывод

Информационная инфраструктура тесно связана с культурой поддержки в городах и может влиять на то, участвуют ли ключевые заинтересованные стороны (например, люди или члены семьи) в принятии решений о потребностях в области здравоохранения и поддержки и в какой степени.

Обследование местной информационной инфраструктуры службы здравоохранения может дать важную информацию, которую можно использовать для повышения безопасности и качества поддержки и услуг предоставляемой людям, живущим в отдаленных районах города.

Список литературы

1. Вершинина И.А. “Умные” города: перспективы появления и развития в России. Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2016;22(2):163-175. https://doi.org/10.24290/1029-3736-2016-22-2-163-175

2. Vershinina I.A. “Smart” cities: prospects for the emergence and development in Russia. Moscow State University Bulletin. Series 18. Sociology and Political Science. 2016;22(2):163-175. (In Russ.) https://doi.org/10.24290/1029-3736-2016-22-2-163-175

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТЕЙ РЕЧЕЙ ДЛЯ АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Тусупова[1] М.Д., Мурзин[2] Ф.А., Еримбетова[1] А.С., Жанабеков[1] А.Ж.
e-mail: m.tussupova@gmail.com, aigerian@mail.ru, murzin@academ.org, ais_zhan@mail.ru
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[2]Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, Россия

Аннотация. *Данное исследование направлено на выявление частей речи для казахского и турецкого языков и создание словарей системы программ Link Grammar Parser (LGP). Алгоритмы основаны на технике машинного обучения. Были рассмотрены так называемый «алгоритм на основе правил» и подход Word2Vec. Затем были применены различные варианты хорошо известных алгоритмов машинного обучения: логистическая регрессия; K-ближайших соседей; дерево решений; Случайный лес (random forest); Метод опорных векторов(SVM). Результаты, то есть качество определения частей речи, представлены в соответствующих таблицах. Например, когда мы используем Word2Vec, мы получаем, что лучшим предиктором для существительных, прилагательных и глаголов является SVM; для наречий, местоимений, предлогов и определителей есть логистическая регрессия. В рамках проекта, в котором участвуют авторы статьи с коллегами, была разработана репрезентативная система ссылок для тюркских языков, на основе которой были внедрены прототипы программной системы LGP для казахского и турецкого языков. Далее был предложен и реализован алгоритм заполнения словарей LGP (в частности, для казахского и турецкого) с помощью методов машинного обучения, и было показано, что алгоритм работает успешно.*

Ключевые слова: *казахский и турецкий языки; обработка естественного языка; часть речи; машинное обучение; алгоритм на основе правил; Word2Vec; Link Grammar Parser.*

Введение

В статье рассматриваются следующая задача. Разработка алгоритма для определения частей речи английского, казахского и турецкого языков. Алгоритм построен на основе машинного обучения. В действительности, более глубокое рассмотрение данной темы приводит к теории С. Маркуса, которую он назвал «Теоретико-множественные модели языков», и технологию Word2vec.

Он показал, что, имея запас текстов, можно формально (посредством вычислительных процедур) определить грамматические категории языка: части речи, роды, падежи. В то время как порождающие грамматики языков, сравнительно хорошо освещенные в литературе, не позволяют это корректно делать.

Word2vec – набор моделей для анализа семантики естественных языков, представляющий собой технологию, которая основана на дистрибутивной семантике и векторном представлении слов. Этот инструмент был разработан группой исследователей Google в 2013 году.

Отметим, что для создания хранилища векторных представлений слов казахского языка пришлось выполнить довольно большой объем работы по анализу корпуса текстов “KazKorpus”. Были опробованы различные алгоритмы машинного обучения: логистическая регрессия; метод опорных векторов (SVM); дерево решений; случайный лес (random forest) и др.

1. Алгоритм на основе правил для частей определения речи

Традиционно ученые классифицируют слова в различные категории в зависимости от их использования. Мы называем эти категории частью речи. Слова, которые относятся к одной и той же части речи, имеют схожие свойства в предложениях. Обычно считается восемь классов: существительное; глагол; причастие; артикль; местоимение; предлог; союзы; наречие. Во многих случаях рассматриваются прилагательные, однако артикли иногда не принимаются во внимание.

Для агглютинативных языков (например, тюркских) характерна достаточно развитая система словообразовательных и инфлективных приставок, грамматическая уникальность аффиксов, отсутствие изменений. Агглютинация - это сущность формирования новых грамматических форм и слов путем прикрепления («прилипания») к основанию аффиксов слова с различными свойствами таким образом, что границы морфов не изменяются. Каждый аффикс имеет одно значение, и каждая функция выражается одним конкретным аффиксом. Феномен агглютинации сводится к присваиванию без изменения словообразовательного суффикса на морф базового слова. В этом случае каждый конкретный суффикс, каждый языковой аффикс имеет определенные семантические, психолингвистические значения и функции [4].

Казахский язык является номинативным (морфологически и синтаксически), агглютинативным суффиксальным языком с наличием полисинтетизма. Есть 9 частей речи: имя существительное; имя прилагательное; имя числительное; местоимение; глагол; наречие; послелоги; слова-подражания; междометие.

Турецкая морфология характеризуется высокой степенью стабильности и практически полным отсутствием исключений. На турецком языке нет

номинальных классов, нет гендерной категории. Есть 9 частей речи: наречие; имя существительное; имя прилагательное; имя числительное; местоимение; глагол; союзы; послелоги; лексиконы.

Давайте назовем конечный набор слов словарем D. Рассмотрим свободную полугруппу T на D, а именно множество всех конечных последовательностей слов, для которых определена ассоциативная и некоммутативная бинарная операция конкатенации. Последовательность слов, мы также будем называть последовательность (цепочку) над *D.* Нулевая последовательность, которую мы обозначим θ, является такой последовательностью $\theta x = x\theta = x$, что для каждой последовательности x. Если специально не указано, не считается.

Мы предполагаем, что язык L содержит слово w и словарь D. Каждое слово имеет основу s и аффикс a. Мы определяем части речи как категории C_i.

Давайте определим предикаты $C_i(w), A_i(w), D_i(w)$, где w принадлежит категории $C_i(w)$, a принадлежит категории $A_i(w)$, w принадлежит категории $D_i(w)$

Определим модель m, $m \models C_i(x)$ означает, что свойство $C_i(x)$ истинно в модели m, следующим образом:

1) $m \models C_i(w) \leftrightarrow (w = s + a \wedge A_i(a)) \vee D_i(w), (1 \le i \le 5);$

2) $m \models C_i(w) \leftrightarrow D_i(w), (6 \le i \le 8).$

Здесь $A_i(w)$ аффиксы, $D_i(w)$ - это выбранный набор слов.

Таким образом, используя общий алгоритм на основе правил, можно описать отдельные причины.

Пример для казахского языка:

A1: (.*ша|.*ше|.*дай|.*дей|.*тай|.*тей|.*лай|.*лей|.*дайын|.*дейін|.*тайын|.*тейін|.*шама|.*шеме|.*шалық|.*шелік|.*сын|.*сін|.*дан|.*ден|.*тан|.*тен|.*нан|.*нен|.*де|.*та|.*те|.*нда|.*нде|.*ға|.*ге|.*қа|.*ке|.*на|.*не)

Если слово *w* $\subseteq$ *D1* = {ертең|бүгін|биыл|таңертең|ерте|қыстай|осыншама|жемейінше|жылдам|жақсы|қиын|оңай|алға|төмен|сонда|ілгері|артқа|сыртта|мұнда|артта|іште } или *w = s + A1 -> w* $\in$ *C1* (Adverb)

Пример для турецкого языка:

A2: (.*sız|.*siz|.*suz|.*süz|.*lı|.* li|.*lu |.*lü|.*ca |.*ce |.*ça |.*ç|.*cil|.*cıl|.*şın)

Если слово *w* $\subseteq$ *D2* = {orgeneral|edildiği} или *s + A2 -> w* $\in$ *C2* (Adjective)

Далее были применены различные варианты хорошо известных алгоритмов машинного обучения: логистическая регрессия; K-ближайших соседей; Классификатор дерева решений; Случайный лес; Машина опорных векторов. Результаты, то есть качество частей определения речи, представлены ниже (таблицы 1, 2).

Таблица 1. Алгоритмы машинного обучения для казахского языка

Часть речи	**LogReg**	**KNN**	**Des.Tree**	**Rand.For**	**SVM**
Имя существительное	**0.7004**	0.5330	0.5605	0.6292	0.6896
Имя прилагательное	**0.7167**	0.6360	0.5793	0.6675	0.7153
Глагол	0.6372	0.5700	0.5329	0.5851	**0.6549**
Союзы	**0.7810**	0.6084	0.4887	0.7501	0.7753
Местоимение	0.9067	0.8895	0.6395	0.8233	**0.9231**
Имя числительное	0.5838	0.5055	0.4895	**0.6444**	0.5776
Наречие	0.7704	0.6873	0.6185	0.7397	**0.7711**
Послелоги	**0.6585**	0.5496	0.5423	0.5975	0.5299

Таблица 2. Алгоритмы машинного обучения для турецкого языка

Часть речи	**LogReg**	**KNN**	**Des.Tree**	**Rand.For**	**SVM**
Имя существительное	0.7594	**0.7972**	0.7733	0.7347	0.7216
Имя прилагательное	**0.9086**	0.7770	0.7517	0.8220	0.8623
Глагол	0.821	**0.8423**	0.8266	0.8011	0.8051
Послелоги	0.8464	0.9113	**0.9215**	0.8566	0.9027
Местоимение	0.9510	0.8663	0.6462	0.8630	**0.9685**
Имя числительное	0.9856	0.9542	0.9537	0.9835	**0.9908**
Союзы	0.9553	0.9643	**0.9655**	0.9451	0.9538
Наречие	0.8038	0.8315	0.7512	0.7947	**0.8523**
Лексиконы	0.8467	0.8936	**0.8958**	0.8064	0.8709

2. Алгоритм Word2Vec для определения частей речи

Word2Vec - это группа связанных моделей для анализа вхождений слов и соединений, созданная Google. В Word2Vec есть два основных алгоритма: непрерывный пакет слов (CBOW) и скип-грамм. Векторная модель является алгебраической моделью для представления текстовых документов в виде векторов. В векторной модели документ рассматривается как набор терминов, то есть выбранных слов или словосочетаний. Каждый компонент вектора признаков соответствует отдельному члену. Числовое значение компонента называется весом термина, который характеризует важность термина для представления данного документа. Если термин не встречается в документе, его вес в этом документе равен нулю.

Кроме того, все условия, которые встречаются в документах обработанной коллекции, могут быть заказаны. Если теперь для какого-то документа выписать вес всех терминов, включая то, что не введено в этот документ, будет получен вектор, который будет представлять данный документ в векторном пространстве. Размерность этого вектора, а также размерность всего пространства равна количеству различных терминов во всей коллекции и одинакова для всех документов.

Word2vec принимает в качестве входных данных огромный набор содержимого и обычно создает векторное пространство размером в несколько сотен. При заданном текстовом корпусе инструмент word2vec запоминает вектор для каждого слова в словаре, используя непрерывные пакеты слов или архитектуры нейронной сети Skip-Gram.

Корпус казахского языка - «KazKorpus» превышает 135 миллионов слов [6–7] и содержит более 400 000 документов, классифицированных по пяти основным жанрам (областям):

Литературный: включает казахские литературные произведения, включая романы, рассказы, стихи и т.д. издается в диапазоне от начала XX века до наших дней;

Официальный: включает в себя в основном официальные законы, приказы, акты и другие юридические документы, подготовленные государственными организациями в течение 2009 и 2012 годов;

Научный: включает книги, исследовательские монографии, диссертации, статьи и очерки из различных областей, таких как информатика, биология, химия и т. д.;

Публицистика (средства массовой информации): включает периодические издания и статьи из онлайн-источников, то есть газет и журналов, опубликованных за последние десять лет;

Неофициальный: включает документы с разговорными казахскими текстами, извлеченными из популярных платформ блогов, начиная с 2009 года.

С использованием KazKorpus была построена векторная модель для казахского языка. Впоследствии эта модель использовалась для определения части речи. Результаты представлены ниже (таблица 3).

Таблица 3. Алгоритмы машинного обучения для казахского языка; векторная модель

Часть речи	**LogReg**	**KNN**	**Des.Tree**	**Rand.For**	**SVM**
Имя существительное	0.6777	0.6317	0.5910	0.6450	**0.7098**
Имя прилагательное	0.6542	0.6206	0.5594	0.6231	**0.6962**
Глагол	0.8559	0.7046	0.6548	0.8315	**0.8601**
Наречие	**0.8388**	0.6857	0.6478	0.7879	0.8031
Местоимение	**0.9072**	0.5295	0.5318	0.8651	0.8221

Часть речи	**LogReg**	**KNN**	**Des.Tree**	**Rand.For**	**SVM**
Предлог	**0.7729**	0.5241	0.5126	0.6414	0.5748
Определитель	**0.7641**	0.5589	0.4964	0.6832	0.6475

Мы видим, что лучшим предиктором для существительных, прилагательных и глаголов является SVM; для наречий, местоимений, предлогов и определителей является логистическая регрессия.

3. Заключение

Это исследование было направлено на выявление тегов части речи для турецкого и казахского языков и создание словарей Link Grammar Parser. Агглютинативные языки имеют инфлективную аффиксацию, грамматическую уникальность аффиксов и отсутствие изменений.

Агглютинация - это сущность формирования новых грамматических форм и слов путем прикрепления к основанию аффиксов слова с различными свойствами. Каждый аффикс имеет одно значение, и каждая функция выражается одним конкретным аффиксом. Феномен агглютинации сводится к присваиванию без изменения словообразовательного суффикса на морф базового слова.

Использование разных моделей: основанная на правилах часть речевого алгоритма, Word2Vec; вместе с алгоритмами машинного обучения можно сделать вывод, что алгоритмы работают успешно. Также они могут использоваться для заполнения различных словарей, таких как словари Link Grammar Parser и т. д.

Работа поддержана грантом финансирования научных и (или) научно-технических исследований на 2018-2020 гг. МОН РК № AP05133550, Интеграционного проекта СО РАН № АААА-А18-118022190008-8, а также РФФИ № 18-07-01457 А.

Литература

1. Smola, A., Vishwanathan, S.V.N. Introduction to machine learning. – Cambridge Univ. Press., 2008. – 234 p.

2. Маркус, С.. Теоретико-множественные модели языков – М.: Наука, 1970. – С. 332.

1. Mikolov, T., Kai, C., Corrado, G., Jeffrey, D. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space // Cornel Univ., 2013. – URL: https://arxiv.org/abs/1301.3781

2. Temperley, D., Sleator, D., Lafferty, J. Link Grammar Documentation, 1998. – URL: http://www.link.cs.cmu.edu/link/dict/index.html

3. The CMU Link Grammar natural language parser, 2019. – URL: https://github.com/opencog/link-grammar

4. Makhambetov, O., Makazhanov, A., Yessenbayev, Zh., Matkarimov, B., Sabyrgaliyev, I., Sharafudinov, A. Assembling the Kazakh Language Corpus // Proc. of the 2013 Conf. on Empirical Methods in Natural Language Processing. Seattle, Washington, USA. Association for Computational Linguistics, 2013. –P. 1022–1031.

5. The Kazcorpus Project, 2013. – URL: http://kazcorpus.kz/klcweb/en/ (accessed: 18 July 2019).

6. Батура, Т.В., Бакиева, А.М., Еримбетова, А.С., Мурзин, Ф.А., Сагнаева, С.К. Грамматика связей, релевантность и определение тем текстов // Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2018. – 91 стр.

7. Tussupova, M.J., Murzin, F.A., Yerimbetova, A.S. Filling up Link Grammar Parser dictionaries by using Word2vec techniques // Joint issue of the International Conference "Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education" (CITech-2018), September 25-28. Vestnik EKSTU after D. Serikbayev, Computational Technologies. Vol 1, Part III /EKSTU after D. Serikbayev. – Ust-Kamenogorsk – Novosibirsk, 2018. – P. 169–176.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ МАШИННО-ЧИТАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ МУЛЬТИЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ

Хайрова Н.Ф.[1], Мамырбаев О.Ж.[2], Мухсина К.Ж.[3], Колесник А.С. [4]
nina_khajrova@yahoo.com, morkenj@mail.ru, kuka_ai@mail.ru, kolesniknastya20@gmail.com
[1,4] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина
[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[3]Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, Казахстан

Open Information Extraction представляет современную стратегию извлечения фактов из коллекций веб-документов. Однако, большая часть современных подходов по извлечению фактов основана на таких, доступных не для всех естественных языков, техниках NLP, как POS-tagging, анализ зависимостей, Named Entity Recognition, Coreference Resolution и др. В этой работе для генерации фактов из текста произвольного веб-контента мы предлагаем использование уравнений алгебры конечных предикатов, выражающих семантические роли участников триплета факта через отношения грамматических и семантических характеристик слов предложения. Модель позволяет извлекать неограниченное количество доменно-независимых фактов из предложений разных языков. В работе показана имплементация модели для английского, казахского и русского языков.

Ключевые слова: *Open Information Extraction; извлечение доменно-независимых фактов из неструктурированных текстов; логико-лингвистическая модель; алгебра конечных предикатов; казахский, русский и английский языки*

Введение

В последние годы непрерывно растет интерес к исследованиям, связанным с такими задачами искусственного интеллекта, как извлечение информации (Information Extraction (IE)), Open Information Extraction (OIE) и извлечение фактов из неструктурированных и полуструктурированных текстов. Такие технологии генерации информации из текстов естественного языка в структурированный формат, выделяющий целевые факты, объекты, отношения, позволяют автоматически просматривать и перерабатывать большие объемы документов, содержащих относительно небольшое количество полезной информации. Результаты таких исследований могут быть использованы для улучшения машиночитаемости информационных ресурсов путем создания баз знаний в формате Resource Description Framework (RDF) или онтологии.

Иногда IE рассматривается как специфический вид информационного поиска (Information Retrieval (IR)). При этом, несмотря на то, что в обоих случаях запросы известны заранее, в результате IE создается структура данных, описывающая соответствующие факты из набора документов, в то время как в результате IR выдается набор ссылок на документ.

Как правило, системы IE включают несколько задач: (1) идентификацию сущностей (Name Entity Recognition (NER)); (2) задачу снятия ко-референтности (coreference resolution) — поиск всех лингвистических выражений, которые ссылаются на один и тот же объект внеязыковой действительности; (3) распознавание семантических ролей участников действия в предложении; (4) определение отношений между сущностями [1].

Обычно системы IE базируются на наборе правил, идентифицирующих информацию, которая должна быть извлечена из текста и представляют результат в виде кортежей двух объектов, с предопределенным типом отношения между ними. В конкретной заранее выбранной области существует несколько предопределенных типов таких отношений [2]. Такой подход не масштабирует корпуса, где число целевых отношений очень велико или где целевые отношения не могут быть определены заранее [3].

Несколько лет назад OIE стало новой парадигмой извлечения информации, работающей с неограниченным числом отношений, игнорирующей специфичные для домена обучающие данные и линейно их масштабирует [4]. В настоящее время предложено множество различных систем Open IE, обычно базирующихся на методах POS-tagging и синтаксическом разборе зависимостей [5, 6], дополнительно использующие лексические ограничения [3], семантические аннотации [7], или другие подходы [8] для минимизации узкоспециализированных отношений.

Однако, к сожалению, на сегодняшний день не для всех естественных языков разработаны подобные инструментарии и ресурсы. Не смотря на наличие разработанных методов Open IE не только для английского, но и для некоторых других языков [9], проблема разработки методов автоматической генерации структурированной машинно-читаемой информации из мультиязычных текстов остается по-прежнему актуальной.

В нашем исследовании мы предлагаем логико-лингвистическую модель, позволяющую извлекать факты из текстов Web-контента казахского, русского и

английского языков. Согласно парадигме Open IE мы рассматриваем факт в виде триплета: *Субъект* - *Предикат* - *Объект*, где *Предикат* выражает семантическое действие, *Субъект* определяет инициатора действия, а *Объект* определяет участника действия, на которого действие направлено. В предложении естественного языка предикат выражается глаголом, а объект и субъект действия представлены существительными или именной группой. Кроме того, факт может содержать несколько атрибутов, таких как время, место, способ действия, принадлежность участников действия и другие, которые могут быть представлены так же именными группами.

Математические средства используемой модели

Основными математическими средствами нашей модели являются логико-алгебраические уравнения алгебры конечных предикатов. Вводим универсум *U,* представляющий совокупность различных элементов языковой системы того или иного естественного языка: предложения, фразы, слова, грамматические и семантические характеристики, морфемы и т. д. На основании того факта, что элементы универсума конечны, определены и детерминированы, мы можем сказать, что введенный универсам конечен и детерминирован [10].

Множество M = {m_1,…, m_n } представляет собой подмножество грамматических и семантических характеристик слов предложения естественного языка, где n – количество характеристик определенных в системе.

Переменная x_i^a называется предметной переменной и описывает наличие признака *a* у слова *i*. Согласно алгебре предикатов:

$$x_i^a = \begin{cases} 1, if\ x_i = a \\ 0, if\ x_i \neq a \end{cases} (1 \le i \le n), \quad (1)$$

Например, уравнение $x_i^{gen} = 1$ означает, слово i стоит в родительном падеже или обладает признаком родительного падежа, а дизъюнкция $x_i^{gen} \vee x_i^{nom} = 1$ означает, что слово *i* имеет родительный или именительный падеж.

На следующем шаге нашей модели мы вводим систему предикатов S. В нашей модели предикат $P_i(x_i) \in S$ равен 1, если грамматические и семантические признаки принадлежат слову, которое может быть частью триплета, в противном случае $P_i(x) = 0$. Многомерный предикат $P(x_1,..., x_n)$ определяет семантическую роль существительного через предметные переменные, описывающие грамматические и семантические характеристики слов в предложении:

$$P(x_1,..., x_n) \to P(x_1) \wedge ... \wedge P(x_n) \quad (2)$$

Предикат, $P(x_1,..., x_n) = 1$ если признаки существительных предложения имеют определенные значения. Это означает, что слово, конъюнкция грамматических и семантических признаков которого описано предикатом (2), представляет участника

(*Субъект* или *Объект*) или *атрибут* действия. Очевидно, что отношения признаков существительного не зависят от конкретного токена.

На практике подмножество согласованных морфологических и синтаксических признаков участников действия не совпадает с декартовым произведением по совокупности всех признаков. Мы можем определить предикат на декартовом произведении $S \times \mathrm{S}$:

$$P(x_1,..., x_n) = \gamma_k(x_1,..., x_n) \times P_1(x_1) \times .... \times P_n(x_n). \quad (3)$$

$k \in [1,h]$, где h – число рассматриваемых в модели участников и атрибутов фактов (*Subject, Object, Predicate, Location, Time* и др.). Предикат $\gamma_k(x_1,..., x_n) = 1$, если заданные морфологические и синтаксические характеристики слова предложения выражают определенное семантическое значение участника или атрибута действия, и $\gamma_k(x_1,..., x_n) = 0$, если конъюнкция грамматических признаков слова не определяет никакой семантической роли. В таком случае, если отношения между морфологическими и синтаксическими характеристиками слов предложения не представляют никаких элементов факта, они исключаются из формулы (3) предикатом $\gamma_k(x_1,..., x_n)$.

Мы имплементируем нашу модель для идентификации и генерации фактов из текстов казахского, английского и русского языков. Во всех этих языках семантические роли участников действия явно выражены в поверхностной структуре языка. Однако в связи с существующими различиями в синтаксисе и морфологии английского, русского и казахского языков, для каждого языка модель реализована по-разному.

Реализация логико-лингвистической модели OIE для русского и английского языков

В качестве грамматических и синтаксических характеристик слов английского предложения, формализующих возможные составляющие триплета факта или его атрибуты, определены такие свойства как: наличие предлога после глагола, притяжательный падеж существительного или местоимения, положение существительного во фразе, наличие любой формы глагола «*to be*», форма основного глагола во фразе [11]. В результате введено конечное множество предметных переменных, описывающих грамматические характеристики слов английского предложения $\{x, z, m, f, n, p\}$.

Предикат γ_{1E} определяет отношения грамматических и семантических характеристик слов, обозначающих *Субъект* триплета факта в английской фразе:

$$\gamma_{1E}(z, y, x, m, p, f, n) = y^{out} ((f^{can} \vee f^{may} \vee f^{must} \vee f^{should} \vee f^{could} \vee f^{need} \vee f^{might} \vee f^{would} \vee \vee f^{out}) (n^{not} \vee n^{out}) (p^{I} \vee p^{ed} \vee p^{III}) x^{f} m^{out} \vee (x^{l} (m^{is} \vee m^{are} \vee m^{havb} \vee \vee m^{hasb} \vee m^{hadb} \vee m^{was} \vee m^{were} \vee m^{be} \vee m^{out}) z^{by}). \quad (4)$$

Мы так же можем явным образом выделить *Объект* или участника действия, на которого это действие направленно, через предикат γ_{2E}:

$$\gamma_{2E}(z, y, x, m, p, f, n) = y^{out}\,(n^{not} \vee n^{out})\,(f^{can} \vee f^{may} \vee f^{must} \vee f^{should} \vee f^{could} \vee f^{need} \vee f^{might} \vee \vee f^{would} \vee f^{out})\,(z^{out}\,x^{l}\,m^{out}\,(p^{I} \vee p^{ed} \vee p^{III}) \vee x^{f}\,(z^{out} \vee z^{by})\,(m^{is} \vee \vee m^{are} \vee m^{havb} \vee m^{hasb} \vee m^{hadb} \vee m^{was} \vee m^{were} \vee m^{be} \vee m^{out})\,(p^{ed} \vee p^{III}). \quad (5)$$

Адаптируя разработанную модель к русскому языку, вводим множество грамматических и семантических характеристик слов русскоязычных предложений $M = \{z, y, x\}$, где z — конечное подмножество грамматических падежей русских существительных, y — конечное подмножество возможных семантических характеристик существительного, а x — подмножество характеристик одушевленности [12].

Тогда, предикат P_z (z) определяет шесть грамматических падежей русского языка (*nom* — именительный, *gen* — родительный, *dat* — дательный, *acc* — винительный, *ins* — творительный и *loc* — предложный):

$$P_z(z) = z^{nom} \vee z^{gen} \vee z^{dat} \vee z^{acc} \vee z^{ins} \vee z^{loc} \quad (6)$$

Предикат $P_x(x)$ определяет семантическую характеристику одушевленности существительного:

$$P_x(x) = x^{anim} \vee x^{inan}, \quad (7)$$

где значение предметной переменной *anim* определяет признак одушевленности существительного, а *inan* — соответственно, признак неодушевленности.

Предикат $P_y(y)$ идентифицирует специальные семантические характеристики существительного:

$$P_y(y) = y^{\text{device}} \vee y^{\text{hum}} \vee y^{\text{tool}} \vee y^{\text{pc:hue}} \vee y^{\text{spacee}} \vee y^{\text{time:moment}} \vee y^{\text{time:period}} \vee y^{\text{s:loc}}, \quad (8)$$

здесь значения *device* и *tool* показывают, что существительное называет концепт, являющийся устройством или инструментом, *hum* обозначает, что концепт, который называет существительное, принадлежит к семантическому классу "*person*", *pc:hum* обозначает семантический класс "часть тела", *time:moment* — семантическая характеристика “определенное время” и *time:period* — наличие семантического признака периода времени, *space* — семантическая характеристика месторасположения. При формировании множества значений предикатных переменных мы использовали таксономические отношения существительных Русского Национального корпуса[4].

[4] http://www.ruscorpora.ru/old/en/corpora-sem.html

Согласно нашей модели, на следующем шаге определяем семантические роли *Субъекта* и *Объекта* триплета факта в русскоязычной фразе через предикаты γ_{1R} и γ_{2R}, соответственно:

$$\gamma_{1R}(x,y,z) = x^{anim} z^{\text{nom}} \vee x^{inan} z^{\text{nom}} (y^{\text{device}} \vee y^{\text{tool}} \vee y^{\text{pc:hue}}) \quad (9)$$

$$\gamma_{2R}(x,y,z) = z^{\text{acc}} (x^{inan} \vee x^{anim}) \quad (10)$$

Реализация логико-лингвистической модели OIE для казахского языка

Казахский язык, в отличие от русского или английского, является агглютинативным языком. Это означает, что слово строится из морфем, каждая из которых имеет определенное морфологическое или семантическое значение. Что противоположно флективному языку, где каждая морфема имеет несколько неразделимых значений одновременно (например, падеж, род, число и т. д.) и аналитическому языку, в котором почти нет флексий. Когда мы корректируем нашу модель для казахского языка, мы вводим множество *M* из десяти грамматических признаков слов казахского языка, большинство из которых представляют собой те или иные типы суффиксов, имеющих особое семантическое или морфологическое значение. К характеристикам слов казахского языка, влияющим на их семантическую роль, мы отнесли следующие: положение анализируемого слова во фразе; существование вспомогательного глагола; наличие или отсутствие суффиксов множественного числа; грамматический падеж анализируемого существительного; семантическое значение, представленное конкретными суффиксами; наличие отрицания в анализируемой фразе; аффиксы предопределённого действия; условное наклонение и некоторые другие.

Тот факт, что множество *M* грамматических особенностей казахского языка гораздо больше, чем сопоставимый набор грамматических признаков русского или английского языков, обусловлен двумя основными причинами. Прежде всего, сложностью казахского языка, в котором существует множество морфологических и семантических характеристик, каждая из которых обычно выражается определенным аффиксом. Вторая причина использования большого количества грамматических особенностей заключается в том, что в случае казахского языка мы рассматриваем и анализируем не только участников действия, но и различные типы действий, т.е.

Предикат $P_x(x)$ определяет местоположение анализируемого слова во фразе

$$P_x(x) = x^1 \vee x^2 \vee x^3 \vee x^{-1} \vee x^{-2} \vee x^{-3} \vee x^0, \quad (11)$$

где 1, 2, 3, -1, -2, -3 показывают смещение слова во фразе, «минус» обозначает начало отсчета с конца фразы; 0 показывает любую другую позицию слова, кроме первых трех и последних трех слов в предложении.

Предикат $P_f(f)$ определяет, есть ли во фразе вспомогательный глагол:

$$P_f(f) = f^{aux} \vee f^0, \quad (12)$$

где *aux* показывает признак существования любого глагола из списка 35 вспомогательных глаголов казахского языка в анализируемой фразе.

Предикат $P_z(z)$ идентифицирует семь грамматических падежей казахского языка: именительный, родительный, дательно-направленный, винительный, местный, творительный и исходный:

$$P_z(z) = z^{Nom} \vee z^{Gen} \vee z^{Dat} \vee z^{Acc} \vee z^{Ela} \vee z^{Ins} \vee z^{Abl} \quad (13)$$

Предикат $P_a(a)$ определяет два возможных типа склонения казахских существительных (простой и притяжательный):

$$P_a(a) = a^{\mathrm{NSim}} \vee a^{\mathrm{NPos}}, \quad (14)$$

где *NSim* – признак простого склонения существительного, *NPos* – признак притяжательного склонения существительного. Предикат $P_n(n)$ идентифицирует особенность отрицательного предложения:

$$P_n(n) = n^{me} \vee n^{\mathrm{emes}} \vee n^{\mathrm{joq}} \vee n^{0}, \quad (15)$$

где *me* - признак отрицательного предложения, который представлен существованием частицы из списка [*ma, me, ba, be, pa, pe*], *emes* и *joq* – признак отрицательного предложения, который представлен наличием слов «*emes*» и «*joq*», соответственно, в предложении; 0 показывает отсутствие какого-либо признака отрицания в предложении.

Предикат P_c(c) определяет наличие или отсутствие множественных суффиксов:

$$P_c(c) = c^{\mathrm{tar}} \vee c^{\mathrm{ter}} \vee c^{\mathrm{dar}} \vee c^{\mathrm{der}} \vee c^{\mathrm{lar}} \vee c^{\mathrm{ler}} \vee c^{0},$$

где *tar, ter, dar, der, lar, ler* показывают наличие множественного суффикса с тем же именем в анализируемом слове.

Предикат $P_b(b)$ определяет наличие некоторой дополнительной семантики или значения анализируемого глагола:

$$P_b(b) = b^{\mathrm{se}} \vee b^{\mathrm{mic}} \vee b^{0}, \quad (16)$$

где *mic* обозначает предполагаемость действия, *se* обозначает условное наклонение, а 0 обозначает отсутствие некоторой дополнительной семантики анализируемого глагола.

Следующие несколько функций связаны с семантическим значением, представленным определенными суффиксами. Предикат $P_y(y)$ идентифицирует

словообразовательные суффиксы, которые образовывают глаголы, существительные, причастия, наречия:

$$P_y(y) = y^{\mathrm{ParP}} \vee y^{\mathrm{Vpas}} \vee y^{VaP} \vee y^{UnFu} \vee y^{FuCo} \vee y^{VAd} \vee y^{OAd} \vee \mathrm{y}^{\mathrm{Psuf}} \vee y^{Usuf} \vee \quad (17)$$
$$\vee\, y^{Part} \vee y^{NoV} \vee y^{NoN} \vee y^{NCom} \vee y^{NDer} \vee y^{\mathrm{y}} \vee y^{0},$$

где:

– *UnFu, FuCo* - это свойство включения суффикса неопределенного будущего времени и будущего предположительного времени, соответственно, в анализируемое слово;

– Psuf и *Usuf* обозначают включение одного из 189 производительных или одного из 65 непродуктивных суффиксов, соответственно, из определенных списков в анализируемом глаголе;

– *NoN, NoV* - особенности образования существительного (NoN - от существительного, NoV - от глагола);

– *Ncom* - особенность включения сложного суффикса образования существительного в анализируемое слово;

– *Nder* - это особенность существования некоторой экспрессии уменьшительные и уничижительные оттенки);

– *Part, ParP* - это особенности генерации причастия с помощью двух разных списков суффиксов;

– *VaP, Oad, Vad* - это особенности формирования деепричастий с помощью трех разных списков суффиксов;

– *Vpas* - это особенность включения одного из 20 суффиксов глагола в анализируемое слово:

– *y* - признак существования суффикса формы инфинитивного глагола,

– а *0* - знак основы глагола (форма второго лица единственного числа, будущего императивного времени).

Предикат P_d(d) определяет существование сослагательного наклонения у анализируемого глагола:

$$P_d(d) = d^{\mathrm{shi}} \vee d^{0}, \quad (18)$$

где *shi* показывает включение суффикса сослагательного наклонения в анализируемый глагол, а 0 показывает отсутствие таких суффиксов.

Предикат $P_m(m)$ определяет наличие личного предикативного или притяжательного окончания у анализируемого слова:

$$P_m(m) = m^{\mathrm{PrFl}} \vee m^{\mathrm{PoFl}} \vee m^{0}, \quad (19)$$

где *PrFl* показывает существование личного предикативного окончания причастия, глагольного наречия, основного или вспомогательного глагола, а *PoFl* показывает наличие личного притяжательного окончания причастия, глагольного наречия, основного или вспомогательного глагола.

Следуя уравнениям (11) - (19) мы можем преобразовать предикат согласования грамматических и семантических характеристик слов, являющихся элементами факта (3) для казахского языка в уравнение:

$$P() = \gamma_k \times P_x(x) \times P_y(y) \times P_z(z) \times P_f(f) \times P_m(m) \times P_n(n) \times P_a(a) \times$$
$$\times P_b(b) \times P_c(c) \times P_d(d).$$

Мы можем определить Объект триплета факта казахской фразы с помощью следующего предиката γ_{2K}:

$$\gamma_{2K} = (x^0 \vee x^2 \vee x^3)(z^{Gen} \vee z^{Acc})(y^{NoV} \vee y^{NoN} \vee y^{NCom} \vee y^{NDer} \vee y^0) \wedge$$
$$\wedge c^{tar} \vee c^{ter} \vee c^{dar} \vee c^{der} \vee c^{lar} \vee c^{ler} \vee c^0 \, a^{NSim}, \quad (20)$$

При определении логико-лингвистического уравнения формального действия в казахской фразе, мы основываемся на гипотезе, что факт – это реальное событие, действие, которое действительно произошло или произойдет. Исходя из этого, мы определяем изъявительное наклонение глаголов и не учитываем повелительное, желательное и условное наклонения, существующие в казахском языке. Предикат γ_{VK} обозначает семантические и грамматические особенности ключевой части триплета факта, а именно Действие или Предикат факта:

$$\gamma_{VK} = (x^{-1} \vee x^{-2} \vee x^{-3})((f^{tur} \vee f^{otur} \vee f^{jatyr} \vee f^{júr}) m^{PrF} z^{Vad} \vee (y^{Oad} \vee y^{FuCo}) m^{PrFl} \vee$$
$$y^{FuCo}(m^{PrFl} \vee (m^{PrFl} f^{edi})) \vee y^{y}(f^{edi} \vee f^{eken}) \vee (y^{Vad} m^{PrFl}(p^{mic} \vee p^0)) \vee$$
$$\vee m^{PoFl}((y^{Vart} \vee y^{Vpa} \vee y^{Vpas}) \vee f^{edi}(n^{joq} \vee n^{emes} \vee n^{me} \vee n^0) \wedge$$
$$\wedge (y^{Part} \vee y^{Vad} \vee f^{otur} \vee f^{tur} \vee f^{jatyr} \vee f^{júr} \vee f^{ParP} \vee f^{UnFu}))) \quad (21)$$

На рисунке 1 показан пример реализации модели для казахского языка. В казахской фразе «*Операторлар үйде мылтық тапты*», согласно формуле (21) глагол «*тапты*» представляет действие (давно прошедшее время). Затем мы можем идентифицировать существительное «*Операторлар*» как субъект действия или субъект факта. Предикат γ_{2K} (20) идентифицирует существительное «*мылтық*», который представляет Объект ди предоставляет объект факта, называемого данной фразой.

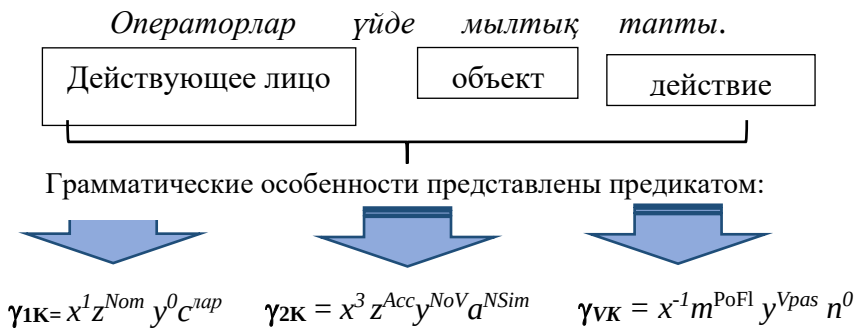


Рисунок 1. Пример идентификации факта во фразе казахского языка. Предикат γ_1 определяет грамматические особенности Субъекта действия, предикат γ_2 определяет Объект действия и γ_{VK} - это Предикат факта.

Выводы

Основным результатом этого исследования является разработка логико-лингвистической модели автоматической генерации структурированной машиночитаемой информации из мультиязычных текстов. Разработанная модель позволяет автоматизировать извлечение фактов в виде триплета "*Субъект - Предикат - Объект*" из веб-контента казахского, русского и английского языков. Наш подход базируется на гипотезе о том, что семантические роли участников действия могут явным образом определяться в поверхностной структуре предложения и, следовательно, могут быть представлены логическими отношениями грамматических и семантических характеристик слов во фразе. При этом, морфологические, синтаксические и семантические характеристики слов, влияющие на возможность слова, выражать элемент факта, зависят от конкретного языка. По этой причине мы получили различные реализации модели для английского, русского и казахского языков.

Проведенный эксперимент показал, что точность нашей модели Open IE достигает более 87% для английского корпуса, более 82% для русского корпуса и 71% для казахского корпуса.

На следующем этапе нашего исследования мы предполагаем, проанализировать особенности фактов, получаемых из корпусов текстов с помощью нашей модели, и дополнить список генерируемых атрибутов фактов.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке исследовательского проекта, предоставленного Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (проект № AP05131073 - Методы, модели поиска и анализа криминальной информации, содержащейся в полуструктурированных и неструктурированных текстовых массивах.).

Литература

1. Starostin A. S., Bocharov V. V., Alexeeva S. V. et al. FactRuEval 2016: evaluation of named entity recognition and fact extraction systems for Russian. In:

Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2016”, pp. 702-720. 2016.

2. Duc-Thuan Vo, Bagheri, E. Open information extraction. Encyclopedia with Semantic Computing and Robotic intelligence: 2016, Vol. 1, No. 1 (pp. 1630003). World Scientific Publishing Company.

3. Fader, A., Soderland, S., Etzioni, O. Identifying relations for open information extraction. Proceedings of the conference on empirical methods in natural language processing. Edinburgh, Scotland, UK , 2011, pp. 1535-1545

4. Etzioni, O., Banko, M., Soderland, S., Weld, D. Open information extraction from the web. Communications of the ACM, 2008. Vol. 51 No. 12 (pp. 68-74). New York, NY, USA.

5. Gamallo, P., Garcia, M., Fernandez-Lanza, S. Dependency-based open information extraction. Proceedings of the Joint Workshop on Unsupervised and Semi-Supervised Learning in NLP Avignon, France. 2012, (pp. 10–18).

6. Akbik, A., Loser, A. KrakeN: N-ary facts in open information extraction. Proceedings of the Joint Workshop on Automatic Knowledge Base Construction and Web-scale Knowledge Extraction Montreal, Canada. 2012, (pp. 52–56).

7. Gashteovski, K., Gemulla, R., Del Corro, L. MinIE: Minimizing Facts in Open Information Extraction. Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP) Copenhagen, Denmark, 2017, (pp. 2630-2640).

8. Angeli, G., Premkumar, M. J., D Manning.C. D. Leveraging linguistic structure for open domain information extraction. Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics Beijing, China. 2015, (pp. 344-354).

9. Gamallo, P., Garcia, M. Multilingual Open Information Extraction. In Portuguese Conference on Artificial Intelligence. Coimbra, Portugal. 2015, (pp. 711-722).

10. МФ Бондаренко, ЮП Шабанов-Кушнаренко. Мозгоподобные структуры: Справочное пособие. Том первый. Под редакцией акад. НАН Украины ИВ Сергиенко. К.: Наукова думкаа, 2011. – 460 с.

11. Khairova, N.F.,Petrasova, S.,Gautam, A.P. The logical-linguistic model of fact extraction from English texts. Information and Software Technologies. Volume 639 of the series Communications in Computer and Information Science, Springer, ISBN: 978-3-319-46253-0, 2016, pp. 625-635. doi> 10.1007/978-3-319-46254-7_51

12. Khairova, N., Lewoniewski, W., Wecel, K. Estimating the Quality of Articles in Russian Wikipedia Using the Logical-Linguistic Model of Fact Extraction. Conference proceedings. BIS 2017. Part of the Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP, volume 288). (pp. 28-40). Poland: Poznan.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ НОВОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОСНОВЕ BI-LSTM

Чикибаева Д.Ю., Мансурова М.Е., Нугуманова А.Б., Кыргызбаева М.Е.

e-mail: dashachikibaeva@gmail.com, mansurova.madina@gmail.com, yalisha@yandex.kz, marzhan.kyrgyzbaeva@gmail.com
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Извлечение именованных сущностей является одной из важных задач в области обработки естественного языка. Оно может найти своё применение в таких сферах, как распознавание речи, информационный поиск, др. В последнее время хорошие результаты достигаются системами, основанными на методах глубокого обучения. В настоящей работе рассмотрен метод извлечения именованных сущностей на основе рекуррентных нейронных сетей.*

Ключевые слова. *Извлечение именованных сущностей, обработка естественного языка, машинное обучение, глубокое обучение, bi-LSTM.*

Введение

В настоящее время существуют различные подходы для извлечения информации. Они разнообразны и сложно сказать, что один лучше другого, так как тот или иной показывает хорошие результаты в разных ситуациях. Подходы для извлечения информации могут быть классифицированы на следующие категории:

–подходы, основанные на правилах. Эксперты составляют вручную наборы правил, необходимые для извлечения определённых данных.

–подходы, основанные на знаниях. Сюда относятся модели, основанные на онтологиях [1], модели, основанные на тезаурусах [2].

–статистические подходы. Включают скрытые марковские модели [3-5], условные марковские модели [6], условные случайные поля [7].

–подходы, основанные на машинном обучении.

Одной из подзадач извлечения информации является распознавание именованных сущностей. Из текста выделяются именованные объекты, такие как имена людей, названия организаций, локации, геополитические объекты, временные метки, расширенный вариант может включать специфичные для определённой предметной области термины, такие как медицинские, биологические, др. Существующие методы распознавания именованных сущностей можно разделить на категории:

–Основанные на правилах. Являются одними из ранних систем для распознавания именованных сущностей. Правила основываются на лексико-синтаксических шаблонах специфичных для определённого языка.

–Обучение с учителем. Данный метод требует большого количества тренировочных данных, размеченных вручную экспертами. Затем система на основе предоставленных данных извлекает правила для распознавания именованных сущностей.

–Обучение без учителя. Система использует небольшой начальный набор экземпляров именованных сущностей, который используется для дальнейшего обучения системы.

–Гибридные системы. Включают в себя две или более техники обучения на основе машинного обучения или на основе правил. [8, 9].

Модель

В данной работе используется подход обучения с учителем. Модель основана на bi-LSTM блоке с применением векторизации символов и слов.

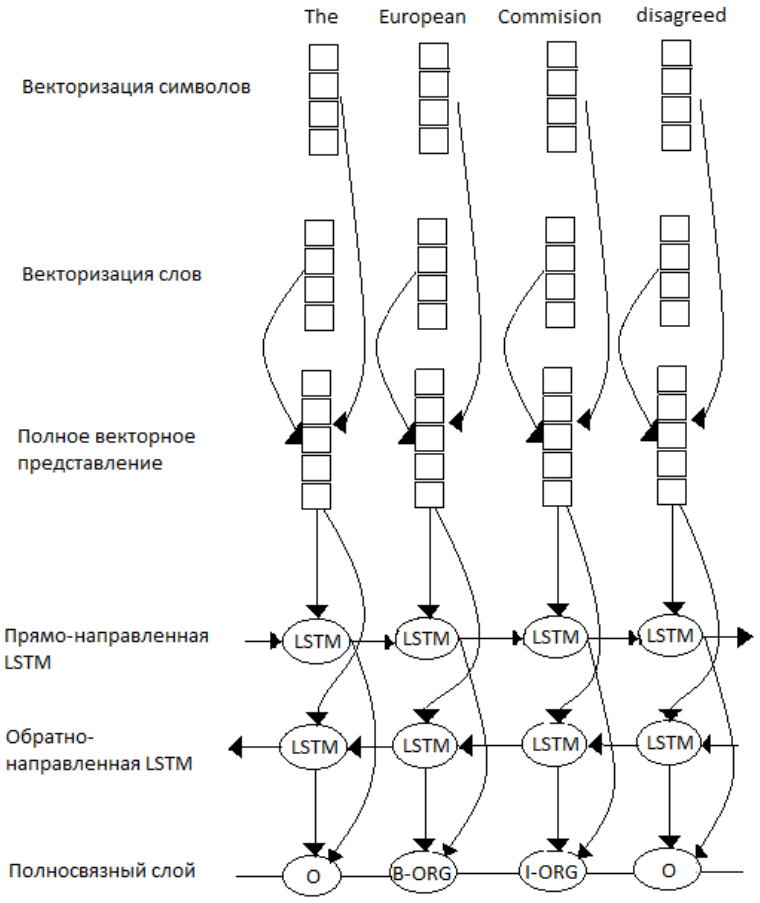


Рис. 1 Основная архитектура сети

LSTM. LSTM (Long Short-Term Memory) – разновидность рекуррентных нейронных сетей. Рекуррентные нейронные сети обладают способностью запоминания результатов прошлых итераций, однако они не способны запоминать их долгосрочно. Появляется проблема исчезновения градиента [10]. LSTM сети [11] разработаны с целью бороться с данной проблемой. Они содержат три основных блока, которые контролируют какая информация будет забыта, а какая будет передана на последующие итерации. Схематично LSTM блок может быть изображен как на рис. 2.

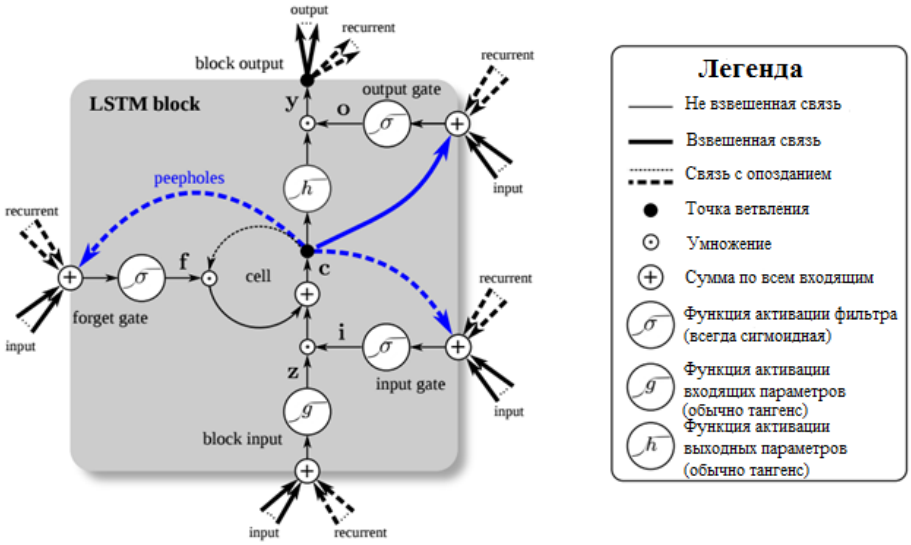


Рис. 2 LSTM блок [12]

Формально формулы для обновления LSTM блока в момент времени t можно представить, как:

$$i_t = \sigma(W_i h_{t-1} + U_i x_t + b_i) \quad (1)$$

$$f_t = \sigma(W_f h_{t-1} + U_f x_t + b_f) \quad (2)$$

$$\tilde{c}_t = tanh(W_c h_{t-1} + U_c x_t + b_c) \quad (3)$$

$$c_t = f_t \odot c_{t-1} + i_t \odot \tilde{c}_t \quad (4)$$

$$o_t = \sigma(W_o h_{t-1} + U_o x_t + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t \odot \tanh(c_t) \quad (6)$$

где

x_t – входной вектор в момент времени t,
h_t – вектор скрытого состояния (вывода) в момент времени t,
σ- сигмоидная функция,
Ui, Uf, Uc, Uo – матрицы весов различных фильтров для входного вектора x_t,
Wi, Wf, Wc, Wo – матрицы весов для вектора скрытого состояния h_t,
$\odot$ - поэлементное умножение,
b_i, b_f, b_c, b_o – векторы смещения.

Bi-LSTM. Главной идеей bi-LSTM является учитывание последовательности символов не только до текущей, но и после [13]. Таким образом происходит рассмотрение полного окружения. Bi-LSTM состоит из прямо направленной LSTM,

которая рассматривает последовательность до и обратно направленной, рассматривающей последовательность после. Затем полученные последовательности конкатенируются.

Векторизация. Целью векторизации является извлечение информации из текстового корпуса и сопоставление каждому его элементу (слову/символу) уникального числового вектора. Существуют разнообразные методы реализации векторизации, среди них Word2Vec [14], LSA [15], GloVe [16]. В данной работе использовался один из простых способов векторизации – one-hot embedding.

Набор данных. Обучение построенной модели проводилось на данных на русском языке, в качестве набора данных были использованы новостные источники, собранные с различных Казахстанских официальных новостных интернет-порталов [17-23]. Объём набора данных 330 составил предложений. Количество именованных сущностей по категориям в наборе данных: LOC – 295, ORG – 380, PER – 214. Данные были размечены с применением семи тегов: B-PER, I-PER, B-LOC, I-LOC, B-ORG, I-ORG, O. Где PER – PERSON (персона, имена людей), LOC – LOCATION (локация), ORG – ORGANIZATION (организация), B – BEGINNING (начало, первый токен именованной сущности), I – INSIDE (последующие (внутренние) токены именованной сущности), O - OTHER, токен, не являющийся именованной сущностью.

Обучение. Тренировка модели происходила в течение 10 эпох.

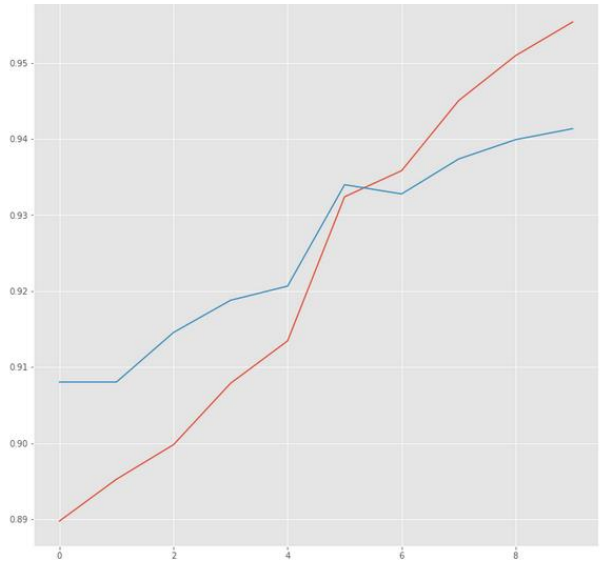


Рис. 3 Изменение точности (accuracy) в зависимости от эпохи, красной линией показана точность при обучении, синей линией – точность при валидации

Представитель	O	O
филиала	O	O
НДП	O	O
«	O	O
Нұр	B-ORG	B-ORG
Отан	I-ORG	I-ORG
»	O	O
ознакомили	O	O
участников	O	O
семинара	O	O
с	O	O
основными	O	O
требованиями	O	O
антикоррупционного	O	O
законодательства	O	O
Республики	B-LOC	B-LOC
Казахстан	I-LOC	I-LOC
.	O	O

Рис. 4 Пример распознавания именованных сущностей в предложении, где во второй колонке показаны исходные теги, а в третьей – теги, предсказанные моделью

Анализ построенной модели осуществлялся с помощью F_1-меры (9). Пусть tp – количество правильно распознанных тегов, fp – количество ошибочно распознанных как именованные сущности тегов, fn – количество ошибочно пропущенных, не распознанных как именованные сущности, тегов. Тогда

$$Precision = \frac{tp}{tp+fp}, \quad (7)$$

$$Recall = \frac{tp}{tp+fp}, \quad (8)$$

$$F_1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}, \quad (9)$$

Значение F_1-меры было вычислено со средним «макро» и «микро».

```
f1-score with average macro: 0.6862226877552394
f1-score with average micro: 0.919754180037684
```

Рис. 5 Значение F1-меры

Заключение

В данной работе был представлен метод извлечения именованных сущностей на русском языке с помощью алгоритма Bi-LSTM. Несмотря на то, что задача извлечения именованных сущностей имеет множество подходов к решению, наиболее популярными остаются подходы на основе машинного обучения с использованием контекстной информации. Алгоритм Bi-LSTM в качестве

контекстной информации использует двухстороннее окружение целевого слова (до и после него), и как показали проведенные эксперименты демонстрирует высокие результаты точности и полноты даже несмотря на то, что использовалась очень маленькая обучающая коллекция.

Исследование выполнено при финансовой поддержке МОН РК в рамках научного проекта № AP05132933 «Разработка системы извлечения знаний из гетерогенных источников данных для повышения качества принятия решений» (2018-2020).

Литература

1. D. W. Embley, D. M. Campbell, R. D. Smith, and S. W. Liddl. Ontology-based extraction and structuring of information from data-rich unstructured documents. In Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), pages 52–59, 1998.
2. C. Cardie. A case-based approach to knowledge acquisition for domain-specific sentence analysis. In Proceedings of the Eleventh National Conference on Artificial Intelligence, pages 798–803. AAAI Press, 1993.
3. T. Scheffer, C. Decomain, and S. Wrobel. Active hidden Markov models for information extraction. In Proceedings of the International Symposium on Intelligent Data Analysis, 2001.
4. T. Scheffer, S. Wrobel, B. Popov, D. Ognianov, C. Decomain, and S. Hoche. Learning hidden Markov models for information extraction actively from partially labeled text. K¨unstliche Intelligenz, (2), 2002.
5. M. Skounakis, M. Craven, and S. Ray. Hierarchical hidden Markov models for information extraction. In IJCAI, 2003.
6. A. K. McCallum, D. Freitag, and F. Pereira. Maximum entropy Markov models for information extraction and segmentation. In ICML, 2000.
7. A. K. McCallum and D. Jensen. A note on the unification of information extraction and data mining using conditional-probability, relational models. In IJCAI’03 Workshop on Learning Statistical Models from Relational Data, 2003.
8. Saha, S. K., Sarkar, S., & Mitra, P. (2008, January). A Hybrid Feature Set based Maximum Entropy Hindi Named Entity Recognition. In Proceedings of the Third International Joint Conference on Natural Language Processing: Volume-I (pp. 343-349). Hyderabad, India.
9. Rocktäschel, T., Weidlich, M., & Leser, U. (2012). ChemSpot: a hybrid system for chemical named entity recognition. Bioinformatics, 28(12), 1633-1640.
10. Razvan Pascanu, Tomas Mikolov, and Yoshua Bengio. On the difficulty oftraining recurrent neural networks. 2012.
11. Sepp Hochreiter and J¨urgen Schmidhuber. Long short-term memory. Neural computation, 9(8):1735–1780. 1997.
12. K. Greff, R. K. Srivastava, J. Koutník, Bas R. Steunebrink and J. Schmidhuber. LSTM: A Search Space Odyssey. 2017.
13. C. Dyer, M. Ballesteros, W. Ling, A. Matthews, and N. A. Smith.Transition-based dependency parsing withstack long short-term memory. InProceedingsof ACL-2015 (Volume 1: Long Papers), pages 334–343, Beijing, China, July. 2015.

14. T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado, J. Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. NAACL HLT. 2013.
15. Deerwester S., Dumais S. T., Furnas G. W., Landauer T. K., Harshman R. Indexing by Latent Semantic Analysis. The American Society for Informa-tion Science.1990;41:391-407
16. J. Pennington, R. Socher, C. D. Manning. GloVe: Global vectors for word representation. 2014.
17. ДЧС города Алматы. - http://www.dchs-almaty.kz
18. ДЧС города Астана. - http://astana-dchs.gov.kz/
19. ДЧС Южно-Казахстанской области. - http://dchs-uko.kz/
20. ДЧС Алматинской области. - http://www.dchsao.kz/index.php?id=
21. ДЧС Акмолинской области. - http://dchs.akmol.kz/
22. Казгидромет. - http://www.kazhydromet.kz/ru/news
23. Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция. - http://some.kz/index.php?p=card&outlang=1&oid=9

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗВЯЗЫВАНИЕ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ С ОПТИМАЛЬНЫМИ CLONALG-РЕГУЛЯТОРАМИ

Ширяева О.И., Самигулин Т.И.
e-mail: oshiryayeva@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В докладе представлены полученные результаты применения алгоритмов SMART-технологий, в частности алгоритмов искусственным иммунных систем (AIS), для решения задач оптимального управления сложными системами нефтегазовой отрасли. Получены результаты моделирования оптимальных PI-регуляторов для подсистем сложной системы управления процессом перегонки газа через дистилляционную колонну на основе алгоритма клональной селекции (CLONALG) искусственных иммунных систем. Использована процедура вычисления интегральной квадратичной оценки. Проведена процедура развязывания (decoupling) для решения проблемы влияния взаимосвязей на выходные сигналы.*

Алгоритмы искусственных иммунных систем часто применяются для решения задач оптимизации и распознавания образов, напоминающие параллельный алгоритм с восхождением к вершине и генетический алгоритм без оператора кроссинговера [1]. В качестве развития на класс сложных систем, особый интерес представляет собой алгоритм клональной селекции (CLONALG), который разработан на основе процессов иммунной системы и её клонально-селективной теории [2]. В работах [3,4] результаты моделирования показывают, что алгоритмы

иммунной системы для настройки ПИД-регуляторов одномерных систем имеют высокую точность решения и скорость сходимости.

В качестве сложной системы, в данном докладе, рассматривается объект нефтегазовой отрасли – дистилляционная колонна, которая является наиболее распространенным инструментом для процесса очистки природного газа от различных примесей. Математическая модель, разработанная в [5], описывает систему управления очистки газа в дистилляционной колонне и основывается на структуре баланса энергии. В этой структуре входами являются скорость потока жидкости, L, и скорость потока пара, V, а выходами – концентрации продуктов χ_D и χ_B.

Модель дистилляционной колонны:

$$\begin{vmatrix} \chi_D(s) \\ \chi_B(s) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{0.0042}{1.9588\,s+1} & \frac{-0.0062}{1.9588\,s+1} \\ \frac{-0.0052}{1.9588\,s+1} & \frac{0.0072}{1.9588\,s+1} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} L(s) \\ V(s) \end{vmatrix}.$$

Пусть $G_{11}(s), G_{12}(s), G_{21}(s), G_{22}(s)$ – передаточные функции объекта, связывающие входы и выходы:

$$\begin{vmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1(s) \\ u_2(s) \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где G_{11}, G_{22} – передаточные функции изолированных подсистем;

G_{12}, G_{21} – передаточные функции взаимосвязей между подсистемами.

Постановка задачи. Для многомерной многосвязной системы управления процессом перегонки газа через дистилляционную колонну (1) необходимо синтезировать регулятор на основе алгоритмов AIS с целью наискорейшего достижения желаемых режимов.

Для решения поставленной задачи, в связи с наличием взаимосвязей в системе (1), необходимо реализовать следующие шаги:

1) ввести в рассмотрение сложную систему управления процессами дистилляционной колонны без взаимосвязей.

2) выбрать критерии качества для выходных сигналов, y_1, y_2, подсистем с целью решения задачи стабилизации;

2) выбрать закон типовых регуляторов для решения задачи стабилизации выходных сигналов;

3) решить задачу синтеза типовых регуляторов для изолированных подсистем без взаимосвязей;

4) для сложной системы с взаимосвязями, с включёнными регуляторами в подсистемах, реализовать процедуру развязывания, чтобы компенсировать влияние взаимосвязей на выходные сигналы.

Для анализа выходных процессов, y_1, y_2, рассмотрим модель сложной системы с отключёнными взаимосвязями, в соответствии с выражением (1):

$$\begin{vmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} G_{11}(s) & 0 \\ 0 & G_{22}(s) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1(s) \\ u_2(s) \end{vmatrix}. \quad (2)$$

Для изолированных подсистем (2) необходимо рассчитать параметры PI-регуляторов:

$$C_{PI1}(s) = P_1 + I_1 \frac{1}{s} = x_1 + x_2 \frac{1}{s}; \qquad C_{PI2}(s) = P_2 + I_1 \frac{1}{s} = x_3 + x_4 \frac{1}{s}.$$

Выберем для настройки параметров регуляторов, x_1, x_2, x_3, x_4, один из алгоритмов AIS – алгоритм клональной селекции CLONALG [3]. В качестве критериев качества – интегральные квадратичные критерии, обеспечивающие решение задачи стабилизации:

$$ISE_i = \int_{t=0}^{\infty} e_i^2(t)dt, \quad i = \overline{1,2}, \quad (3)$$

где $e_i(t)$ – ошибки рассогласования между желаемыми и выходными сигналами, y_1, y_2;

$i = \overline{1,2}$ – количество подсистем.

Для расчёта параметров PI-регулятора, x_1, x_2, x_3, x_4, на основе алгоритма клональной селекции, CLONALG, используем процедуру вычисления интегральной квадратичной оценки, в результате которой можно получить критерии качества (3) в следующем виде [6]:

$$ISE = \int_0^{\infty} e^2(t)dt = \frac{1}{2a_n^2\Delta}\left(B_m\Delta_m + B_{m-1}\Delta_{m-1} + \ldots\ldots + B_0\Delta_0\right) - \frac{e_m e_{m-1}}{a_n^2} \quad (4)$$

где параметры *a* и *b* находятся из передаточной функции замкнутой системы каждой из подсистем (2).

Окончательная формула критерия качества для первой изолированной подсистемы (2) имеет вид:

$$I_1 = \frac{(1 + 0.0042 \cdot x_1)^2 + 0.0042 \cdot x_2 \cdot (1.9588) + (0.0042 \cdot x_1)^2}{2 \cdot (0.0042 \cdot x_2 \cdot (1 + 0.0042 \cdot x_1))} - \frac{x_1}{x_2}. \quad (5)$$

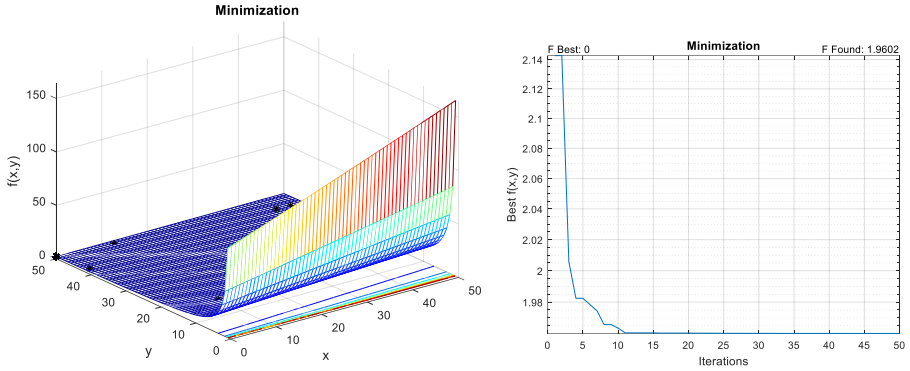
Интегральная квадратичная оценка для второй подсистемы определяется выражением:

$$I_2 = \frac{(1+0.0072\cdot x_3)^2 + 0.0072\cdot x_4 \cdot 1.9588 + (0.0072\cdot x_3)^2}{2\cdot(0.0072\cdot x_4\cdot(1+0.0072\cdot x_3))} - \frac{x_3}{x_4}. \quad (6)$$

На основании выражений (5) и (6) постановка задачи сводится к оптимизации критериев качеств (5) и (6) с использованием алгоритма CLONALG и получению параметров регуляторов, x_1, x_2, x_3, x_4.

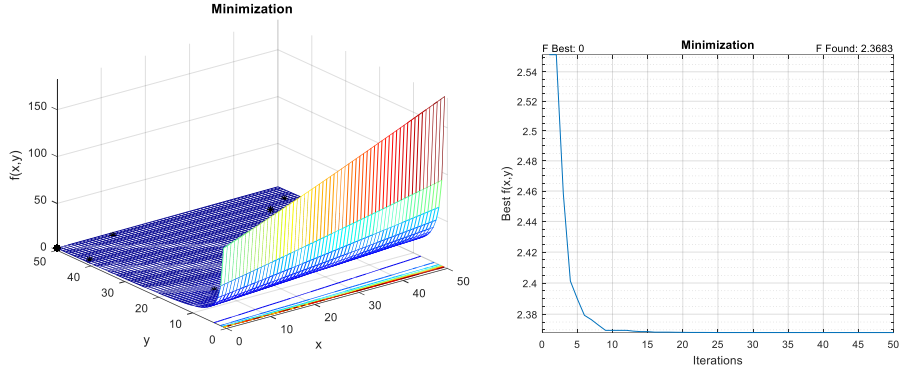
В результате реализации программы в среде MATLAB получены графики процедуры минимизации (5) для первой подсистемы (рисунок 1).

На рисунке 1а) представлены графики изменения критерия качества подсистемы в зависимости от координат. На рисунке 1б) – количество итераций, в результате которых получено лучшее значение критерия качества. На рисунке 2 представлены аналогичные результаты для второй подсистемы с критерием (6).



а) б)

Рис. 1 Результаты алгоритма CLONALG для критерия (5)



а) б)

Рис. 2 Результаты алгоритма CLONALG для критерия (6)

В результате реализации алгоритма CLONALG, выражения для регуляторов (5), (6), настроенных на основе алгоритма клональной селекции [7]:

1-я подсистема: $$C_{PI1}(s) = 19.54 + 48.12\frac{1}{s}, \quad (7)$$

2-я подсистема: $$C_{PI2}(s) = 22.73 + 23.86\frac{1}{s}. \quad (8)$$

Результаты моделирования изолированных подсистем с PI-регуляторами представлены на рисунке 3.

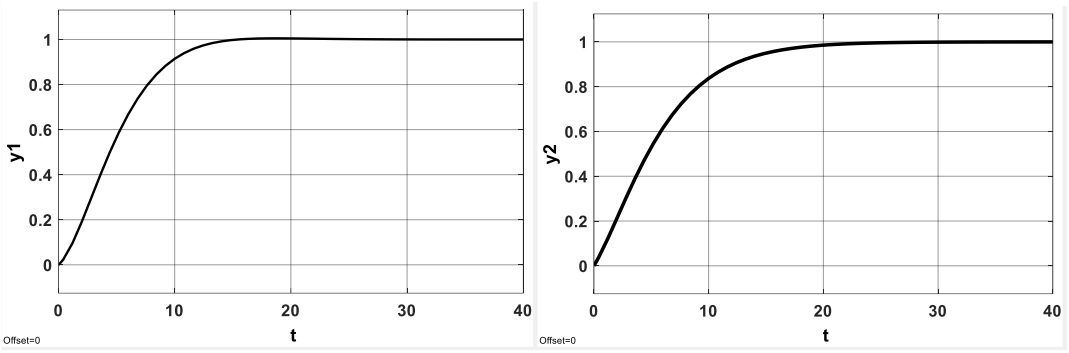
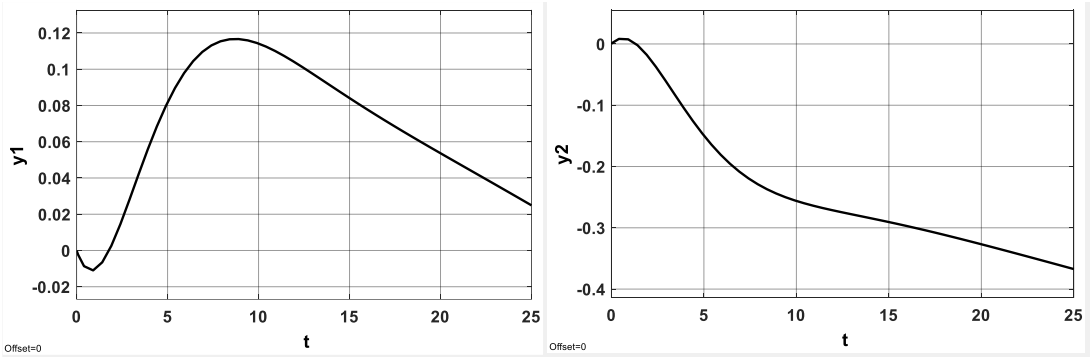


Рис. 3 Результаты алгоритма CLONALG для подсистем с регуляторами (7), (8)

В соответствии с полученными результатами можно сделать вывод, что алгоритм клональной селекции искусственных иммунных систем позволяет синтезировать регулятор, обеспечивающий минимум заданного критерия качества.

При моделировании сложной системы управления (1), можно сделать вывод, что взаимосвязи влияют на выходные сигналы системы, с включёнными в контур регуляторами (рисунок 4).



а) б)

Рис. 4 Результаты моделирования сложной системы с взаимосвязями

Для того чтобы обеспечить сложной системе с синтезированными регуляторами желаемую динамику применим процедуру развязывания. Основная идея данной процедуры заключается в применении дополнительных контроллеров

для компенсации влияния взаимосвязей, с целью уменьшения их взаимодействия в контуре управления [8].

В идеале развязывающее управление позволяет влиять только на желаемые регулируемые переменные. Динамически развязанные системы – система, у которой каждый выход зависит от одного и только одного входа. Если все перекрестные функции передачи равны нулю или пренебрежимо малы, многоконтурная система вырождается в набор независимых (развязанных) однопетлевых систем.

Задача развязывания была решена авторами в работе [8]. Такая система представляется в виде нескольких независимых подсистем, которые могут управляться с помощью одномерных методов и управление производится по двум независимым контурам.

Для системы (1) с регуляторами (7), (8) развязывающая матрица состоит из элементов:

$$H_1 = -35; \quad H_2 = -45. \tag{9}$$

Схема моделирования сложной системы управления процессами в дистилляционной колонне с взаимосвязями (1), PI-регуляторами и развязывающими коэффициентами (9), показана на рисунке 5.

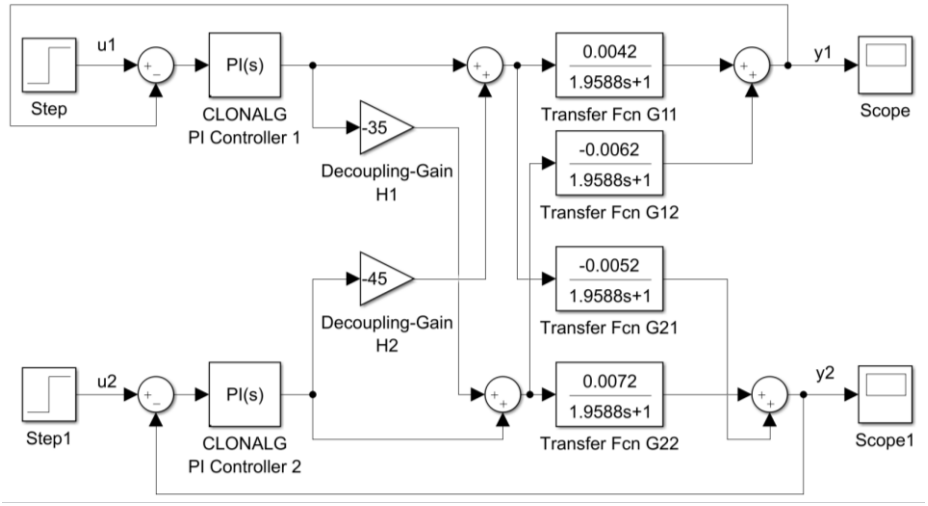
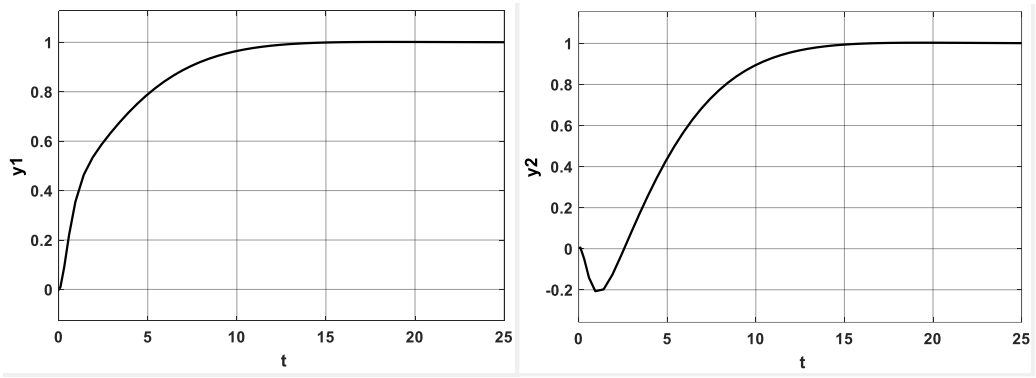


Рис. 5 Схема моделирования сложной системы с блоками «Decoupling-Gain»

Блоки развязки-усиления, «Decoupling-Gain», являются элементами контроллера развязки. При полной развязке многомерная система разделяется таким образом, что в системах управления нет взаимодействий [8]. По результатам моделирования (рисунок 6) можно сделать вывод о том, что процедура развязывания обеспечивает сложной системе с синтезированными регуляторами желаемую динамику.



а) б)

Рис. 6 Результаты моделирования сложной системы

Данный этап развязывания является основной процедурой при применении алгоритма клональной селекции CLONALG искусственных иммунных систем для решения задачи синтеза оптимального управления сложной системой.

Заключение

В результате проделанной работы в докладе сделаны выводы о примененимости алгоритмов SMART-технологий, в частности алгоритмов искусственным иммунных систем, для решения задач оптимального управления сложными системами. Для решения проблемы влияния взаимосвязей на выходные сигналы, реализована процедура развязывания искусственной иммунной системы для многомерной многосвязной системы управления процесса перегонки газа через дистилляционную колонну.

Результаты моделирования с использованием алгоритма CLONALG позволяют сделать вывод об эффективности использования методологии искусственных иммунных систем для сложных систем управления. В перспективе планируется получить результаты применения алгоритмов искусственных иммунных систем для реализации процедуры развязывания сложных систем.

Работа выполнена по гранту КН МОН РК по теме: "Разработка когнитивной Smart-технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта" № AP05130018 (2018-2020 гг.).

Литература

1. Бобиков, А.И. Настройка весовых матриц ЗСУР регулятора с помощью биоинспирированных алгоритмов оптимизации / А.И. Бобиков // – Вестник РГРТУ, 2016. – №55. – С. 77-83.

2. Litvinenko, V.I., Fefelov, A.A., Goravsky, S.P. Object-oriented implementation of the clonal selection algorithm / V.I. Litvinenko, A.A. Fefelov, S.P. Goravsky // – Radio electronics. Computer science. Management, 2003. – N1. – P. 81-88.

3. Saleh, M., Saad, S. Artificial Immune System based PID Tuning for DC Servo Speed Control. / M. Saleh, S. Saad // – International Journal of Computer Applications, 2016. – №2. – Vol. 155. – P. 23-26.

4. Wang, M., Feng, S., He, Ch., Li, Zh., Yu, X. An Artificial Immune System Algorithm with Social Learning and Its Application in Industrial PID Controller Design / M. Wang, S. Feng, Ch. He, Zh. Li, X. Yu // Mathematical Problems in Engineering, 2017. – Vol.2017. – 13pp.

5. Minh, V.T., Rani, A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process / V.T. Minh, A.A. Rani. – Perak.: Hindawi Publishing Corporation. Mathematical problems in engineering. – 2009. – 14 p.

6. Dorf, R.C., Bishop, R.H. Modern Control Systems / – New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2011. – 1071pp.

7. Ширяева, О.И., Самигулин, Т.И. Разработка искусственной иммунной системы управления многомерным объектом нефтегазовой отрасли / О.И. Ширяева, Т.И. Самигулин // – Харьков: Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика и моделирование, 2019. – № 13 (1338). – Р. 155-165.

8. Ширяева, О.И., Самигулин, Т.И. Разработка smart-системы управления сложным объектом нефтегазовой отрасли с использованием процедуры развязывания / О.И. Ширяева, Т.И. Самигулин // – Алматы: Вестник КазНИТУ, 2017. – №5. – С. 50-55.

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО НЕПОЛНЫМ ОТПЕЧАТКАМ ПАЛЬЦЕВ

Шорманов Т.С., Мазаков Т.Ж., Тусупова С.А., Айпанов Ш.А., Мазакова А.Т.

e-mail: tmazakov@mail.ru

Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена современным алгоритмом обработки изображений для биометрической идентификации личности по отпечаткам пальцев. Они являются основными инструментами по улучшению результатов деятельности в самых различных отраслях. Рассматриваются идентификационные признаки строения папиллярных узоров на пальцах принято подразделять на глобальные и локальные признаки. Получен результат совпадении отпечатков пальцев с различным вращением.*

Ключевые слова: *отпечатки пальцев, идентификационные признаки, минуция, папиллярные узоры.*

Введение. Отпечатки пальцев являются одним из основных способов идентификации личности, это связано с особенностями строения кожи на пальцах рук, а именно с уникальностью папиллярных узоров. Идентификационные признаки строения папиллярных узоров на пальцах принято подразделять на глобальные и локальные признаки.

Глобальные признаки можно увидеть невооружённым глазом. К таким признакам относятся: тип и вид папиллярного узора; направление и крутизна потоков папиллярных линий; строение центрального рисунка узора; и другие признаки.

Другой тип признаков — локальные. Их также называют минуциями (особенностями или особыми точками) уникальные признаки присущие только конкретному отпечатку, определяющие пункты изменения структуры папиллярных линий (окончание, раздвоение, разрыв и т. д.), ориентацию папиллярных линий и координаты в этих пунктах.

Анализ основанный на сопоставление локальных признаков – минуции наиболее популярный подход к идентификации, поскольку считается, что минуции являются наиболее разборчивыми и надежными признаками [2]. При этом необходимо учитывать, что отпечатки одного и того же человека полученные в разное время никогда не будет выглядеть одинаково. Различное давление, скорость, направление, а также уровень влажности внешней среды и самой кожи приведут к разным изображениям. Также с возрастом отпечатки пальцев становятся менее четкими и могут измениться.

Следует отметить, что область знаний, рассматривающая такие задачи относиться к задачам компьютерного зрения, в рамках которого были предложены различные методы цифровой обработки и анализа изображении, а именно описание локальных окрестностей характерных точек – дескрипторов.

Применения алгоритмов для описания локальных особенностей началось в конце 1990-х годов. Были предложены различные алгоритмы обработки и анализа изображении: дескриптор SIFT, дескриптор SURF, а также другие алгоритмы в связи с чем появилась возможность быстро получать уникальные характеристики по каждому изображению.

Между отпечатками одного и того же человека имеются определенные зависимости, которые необходимо установить.

Методы. Объектами анализ являются фотографии отпечатков пальцев, полученные из открытых источников - Fingerprint Verification Competition 2004 (FVC2004) [14]. В FVC2004 упор делается на искажения, а также на получение изображения сухих и влажных отпечатки пальцев.

Дескриптор SIFT

Алгоритм SIFT (Scale Invariant Feature Transform), был предложен в 1999 году D.Lowe, University of British Columbia [6]. Этот дескриптор представляет собой локальную гистограмму направлений градиентов изображения. Для построения дескриптора изображения необходимы следующие шаги:

Для нахождения пирамиды изображения используется Лапласовую пирамиду, в которой находим высокочастотную информацию об изображении. Ключевые точки изображения, в основном, находятся в этих высокочастотных частях изображения. Фактически, Разница по Гауссиан (DoG) является приближением Лапласиана к Гауссиану (LoG). Необходимо построить несколько пирамид с разным

масштабом изображения, пирамиды необходимы для инвариантности к изменению масштаба, а также для поиска ключевых точек в разных масштабах.

Ориентация ключевых точек, для каждой ключевой точке строится гистограммы градиентов, окрестность особой точки делится на четыре квадратных сектора. В каждом пикселе внутри каждого сектора вычисляется градиент изображения, его направление и модуль. Затем модули градиентов умножаются на вес, экспоненциально убывающий с удалением от точки интереса. Смысл применения веса заключается в том, чтобы избежать резких изменений значения дескриптора при небольших изменениях положения окна, а также в том, чтобы градиенты, удаленные от центра дескриптора, вносили меньший вклад в его значение, поскольку градиенты на периферии окрестности точки интереса наименее устойчивы при геометрических преобразованиях.

По каждому сектору собирается гистограмма направлений градиентов, причем каждое вхождение взвешивается модулем градиента.

Локальный дескриптор SIFT представляет собой вектор, полученный из значений всех элементов гистограмм направлений, и состоит из 128 компонент (8 (число бинов) ×4×4 (число квадратов)). Дескриптор нормируется, чтобы повысить его устойчивость к изменениям яркости.

Недостаток алгоритма, дескриптор-вектор состоит из 128 действительных чисел, то есть занимает как минимум 512 байтов на одну ключевую точку, что требуют значительно большей вычислительно мощности от аппаратной части. Ниже (рисунок 2.) приведен пример оценки ключевых точек отпечатка с помощью алгоритма SIFT

Рисунок 2.Оценка ключевых точек дескриптор SIFT

Дескриптор SURF

Алгоритм SURF (Speeded up Robust Features) был предложен в 2008 году [7] и является дальнейшим развитием методики SIFT, он также относится к числу дескрипторов, которые одновременно выполняют поиск особых точек и строят их описание, инвариантное к изменению масштаба и вращения. Дескриптор хорошо зарекомендовал себя в задачах поиска объектов на изображениях и при сравнении изображений.

В методике SIFT используется Разница по Гауссиан (DoG) для построения пирамид изображений. Для расчета пирамиды изображения SURF используются

разные масштабы Гессиан масок, в то время как масштаб изображения всегда неизменен. Таким образом ускоряется время расчета, без уменьшения изображения.

Поиск ключевых точек производится с помощью матрицы Гессе. Гессиан имеет свойство инвариантности относительно поворота изображения, но не имеет инвариантности к изменению масштаба изображения. В связи с чем алгоритм SURF использует разномасштабные фильтры для нахождения гессианов. Для каждой ключевой точки считается градиент и масштаб. Градиент в точке вычисляется с помощью фильтров Хаара. Размер фильтра берется равным 4s (где s – масштаб особой точки).

После нахождения ключевых точек, метод SURF формирует их дескрипторы.

Дескриптор для каждой ключевой точки представляет собой набор из 64 (либо 128) чисел. Эти числа отображают флуктуации градиента вокруг ключевой точки. Поскольку ключевая точка представляет собой максимум гессиана, тем самым гарантируется, что в окрестности точки должны быть участки с разными градиентами. Таким образом, обеспечивается дисперсия (различие) дескрипторов для разных ключевых точек, за счет чего достигается инвариантность дескриптора относительно поворота. Размер области, на которой считается дескриптор, определяется масштабом матрицы Гессе, что обеспечивает инвариантность относительно масштаба.

Преимущества метода: метод SURF имеет более высокую точность и скорость распознания в сравнение с методикой SIFT.

Недостатки метода аналогичны недостаткам методикой SIFT – это требовательность к вычислительной мощности, а также наличие патента и запрета на его использование в коммерческих целях, без согласия правообладателя. Ниже (рисунок 3.) приведен пример оценки ключевых точек с помощью алгоритма SURF.

Рисунок 3.Оценка ключевых точек дескриптор SURF

Дескриптор ORB

Алгоритм ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) является комбинацией детектора ключевых точек FAST [9] и бинарных дескрипторов BRIEF [10], данный метод был предложен в 2011 году в работе [11], как эффективная замена для дескрипторов SURF/ SIFT.

Детектор FAST, используется для поиска ключевых точек.

Для поиска угловых точек алгоритм поочерёдно сравнивает яркость по 16 окружающим пикселям вокруг каждого пикселя p. Все 16 пикселей затем сортируются по трем классам (светлее, чем p, темнее, чем p или аналогично p). Если

более 8 пикселей темнее или ярче, чем p, то данный пиксель выбирается в качестве ключевой точки.

Выбор только 4 пикселей на окружности позволяет быстро отсеять не подходящие точки, но в некоторых случаях возможно определение разных особенностей в одной окружности.

Однако алгоритм FAST не имеют компонента ориентации и функций нескольких масштабов. Для решения этой проблемы используется многоуровневая пирамида изображений. Каждый уровень в пирамиды изображения содержит уменьшенную версию изображения, чем предыдущий уровень. Обнаруживая ключевые точки на каждом уровне, алгоритм эффективно находит ключевые точки в другом масштабе. Таким образом, детектор FAST является частичным масштабным инвариантом.

После определения местоположения ключевых точек детектор FAST назначает ориентацию каждой ключевой точке, например, влево или вправо, в зависимости от того, как уровни интенсивности меняются вокруг этой ключевой точки. Для обнаружения изменения интенсивности шар использует центроид интенсивности. Центроид интенсивности предполагает, что интенсивность угла смещена относительно его центра, и этот вектор может использоваться для расчета ориентации.

Введение параметра угловой ориентации позволяет добиться устойчивости детектирования при вращении объекта.

Дескриптор направленный BRIEF

Данный дескриптор берет все ключевые точки, найденные алгоритмом FAST, и преобразует его в вектор двоичных объектов, чтобы вместе они могли представлять объект. Вектор двоичных объектов также известен как дескриптор двоичных объектов - это вектор объектов, который содержит только 1 и 0.

Дескриптор BRIEF сглаживает изображение, используя ядро Гауссиан, чтобы предотвратить чувствительность дескриптора к высокочастотному шуму. BRIEF выбирает случайную пару пикселей в определенной окрестности вокруг ключевой точки [12]. Определенная окрестность вокруг пикселя называется патчем и представляющим собой квадрат ширины и высоты равный выбранному пикселю особой точки. Первый пиксель в случайной паре взят из гауссовского распределения с центром вокруг ключевой точки с разбросом σ(сигма). Второй пиксель в случайной паре взят из гауссовского распределения с центром вокруг первого пикселя с разбросом σ(сигма)/2. Теперь, если первый пиксель ярче второго, он присваивает значение 1 соответствующему биту, иначе 0.

Данный дескриптор представляется в виде вектора длиной 256, состоящего из результатов бинарных тестов вокруг особой точки.

Для достижения инвариантности к вращению область вычисления дескриптора ориентируется по ориентации особой точки.

Преимущества метода: метод ORB имеет высокую скорость работы в сравнение с методиками SIFT/SURF.

Недостатки метода: Данный метод имеет более «низкую» точность распознания в сравнение с методиками SIFT/SURF.

Ниже (рисунок 4.) приведен пример оценки ключевых точек с помощью алгоритма ORB

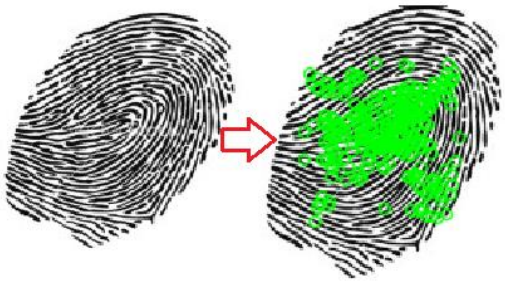


Рисунок 4.Оценка ключевых точек дескриптор ORB

Результаты. Анализ алгоритмов поиска и идентификации по изображениям показал, что для решения задачи идентификации по неполному отпечатку пальцев отпечаткам пальцев эффективно использовать дескрипторы ключевых точек, в связи с тем, что они обеспечивают возможность получения классификатора отпечатка пальца с высокой степенью точности, пример оценки 30 ключевых точек показан алгоритмами ORB, SIFT и SURF (рисунке 5).

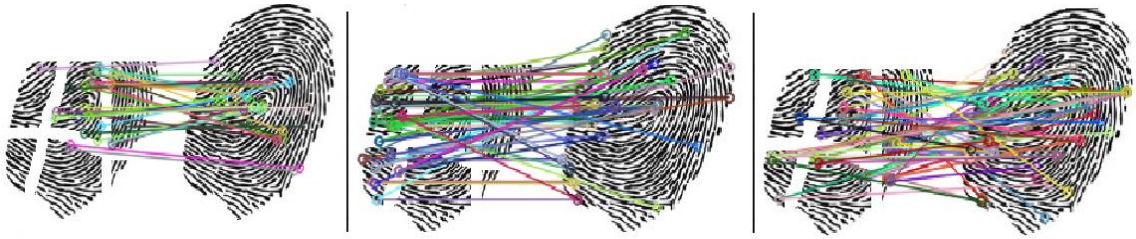


Рисунок 5.Оценка 30 ключевых точек дескриптор ORB(слева), SIFT(центр), SURF(справа)

Экспериментальное исследование биометрической идентификации по отпечаткам пальцев, созданной на основе предложенных методов поиска ключевых точек, показало, что разработанная программная система обладает инвариантностью к поворотам изображения. Способна работать в большом диапазоне изменении освещения до 50-70% от уровня освещения на изображении, а также обладает инвариантностью к изменению масштаба (без изменения разрешения) и незначительным искажениям [13].

Обсуждение. Использование подхода на основании выделения ключевых точек на изображении для проведения биометрической идентификации по отпечаткам пальцев, позволяет создать на ее базе программную систему для быстрого распознания отпечатков и последующую поиска.

Дескрипторы классических признаков (SURF/SIFT) имеют лучшие классифицирующие способности при решении задачи поиска на текстурированных

изображениях. Алгоритмы более требовательны к аппаратной части и больше подходят для других задач компьютерного зрения.

Алгоритм ORB имеет более высокую скорость работы в сравнение с вышеуказанными алгоритмами методиками SIFT/SURF, и больше подходит для задач биометрической идентификации по отпечаткам пальцев. Дескрипторы алгоритма ORB это бинарные дескрипторы и проверка на совпадение для таких дескрипторов, это сумма расстояний Хэмминга для каждого байта дескриптора. Применение данного алгоритма больше подходят для задач поиска совпадении по не полному отпечатку пальца.

Выводы. В ходе выполнения исследовательской работы были выполнены следующие задачи, были исследованы и проанализированы три алгоритма по идентификации ключевых точек для решения задачи проведения биометрической идентификации по отпечаткам пальцев. Перспективной областью применения алгоритмов являются дополнение «классических» программных продуктов для создания электронных дактило карт для поиска по не полному отпечатку пальца, поскольку часто на практике имеется только часть отпечатка пальцев для проведения поиска совпадений.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту AP05131027 «Разработка биометрических методов и средств защиты информации».

Литература

1. X. Tan and B. Bhanu, “Robust fingerprint identification,” in International Conference on Image Processing 2002, vol. 1. IEEE, 2002, pp. I–277.
2. C. Kai, Y. Xin, C. Xinjian, Z. Yali, L. Jimin, and T. Jie, “A novel ant colony optimization algorithm for large-distorted fingerprint matching,” Pattern Recognition, vol. 45, no. 1, 2012, pp. 151–161.
3. P. Viola and M.J. Jones, «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–154.
4. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski: «ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF», Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on. IEEE, pp. 2564–2571, 2011.
5. Zitova B., Flusser J. Image registration methods: a survey // Image and Vision Computing. – 2003. – V. 21. – P. 977–1000.
6. Lowe D. G. Object recognition from local scale-invariant features // Proc. Intl. Conference on Computer Vision. – 1999. – P. 1150–1157.
7. Bay H., Ess A., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded up robust features // Computer Vision and Image Understanding. – 2008. – V. 110. – P. 346–359.
8. Guoshen Yu, and Jean-Michel Morel, ASIFT: An Algorithm for Fully Affine Invariant Comparison, Image Processing On Line.1 (2011), pp. 11–38.
9. Rosten, Edward, Tom Drummond: "Machine learning for high-speed corner detection”, 9th European Conference on Computer Vision (ECCV), pp. 430 – 443, 2006.

10. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary R.Bradski: «ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF». ICCV 2011: 2564-2571.

11. Pablo F. Alcantarilla, Jesús Nuevo, Adrien Bartoli: «Fast Explicit Diffusion for Accelerated Features in Nonlinear Scale Spaces». In British Machine Vision Conference (BMVC), 2013.

12. Chen Y, Jain AK: «Beyond minutiae: A fingerprint individuality model with pattern, ridge and pore features». Third IAPR/IEEE International Conference on Biometrics, Lecture Notes in Computer Science, eds Tistarelli M, Nixon MS (Springer, Berlin), Vol 5558, pp 523–533, 2009.

13. Biometric Systems Lab, Pattern Recognition and Image Processing Lab. Biometric Test Center [Online]. Available: http://bias.csr.unibo.it/ fvc2004/, 2004.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ХРАНИЛИЩЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРКЕСТРАЦИИ

Яворский В.В.[1], Касымова Д.Т.[2], Клюева Е.Г.[1]

e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru, e.klyueva@kstu.kz, dika.cat@mail.ru

[1]Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В статье рассматривается концепция совершенствования управления городскими транспортными системами, которая может быть реализована в рамках интеллектуальной транспортной системы города (ИТС). Анализируется схема взаимодействия обеспечивающих подсистем интеллектуальной транспортной системы и подсистем управления городской транспортной системой. В рамках создания ИТС предлагается интегрировать различные информационные структуры и системы. Оркестраторы в контексте данной задачи могут использоваться для обеспечения балансировки нагрузки, масштабируемости и отказоустойчивости. Унифицированная система управления и оркестрации включает интеграцию программного обеспечения с бизнес-приложениями высокого уровня и внутренним порталом.*

Современные города сталкиваются с растущими проблемами от увеличения уровня урбанизации и постоянного роста населения и инфраструктуры. Продвинутые беспроводные сети и интернет вещей (IoT) позволяют использовать множество устройств; облачные вычисления осуществляют обмен данными и интеграцию; унифицированные коммуникации (UC&C) - межведомственное сотрудничество, а Центр интеллектуальных операций повышает эффективность городского управления [1].

Усложнение производственных и информационных систем с неизбежностью приводит к созданию сервисных архитектур. В рамках создания интеллектуальных транспортных систем предполагается интеграция различных информационных структур и систем.

Цель работы

Для обеспечения балансировки нагрузки, масштабируемости и повышения отказоустойчивости могут использоваться вспомогательные средства - оркестраторы [2]. В рамках исследования необходимо рассмотреть возможности использования механизмов оркестрации данных в работе дата-центра интеллектуальной транспортной системы.

Материалы и методы

Оркестрация - это координация взаимодействия нескольких накопителей данных. В принципе, можно создавать хранилище, в котором запущены сразу все необходимые процессы, но этот подход лишен гибкости при масштабировании, изменении архитектуры, а также создает проблемы с безопасностью, т.к. в этом случае процессы никак не изолированы и могут без ограничений влиять друг на друга [3]. Оркестрация же позволяет строить информационные системы из небольших частей-контейнеров, каждый из которых ответственен только за одну задачу, а общение осуществляется через сетевые порты и общие директории [4]. При необходимости контейнеры в таком «оркестре» можно заменять на другие, например, чтобы проверить работу приложения на другой версии базы данных. Аналитические системы, которые будут функционировать в рамках системы ИТС: «умного» транспорта, предполагают работу как со структурированными, так и с неструктурированными данными. При этом большой объем приходится именно на неструктурируемую информацию, например, на видеопоток. Так что многие полагают, и не без оснований, что реально работающие системы появились только с внедрением инструментов нового поколения, которые используют средства анализа больших данных (Big Data), а также средств искусственного интеллекта — машинного обучения. Именно они позволили без участия человека выявлять потенциально опасные события. Контейнеры оркестрации оснащаются средствами анализа видеоданных, поступающих с камер, наблюдающих за дорожным движением, поскольку системы видеофиксации являются основным источником оперативных данных о состоянии движения. Однако, следует отметить, что система аналитики не поможет, если само видеонаблюдение спроектировано с ошибками. Например, если обзор перекрывается, камеры имеют недостаточное разрешение или чувствительность, что особенно критично в темное время суток. Отмечались случаи, когда система начинала регулярно ошибаться, если положение камер меняли, например, из-за воздействия ветра. Именно с этим связывают массовые случаи выявления ложных нарушений скоростного режима в Москве летом 2017 года [5].

Если обратиться к мировому опыту, то системы анализа видеопотоков впервые дали максимально положительный результат в декабре 2012 года в Нью-Йорке. Был день, когда не было зафиксировано ни одного нарушения. Это случилось впервые за всю историю города. И внедрение системы видеоаналитики департаментом

полиции, а также видеокамер на общественном транспорте способствовало этому успеху. Данная система была внедрена по инициативе тогдашнего мэра города Майкла Блумберга. Он опирался на свой опыт в области инвестиций, где работа уже давно немыслима без использования средств автоматизации и аналитики. При этом резидентом штата Нью-Йорк является компания IBM, у которой уже в 2000-е годы была работающая система Smart Vision Suite, позволявшая в реальном времени и практически без участия человека фиксировать разного рода инциденты и реагировать на них. Ситуационные центры анализа транспортной ситуации есть и у московских предприятий, управляющих общественным транспортом, будь то автобусы, наземный электротранспорт, метрополитен. Наиболее наглядным примером работы по анализу пассажиропотоков стало заметное расширение времени работы по пиковым нагрузкам. Результат не заставил себя долго ждать. При этом данные по загрузке транспортных средств были получены как раз при анализе видеопотока [5]. Впрочем, это уже не является чисто московским ноу-хау, но имеющийся опыт относится в основном к небольшим городам, тогда как в миллионниках все долгое время упиралось в масштабы.

Для интеллектуальной транспортной системы с функционированием на базе технологий оркестрации подходящей является сервис-ориентированная архитектура, которая предполагает модульный подход к разработке программ, в основе которых лежат слабо связанные распределенные компоненты [6]. Интерфейсы компонентов в сервис-ориентированной архитектуре инкапсулируют детали реализации (операционную систему, платформу, язык программирования) от остальных компонентов, таким образом, обеспечивая комбинирование и многократное использование компонентов для построения сложных распределённых программных комплексов, обеспечивая независимость от используемых платформ и инструментов разработки, способствуя масштабируемости и управляемости создаваемых систем.

Существуют различные платформы для оркестрации контейнеров. Они позволяют реализовать удобные и эффективные средства развертывания контейнерных систем, построения единой централизованной консоли для применения политик управления. Наиболее известны следующие системы: Kubernetes, Docker Swarm и Apache Mesos. Кроме того, есть еще Nomad, Fleet, Aurora, Amazon EC2 Container Service, Microsoft Azure Container Service, однако они менее популярны. Рассмотрим функционал наиболее известных систем для оркестрации данных.

Kubernetes — OpenSource-система для управления контейнерными кластерами. Появилась в результате наработок Google при использовании механизма для изоляции процессов в виртуальной среде (Borg). В 2014 г. Google открыла код Kubernetes и стала распространять систему под лицензией Apache 2.0 [6]. Благодаря тому, что Google открыла код и сделала свою систему оркестрации открытой, она стала самой популярной. Сегодня ее можно рассматривать как лучшее и универсальное решение для работы с приложениями в облачной среде. Платформу оркестрации поддерживают такие компании, как Red Hat, IBM, CoreOS и др.

Kubernetes позволяет распределять контейнеры по узлам кластера, подстраиваясь к текущей нагрузке и потребностям в работе тех или иных сервисов.

Платформа позволяет организовать обслуживание большого числа хостов, следить за их состоянием, производить балансировку нагрузки и другое. Среди преимуществ данной системы следует отметить возможность гибкой настройки служб безопасности, организации сетевых и распределенных файловых систем. Недостатком является отсутствие полной сопроводительной документации.

Docker Swarm — вторая по популярности система оркестрации и это не случайно. Ведь компания Docker была первой, кто предложил эффективную и удобную для корпоративного использования систему в 2013 г. Docker значительно упростила развертывание полноценных виртуальных систем и оркестрацию в целом.

Инструмент контейнерной кластеризации Docker Swarm появился немного позже и стал частью платформы Docker. Он позволяет объединять Docker-хосты в общий виртуальный хост.

На третьем месте по популярности система Apache Mesos. Изначально она появилась как исследовательский проект в Университете Беркли. Впервые она была собрана в полноценный продукт и представлена публично в 2009 г.

Apache Mesos — это централизованная отказоустойчивая система для управления кластером. Позволяет объединять в группы отдельные узлы, согласно определенным требованиям, а также обеспечивать их изоляцию от остальных IT-ресурсов.

Интеллектуальная информационная система сбора данных о дорожной ситуации предполагает большое число данных, следовательно, и решение для оркестрации контейнеров необходимо выбирать, которое поддерживает обработку данных большого объема. Наиболее подходящим является Kubernetes.

В рамках интеллектуальной транспортной системы предполагается несколько составных частей, которые и будут наполнять контейнеры для дальнейшей оркестрации:

1. система управления городским общественным транспортом;
2. система формирования и обработки данных;
3. система контроля и обеспечения безопасности;
4. система электронных платежей;
5. хранилища данных и система управления доступом.

Оркестрация данных является частью облачных вычислений, которые должны выполняться в рамках единого центра обработки данных интеллектуальной транспортной системы (ЦОД ИТС).

ЦОД ИТС должен быть реализован на базе управления службы пассажирским транспортом и представлять собой крупный дата-центр с развитой сетевой и инженерной инфраструктурой. На рисунке 1 представлена архитектура ЦОД ИТС [7]. На базе ЦОД предлагается интеграция внешних и корпоративных информационных систем транспортных предприятий, локальной сети службы управления пассажирским транспортом, а также удаленных источников данных - информационных табло на остановочных пунктах, бортового оборудования транспортных средств и мобильных устройств конечных пользователей.

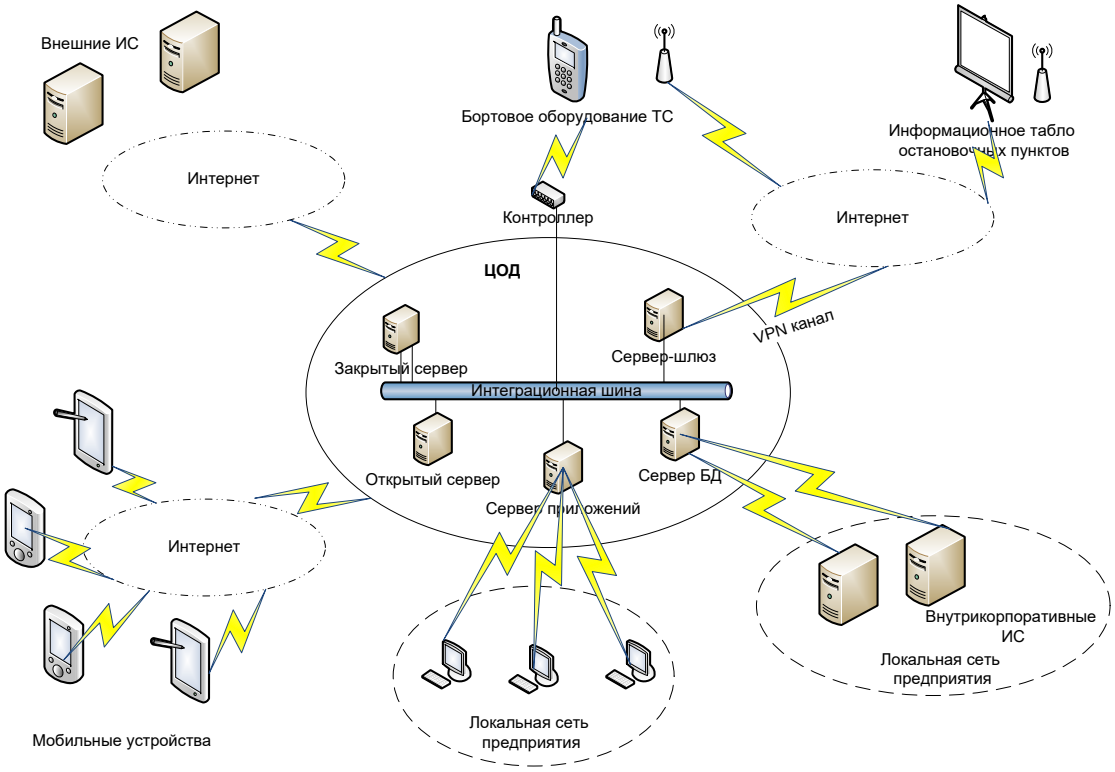


Рис.1 Архитектура ЦОД ИТС

Архитектуру ИТС можно рассматривать с позиции иерархии составляющих ее устройств. Всего можно выделить три уровня иерархии [8].

1. Физическая архитектура, которая представлена датчиками и исполнительными элементами. Исполнительными элементами ИТС являются детекторы транспортных потоков, информационные табло, знаки переменной информации, видеокамеры, светофорные контроллеры и камеры контроля скоростных режимов. Это является основой сбора данных о дорожной ситуации. Передача данных от первого ко второму уровню должна осуществляться с соблюдением всех требований к защищенности и надежности передачи данных.

2. Второй уровень осуществляет направленную обработку конкретных поступающих данных от устройств, оснащенных исполнительными элементами. Передача данных между вторым и третьим уровнями реализуется в соответствии с требованиями конкретных процессов. Эти требования весьма разнообразны. Обычно предполагается, что приблизительно половина информации передается без требований к надежности, доступности и защищенности, в то время, как передача второй половины должна гарантировать удовлетворение этим требованиям.

3. Третий уровень определен является контролирующим и осуществляет общее управление ситуаций. Выбор технических и программных продуктов осуществляется на основе требований отдельных процессов. Третий уровень как раз и представляет собой ЦОД.

Серверная инфраструктура является основным программно-аппаратным комплексом, мощности которого непосредственно используются приложениями. От эффективности вычислительных ресурсов прямо зависит скорость работы бизнес-приложений и как следствие скорость выполнения бизнес-процессов. Учитывая колоссальные объемы данных ИТС необходимо продумать механизмы консолидации ресурсов. Предлагается сделать это с помощью систем хранения. Консолидация ресурсов на базе систем хранения данных позволит решить следующие задачи:

1. создание и модернизация существующих платформ хранения для расширения возможностей при внедрении новых технологий сбора данных о транспортных средствах и дорожной ситуации; обеспечение пассажиро-ориентированной организации работы транспортных предприятий;
2. обеспечение службы управления пассажирским транспортом эффективной платформой хранения данных с точки зрения управления, масштабирования, операционных издержек, максимально длительных сроков эксплуатации;
3. обеспечение гарантированной доступности и надежности хранения данных для приложений и пользователей вне зависимости от местоположения и способа доступа;
4. обеспечение эффективной работы приложений с данными; получение своевременных результатов работы приложений для принятия прогнозирования различных дорожных ситуаций;
5. минимизация показателей RPO (Recovery Point Objective) и RTO (Return Time Objective);
6. исключение простоев систем сбора данных для формирования хранилищ данных о дорожной ситуации, снижение RPO/RTO– обеспечение минимального времени восстановления данных после сбоев систем;
7. обеспечение централизации и контроля, обеспечение конфиденциальности данных, обеспечить соблюдение требований регуляторов по безопасности;
8. обеспечение быстрого внедрения приложений в случае роста или реорганизации транспортных компаний, отсутствие издержек связанных с расширением;
9. повышение мобильности сотрудников, оптимизация затраты на рабочие места.

Результаты

Внедрение систем хранения данных обеспечит сбор данных и их хранение для последующей оптимизации работы с ними с помощью технологий оркестрации. Далее необходимо формировать единую платформу для автоматизации настройки и управления всем жизненным циклом разнообразных ресурсов центра обработки данных: сетевыми, серверными, ресурсами хранения. Единая система управления и оркестрации (ЕСУО) включает возможности программной интеграции с высокоуровневыми бизнес-приложениями и порталом самообслуживания.

Внедрение ЕСУО позволит сократить затраты на управление компонентами ЦОД ИТС, обеспечить гибкость инфраструктуры ЦОД по мере изменений требований к бизнес-процессам. ЕСУО позволит исключить ряд рутинных операций по консолидации инфраструктуры, уменьшить требования к компетенции именно технических специалистов по настойке многокомпонентных ЦОД и перейти на сервис-ориентированную архитектуру, о которой говорилось выше. ЕСУО также позволит прогнозировать время подготовки инфраструктуры для бизнес-проектов с целью точного планирования и расчета метрик по проектам, что особенно актуально для транспортной системы. Если говорить о конкретных технических решениях, то для организации ЕСУО можно использовать оборудование Cisco UCS Director [9]. Единая унифицированная система автоматизации с открытыми и стандартизованными API для управления всеми циклами процессов в центрах обработки данных, построенных как на оборудовании Cisco Systems, так и на оборудовании других производителей. Содержит в себе компоненты управления стоечными и блейд-серверами, системой виртуализации, включая отдельные виртуальные машины, сетевыми компонентами: традиционными и конвергентными. Система обладает возможностью безопасного разделения на виртуальные центры обработки данных, разделения любых физических и виртуальных компонент: приложения и клиенты, одно бизнес-подразделение от другого. Позволяет в реальном времени отслеживать загруженность выделенных ресурсов и динамически выделять недостающие. Если выбрана модель предоставления своих услуг как сервис, использование Cisco UCS Director позволит экологично интегрироваться с системой биллинга и в зависимости от уровня использования ресурсов эффективно монетизировать предоставленные сервисы.

Заключение

Таким образом, в контексте организации единого центра обработки данных о дорожной ситуации необходимо рассматривать применение современных технологий обработки больших данных, а именно внедрение систем хранения данных и единой системы управления и оркестрации, что позволит централизованно собирать и обрабатывать как структурированные, так и не структурированные данные. Все это даст возможность формирования хранилища данных для дальнейшего анализа и прогнозирования дорожных ситуаций и принципиального развития и реорганизации дорожно-транспортной системы города. Исследования проводятся в рамках проекта AP05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города».

Список литературы

1. Миляр А. Умный и безопасный город. [Электронный ресурс]. URL: http://www.jetinfo.ru/stati/umnyj-i-bezopasnyj-gorod. (дата обращения: 22.07.2019).

2. Соммер А. Кибернетический оркестр. [Электронный ресурс]. URL: https://xakep.ru/2018/10/08/kubernetes-docker/ (дата обращения: 22.07.2019).

3. Docker: оркестрация. [Электронный ресурс]. URL: https://ast.rocks/blog/docker-orchestration (дата обращения: 22.07.2019).

4. Оркестровка (ИТ) [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0_(%D0%98%D0%A2) (дата обращения: 24.07.2019).

5. Это уже явно не фантастика. [Электронный ресурс]. URL: http://www.jetinfo.ru/stati/eto-uzhe-yavno-ne-fantastika (дата обращения: 24.07.2019).

6. Сервис-ориентированная архитектура. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B8%D1%81-%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0 (дата обращения: 24.07.2019).

7. Что такое оркестрация контейнеров [Электронный ресурс]. URL: https://www.xelent.ru/blog/chto-takoe-orkestratsiya-konteynerov/ (дата обращения: 22.08.2019).

8. КИСУ ГППТ. [Электронный ресурс]. URL: http://orgp.spb.ru/kisu_gppt/ (дата обращения: 23.08.2019).

9. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. URL: https://studref.com/361389/tehnika/intellektualnye_transportnye_sistemy (дата обращения: 23.08.2019).

10. Центры обработки данных Повышение масштабируемости, гибкости и безопасности бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: https://becsys.ru/uploads/files/solutions/technological-solutions/3/Business_Ecosystems_Data_Centers.pdf (дата обращения: 24.08.2019).

ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Яворский В.В.[1], Клюева Е.Г.[1], Ахмедиярова А.Т.[2], Байдикова Н.В.[3]

e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru, e.klyueva@kstu.kz, aat.78@mail.ru, ms.bnatalya@mail.ru

[1]Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

[3]Карагандинский государственный индустриальный университет, Казахстан

Аннотация. *В статье рассмотрена концепция изучения инфраструктуры транспортных систем. Основной продукт актуальной среды для транспортной системы можно представить в виде потенциальных корреспонденций между районами города, пунктами на транспортной сети, которые затем*

распределяются по маршрутным сетям. Прежде всего, необходимо создать хранилища данных для системы управления городским общественным транспортом. В качестве основы предлагается использовать многомерную модель. В ходе проведенного исследования рассмотрены модели передвижения пассажиров городского пассажирского транспорта на основе гиперсетей. Показано, что равновесное состояние соответствует минимальным затратам времени на передвижение пассажиров и определяет распределение пассажиров по путям следования в соответствии со стратегией выбора пути.

Введение

Современные городские транспортные системы (ГТС) – сложные образования, объединяющие инфраструктуру, функциональную структуру и среду потребления транспортных услуг [1].

Инфраструктура – это, в основном, материально-технические средства и системы, необходимые для обеспечения передвижения: улично-дорожные и транспортные сети, обеспечение маршрутных сетей, транспортные предприятия, транспортные средства (подвижной состав), ремонтные предприятия, а также все другие обеспечивающие организации и службы и т.п.;

Функциональная структура – это технологии организации движения транспортных средств, обслуживания перевозок, технология движения транспортных средств на маршрутных сетях и т. п.

Изучение актуальной среды для транспортных систем имеет очень большое значение в силу того, что актуальная среда формирует и определяет объективные потребности развития инфраструктуры и технологий функционирования транспорта.

Процесс производства продукта транспортной системы и процесс его потребления являются неразделимыми. Это предопределяет необходимость тщательного изучения потребности в передвижении, которые формируются в виде продукта актуальной среды. Основной продукт актуальной среды можно представить в виде потенциальных корреспонденций между районами города, пунктами на транспортной сети, которые затем распределяются по маршрутным сетям.

Цель работы

Целью исследования является разработка методики и алгоритмов формирования хранилища данных о передвижениях с целью дальнейшего использования для оптимизации транспортной системы.

Материалы и методы

Весьма важным для рациональной организации функционирования транспортной системы является определение процессов взаимодействия между управляющей системой, объектом управления и актуальной средой. От решения этой задачи на соответствующем научно-техническом уровне зависит эффективность функционирования всех городских систем производства и обслуживания. Сложность данной проблемы обусловливается

Многофункциональный характер транспортных систем, активное и стохастическое поведение транспортной среды определяет чрезвычайную сложность этой проблемы. Чтобы принимать обоснованные решения необходимо обрабатывать колоссальные объемы информации. В условиях максимальной цифровизации процессов в обществе, которая является стратегической задачей, актуальность указанных принципов еще более возрастает.

Прежде всего, необходимо создать хранилища данных для системы управления городским общественным транспортом (ХГОТ), с мощными средствами телекоммуникации. Для решения задач управления необходимы мощные средства моделирования процессов передвижения населения в городе; моделирования процессов обслуживания пассажиров и движения транспортных единиц. Этот инструментарий даст возможность обосновано провести мероприятия по модернизации и совершенствованию инфраструктуры, внедрить автоматизированную систему диспетчерского управления, систему электронных платежей, реализовать комплекс мероприятий по совершенствованию организации движения и формированию эффективного расписания движения.

Совершенствование управления дорожным движением первоочередная задача в крупных городах. Наряду с традиционными мерами регулирования и контроля в современной ситуации для создания интегрированной системы в данном случае также необходимо создание хранилища данных организации дорожного движения (ХОДД). Неизбежны организационные мероприятия, связанные с организацией и управлением парковками. Управление парковочным пространством города должно быть обеспечено на цифровом уровне.

Наиболее эффективна интеграция систем автоматизированного управления организацией дорожного движения и общественного транспорта в рамках единой интеллектуальной транспортной системы города (ИТС) [2] с единым хранилищем данных путей передвижения (ХДПП) [3].

Наиболее успешно эти задачи решаются в случае ИТС интегрирована в органы власти, а основными пользователями выступают:

- муниципальные органы;
- органы МВД и особенно ГИБДД и комитет по ЧС;
- скорая медицинская помощь и другие службы экстренной помощи;
- строительные и дорожные подрядные организации;
- всевозможные пользователи транспортных коммуникаций и дорог;
- средства коммуникаций и массовой информации.

Основными сервисами ИТС на сегодня являются следующие (рисунок 1):

- управление городским транспортом;
- управление движением;
- обеспечение наблюдения и безопасности;
- электронные платежи;
- управление парковками;
- информационное табло и мобильное приложение.

Рис.1 Основные сервисы ИТС

Концепция ХД предполагает не просто единый логический взгляд на данные, а реализацию единого интегрированного источника данных.

ХДПП строятся на основе многомерной модели данных, которая подразумевает выделение отдельных измерений и фактов, анализируемых по выбранным измерениям. Прежде всего, это данные о маршрутах, в частности координаты остановок и интенсивности потоков входящих и выходящих пассажиров, данные о дорожной сети. Многомерная модель данных физически может быть реализована как в многомерных СУБД, так и в реляционных.

При реализации проектов по построению хранилищ данных возникает ряд общих задач, к числу которых можно отнести:

- проектирование структуры иерархических измерений;
- проектирование структуры медленно меняющихся измерений;
- проектирование и актуализация агрегатных значений.

Основные требования к ХДПП:

- предметная ориентированность - все данные собираются, очищаются, согласовываются, дополняются, агрегируют и представляются в единой, удобной для их использования в анализе форме;
- интегрированность - все данные взаимно согласованы и хранятся в едином ХДПП;
- неизменчивость - исходные (исторические) данные, после того как они были согласованы, верифицированы и внесены в ХДПП, остаются неизменными и используются исключительно в режиме чтения;
- поддержка хронологии - данные хронологически структурированы и отражают историю, за достаточный, для выполнения задач анализа и прогнозирования, период времени.

Математический аппарат формализованного описания транспортной системы рассмотрен в работе [1]. В рамках исследований по проекту AP05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с

использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города» института ИВТ КН МОН РК были предложены собственные модели [3, 4]. Транспортная сеть, маршрутная сеть, корреспонденции между пунктами на транспортной сети, потоки на маршрутной сети, пути передвижения между пунктами транспортной системы предлагается представлять гиперсетью, дуги которой являются путями передвижения. Введено точное понятие пути передвижения между корреспондирующими пунктами на городском общественном транспорте (ГОТ) [3]. Описана рекуррентная схема получения путей передвижения между вершинами гиперсети любого порядка.

Путь h^p_{kij} между пунктами i и j на МС можно описать следующим образом:

$$h^p_{kij} = \{i,j;\ t(h^{\,p}_{kij});\ p;\ k_1,\xi_1,\eta_1;\ k_2,\xi_2,\eta_2;\ldots\ k_l,\xi_l,\eta_l,\ \ldots,\ k_p,\xi_p,\eta_p\}, \qquad (1)$$

где $t(h^{\,p}_{kij})$ – затраты времени на передвижение по пути h^p_{kij}; p – порядок пути; k_l - индекс ТМ, осуществляющего l-ю маршрутную связь $(\xi_l,\ \eta_l)$; ξ_l и η_l - начальный и конечный пункты в маршрутной связи $(\xi_l,\ \eta_l)$, $l=\overline{1,\ p}$.

Для получения совокупности дуг $\left\{h^{q+1}_{ij}\right\}$ берутся совокупности $\left\{h^{q}_{i\xi}\right\}$ и к ним присоединяются маршрутно-пешеходные связи из совокупности $\left\{h^{МП}_{\xi j}\right\}$.

Операцию склеивания $\otimes$ можно определить следующим образом:

$$(i,\xi;t_s;q;k_1,\ldots,k_q;\xi_1,\eta_1,\ldots,\xi_q,\eta_q)\otimes(\xi,\ j;t_V;k_V;\eta_V) =$$
$$= \begin{cases} (i,\ j;\ t_s+t_V;\ q+1;\ k_1,\ldots,k_q,k_V;\ \xi_1,\eta_1,\ldots,\xi_q,\eta_q,\xi,\eta_V),\ \text{если} \\ q+1\le q^M\ \wedge\ t_s+t_V\le \alpha t^M_{ij}\ \wedge\ (k_1,\ldots,k_q,k_V)-\text{элементарная после-} \\ \text{довательность}\ \wedge\ (i,\xi_1,\eta_1,\ldots,\xi_q,\eta_q,\xi,\eta_V,\ j)-\text{элементарный путь}. \\ \varnothing-\text{в противном случае}. \end{cases} \qquad (2)$$

Стратегия выбора пассажирами ξ-го пути следования из i-го района в j-й из всей совокупности возможных путей может быть задана вероятностной функцией, зависящей от параметров пути передвижения. Например, если учитывать два основных фактора выбора пути: время передвижения и количество пересадок, то вероятность имеет вид:

$$\text{с}\,P^{\,ij}_{\xi} = \frac{1}{N}\left\{1 + a_t \ln\left[\frac{\prod_{\xi=1}^{N} T^{ij}_{\xi}}{\left(T^{ij}_{\xi}\right)^N}\right] + a_q \ln\left[\frac{\prod_{\xi=1}^{N} q^{ij}_{\xi}}{\left(q^{ij}_{\xi}\right)^N}\right]\right\}, \qquad (3)$$

где $N \ge 2$ – число возможных путей; T^{ij}_{ξ}, q^{ij}_{ξ} – соответственно время передвижения и число посадок на ξ-ом пути следствия; a_t, a_q – коэффициенты относительного влияния времени проезда и числа пересадок на выбор пути.

Распределение корреспонденций по имеющимся путям передвижения в соответствии со стратегией выбора, очевидно, является «идеальным». Идеальное потокораспределение соответствует интересам пассажиров, осуществляющих поездки, однако оно не учитывает процессы, которые возникают при их обслуживании. Для получения реального потокораспределения разработана имитационная модель. С использованием разработанной модели может быть описан процесс обслуживания пассажиров. Так как пассажиры на основе своего опыта имеют информацию о процессе обслуживания, который их ожидает, то будет происходить перераспределение идеальных потоков и приспособление передвижения к реальной пропускной способности маршрутов гиперсети. Для того, чтобы учесть это, используется процедура пересчета временных параметров гиперграфа *L(Z,W)*.

Результаты

Рассмотрим разработанный алгоритм GoBusStop.

1. Выбирается маршрут на текущей остановке, до тех пор, пока не будут рассмотрены все маршруты, проходящие через текущую остановку.

2. Если маршрут пешеходный:

2.1. Выбирается остановка до тех пор, пока не будут рассмотрены все пешеходные передвижения от текущей остановки до всех существующих остановок.

2.2. Если выбранная остановка присутствует в списке найденных ветвей текущего пути, то возврат в п. 2.1

2.3. Если ветвь от текущей остановки до выбранной является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь. Вызывается рекурсивно процедура GoBusStop, содержащая параметры текущего пути. После окончания рекурсии последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

2.4 Возврат в п. 2.1

3. Если маршрут не пешеходный:

3.1. Если данный маршрут уже был использован передвижениями по найденным ветвям текущего пути, то возврат в п. 1

3.2. Если количество использованных непешеходных маршрутов на 1 больше числа возможных пересадок, то выбранный маршрут должен быть последним. Следовательно, если ветвь от текущей остановки реку до пункта назначения с использованием выбранный маршрут является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь, который заносится в результирующий набор. Последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

3.3. Возврат в п.1.

3.4. Если выбранный маршрут - не последний, то выбираем остановку на выбранном маршруте до тех пор, пока не будут рассмотрены все передвижения от текущей остановки до всех остановок по данному маршруту.

3.5. Если выбранная остановка присутствует в списке найденных ветвей текущего пути, то возврат в п. 3.4.

3.6. Если ветвь от текущей остановки до выбранной является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь. Если выбранная остановка совпадает с пунктом назначения, то текущий путь заносится в результирующий

набор, иначе вызывается рекурсивно процедура GoBusStop, содержащая параметры текущего пути. После окончания рекурсии последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

3.7. Возврат в п. 3.4.

3.8. Возврат в п. 1.

Заключение

В ходе проведенного исследования рассмотрены модели передвижения пассажиров городского пассажирского транспорта на основе гиперсетей. Показано, что равновесное состояние соответствует минимальным затратам времени на передвижение пассажиров и определяет распределение пассажиров по путям следования в соответствии со стратегией выбора пути. В предлагаемой модели равновесное состояние определяет распределение пассажиров по путям следования в соответствии со стратегией выбора пути. Рассмотрены возможности моделирования передвижения пассажиров городского пассажирского транспорта на основе гиперсетей.

Таким образов распределение потоков пассажиров по дугам графа *L(Z,W)* в равновесном состоянии $\widehat{\Pi}(h,e)$, $(h,e)\in W$ учитывает стратегию выбора пассажирами путей следования и реальные процессы обслуживания на гиперсети ГОТ.

В целом для предлагаемой модели справедлив вывод, который заключается в том, что сходимость имеет место, если функции $\left\{\widehat{P}_{\xi}^{ij}\right\}$ и $\left\{\widehat{T}_{\xi}^{ij}\right\}$ являются непрерывными.

На основании полученной математической модели может быть использован алгоритм добычи данных для ХДПП, основанный на методе поиска с возвратом. Результирующий набор представляет собой многомерное древо решений, данные которого вносятся в хранилище.

В системе данные хранятся в виде многомерной базы данных, созданной в СУБД MS SQL Server 2017. Часть данных непосредственно вводится в БД с использованием интерфейса разработанного программного обеспечения. Другая часть генерируется подпрограммами системы RouteSearch [8] и также вносится в БД. Система разработана с использованием технологии объектно-ориентированного программирования. Данные представляются в виде объектов, классы которых содержат методы чтения и записи в БД, сортировки и поиска и другие, что делает очень удобной работу с ними.

Исследования проводятся в рамках проекта AP05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города».

Список литературы

1. Яворский В.В., Утепбергенов И.Т. Структурные методы совершенствования управления транспортными системами городов. Караганда: КарГТУ, 2006. – 227с.

2. Интеллектуальные транспортные системы // Автоматические системы транспортных средств. URL: https://studref.com/361389/ tehnika/intellektualnye_ transportnye_sistemy (дата обращения: 13.08.2019).

3. Ибатов М.К., Яворский В.В., Чванова А.О., Клюева Е.Г. Формирование хранилищ данных транспортной инфраструктуры транспортной системы города // Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», — Алматы: ИИВТ МОН РК, 2019. — С. 131-140.

4. Яворский В.В., Утепбергенов И.Т., Ахмедиярова А.Т. Models of analysis of distribution of passenger traffics in routed transport systems // Материалы международной конференции XIII Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2018). — Belgrade, Serbia, 2018.

5. Яворский В.В., Клюева Е.Г., Мутовина Н.В., Касымова Д.Т. Расчет транспортной потребности на основе анализа линейных многообразий // Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», — Алматы: ИИВТ МОН РК, 2019. — С. 278-286.

6. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 464 с.

7. Komninos. What makes cities intelligent? // Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition. — Taylor and Francis? 2018. — P. 77.

8. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. Яворский В.В., Клюева Е.Г., Ахмедиярова А.Т., Касымова Д.Т. Программа для ЭВМ, Модуль «RouteSearch», 21.01.2019.

СЕКЦИЯ 4

Деректерді қорғау және ақпараттық қауіпсіздік. Ақпаратты қорғаудың бағдарламалық-техникалық құралдары. Күрделі жүйелердің ақпараттық қауіпсіздігін камтамассыз етудің математикалық әдістері.

Информационная безопасность и защита данных. Программно-технические средства защиты информации. Математические методы обеспечения информационной безопасности сложных систем

Information security and data protection. Software and hardware for information protection. Mathematical methods of ensuring information security of complex systems

«MODNPSS14» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Дюсенбаев Д., Остапенко В., Алғазы К., Сақан Қ.
e-mail: dimash_dds@mail.ru, owwostapenkoww@mail.ru, kunbolat@mail.ru, kairat_sks@mail.ru
Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК, Қазақстан

Аннотация. *Бұл мақалада құрылған* «ModNPSS14» *шифрлау алгоритмінің криптотұрақтылығын бағалау үшін жүргізілген зерттеулер натижелері сипатталған. Сызықтық криптографиялық талдау жүргізілді және биттік шашырату деңгейі зерттелді. Талдау барысында ұсынылған алгоритмнің сызықтық криптоталдауға төзімділік деңгейі анықталды. Мақаланың екінші бөлімінде аталған шифрлау алгоритмінің биттік шашыратуы туралы тұжырымдар жасалды.*

Кілттік сөздер: *сызықтық криптоталдау, позициялық емес санау жүйесі, биттік шашырату, S-блок, сызықты теңдеулер, шифрлау алгоритмінің төзімділігі.*

Кіріспе. Криптографиялық талдау – криптографиялық жүйенің сенімділігін бағалайды, шифрдың анализдік тұрақтылығын бағалаудағы немесе шифрды шешудегі әртүрлі айла-тәсілдер.

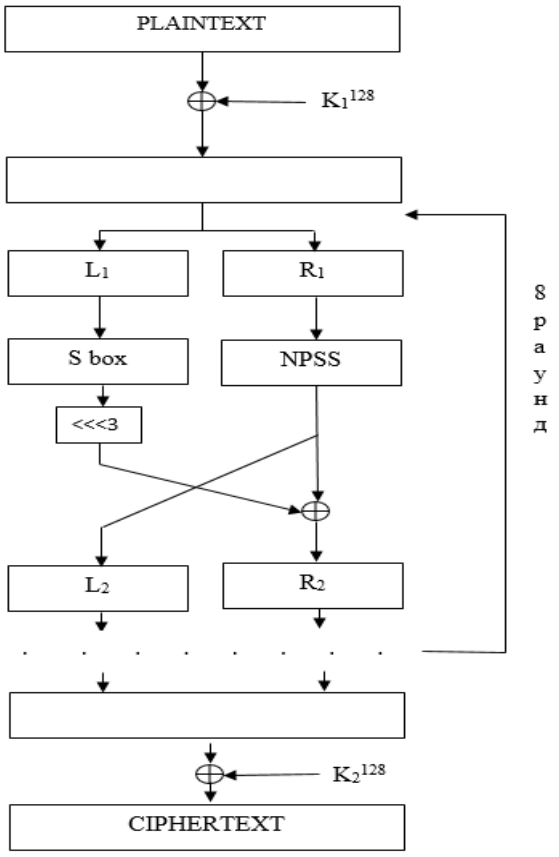
Криптоталдаудың мақсаты – кілтті табу мүмкіндігі кілтті толық теру мүмкіндігінен жоғары немесе төмен екенін бағалау.

Статистикалық криптоталдаудағы (сызықтық немесе дифференциалдық) статистикалық мәндер S-блок сызықтық емес түрлендіруге тікелей қатысты. Сондықтан, шифрды статистикалық бағалағанда бағалауға алынған шифрдың кірісінен шығысына дейінгі аралықтағы шифрдың орындалу тізбегіне қатысатын S-блоктардың санына қатысты статистикалық мән есептеледі, ол осы тізбек арқылы кілттердің кейбір элементтерін анықтау ықтималдылығын көрсетеді.

Осы айтылғандарды тексеру үшін мәселені келесі екі есеп ретінде қарастырайық. Бірінші, шифрда қолданылатын әрбір фунция үшін жеке статистикалық талдаулар жүргізу. Екінші, бірінші есеп нәтижелерін ескере отырып, алгоритмге бүтіндей талдау жасау, жоғарыдан бағалау арқылы бізге қажетті тізбекті анықтау мүмкіндігін қарастыру, яғни алгоритмге жасалған шабуылдың қандайда бір жағдайда кілт элементтерін анықтай алу мүмкіндігінің ықтималдылығын бағалау.

«ModNPSS14» алгоритмінің жалпы схемасы

Криптографиялық талдау жүргізуден бұрын алдымен «ModNPSS14» алгоритмінің құрылысын еске түсірейік. Төмендегі 1-суретте «ModNPSS14» алгоритмінің жұмыс істеу схемасы көрсетілген:



1-сурет. «ModNPSS14» алгоритмінің жұмыс істеу схемасы

Алгоритмның жұмыс істеу принципі Фейстель желісіне негізделген. Блоктың ұзындығы 128 бит, олар 64 биттен екіге бөлініп, оң және сол жақ болып Фейстель желісінің ережесі бойынша жұмыс істейді. Желінің құрамында орындалатын функциялар: «XOR» биттік қосу амалы, «S-box» кездейсоқ алмастыру түрлендіруі, үш рет қадам жасау бойынша циклді солға жылжыту опреациясы және «NPSS» атты позициялық емес санау жүйесі (ПЕСЖ). Мұндағы ПЕСЖ-дегі келтірілмейтін көпмүшеліктер ретінде тек қана 16 дәрежелі барлық саны 4080 болатын көпмүшеліктердің ішінен кез-келген төртеуі таңдалынып алынады.

Осы жоғарыда көрсетілген функциялардың әрбіріне жеке-жеке талдау жүргізіледі. Сол талдаулардың нәтижелерін ескере отырып, алгоритмге бүтіндей талдау жүргіземіз.

1. «ModNPSS14» алгоритміне сызықтық криптоталдау

Сызықтық криптоталдаудың атынан белгілі болатындай статистикалық талдау болғанмен талдаудың негізгі мақсаты қандай да ықтималдылықпен сызықтық теңдеулер құру. Сондықтан, өзі сызықтық өрнектелген функциялардан сызықтық теңдеу құрудың статистикасы қажет емес, өйткені оның ықтималдылығы 1-ге тең.

Мысалға,

- «XOR» биттік қосу амалы үшін $y_i = x_i \oplus k_i$ өрнегі;
- циклдік солға 3 қадам бойынша жылжыту өрнегінің түрі: $y_i = \left(x_i \cdot 2^3 \oplus x_{(i+1) mod 16} \cdot 2^5\right) mod\ 2^8$ болады;

Біздің алгоритмде таңдалған ПЕСЖ-нің түрі мынандай: $F(x) = (\alpha_1(x), \alpha_2(x), \alpha_3(x), \alpha_4(x))$, мұндағы $\alpha_i(x) \in GF(2^{16})/P_i(x)$ – фактор сақинасы, $i = \overline{1,4}$. Келтірілмейтін көпмүшеліктердің дәрежесі тек 16-ға тең. Келтірілмейтін көпмүшеліктер кілт ретінде еркін таңдалатын болғандықтан, бұл функция $F(x)-$ ті сызықтық емес өрнек ретінде қарастыруға болады. Бұл функцияға жүргізілген сызықтық талдаудың статистикалық нәтижесі ретінде алынған кестеміз екі түрлі ғана мән қабылдайды, кестенің әрбір жолында бір ғана мән 2^{16}-не тең немесе ықтималдылығы бойынша 1-ге тең, ал қалған орындағы мәндер 2^{15}–іне тең немесе ықтималдылығы бойынша 0,5-ке тең. Осыдан шығатын қорытынды: кіріс пен шығыстың қандайда бір орынтірегінде (маскасында) сызықтық өрнек 0,5-ке тең ықтималдылықта ақиқат болуының ықтималыдығы $\frac{2^{16}-1}{2^{16}}$, ал 1-ге тең ықтималдылықта ақиқат болуының ықтималдығы $\frac{1}{2^{16}}$. Сондықтан, біздің жағдайымыздағы ПЕСЖ-нің сызықтық криптоталдаудағы бағалауын 0,5-ке тең ықтималдылықта десек болады. Ескерту: егер ПЕСЖ негізіндегі келтірілмейтін көпмүшелік белгілі болса, онда сызықтық өрнек болады, яғни сызықтық талдаудағы бағалауы 1 ықтималдылықта болады.

Әрі қарай «S-box» алмастыруына арнайы криптоталдау қарастырайық. Ең жоғары ықтималдылықтың ауытқуы 0,0625, өйткені сызықтық теңдеулердің кездесу саны 112-ден 144-ге дейінгі аралықта, ал мүмкін болатын аралық 0,4375-тен 0,5625-ге дейін ықтималдылықтар аралығында. Сондықтан, 0,5625 ықтималдылықпен төмендегі 1275 теңдеудің әрқайсысы ақиқат. 640 өрнектің ықтималдылығы 0,5625 болғандықтан, теңдеудің оң жағы 0-ге тең, ал 635 өрнектің ықтималдылығы 0,4375 болғандықтан теңдеудің оң жағы 1-ге тең.

$$x_8 \oplus y_7 \oplus y_8 = 1$$
$$x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_5 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_3 \oplus y_4 \oplus y_6 \oplus y_7 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0$$
$$x_7 \oplus y_2 \oplus y_5 \oplus y_7 = 0$$
$$x_7 \oplus y_1 \oplus y_6 = 1$$

…

$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 = 0$$
$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_7 \oplus y_8 = 0$$
$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0$$

Мұндағы, x_i - «S-блок» алмастыруының кіріс биттері және y_i - «S-блок» алмастыруының шығыс биттері, ал i индексі биттің орынын көрсетеді.

Алгоритмге толық талдау жүргізу үшін алгоритмнің жұмыс істеу бағытымен әрбір раунд сайын талдау жүргізейік. Талдауды жоғарыдан бағалаймыз, яғни

криптоталдауда кілтті толық теруден гөрі тиімдірек болатын қандай да бір жолы барын көрсете алу.

Мысал ретінде, мына екі теңдеуді қарастырайық:

$$x_8 \oplus y_7 \oplus y_8 = k_{1,8} \oplus 1 \quad (1)$$

$$x_9 \oplus x_{10} \oplus x_{11} \oplus y_{13} \oplus y_{14} = k_{1,9} \oplus k_{1,10} \oplus k_{1,11} \oplus 1 \quad (2)$$

Мұндағы (1) және (2) теңдеулері «S-блок»-ты сызықтық талдаудың ең үлкен статистикалық мәні бойынша таңдалған теңдеулері.

«S-блок»-тан кейінгі орындалатын солға қадам 3 бойынша циклді жылжыту амалын ескерсек, онда (1) және (2) теңдеулерінің қосындысының ықтималдылығы төмендегідей есептеледі. Ықтималдылықтары 0,5625 болатын екі теңдеуді қосатын болсақ, онда ықтималдылығы $p = 0{,}5 + 2^{-7} = 0{,}5078125$ болатын $x_8 \oplus x_9 \oplus x_{10} \oplus x_{11} \oplus y_7 \oplus y_8 \oplus y_{13} \oplus y_{14} = k_{1,8} \oplus k_{1,9} \oplus k_{1,10} \oplus k_{1,11}$ теңдеуін аламыз. $N = \left(\frac{1}{0{,}5+2^{-7}-0{,}5}\right)^2 = 2^{14}$, мұндағы N – 0,977 ықтималдылықпен осы екі теңдеуді шешуге мүмкіндік туғызатын ашық мәтіндер жұптарының саны. ПЕСЖ-нің сызықтық теңдеу алуының ықтималдылығы 0,5-ке тең болғандықтан, бірінші раундтан кейінгі сызықтық талдаудың бағалауы 0,5 болады. Өйткені, егер қарастырып отырған теңдеуіміз Фейстель желісінің сол жақ бөлігінде жатса, онда ПЕСЖ-нің сызықтық теңдеу алуының ықтималдылығы 0,5 болғандықтан, өзіне өзі тең. Егер қарастырып отырған теңдеуіміз Фейстель желісінің оң жақ бөлігінде жатса, қосылатын теңдеулердің кем дегенде біреуінің ықтималдылығы 0,5 болса, онда алынған теңдеудің ықтималдылығы 0,5 болады.

Сондықтан, толық алгоритмның сызықтық талдаудағы бағасының ықтималдылығы 0,5-ке тең болады. Егер ықтималдылығы 0,5 болса, онда ашық мәндердің саны шексіз болады.

2. ModNPSS14 алгоритмінің биттік шашырауы

ModNPSS14 алгоритмінің ашық мәтіннің әртүрлі орындағы бір ғана биттің өзгеруіне қатысты шифрмәтіннің биттік шашырауы төменгі 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. Биттік шашыраудың ашық мәтінге қатысты алынған статистикалық мәндері

i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i
1	0,53	**17**	0,49	**33**	0,55	**49**	0,53	**65**	0,45	**81**	0,36	**97**	0,57	**113**	0,42
2	0,41	**18**	0,34	**34**	0,59	**50**	0,49	**66**	0,54	**82**	0,49	**98**	0,35	**114**	0,57
3	0,53	**19**	0,5	**35**	0,5	**51**	0,5	**67**	0,27	**83**	0,43	**99**	0,49	**115**	0,48
4	0,42	**20**	0,45	**36**	0,45	**52**	0,45	**68**	0,52	**84**	0,51	**100**	0,52	**116**	0,49
5	0,53	**21**	0,48	**37**	0,47	**53**	0,53	**69**	0,57	**85**	0,53	**101**	0,5	**117**	0,46
6	0,43	**22**	0,57	**38**	0,46	**54**	0,45	**70**	0,45	**86**	0,57	**102**	0,44	**118**	0,41
7	0,52	**23**	0,45	**39**	0,51	**55**	0,49	**71**	0,48	**87**	0,54	**103**	0,42	**119**	0,49
8	0,5	**24**	0,48	**40**	0,34	**56**	0,48	**72**	0,46	**88**	0,54	**104**	0,43	**120**	0,55
9	0,55	**25**	0,45	**41**	0,58	**57**	0,51	**73**	0,56	**89**	0,51	**105**	0,56	**121**	0,45
10	0,32	**26**	0,54	**42**	0,51	**58**	0,54	**74**	0,52	**90**	0,5	**106**	0,45	**122**	0,47

i	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i
11	0,5	**27**	0,45	**43**	0,37	**59**	0,37	**75**	0,55	**91**	0,54	**107**	0,55	**123**	0,49
12	0,5	**28**	0,48	**44**	0,51	**60**	0,36	**76**	0,55	**92**	0,54	**108**	0,42	**124**	0,56
13	0,52	**29**	0,48	**45**	0,48	**61**	0,54	**77**	0,47	**93**	0,47	**109**	0,53	**125**	0,47
14	0,56	**30**	0,41	**46**	0,61	**62**	0,57	**78**	0,48	**94**	0,54	**110**	0,51	**126**	0,51
15	0,51	**31**	0,58	**47**	0,32	**63**	0,59	**79**	0,43	**95**	0,51	**111**	0,45	**127**	0,51
16	0,23	**32**	0,49	**48**	0,48	**64**	0,55	**80**	0,52	**96**	0,45	**112**	0,53	**128**	0,53

Алынған статистикалық нәтижелерге сүйенсек, яғни хи-квадрат 148,703125-ке, ал еркіндік дәрежесі (степень свободы) 127-ге тең болуы себепті, шифрлау алгоритмнің биттік шашырауы қасиеті ашық мәтін үшін қанағаттанарлықсыз.

Келесі 3- кестеде ModNPSS14 алгоритмінің кілтінің әртүрлі орындағы бір ғана биттің өзгеруіне қатысты шифрмәтіннің биттік шашырауы көрсетілген.

3-кесте. Биттік шашыраудың кілтке қатысты алынған статистикалық мәндері

i	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i
1	0,45	**17**	0,42	**33**	0,51	**49**	0,54	**65**	0,59	**81**	0,46	**97**	0,46	**113**	0,57
2	0,48	**18**	0,44	**34**	0,48	**50**	0,47	**66**	0,5	**82**	0,47	**98**	0,45	**114**	0,52
3	0,51	**19**	0,62	**35**	0,53	**51**	0,51	**67**	0,58	**83**	0,49	**99**	0,47	**115**	0,45
4	0,52	**20**	0,47	**36**	0,51	**52**	0,45	**68**	0,54	**84**	0,53	**100**	0,52	**116**	0,48
5	0,52	**21**	0,52	**37**	0,47	**53**	0,52	**69**	0,56	**85**	0,49	**101**	0,52	**117**	0,56
6	0,51	**22**	0,47	**38**	0,53	**54**	0,39	**70**	0,5	**86**	0,45	**102**	0,5	**118**	0,5
7	0,46	**23**	0,51	**39**	0,61	**55**	0,48	**71**	0,47	**87**	0,57	**103**	0,48	**119**	0,54
8	0,54	**24**	0,46	**40**	0,54	**56**	0,49	**72**	0,49	**88**	0,48	**104**	0,51	**120**	0,46
9	0,45	**25**	0,54	**41**	0,44	**57**	0,52	**73**	0,57	**89**	0,51	**105**	0,49	**121**	0,49
10	0,5	**26**	0,52	**42**	0,47	**58**	0,5	**74**	0,52	**90**	0,43	**106**	0,46	**122**	0,58
11	0,53	**27**	0,52	**43**	0,52	**59**	0,55	**75**	0,55	**91**	0,54	**107**	0,55	**123**	0,55
12	0,46	**28**	0,45	**44**	0,54	**60**	0,52	**76**	0,39	**92**	0,56	**108**	0,48	**124**	0,59
13	0,45	**29**	0,45	**45**	0,45	**61**	0,45	**77**	0,5	**93**	0,46	**109**	0,52	**125**	0,45
14	0,53	**30**	0,53	**46**	0,51	**62**	0,5	**78**	0,48	**94**	0,47	**110**	0,48	**126**	0,55
15	0,55	**31**	0,5	**47**	0,53	**63**	0,52	**79**	0,52	**95**	0,46	**111**	0,45	**127**	0,47
16	0,48	**32**	0,51	**48**	0,48	**64**	0,55	**80**	0,58	**96**	0,55	**112**	0,59	**128**	0,51

Кілтке қатысты алынған статистикалық мәндерге хи-квадрат 62,890625-ке және еркіндік дәрежесі 127-ге тең екендігінен шифрлау алгоритм кілттер үшін қанағаттанарлық нәтиже беретінін көре аламыз.

Қорытынды. Жүргізілген сызықтық криптоталдау нәтижесі бойынша аталған «ModNPSS14» шифрлау алгоритмі осы талдауға төзімділігі жоғары екендігі көрсетілді. Алдағы уақытта ортаңғы раундтық кілттердің екі байттық бөліктерінің (жұмыс негіздеріне сәйкес келетін кілттер) мәндерінің барлығы 0-ге тең болмауы шартын есептеулер жүргізу барысында қадағалап отыруымыз қажет. Ал, 0-ге тең болып қалған жағдайда, бұл кілт шарт орындалғанға дейін қайта есептеу жалғаса береді. Сонымен бірге, 2-кестедегі мәндердің биттік шашырауының қажетті

деңгейде орындалмауы ашық мәтіннің әртүрлі жағдайларын ескеріп, шарттың орындалмау себептерін іздейтін боламыз және ол кемшіліктер болмайтындай етіп алгоритмге модификациялар жүргізетін болады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі.

1. Biham E., Shamir A. Differential cryptoanalysis of DES-like cryptosystems (англ.). – 1990 г.
2. Matsui, M. «Linear cryptanalysis method for DES cipher» (PDF). Advances in Cryptology - EUROCRYPT 1993. Archived from the original (PDF) on 2007-09-26. Retrieved 2007-02-22.
3. Л. К. Бабенко, Е.А. Ищукова. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа. Москва, «Гелиос АРВ», 2006 г.
4. С. М. Авдошин, А. А. Савельева. Криптоанализ: современное состояние и перспективы развития. Приложение к журналу «Информационные технологии». — 03/2007. — N 3.: 25.07.2019 г.).
5. Ростовцев А.Г., Маховенко Е.Б. Теоретическая криптография. АНО НПО "Профессионал", 2005 г.

«AL01» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Дюсенбаев Д., Сақан Қ.
e-mail: dimash_dds@mail.ru, kairat_sks@mail.ru
Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты ҚР БҒМ ҒК, Қазақстан

Аңдатпа. *Мақалада «AL01» шифрлеу алгоритміне жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаулар нәтижелері көрсетілген. Зерттеу жұмыстары екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде, алгоритмде қолданылған түрлендірулерге жеке-жеке жасалса, екінші кезеңде осы нәтижелерді ескере отырып толық алгоритмге талдау жүргізілген. Жұмыс нәтижесі арқылы аталған алгоритмнің криптоталдауларға беріктілік деңгейі баяндалған.*

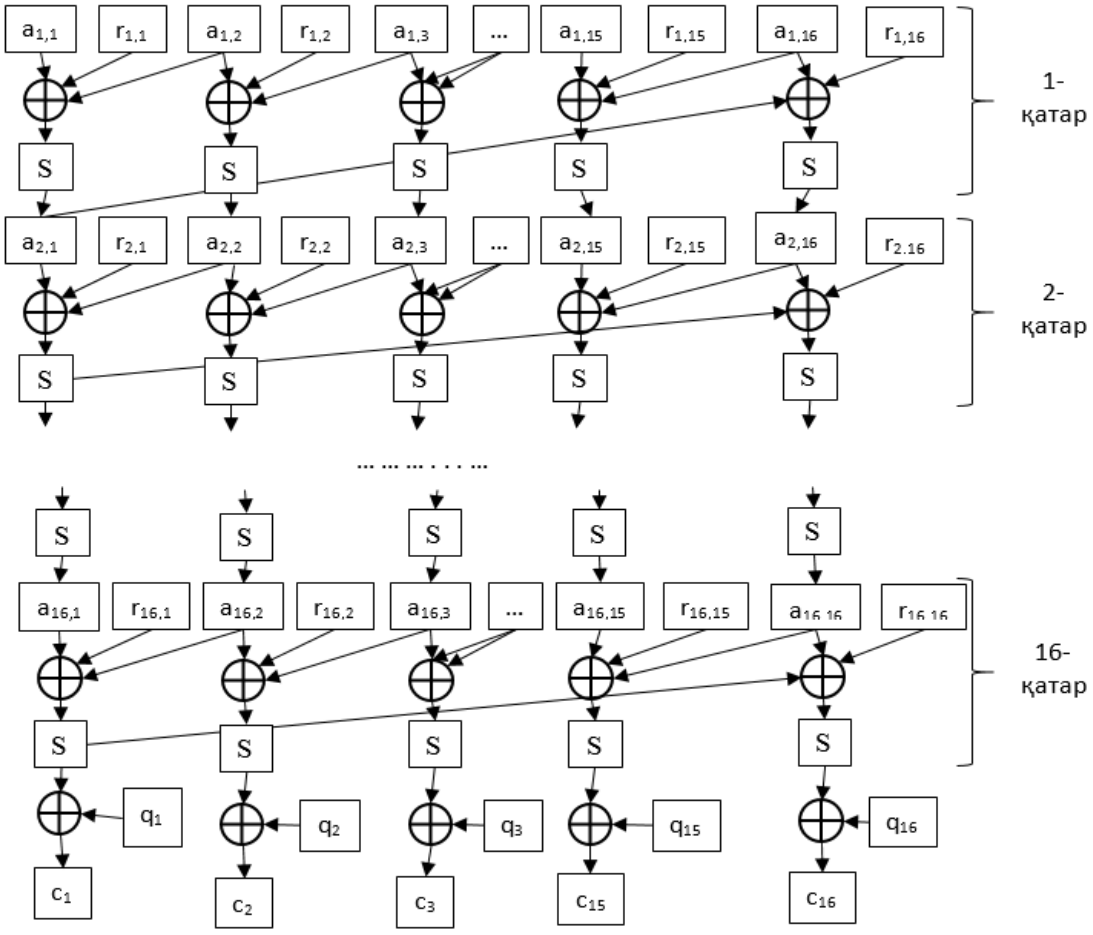
Кіріспе

Криптоталдаудың мақсаты – талдаулар нәтижесінде дұрыс кілтті табу мүмкіндігі кілттерді толық теру мүмкіндігінен жоғары немесе төмен екенін бағалау. Статистикалық криптоталдаулар (сызықтық немесе дифференциалдық) жүргізу нәтижесінде алынатын мәндер, сызықтық емес S-блок түрлендіруіне тікелей қатысты. Сондықтан, шифрды статистикалық бағалағанда, алынған шифрдың кірісінен шығысына дейінгі аралықтағы шифрдың орындалу тізбегіне қатынасатын S-блоктардың санына қатысты статистикалық мән есептеледі. Ол осы тізбек арқылы кілттердің кейбір элементтерін анықтау ықтималдығын көрсетеді.

Осы айтылғандарды тексеру үшін талдауды келесі екі бөлікке бөліп қарастырайық. Біріншіден, шифрда қолданылатын әрбір функция үшін жеке статистикалық талдаулар жүргізу. Екіншіден, бірінші есеп нәтижелерін ескере отырып, толық алгоритмге талдау жасау немесе жоғарыдан бағалау арқылы бізге қажетті тізбекті анықтау мүмкіндігін қарастыру, яғни алгоритмге жасалған шабуылдың қандайда бір жағдайында кілт элементтерін анықтау мүмкіндігінің ықтималдығын есептеу.

1. «AL01» шифрлеу алгоритмінің жалпы схемасы

«AL01» алгоритмінің бір раундтық жұмыс істеу схемасы төмендегі 1-суретте бейнеленген.



1-сурет. «AL01» алгоритмінің бір раундтық жұмыс істеу схемасы

2. «AL01» алгоритміне сызықтық криптоталдау

«S-блок» алмастыруының кіріс және шығыс мәндері арқылы ықтимал сызықтық теңдеулер құру үшін, «S-блок» алмастыруына арнайы криптоталдау қарастырылады. Ең жоғары ауытқуы 0,0625-ке тең, өйткені сызықтық теңдеулердің кездесу саны 112-ден 144-ге дейінгі аралық, ал мүмкін болатын аралық 0,4375-тен 0,5625-ге дейінгі ықтималдықтар аралығында. Сондықтан, 0,5625 ықтималдықпен төмендегі 1275 теңдеудің әрқайсысы ақиқат болып саналады. 640 өрнектің ықтималдығы 0,5625 болғандықтан теңдеудің оң жағы 0-ге тең, ал 635 өрнектің ықтималдығы 0,4375 болғандықтан теңдеудің оң жағы 1-ге тең.

$$x_8 \oplus y_7 \oplus y_8 = 1$$
$$x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_5 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_3 \oplus y_4 \oplus y_6 \oplus y_7 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 = 1$$
$$x_8 \oplus y_1 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0$$
$$x_7 \oplus y_2 \oplus y_5 \oplus y_7 = 0$$
$$x_7 \oplus y_1 \oplus y_6 = 1$$

…

$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_8 = 0$$
$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_7 \oplus y_8 = 0$$
$$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus x_5 \oplus x_6 \oplus x_7 \oplus x_8 \oplus y_2 \oplus y_3 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0$$

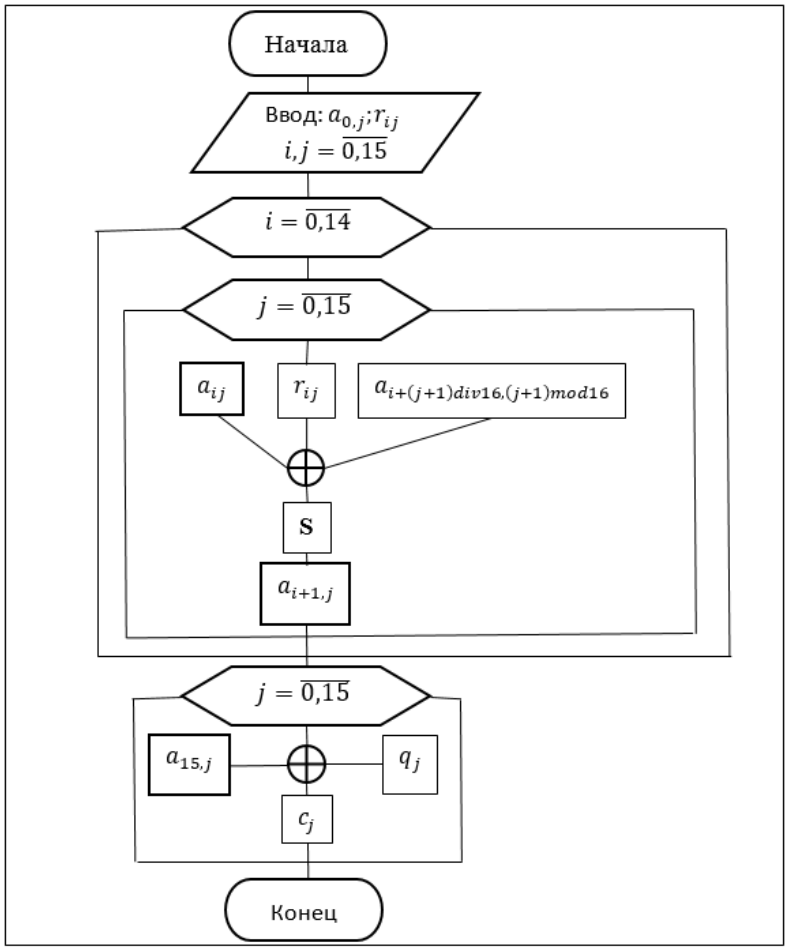
Мұндағы, x_i - «S-блок» алмастыруының кіріс биттері және y_i - «S-блок» алмастыруының шығыс биттері, ал i индексі биттің орынын көрсетеді. Егер «S-блок» алмастыруының алдында «XOR» амалы орындалатын болса, онда кіріс биттері ашық мәтін мен кілттің элементтерінің қосындысынан тұрады, яғни жоғарыдағы теңдеулерді ашық мәтін арқылы өрнектеп жаза аламыз:

$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,7} \oplus a_{i+1,1,8} = r_{i,8} \oplus 1$$
$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,2} \oplus a_{i+1,1,3} \oplus a_{i+1,1,5} = r_{i,8} \oplus 1$$
$$a_{i,1,8} \oplus a_{i,2,8} \oplus a_{i+1,1,3} \oplus a_{i+1,1,4} \oplus a_{i+1,1,6} \oplus a_{i+1,1,7} = r_{i,8} \oplus 1$$

…

мұндағы, $a_{i,j,k}$ – схема бойынша i-ші қатардағы j-ші байттың k-ші битінің бульдік мәні, $r_{i,j}$ – кілттің i-ші байтының j-ші битінің бульдік мәні.

2-суретте көрсетілген схеманының блок-схемасы келесідей болады.



2-сурет. «AL01» алгоритмінің бір раундтағы блок-схемасы

Мысалдар арқылы осы көрсетілген «AL01» алгоритмінің бір раундтағы жұмыс істеу схемасын ескере отырып, статистикалық бағалау жасайық. Бағалауымыз кілтті толық теру мүмкіндігінен кем болса, онда алгоритм қарастырылған криптоталдаудан өтпеді немесе алгоритм берік емес дейміз. Ал кері жағдайда, қарастырылған алгоритм криптоталдауға берік болып саналады.

Мысалы, (1) теңдеуі бірінші қатардың және (2) теңдеуі екінші қатардың «S-блоктың» сызықтық талдауының ең үлкен статистикалық мәні бойынша таңдап алынған теңдеулері төмендегідей болсын:

$$x_8 \oplus x_{16} \oplus y_{1,7} \oplus y_{1,8} = k_{1,8} \oplus 1 \quad (1)$$

$$y_{1,7} \oplus y_{1,8} \oplus y_{2,4} \oplus y_{2,5} \oplus y_{2,6} = k_{2,7} \oplus k_{2,8} \oplus 1 \quad (2)$$

Ықтималдықтары 0,5625 болатын екі теңдеуді қосатын болсақ, онда ықтималдығы $p = 0{,}5 + 2^{-7} = 0{,}5078125$ болатын $x_8 \oplus x_{16} \oplus y_{2,4} \oplus y_{2,5} \oplus y_{2,6} =$

$k_{1,8} \oplus k_{2,7} \oplus k_{2,8}$ теңдеуін аламыз. $N = \left(\frac{1}{0{,}5+2^{-7}-0{,}5}\right)^2 = 2^{14}$, мұндағы N – 0,977 ықтималдықпен осы екі теңдеуді шешуге мүмкіндік туғызатын ашық мәтіндер жұптарының саны.

Егер $a_{i,j} \oplus r_{i,j} \oplus a_{i+1,j}$ қосындындағы $a_{i+1,j}$ мүшесін нөл деп ескеріп, $a_{i,j} \oplus r_{i,j}$ өрнегін схема бойынша басынан соңына дейін тігінен қарасақ, онда теңдеудің ақиқат болуының ықтималдығы $p = 0{,}5 + 2^{15} \times (2^{-4})^{16} = 0{,}5 + 2^{-49}$ және саны $N = \left(\frac{1}{0{,}5+2^{-49}-0{,}5}\right)^2 = 2^{98}$. Белгілі ашық мәтіндердің көмегімен $X(x_1, x_2, \dots, x_8) \oplus Y(c_1, c_2, \dots, c_8) = K(r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{16,8})$ теңдеуін 0,977 табысты ықтималдықпен қанағаттандырылады. Мұндағы, $X(x_1, x_2, \dots, x_8)$ – бір байттық ашық мәтін, $Y(c_1, c_2, \dots, c_8)$ - бір байттық шифрмәтін және $K(r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{16,8})$ – раундтық кілттер. Бұл жерде жоғарғы максимальды мән бойынша бағалағанымызды көрсеттік. Жоғарыда айтылған үшінші қосынды $a_{i+1,j}$ біз таңдағандай барлық кезде нөл бола бермейді.

3. «AL01» алгоритміне дифференциалдық криптоталдау

Дифференциалдық криптоталдауды жоғарыдан бағалайық. Ол үшін таңдалған ашық мәтіндердің жұптарының айырымның нөл болмауы тек бір байттың көлемінде болсын және басынан аяғына дейін тігінен (вертикальды), айырымдары бойынша тартқанда «S-блок» алмастыруларының нөлденбей қалуларының саны неқұрлым аз, соншалықты ықтималдығы жоғары болады. Өйткені, статистикалық үлестірімділігі тек осы функцияның көлемінде ғана ықтималдығы 1-ден төмен болады, ал қалған сызықтық функцияларда 1-ге тең.

Сондықтан, алдымен «S-блок» алмастыруына талдау қарастырылады. Таңдалған «S-блок» алмастыруының талдау нәтижесіндегі айырымдардың кездесуі саны 2 мен 4. Әрбір кіріс айырымдарына сәйкес шығыс айырымдары 4 рет кездесуі ең үлкен ауытқуы болғандықтан, осы $\frac{4}{256} = 0{,}015625$ ықтималдығын аламыз. Дифференциалдық криптоталдауды бастамастан бұрын, түсінікті болу үшін таңдап алынған ашық мәтіннің жұбына берілген кілт арқылы алгоритмның басынан аяғына дейін, әрбір қадамның кіріс және шығыс айырымдарын бақылап шығайық. Содан соң дифференциалдық талдаудың бағалауын қарастырамыз.

1-мысал.

Кілттің биттік түрде берілуі (бастапқы кілт):

10111000 01111111 00001011 00111001 10111000 01111111 00001011 00111001 10111000 01111111 00001011 00111001 10111000 01111111 00001011 00111001.

Кілттің 16-лық санау жүйесінде жазылуы: b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39 b8 7f 0b 39.

Берілген 16 байтты немесе 128 битті кілттен «Алгоритм ПСП-1», «Алгоритм ПСП-2» және «Алгоритм ПСП-3» алгортимдерін пайдалана отырып, раундтық кілттерді алу жолы төмендегідей:

1. Берілген негізгі кілттен «Алгоритм ПСП-1» бойынша 16 байттық келесі жаңа кілт жасап аламыз:

f6 4b 63 92 e8 4a e7 2c 9c 52 36 e 5d c5 e a2

2. алынған 16 байттық әрбір кілтке сәйкесінше 256 байттық раундық кілттерді «Алгоритм ПСП-2» бойынша, және де содан тағы бір 16 байтты кілтті «Алгоритм ПСП-3» бойынша аламыз. Бұл алгоритм толығымен BR05236757 жоба бойынша берілген жартыжылдық есепте баяндалған.

Алгоритмнің бірінші раундттық кілттері келесідей болады:

1) Алгоритм ПСП-2 бойынша алынған 256 байтты кілт:

```
ab 98 8d 66 28 b5 d3 22 f8 71 d6 15 ef 25 81 06
e1 98 84 c6 b0 3d ad 02 69 5c 97 96 cd e9 ec 1c
7c 9a 96 d8 c9 1f 9f 31 df d6 8a ee dc 30 5e e4
ba 8c 00 46 ba 0f a3 78 fb f9 70 5c 2d c2 ce 43
f2 62 9b 7b 99 ce 8d 6e eb 65 5b 64 ec b3 68 9e
8b f4 44 cc 16 28 13 3d e1 c6 6b 9f 32 b9 f5 48
9e c2 8a 7d 54 4b c4 d4 60 8a fd 8f 70 c0 a3 e6
8a 51 6f de 35 bd 3a e2 c8 59 2f 23 93 86 98 fc
02 bb e5 6c 52 cf fe 9a 44 ad 5e 32 43 ba 0a b3
74 5d 9f 65 a9 0f 8b 67 c4 cd 86 d8 80 a5 fb 3e
10 9f 09 e2 41 ba f6 e9 59 e4 9e e9 a4 06 5e 70
04 48 ed c0 27 db f7 7a 2c 1e 4f 42 86 25 b8 02
0e 44 fa d9 f3 cb d1 a4 df 2a 48 ba 96 5e da 43
ea 1a b6 e1 8e 1a 81 89 d0 06 d6 31 83 5c bb 16
c3 8a e0 42 85 e4 81 e3 44 92 d4 42 2c f3 87 e2
13 00 f5 a5 7f 95 57 f8 46 9d 04 9b fc ba fc 65
```

2) Алгоритм ПСП-3 бойынша алынған 16 байтты кілт:

```
d7 8a 0e 27 9a b1 c6 88 04 f7 40 5e 6d e1 60 0c
```

Таңдалған екі ашық мәтін төмендегідей болсын:

```
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4d cd
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4d cc
```

Онда, жұп ашық мәтіндердің айырымы келесідей болады:

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
```

Әрбір ашық мәтінді шифрлеп, олардың әрбір қатардағы (*i = 1..16*) мәндерінің айырымдарын аламыз. Ол төмендегідей болып шықты:

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 a1 f0
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 15 a0 87
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0e 90 53 6e
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 21 1e 25 29 5b
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7a a8 7f 64 8c 98
00 00 00 00 00 00 00 00 00 12 52 45 8e f9 9c 52
00 00 00 00 00 00 00 00 85 40 f9 1c b1 06 cd fe
00 00 00 00 00 00 00 c7 16 6a 1d d9 0a 16 39 3b
00 00 00 00 00 00 6e 44 f0 8e de 8a ae 1b 92 ae
00 00 00 00 00 37 f2 58 67 1d 90 28 dc 05 70 84
00 00 00 00 fd 56 7a 09 53 b4 6e 55 47 fa a5 ea
00 00 00 50 d4 30 2b 0c 4c bd 73 0b b1 a5 ef 7e
```

```
00 00 5b 3d 8b e8 1a 4d 87 d5 03 79 e2 5a ca 9c
00 41 5c da a4 b6 6c 42 f4 27 ec 19 52 de ea ad
94 35 4f af 0b ad bf 54 e4 11 aa 1a f5 94 94 36
31 81 1b 36 52 de 92 c5 1e a5 3e c5 86 00 42 8c
```

Бір раундтан кейінгі мәндердің айырымы алынды және ол нәтиже мынаған тең (бұдан әрі осындай натижелерді « =>» - белгімен белгілейміз):

```
31 81 1b 36 52 de 92 c5 1e a5 3e c5 86 00 42 8c.
```

Әрі қарай бастапқы кілтті және арнайы таңдалған әртүрлі ашық мәтіндердің үш жұбы жоғарыда сипатталған тәртіппен тексерілді, нәтижесі төмендегідей:

1)

```
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4d cd
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4d cc

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
=>:
31 81 1b 36 52 de 92 c5 1e a5 3e c5 86 00 42 8c
```

2)

```
90 4b 9e 1b d6 ea a6 4d b9 a9 c1 68 a5 e5 f9 2d
90 4b 9e 1b d6 ea a6 4d b9 a9 c1 68 a5 e5 f9 2c

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
=>:
e9 ed 35 58 e6 3a a5 59 d9 bf a7 42 2e 75 27 ca
```

3)

```
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4d cd
81 75 4b 8c 67 1b e3 06 ad ee 86 fc 52 17 4c cd

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00
=>:
24 18 73 7c 92 34 2a 58 2d fa 82 b9 62 72 1f e8
```

Дифференциалдық талдауға көшейік. Жоғарыдан бағалау үшін «S-блок» түрлендіруінен кейін әр түрлі байттар саны неғұрлым аз қатысуын қамтамасыз ету қажет. Сондықтан бұл жерде тағы бір сұраққа жауап іздеу керек. Айтылған шарт орындалу үшін ашық мәтін жұптарының айырмасын қандай етіп таңдағанда қол жеткіземіз? Осы сұраққа жауап беру үшін келесі мысалды қарастырамыз.

2-мысал.

Ашық мәтін жұптарының айырымы төмендегідей болсын:

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 .

Ескерту: Дифференциалдық талдаудың шарты бойынша таңдалған ашық мәтін жұптарына сәйкес шифрмәтіннің жұптары берілуі тиіс.

$a_i \oplus a_{i+1} \oplus r_i \oplus b_i \oplus b_{i+1} \oplus r_i = a_i \oplus a_{i+1} \oplus b_i \oplus b_{i+1}$ - «S-блок» түрлендіруінің кірістегі айырымы.

$S(\mathrm{a}_i \oplus \mathrm{a}_{i+1} \oplus r_i) \oplus S(b_i \oplus b_{i+1} \oplus r_i)$ - «S-блок» түрлендіруінің шығысындағы айырымы. Сондықтан, кірістегі айырым нөл болса, онда шығыстағы айырым да нөл болады. Егер кірістегі айырым нөл болмаса, онда шығыстағы айырым кілттің мәніне сәйкес әртүрлі мән қабылдайды.

Осыдан шығатыны, берілген ашық мәтін жұбының айырымының соңғы байты бойынша қадамдап талдауды жалғастырайық. «S-блок» түрлендіруінің кіріс айырымы 0x01 болғандықтан, ең жоғары $\frac{4}{256} = 2^{-6}$ ықтималдықпен сәйкес қойылатын шығыс айырымы 0xA1 болады. Екінші қатарда a1 айырымы 2^{-6} ықтималдықпен 0xC6 айырымына сәйкес қойылады. Сонда екі қатардағы жалпы ықтималдық 2^{-12}-не тең болады. Дәл осылай қайталай берсек, онда он бесінші қатарда ықтималдық 2^{-90}-не тең болады. Он алтыншы қатардағы он алтыншы байттың ықтималдығы 2^{-96} жетіп, және осы қатардағы бірінші байтында ықтималдығы 2^{-96} жеткендіктен, олардың жалпы ықтималдығы 2^{-192} болады.

Ашық мәтін жұбының бір байты үшін оның кірісінен шығысына дейінгі аралықтағы 16 қатардан өткендегі шифрдың орындалу тізбегіндегі мәндер төмендегідей:

$$01 \to A1 \to C6 \to 3F \to 37 \to BB \to B5 \to BE \to E8 \to B4 \to 82 \to 38 \to 1F \to 56 \to 64 \to 85 \to 1D.$$

Сонымен, он алтыншы қатардан кейін әр байттың тұтастай алгоритм бойынша түрлендірулер ықтималдығы 2^{-192}-ге жетіп отыр. Осыған сүйенсек, бұл ықтималдылық осы кілт ұзындығына сәйкес толық теру ықтималдылығы 2^{-128} –ден әлдеқайда аз. Бұл тұжырым өз кезегінде дифференциалдық талдаудың көмегімен алгоритмге жасалатын криптосоққы еш нәтиже бермейтінін көрсетеді.

Қорытынды

Қарастырылған «AL01» шифрлеу алгоритміне жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаулар нәтижелері алынды, аталған алгоритмнің осы талдаулауларға беріктілігі не көз жеткізілді.

Алғыс

Ғылыми зерттеу жұмысы Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтында орындалып жатқан «Разработка программных и программно-аппаратных средств для криптографической защиты информации при ее передаче и хранении в инфокоммуникационных системах и сетях общего назначения» BR05236757 жоба аясында орындалды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Biham E., Shamir A. Differential cryptoanalysis of DES-like cryptosystems (англ.). – 1990.

2. Matsui, M. «Linear cryptanalysis method for DES cipher» (PDF). Advances in Cryptology - EUROCRYPT 1993. Archived from the original (PDF) on 2007-09-26. Retrieved 2007-02-22.

3. Бабенко Л. К., Ищукова Е.А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа. Москва: «Гелиос АРВ», 2006.

4. Авдошин С. М., Савельева А. А. Криптоанализ: современное состояние и перспективы развития. Приложение к журналу «Информационные технологии». — 03/2007. — N 3.: 25.07.2019).

5. Ростовцев А.Г., Маховенко Е.Б. Теоретическая криптография. АНО НПО "Профессионал", 2005.

6. Дюсенбаев Д.С., Алғазы К.Т. «Симметриялық криптографиялық алгоритмдердің S-блоктарына талдау» Материалы Международной научной конференции Института информационных и вычислительных технологий МОН РК “Современные проблемы информатики и вычислительных технологий”, 28-29 июня 2016. Алматы: 5-9 с.

7. Дюсенбаев Д.С., Алғазы К.Т. S-блоктаға жүргізілген сызықтық және дифференциалдық криптоталдаудың нәтижелері Мат. Междун. Научн. Конф. Информатика и прикладная математика, посвященной 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Институт информационных и вычислительных технологий, 2016. 14-17 с.

8. Капалова Н.А., Алгазы К.Т., Дюсенбаев Д.С. Линейный и дифференциальный криптоанализ s-блоков. Труды 13-й Международной школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем" в рамках международной конференции IEEE SIBIRCON, Новосибирск, 18-22.сент.2017. [Электрон.ресурс]- http://conf.nsc.ru/opcs2017/ru/proceedings.

ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛҒАН КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ КІЛТТЕРДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

Капалова Н.А.[1], Абишева А.Ж.[1,2]
nkapalova@mail.ru, ak_maral@mail.ru
[1]ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан

Аңдатпа. *Қазіргі заманғы криптографияның негізгі қағидаларының бірі криптографиялық ақпаратты қорғау жүйесінің тұрақтылығы толығымен оларда қолданылатын кілттердің қауіпсіздігі туралы болжамдарға негізделеді. Мақалада криптографиялық кілттерді басқаруға қатысушылардың іс-әрекеттерін үйлестіру жолдары, ашық кілтті инфрақұрылымда әрбір пайдаланушыға ашық кілт пен оның иесі арасында айқын және сенімді сәйкестікті орнатуға мүмкіндік беретін рәсім ашық кілтті сертификаттау механизмі сипатталған.*

Күрделі криптожүйеге қатысушылардың - криптожүйенің абоненттері - бір-бірімен байланысу үшін бастапқыда өздерінің криптографиялық кілттері болмауы мүмкін. Сонымен қатар, көптеген абоненттері бар жүйеде олар бір-бірін біле

алмайды, немесе жүйеде қатысушылардың саны көбінесе белгісіз немесе өзгеріп отыруы мүмкін.

Осыған байланысты қатысушыларға криптографиялық кілттерді басқаруға қатысушылардың іс-әрекеттерін үйлестіру жолдарын ұсыну керек, яғни тұтастай жүйеде кілттерді басқаруды енгізу. Ұйымдастырылған кілттерді басқару үшін кейбір кілттерді басқару моделін қолдау қажет. Криптожүйеде кілттерді басқару модельдерінің екі түрі кездеседі: орталықтандырылмаған немесе орталықтандырылған (үшжақты) кілтті басқару.

Орталықтандырылмаған кілттерді басқару жүйесі криптографиялық кілттерді басқарудың бірыңғай орталығының жоқтығын білдіреді. Бұл жағдайда өмірлік циклдің барлық негізгі қызмет көрсету процедураларын криптожүйенің абоненттері жүзеге асырады.

Егер қарастырылатын жүйеде **тек екі қатысушы болса**, кілттерді басқару моделі екі нүктелі деп аталады (point-to-point). А және В абоненттері екі бағыт бойынша деректерді беру үшін бір *K* кілтін немесе бір бағытта деректерді беру үшін K_{AB} және K_{BA} бөлек кілттерін қамтиды. Барлық кілттердің өмірлік циклінің процедураларын басқа адамды тартпастан, тек екі абонент жүзеге асырады.

Егер криптожүйеде *n* абоненттері болса, онда біз толық кілттік матрица моделіне келеміз. Содан кейін *i* және *j* қатысушыларының әрбір жұбы бір бағытты деректерді беру үшін K_{ij} және K_{ji} жұп-таңдаулы байланыс кілттеріне ие. Егер $K_{ij} = K_{ji}$, матрица симметриялы болса; *i*-ші абонент барлық басқа абоненттермен байланысу үшін осы матрицаның *i*-ші бағаны сақталуы керек, яғни *n-1* кілті. Бұл жүйе ымыраға қарсы сенімді, бірақ өте көп кілттерді сақтауды талап етеді *n(n-1)* дана (*немесе n(n-1)/2*, егер матрица симметриялы болса).

Орталықтандырылған **(үшжақты) кілтті басқару жүйеде** қатысуды, «қарапайым» абоненттерден басқа, арнайы қатысушы - «үшінші тараптың» *T* болуын қарастырады. Кілтті тарату орталығының (*key distribution center - KDC*) немесе кілтті аудару (трансляциялау) орталығының (*key translation center - KTC*) функцияларын орындайды.

KDC жүйеде жұмыс жасағанда, *A* және *B* екі қатысушысы *KDC*-мен байланыс жасаудың ортақ кілттері бар, бірақ бір-бірімен байланысу кілттері жоқ. Кілттер *KDC* орталығында жасалады, содан кейін олар барлық мүдделі тұлғаларға жіберіледі. Біздің жағдайда, тікелей *KDC*-нан А-ға дейін немесе *KDC*-нан *B*-ға дейін немесе *KDC*-ның екі кілті *A*-ға жіберіледі, тиісті абоненттердің кілттерімен шифрленеді, содан кейін *A B*-ға кілтін қайта бағыттайды.

Жүйеде *KTC* болған кезде, *A* және *B* екі қатысушысында *KTC*-мен байланыс жасаудың ортақ кілттері бар, бірақ жұптастырылған байланыс кілті олармен өздігінен жасалады, ал *KTC* бір қатысушының екіншісіне кілттерді жіберу (тарату) функциясын ғана орындайды. *A* қатысушысы әзірлеген жұптастырылған байланыс кілтін тасымалдау екі әдістің бірімен пайда болуы мүмкін: немесе *A*-дан *KTC* кілтті қабылдайды, ортақ *A* және *KTC* үшін кілтте шифрланған, содан кейін оны ортақ *KTC* және *B* үшін кілтпен қайта шифрлайды және оны *B*-ға жібереді немесе қайта шифрланған кілтті *A*-ға кері жібереді, содан кейін оны *B*-ға бағыттайды. Кез келген «үшінші тараптың» Т моделінде - *KDC* және *KTC* болуы мүмкін – олар түрлі режимдерде жұмыс жасай алады.

Сызықтық режим (*in-line*). Бұл жағдайда *Т - А* және *В* арасында деректерді беру жолына енгізілген аралық жағы, нақты уақыт режимінде *А* және *В* абоненттері арасындағы байланыс құралы ретінде қызмет етеді. Мұндай режимнің мысалы криптографиялық функцияларды орындайтын брандмауэр болып табылады.

Нақты уақыт (on-line) режимі. Мұнда *Т* хаттаманың әрбір сеансына қатысады, егер *А, В* қатысушысының кемінде біреуі (немесе екеуі де) қатысса. Алайда, бұл жағдайда *А* және *В* тікелей емес, *Т* арқылы байланысады. Осындай жағдайдың мысалы - нақты уақытта жұмыс жасайтын сенімді кілттер тарату сервері.

Кешіктірілген режим (off-line). Бұл режимде Т нақты уақыттағы хаттамаға қатыспайды, бірақ ол А, В (немесе екеуі бірдей) абоненттерінің кем дегенде біреуіне қол жетімді алдын ала ақпаратты дайындайды және олармен хаттама сеансының орындау кезінде пайдаланылады. Бұл режим, мысалы, ашық кілттерді куәландыратын сертификаттау орталықтарында жүзеге асырылады.

Әр нақты жағдайда іске асырылатын жұмыс режиміне қарамастан, үш жақты басқару моделінің артықшылығы жоғары өнімділік және криптожүйенің «қарапайым» қатысушыларының әрқайсысы кілттердің үлкен санын сақтаудың қажеті жоқтығында[1].

Кілттерді орталықтан таратуды қолданатын әдістердің *кемшілігі* – орталық кімге және қандай кілттер тағайындалғанын біледі, ол ақпараттық жүйеде жүрген барлық хабарламаларды оқуға мүмкіндік береді. Кілттерді тікелей айырбастау кезінде субъектілердің түпнұсқалығын аутентификациялау проблемасы бар, яғни «ортадағы адам» шабуылына ұшырау мүмкін, ол жағдай шабуылдаушы екі қатысушының арасында болған кезде орын алады. Бұл жағдайда таратылатын ашық кілттерді ауыстыру қатері пайда болады, толығырақ қарастырайық.

Қолданушы А қолданушы В-ға ашық кілтін жібереді. Ортадағы адам Е өзінің ашық кілті мен жабық кілтін генерирлеп, жолдан қолданушы А-ның ашық кілтін алып алып, өзінің ашық кілтін қолданушы А-ның атынан қолданушы В-ға жібереді. Қолданушы В ештеңе білмей Е-ның ашық кілтімен хабарламаны шифрлеп (ол қолданушы А-ның ашық кілтімен шифрледім деп ойлайды), қолданушы А-ға жібереді. Е оны жолдан ұстап алып өзінің жабық кілтімен дешифрлейді. Нәтижесінде құпиялылық бұзылды.

Қолданушы В хабарламаны қолданушы А үшін шифрлегеніне сенімді болған, дегенмен де ол оны Е үшін шифрледі. Ең қызығы төртінші қадамда хабар алмасу процессі тоқтамайды. Е хабарламаны өзгертіп, оны қолданушы А-ның ашық кілтімен шифрлеп қолданушы А-ға жібереді. Осылайша екі жақ ортада хабарламаны ұрлап алатын үшінші адамның бар екенін білмей қалады.

Сондықтан, ашық кілттің қолданушы А-ға тиісті екенін растау үшін ашық кілтті қайсыбір ақпаратпен байланыстыру керек (кімге тиісті, қандай сериялық номер, қандай алгоритммен генерирленген). Егер қолданушы А оның ашық кілті ұрланғанын біліп қойған жағдайда, қолданушы В ол кілтті енді қабылдап алмауын қамтамасыз ететін ашық кілтті қайтарып алатын механизм керек. Бұл мәселені шешу үшін цифрлық *сертификаттар қолданылады*. Ол ISO стандарттарында анықталған. Сертификат - бұл абоненттің идентификаторынан, оның ашық кілтінен және куәлікті беру уақыты мен оның жарамдылық мерзімі сияқты қосымша ақпарат, сенімді түрде өкілетті ұйым немесе сенімді адам қолымен жасалған деректер

жиынтығы. Ол оны сақтау немесе жөнелту кезінде ашық кілтті алмастыру мүмкіндігін болдырмау үшін арналған. Сертификатты алған және электрондық цифрлық қолтаңбаны растағаннан кейін, ашық кілттің абонентке шынымен тиесілі екеніне көз жеткізуге болады.

Ашық кілтті алмастыру кезіндегі орын алатын сипатталған қаупі ашық кілт сертификаттарын пайдалану арқылы сәтті түрде жойылады.

Ашық кілт сертификаттары ашық кілттер криптографиясында маңызды рөл атқарады және оның негізгі мақсаты - пайдаланушының ашық кілтін қол жетімді ету және жарамды ету.

Ашық кілттер сертификаттарын қалыптастыру X.509 стандартында ұсынылған қатаң аутентификация қағидаларына және ашық кілттердің криптожүйелерінің қасиеттеріне негізделеді.

Ашық кілтті криптожүйелерде пайдаланушыда ашық және жабық кілттер (барлығына қолжетімді) бар деп есептейді. Әрбір пайдаланушы өзінің жабық кілтімен анықталады. Қос кілттің көмегімен кез-келген басқа пайдаланушы өзінің коммуникациялық серіктесі жабық кілттің нақты иесі екендігін анықтай алады.

Әрбір пайдаланушыға ашық кілт пен оның иесі арасында айқын және сенімді сәйкестікті орнатуға мүмкіндік беретін рәсім ашық кілтті сертификаттау механизмі арқылы қамтамасыз етіледі [2].

Біздің елге келетін болса, Қазақстан үкіметі ұлттық қауіпсіздік сертификатын, оның ішінде оны қолдану ережелерін енгізуге арналған бірқатар заңнамалық актілерді бекітті («Қауіпсіздік сертификатын беру және қолдану ережесін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитеті Төрағасының 2018 жылғы 27 наурыздағы № 23 / н бұйрығы).

Бекітілген қауіпсіздік сертификатын беру ережесінде сертификат үш жыл мерзімге байланыс операторының өтініші бойынша берілетіндігі айтылған. «Байланыс туралы» жаңа заңға сәйкес операторлар қауіпсіздік сертификатын пайдаланып, трафикті шифрланған хаттамалар арқылы өткізуі керек. Телекоммуникация операторлары абоненттерге Интернетке қол жетімділіктің өзгеретін шарттары туралы хабарлау және абоненттер мен қосалқы операторлар арасында сертификатты тарату үшін жауап береді.

Сертификатты қолдану ережелері байланыс операторынан оны пайдаланудың ұйымдастырушылық және техникалық жағдайларының құпиялығын қамтамасыз етуді талап етеді [3].

Қауіпсіздік сертификаты азаматтарды, мемлекеттік органдар мен жеке компанияларды хакерлерден, Интернет-алаяқтардан және киберқауіптердің басқа түрлерінен қорғауға арналған.

Жоғарыда сипатталған мәселелерді шешу ашық кілттер инфрақұрылымы (Public Key Infrastructure - PKI) арқылы жүзеге асады және ол «ортадағы адам» шабулынан тиімді қорғайды.

Ашық кілттер инфрақұрылымы ашық кілттерді таратудың үш жақты әдісі болып табылатыны белгілі, яғни осы немесе басқа ашық кілттің кімге қатысты екенін анықтайтын жүйе. ISO X.509 халықаралық стандарты PKI жалпы құрылымын және оларды пайдалану туралы хаттамаларды анықтайды [4]. Стандартқа сәйкес, орталық өкілеттіктер бар, ол «ашық кілт - жабық кілт» жұбына ие және өзінің ашық

кілтін жариялайтын куәландыру орталығы (КО) деп аталады. Куәландыру орталығының ашық кілті бәріне белгілі. Ашық кілттер инфрақұрылымына қосылу үшін қолданушы А өзінің жеке - «ашық кілт - жабық кілт» жұбын жасайды. Жабық кілтті жасырын сақтайды, ал ашық кілтті сертификаттау орталығына жібереді. Куәландыру орталығы қолданушының А екенін тексереді, содан кейін келесідей сандық нұсқауларға қол қояды: «Кілт А қолданушыға тиесілі». Бұл мәлімдеме сертификат деп аталады және осы кілттің А қолданушыға тиесілі екендігін куәландырады. Енді, егер А қолданушы В қолданушымен байланысқысы келсе, ол оған өзінің ашық кілтін және сертификатын жібере алады. В қолданушысында куәландыру орталығынан ашық кілті бар, ол оның көмегімен цифрлық қолтаңбаны тексере алады. Егер қолданушы В куәландыру орталығына сенім білдірсе, ол кілт шынымен А-ға тиесілі екеніне сенуіне болады. Бұл сипатталған қадамдарды орындағаннан кейін, қолданушы В өзінің ашық кілтін куәландыру орталығында тексертіп, содан кейін ашық кілт пен сертификатты А қолданушыға жібереді. Енді А және В қолданушылар бір-бірінің ашық кілттерін біле алады. Соңғысы қауіпсіз байланыс үшін сеанс кілтін жасайтын кілтті үйлестіру хаттамасын іске қосу үшін пайдаланылуы мүмкін. Ашық кілтті инфрақұрылымның негізгі тұжырымдамасы көптеген іргелі мәселелерден зардап шегеді, соның ішінде: қолданушы аттарының мәселесіне қатысты жанама авторизация; сертификаттау орталығына сенімділіктің дәрежесіне қарай қауіпсіздіктің тәуелділігі; сертификатты қайтарып алу[5].

Осындай ашық кілттерді таратудың үш жақты әдісітерінде қолданылатын механихмдердің бірі ЭСҚ болып табылатыны белгілі.

Қазіргі уақытта электрондық сандық қолтаңбаның стандартты жүйелерін енгізу міндеттерімен қатар, ұжымдық және топтық қолтаңбаларды енгізудің тәжірибелік маңызы бар. Ұжымдық қолтаңба ұғымы топтық қолтаңбаның кеңінен белгілі тұжырымдамасына сәйкес келеді, бірақ мәні бойынша бұл ұғымдар өзгеше және әртүрлі мәселелерді шешетін криптографиялық хаттамаларды құру үшін пайдаланылады. Топтың қолтаңбасының хаттамасында, белгілі бір топтың кез-келген пайдаланушысы қолтаңбаны қалыптастырған нақты тұлғаларды анықтауға уәкілетті субъектілер бар болса, барлық топтың атынан қолтаңбаны жасай алатындығын шешу үшін шешіледі, ал басқа ұйымдар мұны жасай алмайды.

Ұжымдық қолтаңба бір мезгілде келісімшартқа (электрондық құжатқа) қол қою хаттамаларын өте қарапайым түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді, себебі ол бірыңғай бөлінбейтін трансформация нәтижесінде қалыптасады және жеке немесе өзге де қысқартылған ұжымдық қолдарға бөлінбейді. Сонымен қатар, оны кеңейте алмайды, яғни ол бір немесе бірнеше пайдаланушылардың қосымша қолтаңбасымен қосылуы мүмкін [6].

Топтық қолтаңбаны екі пайдаланушы арасында емес, қатысушылардың тобына жиі алмасқан жағдайда қажет. Топтың қолтаңба схемасы кейбір топқа құжатты бірге қол қоюға мүмкіндік береді. Топтық электрондық сандық қолтаңба әдеттегіден ерекшеленетін келесі қасиеттерге ие:

- қолтаңбаның авторы топтың мүшелері ғана болуы мүмкін;
- кез-келген уақытта оның авторы топтың мүшесі екеніне көз жеткізуге болады;
- топтан кімнің қолтаңба авторы екендігін анықтау мүмкін емес [7].

Ұжымдық электрондық сандық қолтаңба (ҰЭСҚ) құрастырылатын хаттамасына мынадай қосымша талаптар қабылданады:

біртұтастығы - ҰЭСҚ-нан басқа пайдаланушылардың басқа жиынына сәйкес келетін дұрыс қолтаңбаны есептеу мүмкін емес;

1. пайдаланушылардан *тәуелсіздік* - ҰЭСҚ олардың саны мен құрамына қарамастан, кез-келген пайдаланушылардың тобымен құрылуы мүмкін;
2. ҰЭСҚ-ның *бірмезгілде* кілттің жасалуы - ҰЭСҚ генерациялау процедурасының аралық кезеңдерінде туындайтын барлық мәндер кейбір хабар үшін дұрыс қолтаңбалар болмауы керек;
3. *ажырамастық* - бұл ұжымдық қолтаңба үшін басқа ұжымдық қолтаңбаны қалыптастыру мүмкін емес.

Ұжымдық қолтаңба хаттамасының негізгі идеясы ретінде пайдаланушылардың ашық кілттерінің функциясы болып табылатын ұжымдық ашық кілтті қолдану тұжырымдамасы қабылданды. $y_1, y_2, \dots, y_m$, жиынындағы тиісті ашық кілтті иеленуші кейбір пайдаланушылардың кейбір жиынының ашық ұжымдық кілті $y = f(y_1, y_2, \dots, y_m)$. ҰЭСҚ-ның қалыптасуының жалпы схемасы төменде келтірілген талаптарды қанағаттандыратын арнайы алгоритмдер мен хаттамалар түрінде келесі күрделі есеп айырысу мәселелерін қолдана отырып іске асырылады:

- үлкен қарапайым модуль арқылы ірі қарапайым дәрежелі түбірлерді алу;
- үлкен тәртіптегі мультипликативтік топтағы дискретті логарифм;
- арнайы типті эллиптикалық қисық нүктелерінің тобында дискретті логарифм.

Осы аталған күрделі есептердің біріне жататын позициялық емес санау жүйесі (ПЕСЖ) негізінде ҰЭСҚ алгоритмін құру жұмыстары жүргізілуде, және де осы агоритмді ашық кілттерді таратудың үш жақты әдісіне ендіру қарастырылдуа. Аталған санау жүйесіне негізделген алгоритм ерекше қызығушылық тудырады, себебі бұл жағдайда генерациялау мен тексеру процедураларының ең үлкен өнімділігі қамтамасыз етіледі[8].

ПЕСЖ-сін дәстүрлі емес алгоритмдер мен кодтау әдістерін құрастыруда және зерттеуде, шифрлауда, электрондық сандық қолтаңбаны (ЭСҚ) қалыптастыруда пайдалану, осы криптографиялық рәсімдердің айтарлықтай сенімділігін арттыруға, ЭСҚ-ның ұзындығын азайтуға және ЭСҚ-ны қателерді анықтау және бірлік қателерді түзету қасиеттерімен толықтыруға мүмкіндік береді [9].

Әдебиеттер тізімі

1. Запечников С.В. Криптографические протоколы и их применение в финансовой и коммерческой деятельности: Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 320 с.
2. Защита информации и ИПО. Лекция 17. Управление криптоключами. http://yztm.ru/lekc2/l17/ (10.07.2019)
3. Национальный сертификат безопасности Казахстана: Защита пользователей или государства? https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37226731#pos=4;-137 (12.05.2019)
4. Основы криптографии: Учебное пособие / А.П. Алферов [и др.]. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 480 с.

5. Синюк А.Д., Остроумов О.А. Система классификации методов распределения ключей. //Информация и космос №3, 2006, стр.54-61
6. Галанов А.И. Множественная подпись: новые решения на основе понятия коллективного открытого ключа. Информационно-управляющие системы. Научно-практический журнал. №1 (32), 2008
7. Аристархов И.В. Управление сертификатами ключей проверки электронной подписи. Дис. ... канд. тех. наук. М., 2012 - 144 с.
8. Абишева А.Ж. Электрондық құжат айналымында электрондық қолтаңба – ұжымдық, топтық, қолтаңбаларды пайдалану //Вестник ПГУ. Сер. «Физико-математическая» – 2018. – № 2 (2018), – С. 6-13.
9. Бияшев Р.Г. Разработка и исследование методов сквозного повышения достоверности в системах обмена данными распределенных АСУ: Дис. ... докт. тех. наук. – М., 1985. – 328 с.

ПСЕВДОКЕЗДЕЙСОҚ ТІЗБЕК ГЕНЕРАТОРЛАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Капалова Н.А., Самрат С.М.
e-mail: nkapalova@mail.ru, sanzhar.samrat@gmail.com
ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты», Қазақстан

Аңдатпа. *Бұл мақалада статистикалық тесттер жинағын қолдана отырып псевдокездейсоқ тізбектердің генераторларының статистикалық қасиеттеріне зерттеу және талдау жасалды. Псевдокездейсоқ тізбектерді генерациялау алгоритмдері өзара салыстырылды.*

Псевдокездейсоқ тізбектердің генераторлары кез келген ақпараттық қауіпсіздік жүйелерінің ажырамас бөлігі болып табылады. Псевдокездейсоқ тізбек дегеніміз – белгілі бір алгоритм көмегімен алынған кездейсоқ тізбек. Ақпаратты жинау, өңдеу, жіберу, сақтау, сондай-ақ объектілерді басқару процестерінің сенімділігі мен қауіпсіздігі генерацияланған тізбектердің қасиеттеріне байланысты. Осыған байланысты криптографиялық қосымшалар қалыптастыратын тізбектер үшін ең қатаң талаптар қойылады.

Қазіргі уақытта қарастырылатын тізбектердің қасиеттері туралы қорытынды жасауға мүмкіндік беретін тесттердің көптеген түрлері бар. Тесттер арасында ең танымал тесттерге Diehard, NIST, Д.Кнут және т.б. жатады.

Псевдокездейсоқ тізбектердің генераторларының статистикалық қасиеттерін зерттеу процесі келесі орындалатын процедураларды қамтиды:

- тестілеуге арналған тізбекті құру;
- статистикалық тесттер жиынтығын жүргізу;
- статистикалық тесттерден өтуін талдау;

«Криптографиялық кілттерді басқару жүйесін құру» жобасының аясында псевдокездейсоқ тізбектерді генерациялау алгоритмдері құрылды [1]. Олар: Алгоритм ПСП_1, Алгоритм ПСП_2 и Алгоритм ПСП _3 (ПСП_01, ПСП_02, ПСП_03) [2].

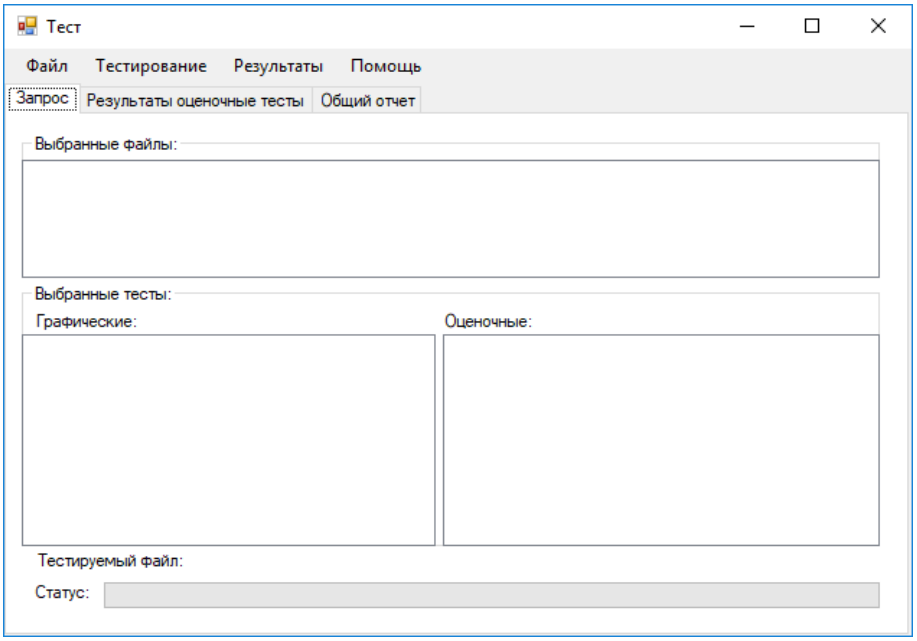
Әзірленген және іске асырылған алгоритмдер жылжу регистрлеріндегі көпразрядты псевдокездейсоқ тізбектердің стохастикалық генераторларына жатады. Алгоритмдер өзара құрылыммен ерекшеленеді. ПСП_3 алгоритмі алғашқы екі алгоритмнің комбинациясы болып табылады.

Кіріс деректері:

- $x_i \in Z_{256}, i = \overline{1,n}$ тізбектің соңғы саны;
- алгоритмнің полиномиалдық модулі (8 дәрежелі полином);
- генерацияланатын тізбектің ұзындығы.

Әр алгоритм көмегімен ұзындығы 8000 бит болатын 100 тізбек, ұзындығы 80000 бит болатын 100 тізбек алынды.

Алынған 600 тізбектің статистикалық қасиеттерін тексеру үшін «Д.Кнуттың статистикалық тесттерін және графикалық тесттерді іріктеудің автоматтандырылған жүйесі» (Автоматизированная система подборки статистических тестов Д.Кнута и графических тестов) бағдарламасы қолданылды (1-сурет).



1-сурет. «Д.Кнуттың статистикалық тесттерін және графикалық тесттерді іріктеудің автоматтандырылған жүйесі» бағдарламасы

Псевдокездейсоқ тізбекті зерттеу үшін, екі тест тобы қолданылады [3-5].

- **Графикалық тесттер.** Тізбектің статистикалық қасиеттері графикалық тәуелділік түрінде көрсетіледі. Графикке қарап зерттелетін тізбек қасиеттеріне қорытынды жасалады. Графикалық тесттер: тізбек элементтерін үлестіру гистограммасы; жазықтықта үлестіру; серияларды тексеру; монотондылыққа

тексеру; автокорреляциялық функция (АКФ), графикалық спектрлі тест, сызықтық күрделілік профилі.

- **Бағалау тесттері.** Тізбектің статистикалық қасиеттері сандық сипаттамалармен анықталады. Бағалау тесттері беретін сандық сипаттама арқылы тесттен өткенін немесе өтпегенін нақты айтуға болады. Бағалау тесттері: 0 мен 1-ге тексеру, байланыссыз серияларды тексеру, символ бойынша тексеру, интервалдарды тексеру, комбинацияларды тексеру, купондарды жинаушының тесті (тест собирателя купонов), орын ауыстыруларды тексеру, корреляцияны тексеру.

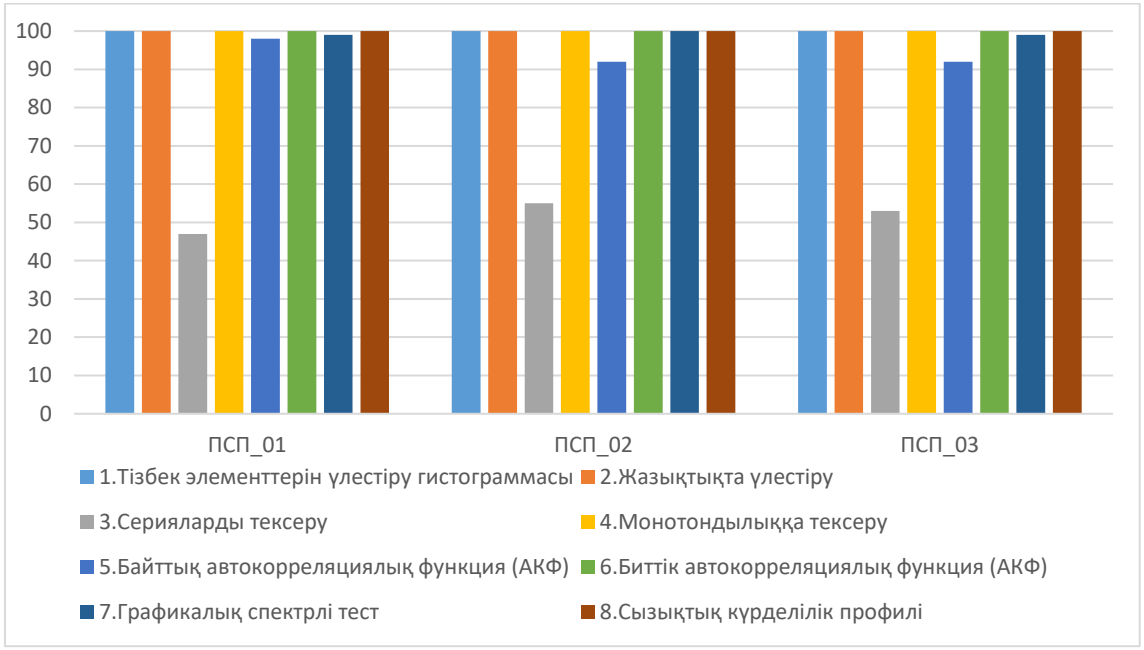
Зерттеу нәтижелері. 1-кестеде әр тесттен сәтті өткен тізбек саны көрсетілген.

1-кесте. Псевдокездейсоқ тізбектерді зерттеу нәтижелері

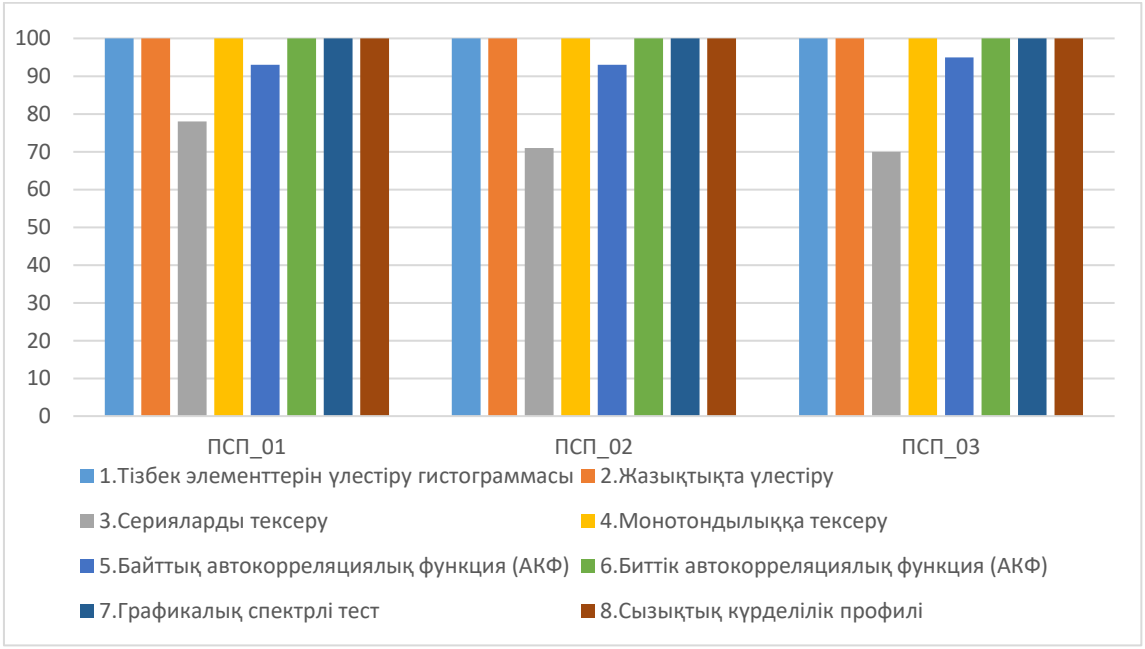
Тест түрі	Тесттер	ПСП_01		ПСП_02		ПСП_03	
		1000	10000	1000	10000	1000	10000
Графикалық тесттер	1.Тізбек элементтерін үлестіру гистограммасы	100	100	100	100	100	100
	2.Жазықтықта үлестіру	100	100	100	100	100	100
	3.Серияларды тексеру	47	78	55	71	53	70
	4.Монотондылыққа тексеру	100	100	100	100	100	100
	5.Байттық автокорреляциялық функция (АКФ)	98	93	92	93	92	95
	6.Биттік автокорреляциялық функция (АКФ)	100	100	100	100	100	100
	7.Графикалық спектрлі тест	99	100	100	100	99	100
	8.Сызықтық күрделілік профилі	100	100	100	100	100	100
Бағалау тесттері	1.0 мен 1-ге тексеру	90	97	95	96	91	97
	2.Байланыссыз серияларды тексеру	90	97	93	94	97	93
	3.Символ бойынша тексеру	90	93	95	96	96	93
	4.Интервалдарды тексеру	86	89	92	84	88	87
	5.Комбинацияларды тексеру	97	97	100	98	96	99
	6. Купондарды жинаушының тесті	90	96	90	97	91	96
	7.Орын ауыстыруларды тексеру	94	89	94	96	98	96
	8.Корреляцияны тексеру	100	100	100	100	100	100

Графикалық тесттер нәтижелері 2 және 3-суреттерде көрсетілген. Жалпы тест нәтижелері – жақсы. Тізбек элементтерін үлестіру гистограммасы, жазықтықта үлестіру, монотондылыққа тексеру, биттік автокорреляциялық функция, сызықтық

күрделілік профилі тесттерінен генерацияланған тізбектердің барлығы өтті. Тек қана сериялардың тексеру тесті орташа нәтиже көрсетті. Бұл тестте дәлірек нәтиже алу үшін серия санын көбейтіп, қосымша тестілеу жасау керек.

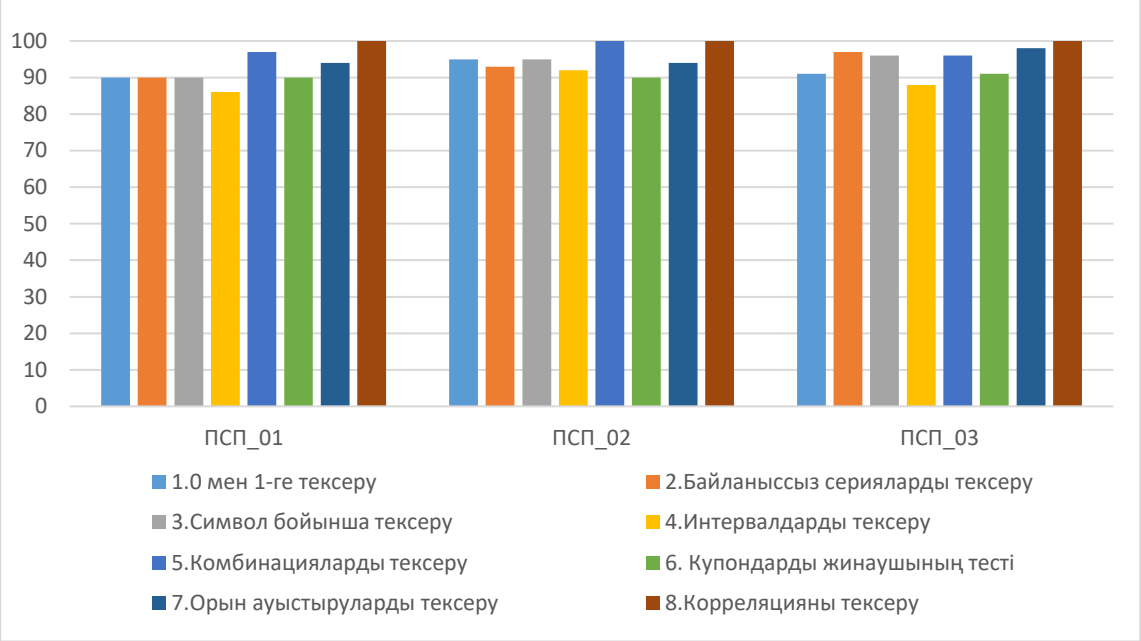


2-сурет. Ұзындығы 1000 бит болатын тізбектердің графикалық тесттер нәтижесі

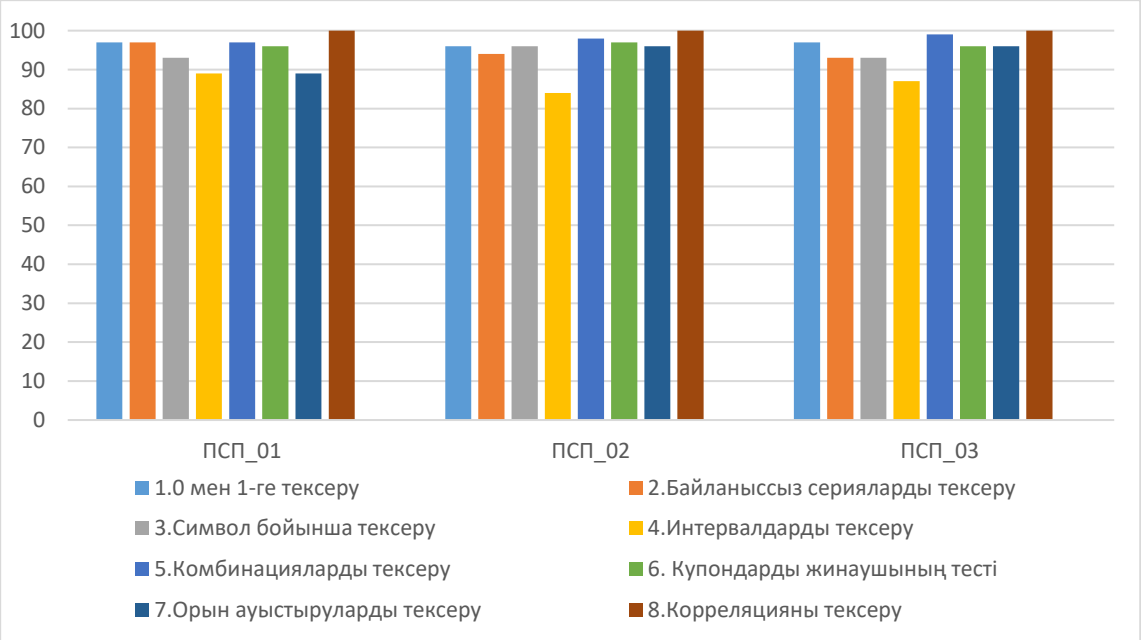


3-сурет. Ұзындығы 10000 бит болатын тізбектердің графикалық тесттер нәтижесі

Әзірленген алгоритмдердің үшеуі де бағалау тесттеріде жақсы нәтиже көрсетті. Бағалау тесттер нәтижелері 4 және 5-суретте көрсетілген.



4-сурет. Ұзындығы 1000 бит болатын тізбектердің бағалау тесттер нәтижесі



5-сурет. Ұзындығы 10000 бит болатын тізбектердің бағалау тесттер нәтижесі

Графикалық және бағалау статистикалық тесттерінен алынған тізбектің статистикалық сипаттамаларын талдау нәтижелері алынды. Зерттелген генератордың сапасын бағалау нәтижесінде алынған псевдокездейсоқ тізбектер жақсы статистикалық қасиеттерге ие екендігі анықталды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Нысанбаева С.Е., Капалова Н.А, Алгазы К.Т. и др. / Отчет по НИР «Разработка системы управления криптографическими ключами» ПГФ 2018-2020, № госрегистрации 0118РК00117.
2. Объект авторского права под названием «Генератор псевдослучайной последовательности PSG1.1/ Бияшев Р. Г., Нысанбаева С. Е., Капалова Н. А., Дюсенбаев Д.С., Алғазы К.Т.; опубл. 16.04.2019, Бюл. № 3619. - 2 с.
3. Нысанбаева С.Е., Капалова Н.А., Дюсенбаев Д.С., Алгазы К.Т. Исследования статистических свойств разработанного генератора псевдослучайных последовательностей // Материалы научной конференции Института информационных и вычислительных технологий МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий». – Алматы, 2018. – С. 210-217.
4. Капалова Н.А., Алгазы К.Т., Самрат С.М. Криптоалгоритмдердің статистикалық қауіпсіздігін зерттеу // Материалы научной конференции Института информационных и вычислительных технологий МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий (29-30 июня 2017 г.)». – Алматы, 2017. – С. 108-113.
5. Иванов М.А., Чугунков И.В. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. – М.: «КУДИЦ-ОБРАЗ», 2003. – 240 с.

ЕМ ТҮРЛЕНДІРУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БЛОКТЫ ШИФРЛЕУ АЛГОРИТМІНЕ ЖҮРГІЗІЛГЕН БАҒАЛАУ ТЕСТТЕРІ

Капалова Н.А., Хомпыш А., Алгазы К.Т.
E-mail: nkapalova@mail.ru, ardabek@mail.ru, kunbolat@mail.ru
ҚР БжҒМ Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты

Аңдатпа. *Мақалада ақпаратты криптографиялық қорғаудың жаңа блоктық шифрлеу алгоритімі ұсынылады. Осы алгоритмнің құрама бөлігі болып табылатын жаңа ЕМ (exponentiation modul) түрлендіру әдісі сипатталған. Шифрлеу алгоритмінің жылдамдығын арттыру үшін позициялық емес полинимиалды санау жүйесі және жұмыс негіздерінің индекс кестесі қолданылады. Алгорим бойынша алынған шифрмәтіндер статистикалық қауіпсіздікке тексерілді, тестілеу нәтижелері сарапталды.*

Кілттік сөздер: *Қалдықтар классы, позициялық емес санау жүйесі, кілт, ашықмәтін, шифрлау, дешифрлау, индекс кестесі, мультипликативті топ.*

Кіріспе. Кез-келген мемлекеттің даму стратегиясында басым бағытарының бірі ұлттық қауіпсіздік екендігін ескерсек онда оның ең маңызды элементтерінің бірі ақпараттық қауіпсіздік болып табылады. Сондықтан ақпараттық жүйелерді қауіпсіз және тиімді өңдеуді дамыту әр бір мемлекеттің басым бағыттары бірі болып табылады [1]. Ақпараттық қауіпсіздіктің жаңа технологияларын құру мәселесін шешу, бір жағынан өңдеудің жоғары жылдамдығын және ақпараттың үлкен көлемін беруді, ал екінші жағынан оған қолжетімділікті шектеп, ақпаратты қорғаудың қажетті деңгейін қамтамасыз ету қажет.

Сондықтан заманауи талаптарға сай келетін ақпараттық қауіпсіздік құралдарын құру өзекті мәселелердің бірі. Бұл мәселелерді шешудің көптеген әдістер бар солардың ең тиімді әдістерінің бірі криптографиялық әдістер, яғни криптографиялық қорғау жүйелерін пайдалану. Ақпаратты криптографиялық қорғау әдістері функционалды міндеттеріне байланысты сан алуан. Мысалы, үлкен көлемді ақпаратты үлкен жылдамдықта шифрлеу [2]. Мақалада қазіргі таңдағы ақпараттық қорғау саласының өзекті болып саналатын шифрлеу алгоритмінің бір моделін құрастыру мәселелері қарастырылған. ЕМ түрлендіру әдісі негізінде жаңа блокты шифрлеу алгоритмі ұсынылды. Алгоритмнің статистикалық қауіпсіздігін бағалау үшін алгоритм жүзеге асырылып, алынған шифрмәтіндер статистикалық тестермен бағаланды.

ЕМ түрлендіру әдісі негізінде жасалынған блокты шифрлеу алгоритмі

Жасалынып отырған шифрлеу алгоритмін әзірлеу кезінде біз Галуа $GF(2^v)$ өрісінде дәрежеге шығару операциясына негізделген позициялық емес полиномальды санау жүйесінде жұмыс істейтін ЕМ (exponentiation modul) түрлендіру әдісі, S-box ауыстыру кестесі қолданылды. Барлық қолданылған әдістер төменде сипатталған. Ұсынылып отырған блокты шифрлеу/дешифрлеу алгоритмі 1,2-суретте көрсетілген. Шифрлеуден бұрын барлық кіріс деректері 128 битке бөлінеді де оған 128 биттегі кілт модуль екі бойынша қосылады, егер кіріс деректерінің соңғы блогі 128-биттен кем болса, онда блок нольдермен толтырлады, кейін ол дешифрлеу барысында алынып тастасталады. 128 биттік кіріс деректері 32 биттен 4 ішкі блокқа бөлінеді, осы ішкі блоктар бойынша шифрлеу процессі жүргізіледі.

ЕМ (exponentiation modul) түрлендіру әдісі. Кеңейтілген Галуа $GF(2^v)$ өрісінде дәрежеге шығару операциясына негізделген позициялық емес полиномиальды санау жүйесінде (ПЕПСЖ) жұмыс істейтін ЕМ (exponentiation modul) түрлендіру әдісі үш кезеңнен тұрады:

- жұмыс негіздер жүйесін құру және олардың орналасу ретін таңдау;
- раундық кілттерді жасау;
- кіріс деректерін түрлендіру және кері түрлендіру.

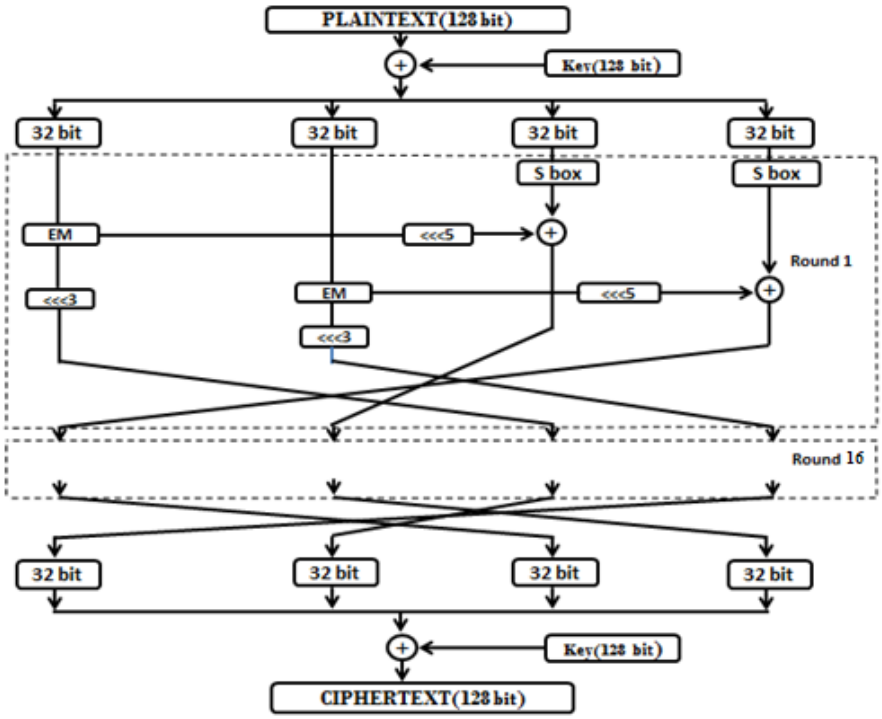
Бірінші кезең. Жұмыс негіздерін таңдап алу кезеңін қарастырайық. Ол үшін екілік тізбектегі келтірілмейтін көпмүшеліктердің сәйкесінше n_1 дәрежесінің саны m_1-ге, n_2 дәрежесінің саны m_2 -ге, n_S дәрежесінің саны m_S -ге тең болсын.

Онда жұмыс негіздерінің ең үлкен дәрежесі $H-$қа тең және m_i, $i=\overline{1,S}$-ке дейінгі дәрежелі жұмыс негіздерін таңдау кезеңдерінде (1) теңдікті қанағаттандыратындай алгебралық теңдеудің барлық ықтималды шешімдерін табамыз

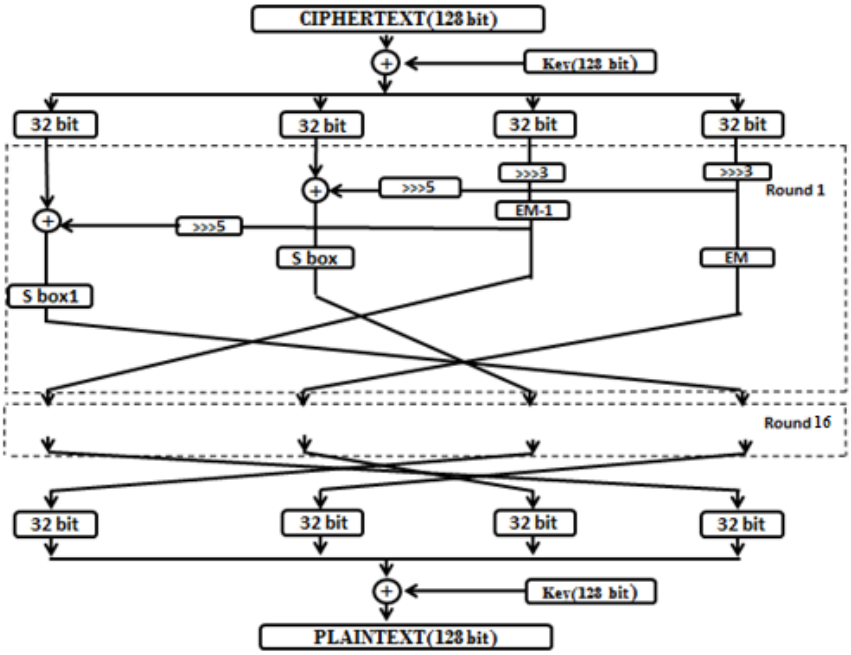
$$k_1 m_1 + k_2 m_2 + ... + k_S m_S = H. \quad (1)$$

мұндағы $0 \le k_i \le n_i$, $i=\overline{1,S}$-белгісіз коэффициент, k_i - таңдап алынған m_i дәрежелі келтірілмейтін көпмүшеліктердің саны, n_i-барлық m_i дәрежелі келтірілмейтін көпмүшеліктердің саны, мұндағы $1 \le m_i \le H$, онда барлық жұмыс негіздерінің саны мынаған тең [3]:

$$S = k_1 + k_2 + ... + k_S. \quad (2)$$



1-сурет. Модуль бойынша дәреже негізіндегі блокты шифрлеу алгоритм схемасы



2-сурет. Модуль бойынша дәреже негізіндегі блокты дешифрлеу алгоритм схемасы

Екінші кезең. Кеңейтілген Галуа өрісінде дәрежеге шығару операциясына негізінделген түрлендіру әдісін жүзеге асыру үшін k_i және k_i^{-1} мәнін псевдокездейсоқ тізбектер генераторының (ПКТГ) көмегімен аламыз:

- тізбекті түзу;
- алынған екілік тізбекті таңдалған жұмыс негіздерінің дәрежелеріне сәйкес бөлшектеу;
- екілік жүйедегі тізбектерді ондық жүйеге ауыстыру;
- алынған k_i мәнді ЕҮОБ(k_i, $p^{ord(p_i(x)}-1$)=1 болатындындай таңдаймыз.

Үшінші кезең. Модуль бойынша дәрежеге шығару операциясын пайдалану негізінде деректерді шифрлеу жылдамдығы көп уақытты талап ететіндігі белгілі. Алайда, бұл процедураның есептеу уақытын жылдамдату үшін ПЕПСЖ-ні қолдану орынды [4].

Ұсынылып отырған түрлендіру әдісінде кіріс деректері 128 ұзындықтағы биттер түрінде берілгендіктен. Оны 32 ұзындықтағы блоктарға бөліп, әр блокпен жұмыс жасаймыз. Әрбір 32 ұзындықтағы блок жұмыс негіздерінің дәрежесі бойынша бөліктерге бөлінеді. Алынған бөлікті (3) формуладағы ПЕПСЖ-дегі қалдықтардың тізбегі ретінде өрнектейміз.

$$A(x) = a_1(x), a_2(x), ..., a_s(x), \tag{3}$$

мұндағы $a_i(x)$ -алынған бөліктер, $i = \overline{1,S}$.

(3) формула бойынша бөлініп алынған блоктарды түрлендіру формуласын төмендегідей өрнектейміз [5]:

$$b_i(x) = a_i^{k_i}(x) \bmod p_i(x), \qquad i = \overline{1,S}. \tag{4}$$

(4) формуласы бойынша алынған шифрмәтіндер жүйесі келесідей өрнектеледі:

$$B(x) = (b_1(x), b_2(x), ..., b_s(x)). \tag{5}$$

Онда керітүрлендіру мынадай түрде болады:

$$a_i(x) = b_i^{k_i^{-1}}(x) \bmod p_i(x). \tag{6}$$

Алынған ашық мәтіндердер жиыны келесі формуламен өрнектеледі:

$$A(x) = a_1(x), a_2(x), ..., a_s(x). \tag{7}$$

Ұсынылған алгоритмде әрбір қолданылатын кілттің керісін есептейміз:

$$k_i \cdot (k_i)^{-1} \equiv 1 \bmod (p^{\deg(p_i(x))} - 1), \ i = \overline{1,S}. \tag{8}$$

Қолданылып отырған ЕМ түрлендіру әдісінде дәрежеге шығару амалы шифрлеу кезінде көп уақыт алатыны белгілі. Бірақ ұсынылып отырған алгоритмде дәрежені есептеу индекс кестесін құру арқылы орындап отырғандықтан есептеу жылдамдығы артады [6]. ЕМ түрлендіруінде таңдап алған жұмыс негіздері $p_i(x)$ бойынша индекс кестесін келесі заңдылық бойынша толтырамыз.

$$a(x) = \alpha^j \bmod p_i(x), \quad j = \overline{0, (2^{\deg(p_i(x))} - 2)} \tag{9}$$

Мұнда, α - $GF(2^v)$ өрісіндегі мультипликативті топты тудырушы элемент.

Мысалы: $GF(2^v)$ өрісіндегі жұмыс негіздерінің бірі $p(x) = x^3 + x + 1$, келтірілмейтін көпмүшеліктің индекс кестесін қарастырайық (1-кесте).

Таңдалған жұмыс негіздерінің индекс кестесіне сәйкес келесі математикалық теңдеуді енгізейік.

$$l = \underset{\alpha}{ind}\, a_i(x) \bmod p_i(x), \tag{10}$$

мұндағы l - $a(x)$-тің α-бойынша алынған дәрежесі немесе индексі (ind). Ондай болатын болса онда (4) формулаға келісідей өзгерту енгіземіз:

$$b_i(x) = (\alpha^l)^{k_i} \bmod p_i(x) = (\alpha(x)^{(lk_i) \bmod (2^{\deg(p_i(x))}-1)}) \bmod p_i(x). \quad (11)$$

1-кесте. $p(x) = x^3 + x + 1$ жұмыс негіздерінің индекс кестесі

Индексті берілуі ind	Көпмүшелік түрде берілуі $a(x)$
α^{∞}	0
α^0	1
α^1	x
α^2	x^2
α^3	$x+1$
α^4	$x^2 + x$
α^5	$x^2 + x + 1$
α^6	$x^2 + 1$

Кері түрлендіру процессіндеде k_i -дің орынына кері элементі $(k_i)^{-1}$ -ді қолданамыз:

$$l = \underset{\alpha}{ind}\, b_i(x) \bmod p_i(x) \quad (12)$$

$$a_i(x) = (\alpha^l)^{k_i^{-1}} \bmod p_i(x) = (\alpha^{(lk_i^{-1}) \bmod (2^{\deg(p_i(x))}-1)}) \bmod p_i(x) \quad (13)$$

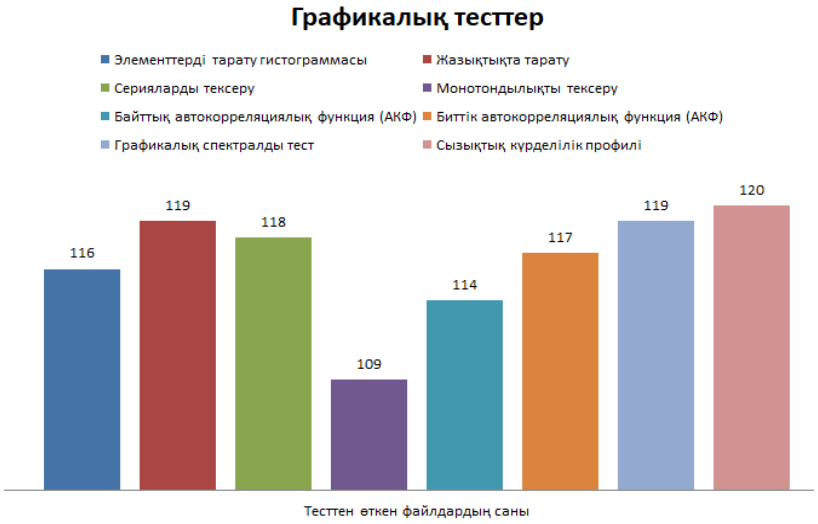
Шифрлеу алгоритмінің статистистикалық қауіпсіздігін бағалау үшін жүргізілген тестлеу. Шифрлеу алгоритмінің моделін іске асыру үшін с++ тілінде бағдарламасы әзірленді. Ұсынылған алгоритмнің статистикалық қауіпсіздігін зерттеу үшін шифрмәтінге бағалау тестері жасалынып талдау жүргізілді.

Ұсынылған алгоритмге тестілеу жүргізу үшін:

- әр түрлі өлшемдегі 10 файл;
- 12 толық кілт және әр түрлі жұмыс негіздері қолданылды.

Ұсынылған ЕМ алгоритмі бойынша алынған 120 шифрмәтіннің статистикалық қәуіпсіздігі тексеріліп нәтижелерлері ұсынылды.

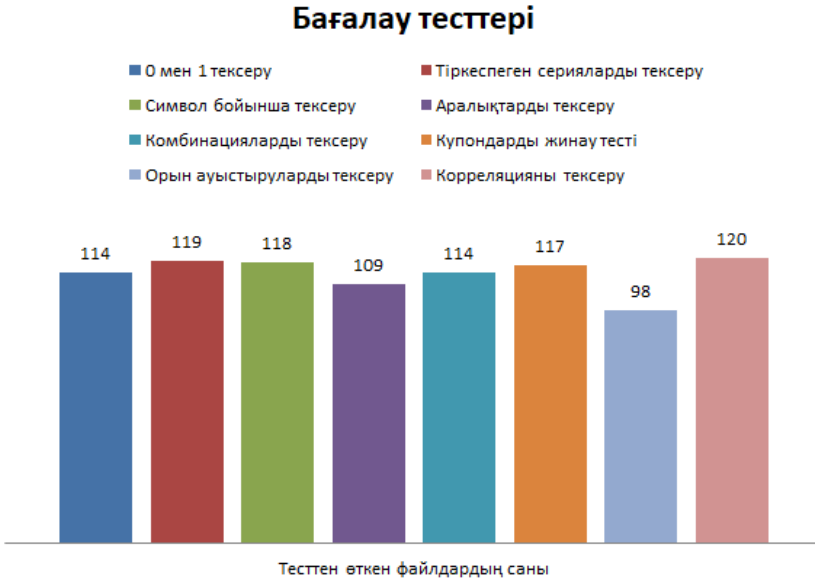
Графикалық тестердің нәтижелерін төмендегі суретте бейнеленген, әр баған аталмыш тесттен 120 файлдың шешеуі өткенін корсетеді (3-суретте).



3-сурет. Графикалық тесттердің нәтижелері

Графикалық тестердің нәтижелері: Элементтерді тарату гистограммасы, жазықтықта тарату, сериялады тексеру, монотондылықты тексеру, байттық автокорреляциялық функция (АКФ), биттік автокорреляциялық функция (АКФ), графикалық спектралды тест, сызықтық күрделілік профилі тестеріне сәйкес 116, 119, 118, 109, 114, 117, 119, 120 шифрмәтін тестілеуден өтті.

Ал бағалау тестердің нәтижелері нақты өткендігі немесе өтпегендігі туралы нәтижелер ұсынады (4-сурет) .



4-сурет. Бағалау тесттердің нәтижелері

Бағалау тестердің нәтижелері: 0 мен 1 тексеру, байланыссыз сериялардытексеру, тіркеспеген сериялардытексеру, символ бойынша тексеру, аралықтардытексеру, комбинацияларды тексеру, купондарды жинау тесті, орын ауыстыруларды тексеру, корреляцияны тексеру тестеріне сәйкес 114, 119, 118,109,114,117, 98, 120 шифрмәтін тестілеуден өтті.

Қортынды. Қарастырылған алгоритімнің бағдарламасы құрылып, осы алгоритм бойынша шифрленген файлдардың шифрмәтіндерінің статистикалық қауіпсіздігін бағалау және графикалық тестер арқылы сыналды. Алгоритмнің басқа да қасиеттерін зерттеу алдағы жұмыстарда жоспарланған.

Қолданылған әдебиеттер

1. Чипига А.А. Криптографическая защита данных в информационных технологиях на базе непозиционных полиномиальных систем [Текст] / А.А. Чипига, И.А. Калмыков, А.В. Барильская, О.А. Кихтенко // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог, -2009, -С.210-220.

2. Амербаев В. М., Бияшев Р. Г., Нысанбаева С. Е. Применение непозиционных систем счисления при криптографической защите // Изв. Нац. акад. наук Респ. Казахстан. Сер. физ.-мат. 2005. No 3. С. 84–89

3. R. Biyashev, S. Nyssanbayeva, N. Kapalova, A. Haumen, Modied symmetric block encryption-decryption algorithm based on modular arithmetic // Proceedings of the International Conference on Wireless Communications, Network Security and Signal Processing (WCNSSP2016). – Chiang Mai, Thailand,2016. – pp. 263-265.

4. Червяков Н.И. Нейрокомпьютеры в остаточных классах [Текст] / Н.И. Червяков, П.А. Сахнюк, А.В. Шапошников, А.Н. Макоха; под ред. А.И. Галушкина. –М.: Радиотехника, 2003. – 272 с.

5. Чипига А.А. Применение расширенных полей Галуа гля повышения информационной скрытности передачи данных [Текст] / А.А. Чипита, И.А. Калмыков, А.Б. Хайватов, Сагдеев А-К. // Успехи современного естествознания, № 5. - 2007. С. 103-105.

6. Чипига А.А. Реализация процедуры обратной нелинейному шифрованию с использованием индексного представления для поля Галуа / А.А. Чипига, И.А. Калмыков, А.В. Барильская, О.А. Кихтенко, В.Р. Гахов // Материглы электронной заочной конференции Российской Академии Естествознания «Прикладные исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники». 15-20 ноября 2009.

КРИПТОСТОЙКОСТЬ СИСТЕМЫ ШИФРОВАНИЯ RSA

Абдикаликов К.А.
e-mail: abdikalikov@mail.ru
Актюбинский университет имени С. Баишева (Актобе), Казахстан

Аннотация. *Проведено исследование надежности криптографической системы RSA с использованием китайской теоремы об остатках.*

Китайская теорема об остатках. Суть этой теоремы состоит в следующем. Пусть p_i, $i = 1,2,...,k$, попарно взаимно простые числа, то есть

$$НОД(p_i, p_j) = 1 \text{ для } i \neq j,$$

если известно $u_j \in [0, P-1]$ для $i = 1,2,...,k$. Китайская теорема об остатках утверждает, что существует единственное целое число u из промежутка $[0, P-1]$, где $P = p_1, p_2, ..., p_k$ такое, что $u = u_i (\bmod p_i)$.

Алгоритм RSA. Этот адгоритм предложили в 1978 г. Р. Райвест (Rivest), А. Шамир (Shamir) и А. Адлеман (Adleman) [1]. Алгоритм получил свое название по первым буквам фамилий его авторов

Криптостойкость этого алгоритма основывается на трудности факторизации больших чисел и трудности вычисления дискретных логарифмов.

В криптосистеме RSA открытый ключ K_B, секретный ключ k_B, сообщение M и криптограмма C принадлежат множеству целых чисел:

$$Z_N = \{0,1,2,..., N-1\}, \quad (1)$$

где N является модулем:

$$N = P * Q. \quad (2)$$

Здесь P и Q - случайные большие простые числа. Для обеспечения максимальной безопасности выбирают P и Q равной длины и хранят в секрете.

Множество Z_N с операциями сложения и умножения по модулю N образует арифметику по модулю N.

Открытый ключ K_B выбирают случайным образом так, чтобы выполнялись условия:

$$1 < K_B < \varphi(N), НОД(K_B, \varphi(N)) = 1, \quad (3)$$

$$\varphi(N) = (P-1)(Q-1), \quad (4)$$

где $\varphi(N)$ - функция Эйлера.

Функция Эйлера $\varphi(N)$ указывает количество положительных целых чисел в интервале от 1 до N, которые взаимно простые с N.

Второе из указанных выше условий означает, что открытый ключ K_B и функция Эйлера $\varphi(N)$ должны быть взаимно простыми.

Далее, используя расширенный алгоритм Евклида, вычисляют секретный ключ k_B в следующем виде:

$$k_B * K_B = 1 \,(\bmod\ \varphi(N)) \tag{5}$$

или

$$k_B = K_B^{-1} (\bmod (P-1)(Q-1)). \tag{6}$$

Это можно осуществить, так как получатель *B* знает пару простых чисел (*P*, *Q*) и может легко найти $\varphi(\mathrm{N})$. Заметим, что k_B и N должны быть взаимно простыми.

Открытый ключ K_B используют для шифрования данных, а секретный ключ k_B – для расшифровки.

Преобразование шифрования определяет криптограмму C через пару (K_B , M) в соответствие со следующей формулой:

$$C = E_{K_в}(M) = E_B(M) = M^{K_в} (\bmod\ N). \tag{7}$$

Обращение функции $C = M^{K_в} (\bmod\ N)$, то есть определение значения M по известным значениям C, K_B и N, практически не осуществимо при $N \approx 2^{512}$.

Однако, обратную задачу, то есть задачу расшифрования криптограммы C, можно решить, используя пару (секретный ключ k_B, криптограмма C) по следующей формуле:

$$M = D_{k_в}(C) = D_B(C) = C^{k_в} (\bmod\ N). \tag{8}$$

Процесс расшифрования можно записать так:

$$D_B(E_B(M)) = M. \tag{9}$$

Подставляя в (9) значения (7) и (8), получаем:

$$(M^{K_в})^{k_в} = M (\bmod\ N), \tag{10}$$

или

$$M^{K_в k_в} = M (\bmod\ N). \tag{11}$$

Величина $\varphi(N)$ играет важную роль в теореме Эйлера, которая утверждает, что если $НОД(x, N) = 1$, то $x^{\varphi(N)} \equiv 1 (\bmod\ N)$, или в несколько более общей форме:

$$x^{n-\varphi(N)+1} = x (\bmod\ N). \tag{12}$$

Сопоставляя выражения (11) и (12) , получаем $K_B * k_B = N * \varphi(N) + 1$ или имеем:

$$K_B * k_B \equiv 1 (\bmod \varphi(N)). \tag{13}$$

Именно поэтому для вычисления секретного ключа k_B используют соотношение (5). Таким образом, если криптограмму C

$$C = M^{K_B} (\text{mod } N) \tag{14}$$

возвести в степень k_B, то в результате восстанавливается исходный открытый текст *M*, так как

$$(M^{K_B})^{k_B} = M^{K_B k_B} = M^{N\cdot\varphi(N)+1} = M^{N(P-1)(Q-1)+1} = M^{NP(Q-1)} M^{-NQ+N+1} =$$
$$= (M^{P})^{N(Q-1)} M^{-NQ+N+1} \equiv M^{N(Q-1)} M^{-NQ+N+1} \equiv M(\text{ mod } N).$$

Таким образом, получатель, который создает криптосистему, защищает два параметра: 1) секретный ключ k_B и 2) пару чисел *(P,Q)*, произведение которых дает значение модуля N. С другой стороны, этот получатель открывает значение модуля N и открытый ключ K_B. Злоумышленнику известны лишь значения K_B и N. Если бы он смог разложить число N на множители P и Q, то он узнал бы «потайной ход» – тройку чисел $\{P, Q, K_B\}$, вычислил бы значение функции Эйлера $\varphi(N) = (P-1)(Q-1)$ и определить значение секретного ключа k_B.

Безопасность и быстродействие криптосистемы RSA. Безопасность алгоритма RSA базируется на трудности решения задачи факторизации больших чисел, являющихся произведением двух больших простых чисел. Действительно, криптостойкость алгоритма RSA определяется тем, что после формирования секретного ключа D_B и открытого ключа E_B «уничтожаются» значения простых чисел P и Q, и тогда исключительно трудно определить секретный ключ D_B по открытому ключу E_B, поскольку для этого необходимо решить задачу нахождения делителей P и Q модуля N.

Разложение величины N на простые множители P и Q позволяет вычислить функцию $\varphi(N) = (P-1)(Q-1)$ и затем определить секретное значение D_B, используя уравнение

$$E_B * D_B \equiv 1(\text{mod } \varphi(N)).$$

Другим возможным способом криптоанализа алгоритма RSA является непосредственное вычисление или подбор значения функции $\varphi(N) = (P-1)(Q-1)$. Если установлено значение $\varphi(N)$, то сомножители P и Q вычисляются достаточно просто. В самом деле, пусть

$$x = P + Q = N - 1 - \varphi(N)$$
$$y = (P+Q)^2 = (P+Q)^2 - 4 * N^{\cdot}$$

Зная $\varphi(N)$, можно определить *x* и затем y; зная *x* и y, можно определить числа P и Q из следующих соотношений: $P = 1/2(x + \sqrt{y}), \quad Q = 1/2(x - \sqrt{y})$. Однако эта атака не проще задачи факторизации модуля N [2].

Задача факторизации является трудно разрешимой задачей для больших значений модуля N.

Сначала авторы алгоритма RSA [1] предлагали для вычисления модуля N выбирать P и Q случайным образом, по 50 десятичных разрядов каждое. Считалось, что такие большие числа N очень трудно разложить на простые множители. Один из авторов алгоритма RSA P. Райвест полагал, что разложение на простые множители числа из почти 130 десятичных цифр потребует более 40 квадриллионов лет машинного времени. Однако этот прогноз не оправдался из-за сравнительно быстрого прогресса компьютеров и их вычислительной мощности, а также улучшения алгоритмов факторизации.

Один из наиболее быстрых алгоритмов, известных в настоящее время, алгоритм NFS (Number Field Sieve) может выполнить факторизацию большого числа N (с числом десятичных знаков больше 120) за число шагов, оцениваемых величиной [3]

$$\exp o((\ln(n))^{\frac{1}{3}}(\ln\ln(n))^{\frac{2}{3}}.$$

В 1994 г. было факторизовано число со 129 десятичными знаками. Это удалось осуществить математикам А. Ленстра и М. Манасси посредством организации распределенных вычислений на 1600 компьютерах, объединенных сетью, в течение восьми месяцев. По мнению А. Ленстра и М. Манасси их работа компрометирует криптосистему RSA и создает большую угрозу ее дальнейшему применению. Теперь разработчикам криптоалгоритмов с открытым ключом на базе RSA приходится избегать применения чисел длинной менее 200 десятичных знаков. Это число растет с увеличением вычислительных мощностей компьютеров.

В [4] сделана попытка расчета оценок безопасности длин ключей асимметричных криптосистем на 20 лет исходя из прогноза развития компьютеров и их вычислительной мощности, а также возможного совершенствования алгоритмов факторизации.

Криптосистемы RSA реализуются как аппаратным, так и программным путём. Для аппаратной реализации операций зашифрования и расшифрования RSA разработаны специальные процессоры. Эти процессоры, реализованные на сверхбольших интегральных схемах, позволяют выполнять операции RSA, связанные с возведением больших чисел в колоссально большую степень по модулю N, за относительно короткое время. Например, одна из самых быстрых аппаратных реализаций RSA с модулем 512 бит на сверхбольшой интегральной схеме имеет быстродействие 64 Кбит/с.

В данной работе рассмотрены лишь некоторые компьютерные технологии программной реализации криптосистемы RSA и способы максимального уменьшения времени шифрования при увеличении длины ключей.

Литература

1. Rivers R.L., Shamir A, and Adleman. A method for obtaining digital signatures and public – key cryptosystems // Comm. ACM. – 1978. - № 21. – P.120 -126.
2. Диффи У. Первые десять лет криптографии с открытым ключом // Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике. – 1988. –Т.76. - № 5. – С.54 -74.
3. Кнут Д.Е. Искусство программирования для ЭВМ // М.: Мир, 1977. - Т. 2. – 724 с.
4. Schneier B. Applied Cryptography. –John Wiley & Sons, Ins., 1996. – P. 758.

КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Анищенко Л.Н., Калиева Г.С.
e-mail: luda@ipic.kz, gulnara@ipic.kz
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной статье рассматривается проблема роста киберпреступности, несмотря на все усилия государственных учреждений по борьбе с данным явлением.*

Сегодня мир активно входит в эру цифровой глобализации. Информационные технологии стали важнейшей частью мировой торговли товаров и услуг, и обмена данными. Это ключевые технологии XXI века, которые на ближайшие десятилетия будут являться залогом экономического роста государства и основным двигателем научно-технического прогресса. Интернет, облачные вычисления, мобильные и мультимедийные технологии, роботы, виртуальная реальность, работа с большими данными – BigData и многое другое стало обязательным атрибутом стран с «умной» экономикой.

Несмотря на очевидный прогресс, наблюдается тенденция незаконного использования информационных и коммуникационных технологий лицами, организациями и государствами в ущерб интересам других государств и всего международного сообщества. Такие действия, безусловно, создают потенциальную угрозу возникновения и развития международных конфликтов, что не совместимо с задачами обеспечения международного мира и безопасности. Современные явления, такие как киберпреступность, информационные войны, применение информационного оружия, кибертерроризм, хакерские атаки завоевывают глобальное информационное пространство и ставят под угрозу формирующуюся систему обеспечения международной информационной безопасности. Важно, что преступники-одиночки постепенно вытесняются с криминального рынка хорошо организованными преступными группами, объединяющими людей из разных регионов и стран мира.

В настоящее время мировая практика количественно-качественного сегментирования всей номенклатуры киберпреступлений показывает следующее. Около половины всех преступлений в сфере высоких технологий совершается с целью хищения денежных средств с электронных счетов клиентов банков, примерно шестая часть преступлений в данной сфере совершается с целью неправомерного доступа к информации, представляющей тот или иной интерес, а одна пятая доля всех преступлений данного вида совершается с целью заказа услуг за чужой счет или фальсификации информации.

Всемирный экономический форум поместил киберпреступность на третью строчку своего рейтинга глобальных рисков. На первых двух находятся климатические изменения и стихийные бедствия [1].

Количество киберпреступлений сегодня возрастает, преступники могут получить доступ к персональной информации частных лиц, к секретным данным банков и государственных организаций. Последствия таких проникновений — финансовое мошенничество, шпионаж и даже угроза безопасности государства. По данным международной исследовательской компании MarketsandMarkets, к 2022 году объем глобального рынка кибербезопасности может достигнуть 232 млрд долларов.

За последние годы киберпреступность стала более организованной и приобрела форму бизнеса. Действия хакеров ориентированы на получение долгосрочного дохода. Более того, в убытки компаний можно отнести не только прямой урон от действий хакеров, но и расходы на оборону от кибератак.

Киберпреступность по большому счету является издержкой бурного развития умных технологий со всеми вытекающими отсюда последствиями. Так, по данным Cisco Systems, сегодня число киберугроз в 6 раз превышает количество всех запросов в Google! Это 7,2 триллиона кибератак против 1,2 триллиона услуг ежегодно.

Кибератаки можно разделить на две основные категории:

1) нарушения в области безопасности данных, например, персональных данных, интеллектуальной собственности, коммерческой тайны, заработной платы сотрудников, ценовых образующих и т.д.;

2) саботаж, который может выражаться в форме атак, с целью направления потока ложных сообщений или запросов на веб-сервисы, например для отключений системы и вывода из строя инфраструктуры в целом [2].

Основная функциональность кибербезопасности включает в себя защиту информации и систем от крупных киберугроз. Эти киберугрозы принимают различные формы (например, атаки приложений, вредоносные программы, вымогательство, фишинг, наборы для использования). К сожалению, кибер-противники научились запускать автоматические и сложные атаки с использованием этих тактик при низких и более низких затратах. В результате, идти в ногу со стратегией и операциями в области кибербезопасности может стать проблемой, особенно в правительственных и корпоративных сетях, где в их самой разрушительной форме киберугрозы часто нацелены на секретные, политические, военные или инфраструктурные активы нации [3].

Кибертерроризм - это разрушительное использование террористическими группами информационных технологий для продвижения их идеологической или политической повестки дня. Это происходит в виде атак на сети, компьютерные системы и телекоммуникационную инфраструктуру. Интернет во многих отношениях – идеальное поле деятельности террористических организаций. Всемирная сеть привлекает возможностью свободного доступа, невысокой стоимостью связи, отсутствием цензуры и других форм государственного контроля, анонимностью (что важнее всего), быстрой передачей информации, огромной аудиторией, техническими возможностями.

Cyberwarfare использует национальные государства, использующие информационные технологии для проникновения в сети других стран, чтобы нанести ущерб или срыв. В США и многих других странах кибервойна была признана пятой областью ведения войны (после суши, моря, воздуха и космоса). Атаки Cyberwarfare в основном выполняются хакерами, которые хорошо обучены использованию тонкостей компьютерных сетей и действуют под эгидой и при поддержке национальных государств. Вместо того, чтобы «закрывать» ключевые сети целевых объектов, атака кибервойны может вторгнуться в сети, чтобы скомпрометировать ценные данные, ухудшить связь, ухудшить такие инфраструктурные услуги, как транспортные и медицинские услуги, или прервать торговлю.

Cyberespionage - это практика использования информационных технологий для получения секретной информации без разрешения ее владельцев. Кибершпионаж чаще всего используется для получения стратегического, экономического, политического или военного преимущества и проводится с использованием технологий взлома и вредоносного ПО.

Казахстан, как страна, во многом заимствующая передовые IT-технологии, в том числе и технологии кибербезопасности, может в любой момент подвергнуться риску злонамеренного внедрения в программное обеспечение не декларируемых функций («бэкдоров» - дефект алгоритма, который намеренно встраивается в него разработчиком и позволяет получить несанкционированный доступ к данным или удалённому управлению операционной системой и компьютером в целом) способных нанести ущерб, как физическим лицам, так и государству. Но речь идет не только о внешних угрозах. Только за прошлый год Электронное правительство Казахстана подверглось более чем миллиарду хакерских атак.

По уровню глобального индекса безопасности Казахстан занимает лишь 83 место из 165 стран. Но постепенно ситуация меняется к лучшему. Правительством РК совместно с Комитетом национальной безопасности была создана Концепция кибербезопасности «Киберщит Казахстана», утвержденная 30.06.2017 г. Постановлением Правительства РК № 407 и рассчитанная на срок до 2022 года. В программе «Казахстан – 2050» одним из главных приоритетов объявлена безопасность государства, в том числе информационная безопасность, экологическая безопасность и др.

В своем послании народу Казахстана «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана» Глава государства Касым-Жомарт Токаев дал поручение Правительству «адаптировать законодательство под

новые технологические явления: 5G, «Умные города», большие данные, блокчейн, цифровые активы, новые цифровые финансовые инструменты» [4].

В Казахстане уже функционирует Центр мониторинга безопасности электронного правительства, действует служба реагирования на инциденты киберугроз, а также обозначена т.н. электронная граница страны – система централизованного управления сетями телекоммуникаций, через которую проходит интернет-трафик. Первые объекты возникли в 2009 г., и с тех пор не было ни одного серьезного инцидента в госсекторе. Сегодня в вопросах информационной безопасности распространяется проактивная защита ресурсов. Для борьбы с киберпреступниками специалистам нужно опережать хакеров по уровню знаний, разрабатывать превентивные методы защиты ПО, заранее искать и устранять потенциальные уязвимости в защищаемых системах.

В связи с этим приоритетным направлением на сегодняшний день является сотрудничество государств по предотвращению рисков, угроз и международных конфликтов, а также по недопущению превращения международного информационного пространства в поле для военных действий. Такое сотрудничество должно способствовать повышению роли международной информационной безопасности всех участников мирового сообщества.

Литература

1. Годовой отчет по кибербезопасности за 2018 год. – Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/security-reports.html. - дата обращения 15.03.2019.

2. Бойченко О.В. Защита информации в автоматизированных информационных системах: учебное пособие [для студ. высш. учебн. завед.] / О.В. Бойченко. – Симферополь: ИСВА ЧВУЗ «МСУ, Харьков», 2017. - 161 с.

3. Азбука кибербезопасности/ URL:http://cyberbezopasnost.ru/antivirus/vse-o-virusah/ (дата обращения 09.03.2018).

4. Послание Президента РК народу Казахстана «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана» https://www.inform.kz/ru/polnyy-tekst-poslaniya-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana_a3561692. – дата обращения 02.09.2019.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА

Бегимбаева Е.Е.[1], Усатова О.А.[2], Бияшев Р.Г.[1], Нысанбаева С.Е.[1], Вуйцик В.[3]

enlik_89@mail.ru, uoa_olga@mail.ru, brg@ipic.kz, sultasha1@mail.ru, waldemar.wojcik@pollub.pl

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан
[3]Люблинский технологический университет, Люблин, Польша.

Аннотация. *Предлагаются модули для защиты информации в автоматизированной системы с применением разграничения доступа на основе второго фактора. В данной работе предложены и исследованы криптографические методы, входящие в состав автоматизированной системы, также описаны модели модулей цифровой подписи и контроля доступа к информации на основе двухфакторной аутентификации.*

Введение

Ввиду возрастающего количества разных атак, хищения баз данных, получения доступа к закрытой информации сторонними пользователями возникает необходимость использования надежных способов обеспечения информационной безопасности при электронном обмене. Этим и обусловлена актуальность задач создания автоматизированной системы защиты информации. Защита информации в автоматизированных системах (АС) является особо важной задачей, в рамках которой необходимо обеспечить ее достоверность, сохранность и конфиденциальность.

Информация в АС находится в безопасности, если все компоненты этой системы защищены от возможных угроз на требуемом уровне. Автоматизированные системы, обеспечивающие безопасность, информации, называются защищенными [1]. При отправлении информации от компании (резидента) к другой (нерезиденту), как правило, придерживаются корпоративных, отраслевых и национальных требований к такому обмену.

Для обеспечения информационной безопасности в автоматизированной системе создается комплекс модулей защиты информации: шифрования данных и электронной цифровой подписи (ЭЦП); разграничения доступа к хранимой информации в созданных базах данных на основе двухфакторной аутентификации; разрешения возможных конфликтных ситуаций.

1. Применение электронной цифровой подписи для защиты информации в автоматизированных информационных систем

При информационном обмене должна быть обеспечена защита от различных злонамеренных поступков, таких как отказ отправителя от переданного сообщения, приписывание им авторства другому лицу, изменение текста получателем или кем-либо другим и т.п. Использование электронной цифровой подписи позволяет подтвердить авторство электронного документа.

Для автоматизированной системы защиты информации в процессе информационного обмена разрабатывается модуль электронной цифровой подписи (ЭЦП). Основой для разрабатываемый модули ЭЦП является расширенный алгоритм формирования и проверки ЭЦП DSS на базе модулярной арифметики.

Чтобы получить электронную цифровую подпись необходимо сформировать ЭЦП. Электронная цифровая подпись выступает в роли электронных данных, и служит методом установки аутентичности. Ее реквизит используют как средство защиты этого документа от подделок.

Для создания цифровой подписи сообщения M (далее – сообщение) заданной длины N бит необходимы следующие этапы:

Этап 1. Формируется непозиционная полиномиальная система счисления (НПСС) для сообщения M заданной длины N бит путем выбора системы полиномиальных оснований (рабочие основания) $p_i(x)$ - неприводимые многочлены с двоичными коэффициентами степени m_i соответственно, $i = \overline{1,S}$. Основной рабочий диапазон НПСС $P(x)$ представляется в виде произведения всех рабочих оснований $P(x) = \sum_{i=1}^{s} p_i(x)$. Степень m представляется в виде уммы степеней m_i рабочих оснований, где $i = \overline{1,S}$. Согласно китайской теоремы об остатках, все выбираемые рабочие основания должны отличаться друг от друга, даже если они являются неприводимыми полиномами одной степени.

В НПСС любой многочлен $F(x)$, степень которого меньше m, имеет непозиционное представление в виде последовательности вычетов от его деления на рабочие основания, которое является единственным $F(x) = (\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_s(x))$, где $F(x) = \alpha_i(x)(mod p_i(x))$, $i = \overline{1,S}$ [2-3].

Этап 2. Формирование ключей ЭЦП. Для каждого из рабочих оснований выбираются соответственные порождающие полиномы $g_1(x), g_2(x), \dots, g_s(x)$. Порождающие полиномы являются аналогом примитивных элементов в конечном поле по модулю простого числа, степени $g_i(x)$ не превышают m_i, где $i = \overline{1,S}$. Тогда примитивный элемент нетрадиционного алгоритма ЭЦП интерпретируется как последовательность остатков от деления некоторого многочлена $g(x) = (g_1(x), g_2(x), \dots, g_s(x))$ на рабочие основания [4]: $g(x) = g_i(x)\big(mod\ p_i(x)\big)$, $i = \overline{1,S}$.

Личный (секретный) ключ ЭЦП отправителя b выбирается из диапазона $[1, 2^m]$. А открытый ключ $y(x)$ вычисляется из секретного ключа ЭЦП таким образом, чтобы получить второй из первого было невозможно $y(x) \equiv g_i^b(x)(mod\big(p_i(x)\big),\ i = \overline{1,S}$.

Этап 3. Хэширование сообщения. В расширенном алгоритме ЭЦП используется процедура вычисления хэш-значения $h(x)$ в НПСС $h\big(F(x)\big) = \big(\alpha_{s+1}(x), \alpha_{s+2}(x), \dots, \alpha_{s+U}(x)\big)$, в котором $\alpha_{s+1}(x), \alpha_{s+2}(x), \dots, \alpha_{s+U}(x) -$ избыточные остатки от деления восстановленного многочлена $F(x)$ на избыточные основания $p_{s+1}(x), p_{s+2}(x), \dots, p_{s+U}(x)$.

Этап 4. Формирование ЭЦП. Сформированной ЭЦП является пара многочленов $\big(r(x), \mathfrak{r}(x)\big)$, которые представляются в НПСС виде последовательности вычетов от их деления на рабочие основания: $r(x) = \big(r_1(x), r_2(x), \dots, r_s(x)\big)$ и $\mathfrak{r}(x) = \big(\mathfrak{r}_1(x), \mathfrak{r}_2(x), \dots, \mathfrak{r}_s(x)\big)$ где $r_i(x) \equiv g_i^k(x)(mod\big(p_i(x)\big), \mathfrak{r}_i(x) \equiv k^{-1}(h(x) + b + k)mod\big(q_i(x)\big), i = \overline{1,S}$, а случайное целое число k выбирается из диапазона $[1, 2^m]$.

Для разработанного расширенного алгоритма формирования ЭЦП создан алгоритм проверки. Для проверки правильности работы описанного выше алгоритма были взяты разные входные данные.

Пример:

1. Входные данные:
файл – Флаг.JPG,
длина ключа - 64 бит,
сформированная подпись – 1111101011100011110110110000011010101011010111001111000
0001001,
проверка подписи – 11111010111000111101101100000110101010110101110011110000001001

2. Входные данные:
файл – Флаг.JPG,
длина ключа - 64 бит,
сформированная подпись – 1001011001001110001101110111011000110000110000100001110 1
0010,
проверка подписи – 100101100100111000 1101110111011000 1000011000010000 111010010

2. Применение двухфакторной аутентификации, как одно из методов разграничения доступа для защиты информации в автоматизированных информационных систем

Информационная безопасность в автоматизированной системе управления очень важна и должна обеспечить целостность конфигурационной управляющей информации и информации о персональных данных.

Повышенное внимание уделяется предотвращению несанкционированного доступа к системе для сохранения ее устойчивого функционирования.

Методы защиты можно разделить на две категории: обеспечение стойкости ко взлому самого пароля, и предотвращение реализации атаки. Первая цель может быть достигнута проверкой устанавливаемого пароля на соответствие критериям сложности. Например, установление минимальной длины пароля в определенное количество символов, обязательное использование как цифробуквенных символов, так и знаков препинания/специальных символов, использование верхнего и нижнего регистра.

Вторая цель включает в себя предотвращение захвата хэша передаваемого пароля, защиту от многократных попыток аутентификации в системе, а также внедрение двухфакторной аутентификации. Двухфакторная аутентификация – это дополнительный слой безопасности, которая называется «многофакторной аутентификацией» и требует не только ввода имени пользователя и пароля, но и использования такой информации, которую знаете только вы или которая незамедлительно будет доступна только вам. Чтобы предотвратить перехват, можно использовать защищенные (зашифрованные) каналы связи. Чтобы усложнить злоумышленнику подбор путем многократной аутентификации, обычно накладывают ограничение на число попыток в единицу времени, либо разрешением доступа только с доверенных адресов. Такая информация может включать: нечто известное вам (к примеру, уникальное имя пользователя и пароль), нечто

принадлежащее вам (к примеру, смартфон с приложением для подтверждения запроса аутентификации).

Рассмотрим предложенный алгоритм и программную реализацию двухфакторной аутентификации на основе программы аутентификации и мобильного приложения для безопасной идентификации пользователя [5]. Постоянный пароль (первый фактор) пользователь выбирает сам и использует при регистрации аккаунта (учетная запись).

Перед авторизацией необходимо пройти регистрацию в приложении. После этого запускается приложение для ввода данных пользователя (логина и пароля), которые должны соответствовать зарегистрированным данным. Далее производится ввод в приложение на смартфоне и вносятся начальные данными для генерации временного пароля.

Одноразовый или временный пароль (второй фактор) генерируется на сервере по предложенному алгоритму [5] и действует в течение конкретного отрезка времени для одного сеанса аутентификации. Преимущество одноразового пароля состоит в том, что пароль не используется повторно. Таким образом, злоумышленник, перехвативший данные из успешной сессии аутентификации, не может использовать скопированный пароль для получения доступа к защищаемой системе. Генерация временного пароля возможна в режиме онлайн. Для получения временного пароля используется дополнительное программное обеспечение. Программное обеспечение посылает запрос на сервер авторизации для генерации временного пароля. Этот временный пароль генерируется на сервере и отображается пользователю в дополнительном программном обеспечении на смартфоне. Этот временный пароль имеет короткий срок действия -20 секунд. Генерация временного пароля осуществляется на основе результата выбранной тригонометрической функции, которая имеет ряд переменных параметров. Тригонометрическая функция объединена в таблицу, размерностью 256x256 кратную степени два. Выбор этой функции и ее начальных параметров осуществляется на основе результата хэш-функции стандартов SHA256 [6,8]. Это криптографическая хэш-функция, которая была разработана Агентством национальной безопасности США [9]. Назначение хэш-функции - преобразования произвольного набора элементов в данных в значение фиксированной длины. Это значение будет характеризовать набор исходных данных без возможности извлечения.

В качестве входной строки служит комбинация учетных данных пользователя, текущего момента времени и дополнительной секретной строки. Результат хэш-функции разделяется на отдельные числа, которые будут являться индексами для выбора функции и её начальными данными. Секретная строка является обязательным полем, которая будет выбираться из массива случайным образом. Секретная строка при каждом входе именяется, благодаря чему будет значительно труднее вскрыть начальную входную строку, что позволяет дополнительно усилить защиту.

Для формирования секретной строки разработан генератор, который позволяет рандомно формировать слова. Словари слов не использовались, так как слова легче взломать. Генератор основан на использовании латинского алфавита заглавных и прописных символов в общей сумме, равной 52. Длина сгенерированного слова - 5

символов. Для проведения анализа генератора использовался метод полного перебора. По данному методу учитывается длина строки и для примера используется скорость перебора 100 000 слов в секунду, получим количества вариантов перебора равна 380204032, а время перебора 63 минуты. В связи с тем, что по разработанному алгоритму двухфакторной аутентификации генерация одноразового пароля происходит каждые 20 секунд вероятность взлома сгенерированного секретного слова практически невозможно. Этим подтверждается эффективность работы предлагаемого генератора [10].

Полученные данные секретной строки используются для выбора тригонометрической функции. Для реализации разработан генератор тригонометрических функций, использование которого значительно облегчит их формирование.

Для выбора тригонометрической функции используются первые символы результата и переводится десятичное представление шестнадцатеричных чисел. По данному индексу будет выбрана функция и определены её параметры. Использование тригонометрических функций в данном алгоритме позволит вычислить одноразовый временный пароль длиною в 6 цифр.

Для генерации тригонометрической функции за основу берется количество переменных. В данном генераторе их 7: a, b, c, x, y, p1, p2. Изначально формируется список переменных, в результате чего получаем случайное число от 1 до количества переменных минус 1. Затем проходит перебор по массиву с определенными переменными N-раз основываясь на случайном числе от 0 до длины массива минус 1. Считывается из массива переменная, которая добавляется в новый массив и удаляется из старого. После завершения цикла формируется список переменных для функции. Функция ComponentsCount (количество элементов минус 1) запускает цикл по массиву со сформированными переменными. В цикле на каждом шаге формируется случайное число componentIndex от 0 до componentsCount. Элемент с соответствующим значением componentIndex индекса преобразуется, заменив символ “ на переменную из списка и добавляется в новый массив. В итоге формируется список составных частей с переменными. Дальше формируются ряды, основываясь на случайном числе от 1 до 3. В цикле случайным образом сливаются составные части, разделенные знаками математических выражений. После получения строк, происходит их объединение, разделенное математическими выражениями. В результате получаем генерируемую строчную функцию, которую используем для вычисления одноразового пароля двухфакторной аутентификации. Блок функций хранящейся в массиве размерностью 256x256 в общем количестве 65536, для любой системы будет переменным, а также может обновляться в любой момент времени [10].

Для реализации данного алгоритма было разработано клиент-серверное приложение на языке программирования JavaScript, который содержит множество библиотек и фреймворков. Одним из выбранных фреймворков для JavaScript является ReactNative, который позволяет создавать мобильные приложения используя JavaScript и React делая богатый мобильный интерфейс с использованием декларативных компонентов. Для разработки серверной части была выбрана

программная платформа Node.js, превращающая JavaScript в язык общего назначения [11].

Для проверки правильности работы описанного выше алгоритма были взяты разные входные данные.

Пример:

1. Входные данные
Логин – user1
Пароль –password1
Хэш-функция
89660BC4BDA0E294BDFA3D21FDBBE222D83BC1DB9BBB6AEC1956F086E845ADF8
Полученный результат – 402024

2. Входные данные
Логин – user2
Пароль – password2
Хэш-функция
3E5C85EB20C2061B848DBD7015EE113F7948FCABA4815017CD49A0DB56BDD385
Полученный результат – 899839

3. Входные данные
Логин – user1
Пароль –password1
Хэш-функция
C3531D2FE0D8F57AEE0376E711A19E580AB4C41871449DF61FD1BBB1499A1B17
Полученный результат –188048

Результаты анализа показывают, что сгенерированный временный пароль не повторяется и изменяется даже при вводе повторяющихся данных. Это происходит за счет считывания системной даты и генерации секретных слов.

Немаловажной частью данной системы является многопоточная работа. Многопоточность осуществляет возможность одновременного использования системы несколькими пользователями. Максимальное число пользователей системы зависит от ресурсов сервера.

Использование описанной системы имеет ряд преимуществ, таких как:

- нет необходимости в использовании SMS-сервиса;
- нужен только интернет, чтобы открыть сессию;
- поддержка нескольких учетных записей;
- экономия времени и денег;
- не требуется дополнительных ресурсов или затрат на обслуживание.

Предложенная система разграничения доступа на основе двухфакторной аутентификации для защиты информации в автоматизированной системе актуальна.

Литература

1. Зегжда Д.П. и др. Теория и практика обеспечения информационной безопасности. — М.: Яхтсмен, 1996

2. Biyashev, R.G.: Development and investigation of methods of the overall increase in reliability in data exchange systems of distributed ACSs. Doctoral Dissertation in Technical Sciences, Moscow (1985).

3. Biyashev, R.G. and Nyssanbayeva, S.E.: Algorithm for Creation a Digital Signature with Error Detection and Correction, Cybernetics and Systems Analysis. 4, 489-497 (2012).
4. M.N. Kalimoldayev, R.G. Biyashev, S.E. Nyssanbayeva, Ye.Ye. Begimbayeva Modification of the digital signature, developed on the nonpositional polynomial notations // eurasian journal of mathematical and computer applications, Volume 4, Issue 2 (2016) 33 – 38.
5. S. Nyssanbayeva, O. Ussatova. "Two-factor authentication in the automated control system"// The III International scientific conference "Information Science and Applied Mathematics" - Almaty, 2018, volume No. 2, 448 – pp. 239-242.
6. Two-factor authentication. [Electronic resource]. – 2019. – URL:https://www. infobip.com/ru/glossariy/dvukhfaktornaya - autentifikatsiya (last accessed January 10, 2019 г.).
7. National Institute of Standards and Technology (NIST). [Electronic resource]. – 2018. – URL: https://www.nist.gov/ (last accessed September 02, 2018).
8. FIPS 140-2 standard and self-encryption technology. [Electronic resource]. – 2018. – URL: https://www.seagate.com/files/ www-content / solutions-content / security-and-encryption / id / docs / faq-fips-sed-lr- mb-605-2-1302-ru.pdf / (last accessed November 12, 2018).
9. National Security Agency. [Electronic resource]. – 2018. – URL:https:// www. cryptomuseum.com/intel/nsa/index.htm / (last accessed November 12, 2018).
10. Olga Ussatova, Saule Nyssanbayeva «Generators of one-time two-factor authentication passwords»// Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska, Poland, № 2, 2019 г.,ISSN 2083-0157, R. 72,C. 60 – 64.
11. O. Ussatova, S. Nyssanbayeva, W. Wojcik «Software implementation of two-factor authentication to ensure security when accessing an information system» // Вестник КазНУ им.аль-Фараби, март 2019 г., 136, С.87-95.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ «ЛАВИННОГО ЭФФЕКТА» АЛГОРИТМА «AL01».

Бияшев Р.Г., Алгазы К.Т., Дюсенбаев Д.С., Ержанов Е.Б.
e-mail: brg@ipic.kz, kunbolat@mail.ru, dimash_dds@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: *В данной работе приводятся результаты проверки лавинного эффекта алгоритма блочного шифрования «AL01». В статье представлены результаты после 1-го, 4-го и 16-го раунда в виде таблицы. По полученным раундовым результатам проводились сравнительные тесты, по итогам которых, дано положительное заключение по дальнейшему применению данного алгоритма шифрования.*

Ключевые слова: *криптография, лавинный эффект, блочный шифр, шифрование, преобразование.*

Введение

Процессы обработки, хранения, передачи и использования информации становятся главенствующими в жизни современного общества. Все конкретные задачи криптографии существенно зависят от уровня развития техники и технологии, от применяемых средств связи и способов передачи информации [1-3]. При проектировании алгоритма шифрования необходимо сделать так, чтобы шифр удовлетворял лавинному критерию. Лавинный эффект – важное криптографическое свойство для шифрования, которое означает, что изменение значения малого количества битов во входном тексте или в ключе ведет к лавинному изменению значений выходных битов шифртекста. Лавинный эффект — понятие в криптографии, обычно применяемое к блочным шифрам и криптографическим хеш-функциям. Если алгоритм не обеспечивается лавинным эффектом в необходимой степени, то криптоаналитик может сделать вывод о входных данных, основываясь на выходных. Для характеристики степени лавинного эффекта в преобразовании определен и использован лавинный параметр – численное значение отклонения вероятности изменения бита в выходной последовательности при изменении бита во входной последовательности от требуемого значения вероятности, равной 0,5 [4-5].

Малые изменения в открытом тексте приведут к малым изменениям в зашифрованном тексте, то это позволит злоумышленнику сузить пространство ключей или область поиска открытого текста [6].

Для лавинного критерия значение лавинного параметра определяется формулой

$$\varepsilon = |2k_i - 1| \quad (1)$$

где i – номер изменяемого бита во входном значении, k_i – вероятность изменения половины битов в выходном значении при изменении i -го бита во входном значении по сравнению с выходным значением при исходном (неизмененном) входном значении.

Описание алгоритма шифрования «AL01»

В данном алгоритме длина блока шифрования и базового ключа одинаковы и равны 128 битам. Количество раундов шифрования – 16. Применяя базовый ключ в алгоритмах генерирования псевдослучайных последовательностей ПСП 01 и ПСП 02 формируются подключи R и Q длиной 256 байт и 16 байт, соответственно.

Теперь более подробно рассмотрим алгоритм шифрования одного блока. Блок состоит из 16 байтов, и алгоритм работает по-байтно. Каждый символ открытого текста в коде ASCII рассматривается в виде байтов. Следовательно, образуется числовая последовательность $A_i^k = \left(a_{i,0}^k, a_{i,1}^k, a_{i,2}^k, \dots, a_{i,14}^k, a_{i,15}^k\right)$, где $a_{i,j}^k \in GF(2^8)$ - это j-ое число i-го раунда k-ого блока шифрования. Байты 256-элементного подключа обозначаются следующим образом:

$$R = \{\left(r_{1,0}, r_{1,1}, r_{1,2}, \dots, r_{1,14}, r_{1,15}\right), \dots, \left(r_{16,0}, r_{16,1}, r_{16,2}, \dots, r_{16,14}, r_{16,15}\right)\}.$$

$A_i^k = \left(a_{i,0}^k, a_{i,1}^k, a_{i,2}^k, \dots, a_{i,14}^k, a_{i,15}^k\right)$ - последовательность выходных значений k-ого блока и i-ого раунда. Процесс формирования последовательности A_i^k указан на рисунке 1 и каждый из ее байтов вычисляется по следующей формуле:

$$a_{i+1,j}^k = S\left(a_{i,j}^k \oplus a_{i,(j+1) \bmod 16}^k \oplus r_{i,j}\right), i = \overline{1,15}, j = \overline{0,15}.$$

Дальше, для получения окончательного шифртекста $C^k = (c_1, c_2, c_3, \dots, c_{15}, c_{16})$ выполняется операция сложения по модулю 2 (операция «xor») $A_i^k = (a_{i,0}^k, a_{i,1}^k, a_{i,2}^k, \dots, a_{i,14}^k, a_{i,15}^k)$ и $Q = \{(q_0, q_1, q_2, \dots, q_{14}, q_{15})$:

$$c_j^k = a_{16,j}^k \oplus q_{16,j}^k, j = \overline{0,15}.$$

Схема работы одного раунда алгоритма «AL01» показана на рисунке 1.

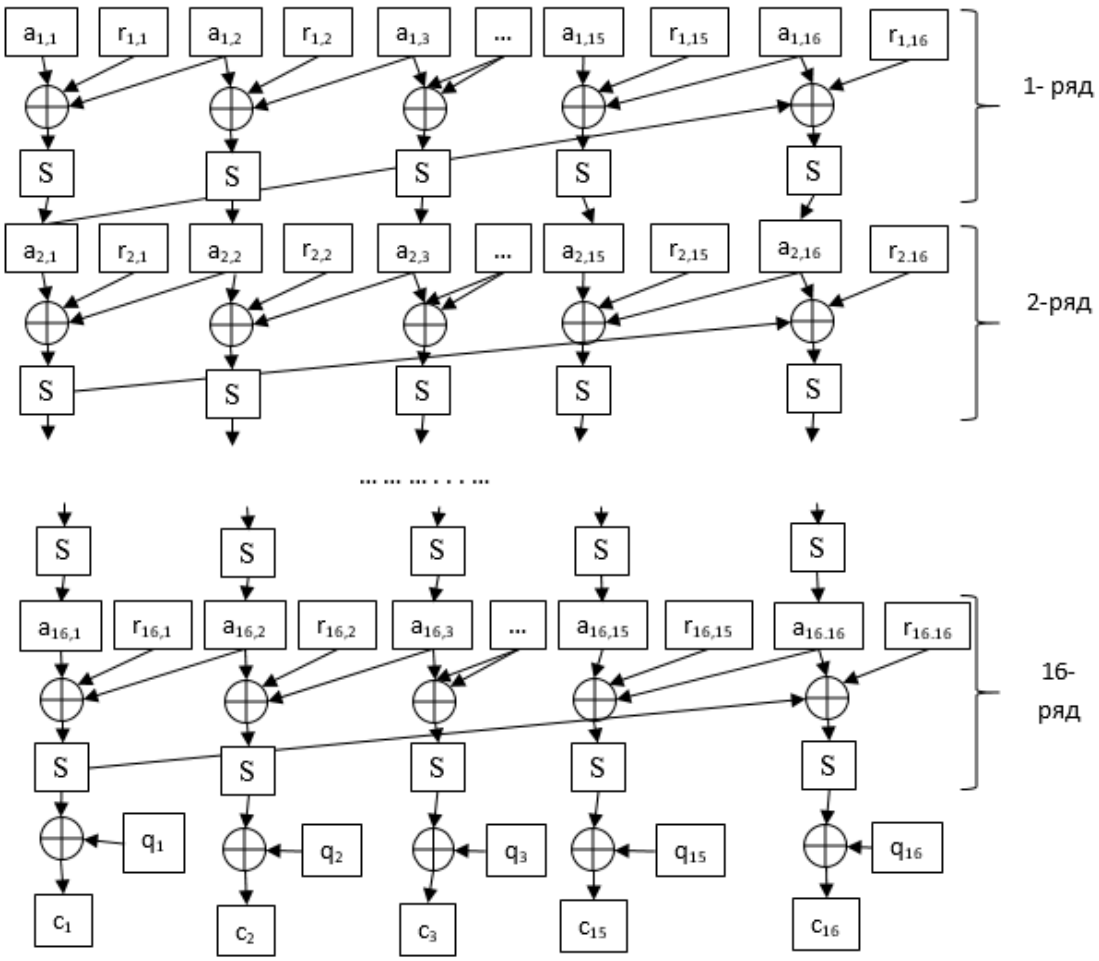


Рисунок 1 - Схема работы одного раунда алгоритма «AL01»

Результаты проверки «лавинного эффекта»

В практических примерах алгоритм был проверен на лавинный эффект после каждого раунда отдельно. Для проверки выбрали случайный открытый текст длиной 128 бит. Произведя инверсию битов в каждой позиции получили новый 128 открытый текст и зашифровали его. Вычислили вероятности k_i между полученными шифртекстами и исходным шифртекстом.

Из формулы видно, что экстремальность ε может принимать значения от 0 до 1 включительно.

Чем ближе значение ε к нулю, тем более «хорошим» является алгоритм.

Действительно, если ε мало, то это значит, что при изменении всего одного бита в исходных данных в выходных данных меняется количество бит, близкое к половине. При этом номера этих бит образуют случайную последовательность. А это значит, что инвертирование даже одного бита в блоке исходных данных приведет к тому, что все биты в соответствующем блоке зашифрованных данных с вероятностью близкой к 1/2 независимо друг от друга так же поменяют свое значение.

И наоборот, чем ближе значение ε к 1, тем более «плохим» является алгоритм.

Действительно, если значение ε близко к 1, то это значит, что малые изменения исходных данных приводят к малым изменениям в выходных данных, что позволит злоумышленнику сузить пространство ключей или область поиска открытого текста [6].

Результаты анализа вышесказанного алгоритма показаны в таблицах 1-3. Среднее значении ε для раундов 1, 4, 8 соответственно равны 0,07, 0,071 и 0,06.

Таблица 1 – Анализ лавинного эффекта алгоритма AL01 после 1 раунда

i	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i	*I*	k_i	*i*	k_i	*i*	k_i
1	0,51	17	0,48	33	0,55	49	0,54	65	0,50	81	0,59	97	0,45	113	0,52
2	0,41	18	0,43	34	0,49	50	0,46	66	0,48	82	0,45	98	0,59	114	0,61
3	0,47	19	0,48	35	0,50	51	0,56	67	0,56	83	0,50	99	0,48	115	0,48
4	0,59	20	0,48	36	0,47	52	0,52	68	0,52	84	0,46	100	0,49	116	0,52
5	0,46	21	0,51	37	0,43	53	0,47	69	0,51	85	0,52	101	0,54	117	0,53
6	0,59	22	0,50	38	0,49	54	0,47	70	0,48	86	0,54	102	0,45	118	0,53
7	0,52	23	0,59	39	0,51	55	0,54	71	0,55	87	0,45	103	0,45	119	0,55
8	0,43	24	0,55	40	0,53	56	0,55	72	0,57	88	0,44	104	0,44	120	0,48
9	0,49	25	0,52	41	0,48	57	0,54	73	0,41	89	0,53	105	0,56	121	0,51
10	0,45	26	0,55	42	0,45	58	0,50	74	0,54	90	0,51	106	0,47	122	0,48
11	0,50	27	0,53	43	0,53	59	0,51	75	0,48	91	0,55	107	0,51	123	0,51
12	0,50	28	0,52	44	0,47	60	0,51	76	0,50	92	0,55	108	0,48	124	0,44
13	0,54	29	0,47	45	0,66	61	0,51	77	0,51	93	0,50	109	0,49	125	0,51
14	0,44	30	0,49	46	0,53	62	0,47	78	0,47	94	0,40	110	0,52	126	0,52
15	0,51	31	0,51	47	0,53	63	0,56	79	0,55	95	0,61	111	0,52	127	0,41
16	0,46	32	0,47	48	0,46	64	0,49	80	0,45	96	0,45	112	0,48	128	0,48

Таблица 2 – Анализ лавинного эффекта алгоритма AL01 после 4 раунда

i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i
1	0,54	17	0,52	33	0,50	49	0,47	65	0,45	81	0,40	97	0,42	113	0,55
2	0,54	18	0,50	34	0,49	50	0,45	66	0,48	82	0,60	98	0,49	114	0,52
3	0,41	19	0,57	35	0,53	51	0,51	67	0,50	83	0,39	99	0,47	115	0,50
4	0,48	20	0,46	36	0,56	52	0,48	68	0,52	84	0,43	100	0,54	116	0,47
5	0,46	21	0,48	37	0,45	53	0,50	69	0,41	85	0,50	101	0,54	117	0,48
6	0,47	22	0,48	38	0,55	54	0,52	70	0,53	86	0,48	102	0,48	118	0,52
7	0,47	23	0,53	39	0,55	55	0,46	71	0,46	87	0,48	103	0,52	119	0,42
8	0,43	24	0,52	40	0,58	56	0,47	72	0,51	88	0,45	104	0,52	120	0,48
9	0,53	25	0,46	41	0,45	57	0,48	73	0,42	89	0,47	105	0,42	121	0,59
10	0,47	26	0,45	42	0,46	58	0,55	74	0,49	90	0,52	106	0,44	122	0,46
11	0,50	27	0,56	43	0,44	59	0,48	75	0,53	91	0,49	107	0,52	123	0,53
12	0,55	28	0,51	44	0,53	60	0,50	76	0,48	92	0,56	108	0,55	124	0,55
13	0,56	29	0,55	45	0,51	61	0,44	77	0,51	93	0,56	109	0,54	125	0,48
14	0,61	30	0,50	46	0,53	62	0,48	78	0,52	94	0,57	110	0,55	126	0,52
15	0,53	31	0,48	47	0,54	63	0,51	79	0,43	95	0,50	111	0,45	127	0,55
16	0,48	32	0,45	48	0,47	64	0,42	80	0,52	96	0,59	112	0,55	128	0,52

Таблица 3 – Анализ лавинного эффекта алгоритма AL01 после 16 раунда

i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i	i	k_i
1	0,53	17	0,48	33	0,53	49	0,43	65	0,48	81	0,45	97	0,50	113	0,55
2	0,50	18	0,52	34	0,49	50	0,50	66	0,48	82	0,58	98	0,52	114	0,48
3	0,50	19	0,47	35	0,52	51	0,59	67	0,44	83	0,50	99	0,48	115	0,45
4	0,50	20	0,51	36	0,50	52	0,48	68	0,52	84	0,45	100	0,55	116	0,48
5	0,50	21	0,53	37	0,52	53	0,52	69	0,51	85	0,52	101	0,51	117	0,51
6	0,45	22	0,45	38	0,49	54	0,45	70	0,48	86	0,49	102	0,55	118	0,41
7	0,45	23	0,52	39	0,51	55	0,55	71	0,50	87	0,50	103	0,48	119	0,36
8	0,45	24	0,52	40	0,50	56	0,54	72	0,50	88	0,56	104	0,55	120	0,57
9	0,52	25	0,49	41	0,52	57	0,41	73	0,56	89	0,50	105	0,45	121	0,52
10	0,48	26	0,55	42	0,48	58	0,47	74	0,41	90	0,45	106	0,45	122	0,53
11	0,49	27	0,49	43	0,54	59	0,53	75	0,48	91	0,49	107	0,52	123	0,48
12	0,54	28	0,50	44	0,55	60	0,48	76	0,52	92	0,44	108	0,45	124	0,53
13	0,57	29	0,55	45	0,51	61	0,48	77	0,53	93	0,46	109	0,53	125	0,48
14	0,52	30	0,53	46	0,47	62	0,50	78	0,48	94	0,50	110	0,54	126	0,52
15	0,45	31	0,54	47	0,52	63	0,47	79	0,57	95	0,52	111	0,52	127	0,54
16	0,60	32	0,48	48	0,48	64	0,48	80	0,50	96	0,62	112	0,52	128	0,48

Заключение

Если шифр оперирует информацией, представленной в двоичной форме, то инвертирование даже одного бита в блоке исходных данных приведет к тому, что все биты в соответствующем блоке зашифрованных данных с вероятностью $^1/_2$ независимо друг от друга так же поменяют свое значение. Такой шифр невозможно вскрыть способом, менее затратным с точки зрения количества необходимых операций, чем полный перебор по множеству возможных значений ключа. Данное

условие является обязательным для шифра рассматриваемого типа, претендующего на то, чтобы считаться хорошим [7].

Чем меньше значение лавинного параметра, тем сильнее лавинный эффект в преобразовании. Алгоритм AL01 удовлетворяет требованиям лавинного критерия.

Литература

1. Kamol Lek, Naruemol Rajapakse, Cryptography: Protocols, Design, and Applications. - Nova Science Publishers, 2012. – 242p.
2. Гатченко Н.А., Исаев А.С., Яковлев А.Д. «Криптографическая защита информации» – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 142с.
3. Ященко В.В., Введение в криптографию, 4-е изд., доп. М.: МЦНМО, 2012. - 348 с.
4. Vergili I., Yücel M. D. Avalanche and Bit Independence Properties for the Ensembles of Randomly Cho-sen S-Boxes // Turk J Elec Engin.. - № 2. С. 137–145. -2001
5. Б. Шнайер, Прикладная криптография, 2-е изд: Пер. с англ. –Триумф, 2002. – 816 с.
6. В. Столлингс, Криптография и защита сетей: принципы и практика. 2-е изд./Пер. с англ. – М: Вильямс, 2001, - 672 с.
7. Жданов О.Н., Золотарев В.В. Методы и средства криптографической защиты информации //Успехи современного естествознания. – 2010. – №. 2. – С. 99-100.

РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КРИПТОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Калимолдаев[1] М.Н., Тынымбаев[1] С., Ибраимов[2] М.К., Хохлов[2] С.А., Кожагулов[2] Е.Т.
e-mail: Margulan.Ibraimov@kaznu.kz
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан

Аннотация. *Для того чтобы значительно повысить производительность вычислительных устройств необходимо применение систем счисления лишенных недостатков позиционной системы счисления. Это связано с тем, что при выполнении арифметических операций над многоразрядными числами, представленных в позиционной системе, возникает необходимость учёта межразрядных переносов, что существенно замедляет скорость вычисления и усложняет структуру вычислителя. Для того чтобы значительно повысить производительность вычислительных устройств необходимо применение систем счисления лишенных подобных недостатков. Реализация алгоритма умножителя*

полиномов по модулю неприводимого полинома производилась с помощью программируемых логических интегральных схем.

Актуальные направления развития систем и средств вычислительной техники требуют разработки высокопроизводительных вычислительных устройств, в том числе и для сферы защиты информации. С развитием инфокоммуникационных сетей и внедряемых устройств возрастает потребность в создании эффективных аппаратных решений для выполнения криптографических преобразований [1-6].

Алгоритм криптосистемы на основе умножителя полиномов по модулю неприводимого полинома [7-9, 12] был реализован на программируемой логической интегральной схеме Artix 7 отладочной платы Nexys 4 с параллельным вычислением данных.

Принципиальная схема на уровне регистровых передач главного блока программы (рисунок 1) состоит из блоков входящих данных (data), кодирующего устройства (coder), декодирующего устройства (decoder), делителя частоты (div_clk) для графического интерфейса (VGA), отображение кодированных и декодированных данных в символьном виде (display).

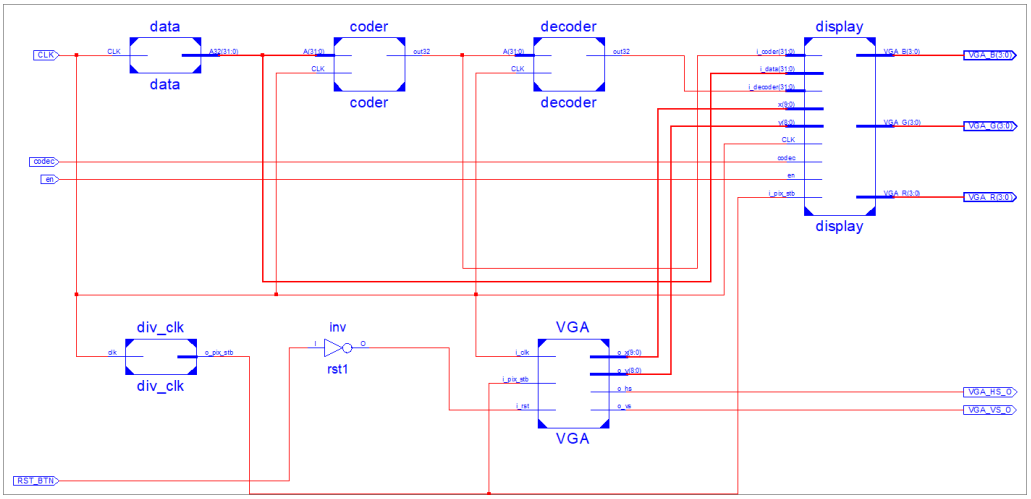


Рис. 1 RTL схема главного блока программы на ПЛИС

В данной работе рассматривается подход к умножению полиномов A(x) и B(x) по модулю неприводимого полинома P(x), то есть [A(x)* B(x)] mod P(x), где degA(x), degB(x)<degP(x).

Рассмотрим функционирование умножителя в соответствии схеме, приведенной на рисунке 2. По сигналу «ПУСК» двоичные коэффициенты полиномов A(x), B(x) и P(x) принимаются соответственно блоками схем И1, И2, И3 в регистры РгА(x), РгВ(x), РгР(x). Кроме этого, сигналом «ПУСК» двоичный код (k) числа разрядов множителя принимается в СчТИ. Сигнал «ПУСК» прежде чем поступить на единичный вход триггера Т задерживается на линии задержки Л3.1 величина задержки на Л3.1 определяется суммарным временем задержек на РгА(x), И6, СМ1, СМ2, MS и временем записи остатка в регистре РгR.

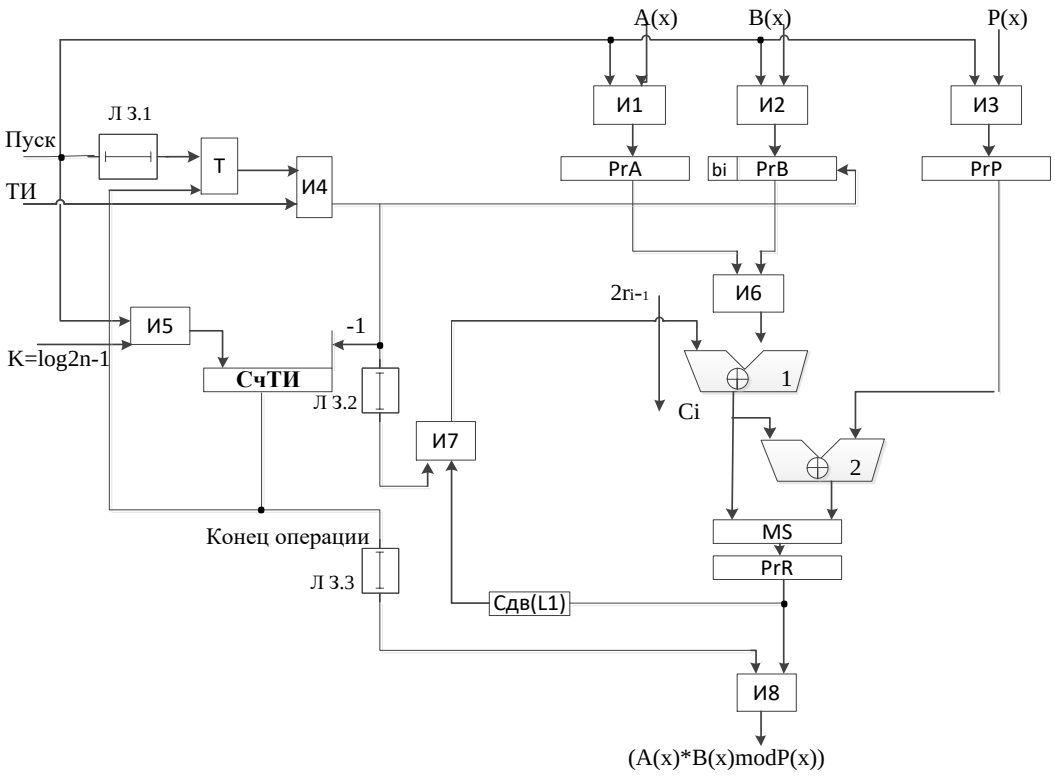


Рис. 2 Функциональная схема умножителя полиномов по модулю неприводимых полиномов

После задержки на ЛЗ.1 сигнал «ПУСК» поступает на вход триггера Т и переводит его в единичное состояние, что разрешает прохождению первого тактового сигнала ТИ1 с выхода схемы И4. К этому моменту в регистре РгR при $R_{n-1} = 1$ формируется частичный остаток $R_0 = C_0$, который запоминается в регистре РгR.

Первым тактовым сигналом регистр РгВ сдвигается влево на один разряд, при этом в старшем разряде РгВ фиксируется значение следующего коэффициента полинома В(х)- b_{n-2}, который подается на управляющие входы схем И6, а на информационные входы подаются значении коэффициентов полинома А(х). Если при этом $b_{n-2} = 1$, то коэффициенты полинома подаются на правые входы сумматора СММ2$_1$. ТИ1 на время сдвига РгВ(х) задерживаясь линией задержки ЛЗ.2 подается на управляющие входы схем И7, а на информационные входы подается остаток с выходов регистра РгR со сдвигом на один разряд в сторону старшего.

С выхода И7 удвоенный остаток подается на левые входа сумматора СММ2$_1$. При $b_{n-2} = 1$ на выходе этого сумматора формируется $C_i = 2 * R_{i-1} \oplus A(x)$.

При $b_{n-2} = 0$, $C_1 = 2 * R_0$. Далее значение C_1 подается на левые входы сумматора СММ2$_2$. При этом если $C_1 < P(x)$, то мультиплексор(MS) выдает на вход значение C_1 и запоминается в регистр РгR, формируя значение R_1. Признаком условий $C_1 < P(x)$ является значение старшего бита $C_{\text{ст}} = 0$ суммы $C_i = 2 * R_{i-1} \oplus A(x)$.

Если $C_1 \geq P(x)$, то при этом $C_{ст}$= 1 и мультиплексор MS выдает на свои выходы результат операций $C_1 \oplus P(x)$, формируя также значение R_1. Далее остаток R_1 со сдвигом на один разряд влево передается на выходы схемы И7. К этому моменту с выхода схемы И4 поступает тактовый импульс ТИ2, который сдвигает содержимое регистра РгВ(х). На входы СММ2$_1$ подается или не подается РгА(х) в зависимости значения b_{n-3}, а на вторые входы подаются разряды остатка R_1 умноженное на два. На выходе СММ2$_1$ формируется значение C_2 и с помощью сумматора СММ2$_2$ и мультиплексора MS, значение C_2 приводится по модулю, формируя остаток R_2.

Таблица 1. Пример умножения полиномов по модулю $R = A(x) * B(x)\ mod\ P(x)$, A(x) = x^4+x+1; B(x) = x^4+x^2+x+1; P(x) = x^5+x^3+1

	b_i	ФЧО	$b_i * r_i$	СММ2
ПУСК	$в_0$=1	r_0 = A = 10011	$b_0 * r_0$ = 10011	R0 = r0 = 10011
ТИ1	$в_1$=1	$r_1 = 2r_0$ mod P(x) 100110 ⊕ 101001 001111	$b_1 * r_1$ = 01111	$R_1 = r_1 \oplus R_0$ 10011 ⊕ 01111 11100
ТИ2	$в_2$=1	$r_2 = 2r_1$ mod P(x) 011110 ⊕ 101001 011110	$b_2 * r_2$ = 011110	$R_2 = r_2 \oplus R_1$ 11100 ⊕ 11110 00010
ТИ3	$в_3$=0	$r_3 = 2r_2$ mod P(x) 111100 ⊕ 101001 010101	$b_3 * r_3 = 0$	$R_3 = R_2$ = 00010
ТИ4	$в_4$=1	$r_4 = 2r_3$ mod P(x) 101010 ⊕ 101001 000011	$b_4 * r_4$ = 00011	$R_4 = r_4 \oplus R_3$ 00011 ⊕ 00010 00001

Следует отметить, что при поступлениях в схему каждого тактового импульса из СчТИ вычитается единица. После поступления n-1 тактового сигнала в регистр РгR формируется результат умножения полиномов по модулю неприводимого полинома и СчТИ установится «0» и при этом счетчик выработает сигнал «Конец операции», который установит триггер Т в нулевое состояние, запрещая

прохождению следующего тактового сигнала на выход схемы И4. На время формирования последнего остатка сигнала «Конец операции» задерживается на линии задержки ЛЗ.3. после этого результат выдается на выходы посредством схемы И8. В таблице 1 приведен пример умножения полиномов по модулю.

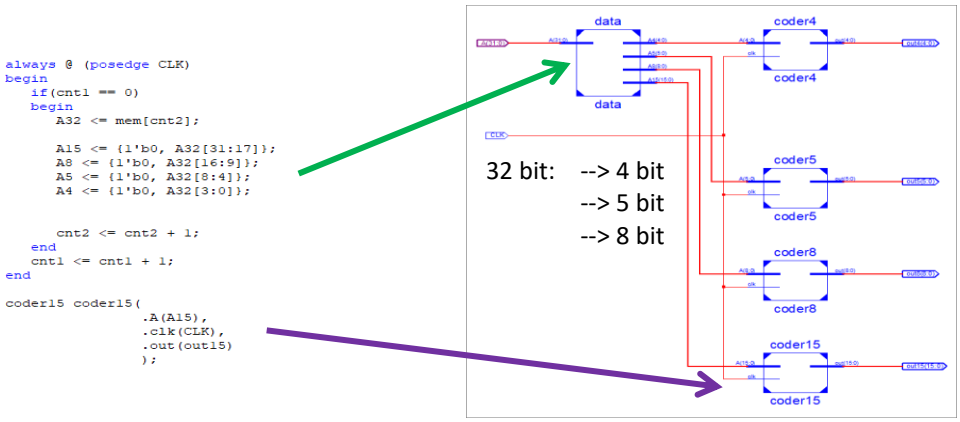
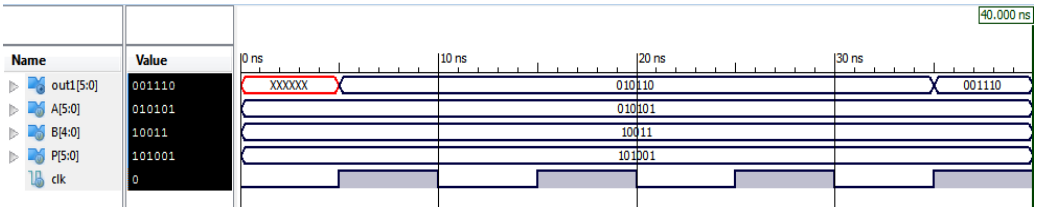
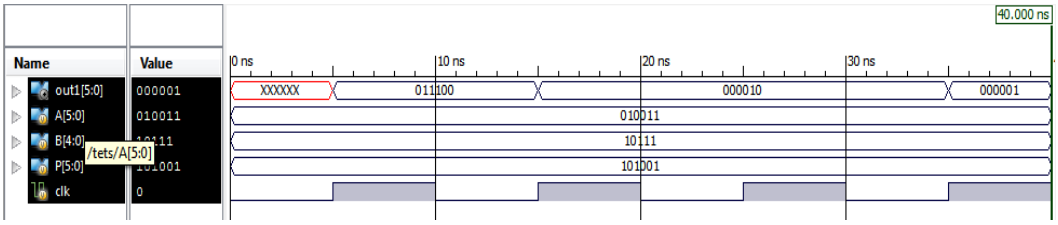


Рис. 3 Разделение 32 разрядных данных в 15, 8, 5 и 4 бита

Данная криптосистема реализована на примере 32-х разрядного двоичного кода, однако алгоритм, написанный на языке Verilog HDL позволяет параллельно обрабатывать n-разрядные данные. К примеру, 32-разрядная входящая информация может обрабатываться параллельно на 4 блоках: 15, 8, 5, 4 разрядных кодерах (рисунок 3). Это повышает не только быстродействие криптосистемы, но и криптостойкость в целом шифровального устройства.



а)



б)

Рис.4 Временная диаграмма работы алгоритма:
а) $A(x) = x^4+x^2+1$; $B(x) = x^4+x+1$; $P(x) = x^5+x^3+1$,
б) $A(x) = x^4+x+1$; $B(x) = x^4+x^2+x+1$; $P(x) = x^5+x^3+1$

Для обработки 8-разрядного кода (Рисунок 4) было использовано 0,1% регистров и 0,33 % логических ячеек ПЛИС Artix 7. Таким образом, количество затраченных ресурсов для данного алгоритма на ПЛИС Artix 7 является минимальным и может обрабатывать большое количество информации в один момент времени.

На рисунке 5 приведен фрагмент программы устройства шифрования в среде программирования логических интегральных схем Xilinx.

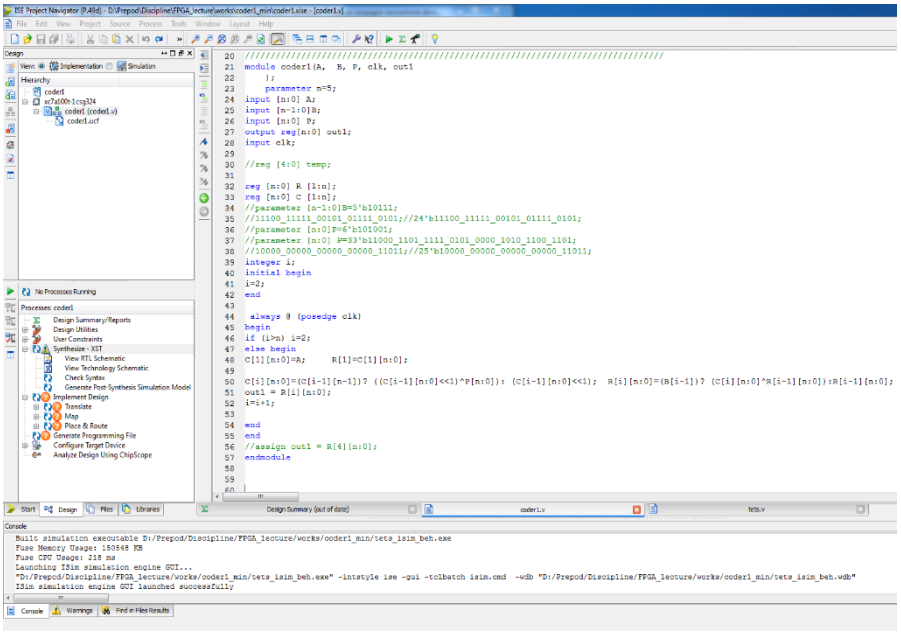


Рис. 5 Среда разработки ISE Design программирования на языке Verilog HDL для ПЛИС Artix 7

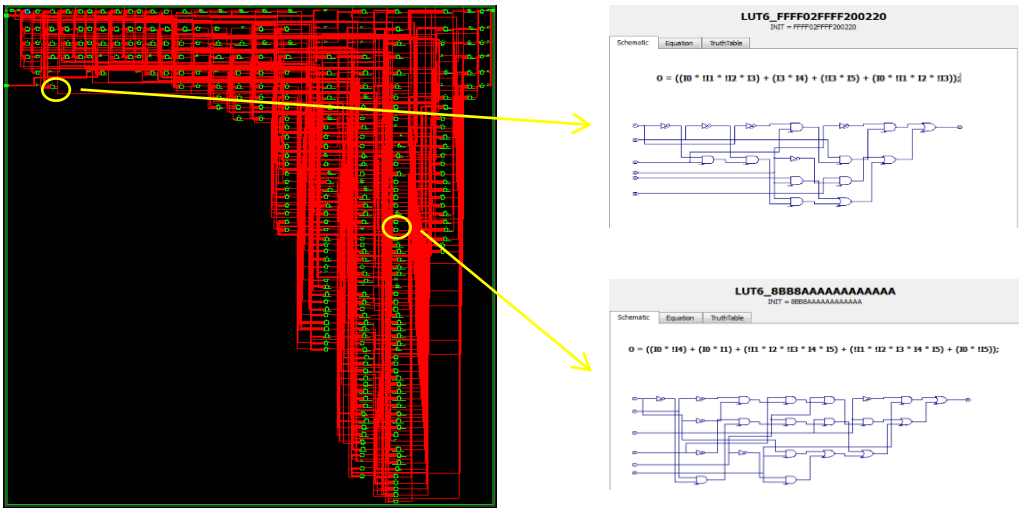


Рис. 6 Основная часть технологической схемы (Technology Schematic) на уровне регистровых передач и логических ячеек

На рисунке 6 приведена подробная технологическая схема в развернутом виде, также показаны отдельные составляющие логические ячейки принципиальной схемы. Для сохранения целостности реализованной криптосистемы необходимо включить блок генерации ключей. Для примера можно привести реализованные известные нелинейные динамические системы на ПЛИС. В получении численных и графических данных использовался программный пакет MATLAB Simulink. Для примера ниже приведена структурная схема на цифровых логических элементах генератора псевдослучайных чисел (рисунок 7):

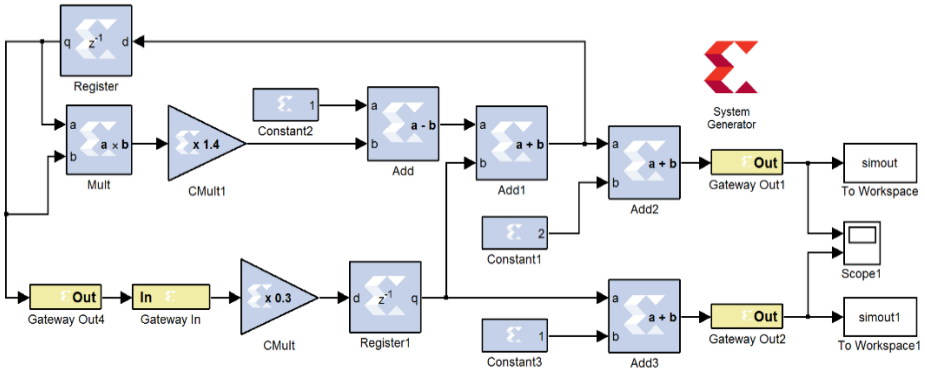


Рис. 7. Структурная схема генератора псевдослучайных чисел, a=1.4, b=0.3

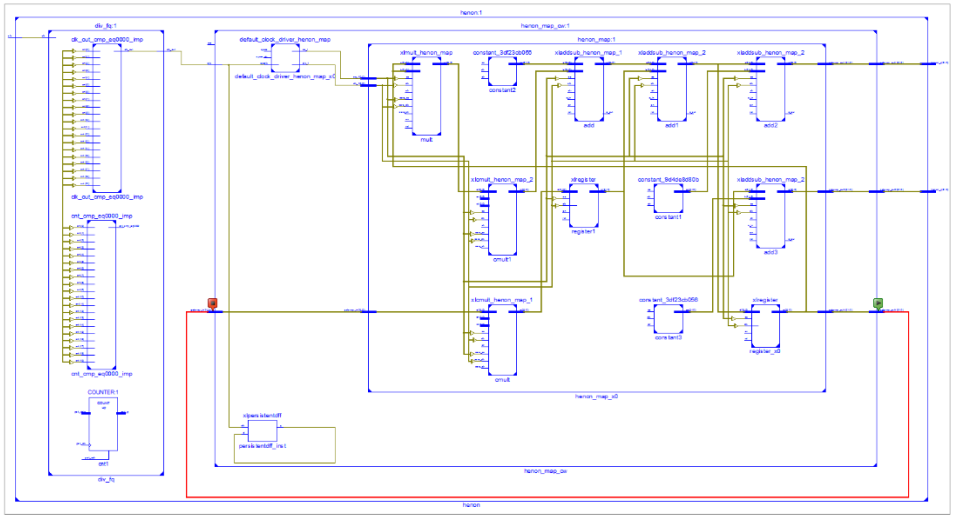


Рисунок 8. RTL схема генератора псевдослучайных чисел в ПЛИС

Реализованные сложные динамические системы [10-11] показывают возможность создания цифрового генератора шумоподобных сигналов на основе собственных математических моделей. Данные разработки помогут изучить физические характеристики и правильно оценить качества генераторов псевдослучайных чисел. Аппаратная часть реализована на основе интегральной схемы фирмы XILINX. Цифровой сигнал на выходе ПЛИС получен в виде восьми

битного кода данных. На макетной плате собрана схема ЦАП для отображения аналоговых данных на осциллографе. Подробная блок схема записанного программного кода в ПЛИС приведена на рисунке 8. Каждый блок выполняет определенные функции созданного алгоритма: первый блок выполняет деление частоты такта, второй обобщенный блок выдает сигнал генератора псевдослучайных чисел. Также на программном языке Verilog HDL осуществили обратную связь (рис.8). Красная линия соответствует линии между Gateway Out 4 и Gateway In в структурной схеме генератора на рисунке 7.

Таким образом в данной работе показали возможность создания полностью автономной шифровального устройства n-разрядного цифрового кода. Алгоритм умножения по модулю как с младшего, так и со старшего разряда был реализован на ПЛИС Artix 7.

Литература

1. Vibhor Garg, Arunachalam, V. Architectural Analysis of RSA Cryptosystem on FPGA / International Journal of Computer Applications. – 2011. – Vol. 26. N.8. – P.30-34.

2. Poschmann A., Lightweight Cryptography – Cryptographic Engineering for a Pervasive World // In IACR ePrint archive. – 2009. – №516

3. Kumar S. Elliptic Curve Cryptography for Constrained Devices, doctoral dissertation, Electrical Engineering and Information Sciences. – Bochum: Germany; Ruhr University, 2006.

4. A. Karatsuba and Yu. Ofman (1962). "Multiplication of Many-Digital Numbers by Automatic Computers". Proceedings of the USSR Academy of Sciences. 145: 293–294. Translation in the academic journal Physics-Doklady, 7 (1963), pp. 595–596

5. Lenstra H. W., Tijdeman R. J. Computational Methods in Number Theory. Amsterdam: Math. Cent., 1982. 198 p.

6. Gura N. ‘‘Comparing Elliptic Curve Cryptography and RSA on 8-bit CPUs’’ Proc. 6th Int’l Workshop Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES 04) LNCS 3156. – Springer, 2004. – P. 119-132.

7. Kalimoldayev, M., Tynymbayev, S., Gnatyuk, S., Ibraimov, M., Magzom, M. The device for multiplying polynomials modulo an irreducible polynomial / News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2019. – Vol. 2, Issue 434. – P. 199-205.

8. Kalimoldayev, M., Tynymbayev, S., Magzom, M., Ibraimov, M., Khokhlov, S., Abisheva, A., Sydorenko, V. Polynomials multiplier under irreducible polynomial module for high-performance cryptographic hardware tools / CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol. 2393.– P. 729-737.

9. Kalimoldayev, M., Tynymbayev, S., Gnatyuk, S., Magzom, M., Khokhlov, S., Kozhagulov, Y. Matrix multiplier of polynomials modulo analysis starting with the lower order digits of the multiplier / NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2019. – Vol.4.- P.181-187.

10. Е.Т. Кожагулов, М.К. Ибраимов, С.А. Хохлов, Е. Сагидолда, Д.М. Жексебай. Генераторы динамического хаоса на программируемых логических интегральных схемах // Вестник КазНУ, серия физическая. №2 (49). 2014.

11. Zhanabaev Z.Zh., Kozhagulov Y.T., Zhexebay D. FPGA implementations of scale invariant models of neural networks / Turkish Journal Of Electrical Engineering & Computer Sciences. – 2016. – Vol.24. – P. 5090-5099.

12. Патент на изобретение № 33811. Устройство умножения на два полинома по модулю неприводимых полиномов / Калимолдаев М., Тынымбаев С., Ибраимов М., Мағзом М., Хохлов С., заявитель и патентообладатель Тынымбаев С. - № 2018/0834.1; заявл. 13.11.2018; опубл. 02.08.2019.

УМНОЖИТЕЛЬ ПОЛИНОМОВ ПО МОДУЛЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Калимолдаев М.М., Тынымбаев С.Т., Магзом М., Намазбаев Т.
mnk@ipik.kz, s.tynym@mail.ru, magzomxzm@gmail.com, tirnagog@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Рассматривается схема для аппаратной реализации умножителя полиномов по модулю неприводимого полинома, которая может быть базовым блоком при построении криптосистем на основе непозиционной полиномиальной системы счисления. В таком умножителе двоичное изображение полинома-множимого может служить фрагментом шифруемого текста, а двоичное изображение полинома-множителя является секретным ключом. Модулем служит двоичное представление неприводимого полинома этих двух полиномов.*

С целью поиска путей повышения эффективности программно-аппаратных вычислений, методов обнаружения и исправления ошибок и создания высоконадежных компьютерных систем проводятся исследования в области непозиционных систем обозначений, таких как система остаточных классов (СОК). В классической позиционной системе счисления значение каждой цифры в обозначении номера зависит от ее положения. В непозиционных системах счисления, напротив, обозначение чисел основано на других принципах. В СОК многозначное целое число в позиционной нотации представляется как последовательность нескольких позиционных чисел небольшой разрядности. Эти числа являются остатками от деления исходного числа на модули СОК.

В [1] разработана арифметика непозиционных систем счисления с полиномиальными основаниями и ее приложения к задачам повышения достоверности. Определены также правила выполнения арифметических операций в непозиционных полиномиальных системах счисления (НПСС) и восстановления многочлена по его остаткам.

Применение НПСС при криптографической защите информации рассмотрено в работе [2], где исследованы процедуры шифрования электронного сообщения и

формирования электронной цифровой подписи в рамках НПСС. Показано, что в непозиционных криптосистемах в качестве критерия криптостойкости можно использовать криптостойкость самих алгоритмов, которая характеризуется полным секретным ключом. Криптостойкость алгоритма зависит не только от длины ключа (псевдослучайной последовательности), но и от выбранной системы полиномиальных оснований НПСС, а также от количества всех возможных оснований в системе.

Процесс шифрования и расшифрования с помощью нетрадиционных алгоритмов шифрования на базе полиномиальной СОК рассмотрены в [3, 4], которые были реализованы программно.

По сравнению с программным шифрованием аппаратное шифрование имеет ряд существенных преимуществ, одним из которых является его более высокое быстродействие.

Основным блоком криптосистем на НПСС является устройство умножения полиномов по модулю неприводимого полинома, где выполняется рутинные вычисления по шифрованию и расшифрованию данных. Поэтому от быстродействия этого устройства зависит быстродействие шифровального устройства.

Устройство умножения полиномов по модулю, где умножение осуществляется начиная со старшего разряда полинома-множителя, рассмотрено в [5].

В настоящей работе рассматривается устройство умножения полиномов по модулю, где умножение производится, начиная с младшего разряда полинома-множителя. Данное устройство имеет преимущества по быстродействию относительно предыдущего устройства.

Основная идея рассматриваемого умножителя состоит в том, что на каждом шаге умножения удвоенный предыдущий частичный остаток ($2r_{i-1}$) приводится по модулю, формируя следующий частичный остаток r_i. Затем частичный остаток r_i логический умножается на младший бит b_i полинома-множителя B(x) и суммируется по модулю два с предыдущим промежуточным остатком R_{i-1}. Далее эта сумма приводится по модулю формируя промежуточный остаток $R_{i..}$ Число таких шагов определяется числом битов в двоичном представлений полинома-множителя.

Схема рассматриваемого умножителя приведена на рис.1. В состав устройства входит блоки логических схем $И_3 \div И_{10,}$ регистр сдвига на один разряд вправо РгВ, регистр неприводимого модуля РгР , накапливающий формирователь частичных остатков НФЧО, а также накапливающий сумматор по модулю два НСМ М2. В состав устройства также входят схемы, обеспечивающие управлением выполнения операций: элементы задержки ЭЗ.1, ЭЗ.2 и ЭЗ.3, триггер Т, вычитающий счетчик тактовых сигналов СчТИ, логическая схема $И_1$ и блок логических схем $И_2$.

РгВ служит для хранения множителя в виде двоичных коэффициентов полинома B(x), а РгР - двоичных коэффициентов полинома неприводимого модуля. НФЧО формирует частичный остаток r_i путем приведения по модулю P(x) удвоенного предыдущего частичного остатока $2r_{i-1.}$ В НСММ2 формируются и временно хранятся промежуточные остатки R_i и результат вычисления $R=[A(x)\times B(x)]\mathrm{mod}P(x)$.

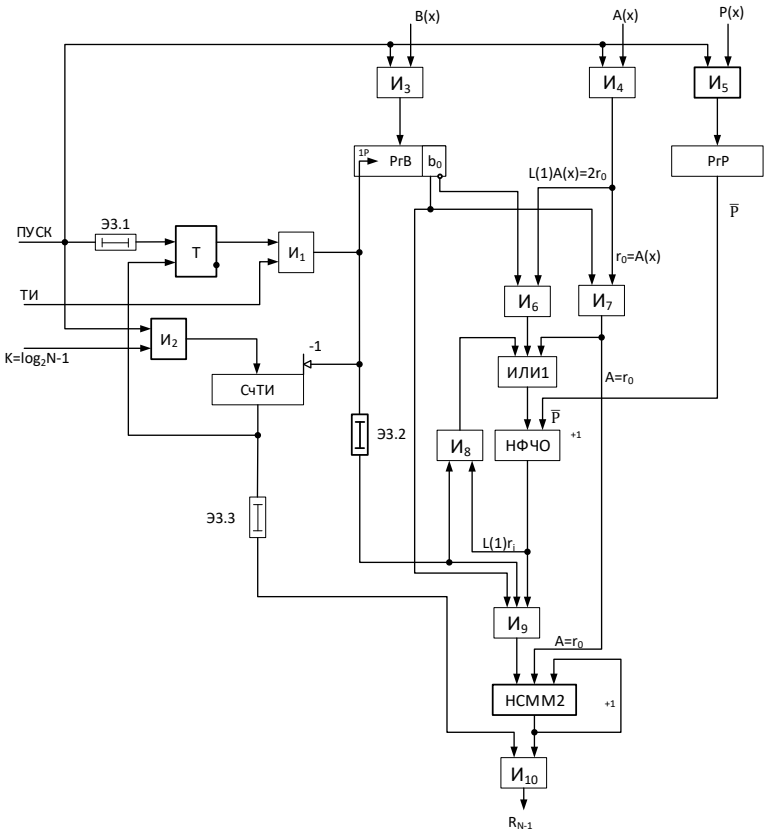


Рис.1 Функциональная схема умножителя полиномов по модулю последовательного действия с анализом младших разрядов множителя

На рис.2 приведена структура НФЧО, который состоит из сумматора по модулю два (СММ2); мультиплексора MS, в состав которого входит инвертор НЕ, блоки схем И'1, И'2 и блок ИЛИ'1. ФЧО снабжен регистром частичного остатка РгЧО.

ФЧО работает следующим образом. Разряды удвоенного значения предыдущего частичного остатка $2r_{i-1}$ подаются на первые входы сумматора СММ2 и на входы блока схем И'1. На вторые входы сумматора СММ2 подаются разряды полинома Р(х) – модуля. Значение старшего бита C_T удвоенного значения $2r_{i-1}$ непосредственно подается на управляющий вход блока схемы И'2, а на информационные входы блока схемы И'2 подаются разряды результата операций $2r_{i-1} \oplus P(x)$ с выходов СММ2. На управляющий вход блока схем И'1 подается значение C_T с выхода инвертора НЕ. Выходы блоков схем И'1 и И'2 связаны со входами регистра РгЧО через блок схем ИЛИ1. По значению бита C_T на входы РгЧО подается либо значение $2r_{i-1}$ без изменения (C_T=0), либо результат операций $2r_{i-1} \oplus P(x)$ с выходов СММ2 на входы регистра РгЧО(C_T=1).

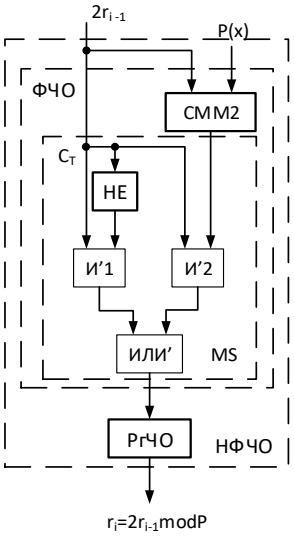


Рис.2 Состав ФЧО с регистром РгЧО

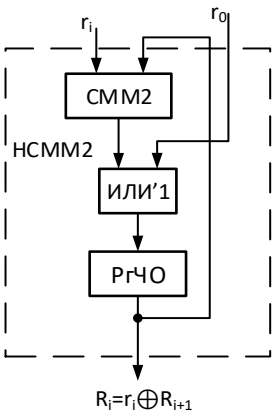


Рис.3 Структура формирователя промежуточного остатка на НСММ2

На рис.3 приведена структура НСММ2, который состоит из сумматора по модулю 2, блока схем ИЛИ, выходы которого подаются на входы регистра промежуточного остатка РгR. На входы блока ИЛИ также подается значение r_0. В РгR $_i$ формируется R $_i$ путем сложения по модулю 2 значений частичного остатка r_i с предыдущим значением промежуточного остатка R_{i-1}.

Умножение полиномов по модулю неприводимого полинома начинается с подачей сигнала «ПУСК». Поэтому сигналу двоичные коэффициенты полиномов B(x) – множителя, полинома A(x) – множимого, а также полинома P(x) – неприводимого полинома через блоки логических схем $И_3$, $И_5$ принимаются, соответственно, в регистры РгB(x) и РгP(x). Помимо этого, по сигналу «ПУСК» A(x) подается на информационные входы блока схем $И_6$ со сдвигом на один разряд в сторону старшего и без сдвига - на информационные входы блока схем $И_7$. Сигналом «ПУСК» также двоичный код числа сдвигов множителя $K=\log_2 N-1$ (где N – число разрядов двоичного изображения полинома множителя B(x)) через блок логических схем $И_2$ записывается в вычитающий счетчик тактовых импульсов СчТИ. Поступление на вход триггера Т первого тактового импульса ТИ1 задерживается элементом задержки ЭЗ.1. Величина задержки на ЭЗ.1 определяется временем записи $A=r_0$ в регистр РгR (при $b_0=1$) и временем формирования частичного остатка $r_1=2A\,mod\,P$ (при $b_0=0$) или $r_1=2r_0\,mod\,P$ (при $b_0=1$). При этом управляющий вход блока логической схемы $И_6$ подается значение b_0 из инверсного выхода младшего разряда регистра РгB(x) и на управляющий вход блока логической схемы $И_7$ подается значение b_0 из прямого выхода младшего разряда регистра РгB(x).

Таким образом, по сигналу «ПУСК» в СчТИ записывается двоичный код числа сдвигов, в регистре РгЧО формируется первый частичный остаток r_i, а в регистр РгR при $b_0=1$ записывается частичный остаток $r_0=R_0$.

Задержанный сигнал «ПУСК» на ЭЗ.1 поступает на единичный вход триггера ТИ, переводит его в единичное состояние, разрешая прохождению первого тактового импульса ТИ1 на выход схемы $И_1$. Тактовым сигналом ТИ1 содержимое регистра РгВ(х) сдвигается вправо на один разряд, записывая младший разряд значение бита b_1 и одновременно показание СчТИ уменьшается на единицу. Задержанный сигнал ТИ1 ЭЗ.2 на время сдвига регистра РгВ(х) поступает на управляющие входы блока схем $И_8$ и $И_9$. При этом значение r_1 с выхода РгЧО при b_1=1 подается через блоки схем $И_8$ на входы формирователя промежуточного остатка, где вычисляется $R_1= r_1 \oplus R_0$ и запоминается в регистре РгR.

Одновременно задержанный ТИ1 передает на входы блока $ИЛИ_1$ сдвинутый на один разряд в сторону старшего разряда $2r_1$. Значение $2r_1$ приводится по модулю Р и формируется значение $r_2=2r_1 \mathrm{mod} P$. Значение r_2 запоминается в регистре РгR. К этому моменту с выхода схемы $И_1$ поступает тактовый импульс ТИ2, который сдвигает вправо содержимое регистра РгВ(х), уменьшает показание счетчик СчТИ на единицу и через ЭЗ.2 поступает на управляющие входы блока схем $И_8$ и $И_9$. В НФЧО формируется частичный остаток $r_3=r_2 \mathrm{mod} P$, который запоминается в регистре РгЧО. Одновременно блоком схемы $И_9$ r_2 из РгЧО передается на входы формирователя промежуточного остатка и в регистре РгR получим $R_2= r_2 \oplus R_1$.

После подачи последнего N-1-го тактового импульса СчТИ установится 0 и выработает сигнал «Конец операций». Одновременно содержимое РгВ(х) сдвигается вправо и в младшем разряде регистра записывается старший b_{N-1} разряд полинома В(х). Задержанным сигналом ТИ N-1 на ЭЗ.2 в РгR формируется остаток $R_{N-1}= r_{N-1} \oplus R_{N-2.}$, а задержанным сигналом «Конец операций» на ЭЗ.3 содержимое РгR выдается на выход с помощью блока схем $И_{10}$. Сигналом «Конец операций» триггер Т устанавливается в нулевое состояние и запрещает прохождению следующего ТИ в схему устройства.

Как видно из работы рассматриваемого устройства, после подачи каждого тактового импульса происходит одновременное формирование частичного остатка r_i и промежуточного остатка R_i. Формирование r_i осуществляется по цепочке $И_8$ – ИЛИ1 – СММ2 – MS – РгЧО (рис.2), а формирование R_i осуществляется по цепочке $И_9$ – СММ2 – ИЛИ1 – РгR (рис.3).

Отсюда нетрудно заметить, что время умножения рассматриваемого умножителя определяется в основном временем формирования частичного остатка r_i и числом двоичных битов полинома-множителя.

Рассмотрим пример умножения полиномов по модулю

При $A(x) = x^4+x^2+1$; $B(x) = x^4+x+1$

Неприводимый полином $P(x) = x^5+x^3+1$

Двоичное представление этих полиномов:

$A = 10101_2$; $B = 10011_2$; и $P = 101001_2$

Результаты вычисления приведены в табл.1

Табл. 1. Последовательность выполнения операции

ТИ	ПУСК	ТИ1	ТИ2	ТИ3	ТИ4
b_1	$b_0=0$	$b_1=1$	0	0	1
НФЧО	$r_1=2A \bmod P=$ 101010 ⊕ 101001	$r_2=2r_1 \bmod P$ 000110 ⊕ 101001	$r_2=2r_2 \bmod P$ 001100 ⊕ 101001	$r_2=2r_3 \bmod P$ 011000 ⊕ 101001	$r_2=2r_4 \bmod P$ 011000 ⊕ 101001
РгЧО	$r_1=000011$	$r_2=000110$	$r_3=001100$	$r_1=011000$	$r_5=110000$
НСММ2	$R_0=A⊕0=$ $=10101$	$R_1= r_1⊕R_0$ 00011 ⊕ 10101	$R_2=0⊕10110$	$R_3=0⊕10110$	$R_4= r_4⊕R_3$ 011000 ⊕ 010110
РгR	$R_0=10101$	$R_1=10110$	$R_2=10110$	$R_1=10110$	$R_1=001110$

Проверка: $(x^4+x^2+1)(x^4+x+1) = x^8+x^6+x^5+x^3+x^2+x+1$.

$$\begin{array}{l|l} x^8+x^6+x^5+x^3+x^2+x+1 & x^5+x^3+1 \\ x^8+x^6+\ x^3 & x^3+1 \\ \hline x^5+x^2+x+1 & \\ x^5+x^3 & \\ \hline x^3+x^2+x & \end{array} \longrightarrow 01110;$$

Рассмотренный алгоритм умножения полиномов по модулю был опробирован на плате ПЛИС Nexys Artix-7 FPGA для полиномов, имеющие степень m = 6 ÷ 12.

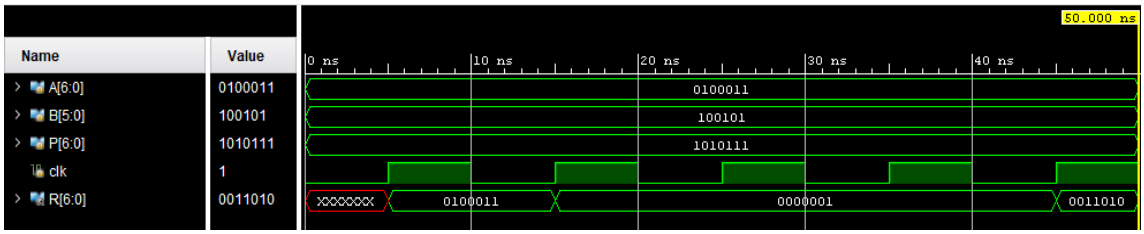


Рис. 4a. Диаграммы формирования промежуточных остатков для полиномов со степенью m = 6

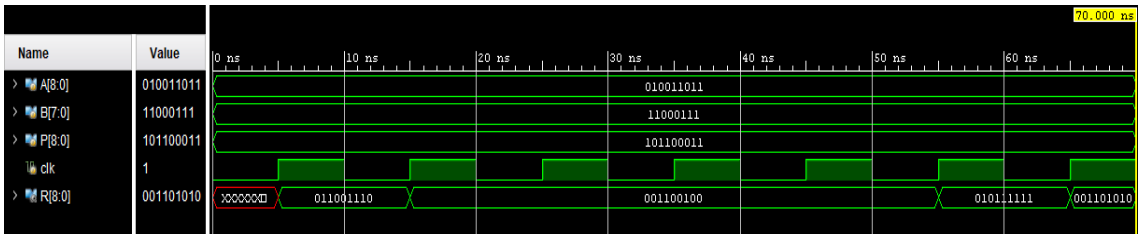


Рис. 4b. Диаграммы формирования промежуточных остатков для полиномов со степенью m = 8

На рисунках 4a и 4b приведены значения промежуточных остатков R_i, которые формируются после подачи каждого тактового импульса, а значение результа формируется после подачи последнего тактового импульса. На рисунке 4a после подачи m – 1 импульса формируется результат R(x) = A(x)*B(x)mod P(x), где A(x) = 100011_2; B(x) = 100101_2; P(x) = 1010111_2. Для таких значений полиномов остаток $R(x) = x^4 + x^3 + x$, что соответствует двоичному представлению $R(x) = 0011010_2$.

На рис. 4b после подачи m – 1 импульса формируется результат R(x) = A(x)*B(x)mod P(x), где A(x) = 10011011_2; B(x) = 11000111_2; P(x) = 101100011_2, для этих значений полиномов остаток $R(x) = x^6 + x^5 + x^3 + x$, что соответствует двоичному представлению $R(x) = 001101010_2$.

В таблице 2 приведены количество основных ресурсов LUT и FF ПЛИС Artix 7 (xc7a100t).

Таблица 2. Общее количество ресурсов ПЛИС Artix 7 (xc7a100t)

Ресурсы	**Количество**
LUT	63400
FF	126800

В таблице 3 и приведены использованные основные ресурсы и процентные содержания LUT и FF от их общего количества для полиномов со степенями m = 6 ÷ 12.

Таблица 3. Количество затраченных ресурсов

m	**LUT**	**%**	**FF**	**%**
6	173	0.27	109	0.09
8	339	0.53	167	0.13
10	411	0.65	241	0.19
12	870	1.37	331	0.26

Из этой таблицы не трудно посчитать, что с помощью ПЛИС Artix 7 можно реализовать умножители полиномов по модулю с большим значением степеней m.

Литература

1. Бияшев Р.Г. Разработка и исследование методов сквозного повышения достоверности в системах обмена данными распределенных АСУ: дисс. докт. техн. наук: 05.13.06: Защищена 09.10.1985: утв. 28.03.1986. – М., 1985. – 328 с.

2. В.М. Амербаев, Р.Г. Бияшев, С.Е. Нысанбаева Применение непозиционной системы счисления при криптографической защите информации. Известие НАН РК, серия физико-математическая. 2005, №3

3. Нысанбаев Р.К. Криптографический метод на основе полиномиальных оснований // Вестник Мин-ва науки и высшего образования и Нац. акад. наук Республики Казахстан – Алматы: Гылым, 1999. – №5. – С.63-65.

4. Biyashev R., Kalimoldayev V., Nyssanbayeva S., Magzom M., Development of an encryption algorithm based on nonpositional polynomial notations // Proceeding of the

International Conference on Advanced Materials Science and Environmental Engineering (AMSEE 2016). – Chiang Mai; Thailand, 2016. – P.243-245.

5. Kalimoldayev, M., Tynymbaev, S., Magzom, M., Ibraimov, M., Khokhlov, S., Abisheva, A., Sydorenko, V. Polynomials multiplier under irreducible polynomial module for high-performance cryptographic hardware tools (2019) CEUR Workshop Proceedings, 2393, pp.729-737., https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069432716&partnerID=40&md5=35074925faba10fc9a96dd780cc09c63 (15.08.2019г.)

ПРОГРАММЫ-ВЫМОГАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ

Капалова Н.А., Хаумен А., Сулейменов О.Т.
e-mail: kapalova@ipic.kz, haumen.armanbek@gmail.com, suleimenov97@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН, Казахстан

Аннотация. *В данной статье речь идет об одном виде вредоносных программ, которые осуществляют различные несанкционированные пользователем действия: сбор информации и ее передачу злоумышленнику, ее разрушение или злонамеренную модификацию, нарушение работоспособности компьютера, использование ресурсов компьютера в неблаговидных целях. Рассматриваются принципы работы этих вредоносных программ и даются рекомендации по защите от таких видов зловредов.*

Введение

Одним из самых опасных явлений, которые мы наблюдаем сегодня в интернете, является беспрецедентное распространение вредоносного программного обеспечение. Вредоносное программное обеспечение (вредоносное ПО) – общий термин, используемый для программ, написанной со злыми намерениями, а также имеющих фрагмент вредоносного кода, который может вызвать серьезную угрозу для любого пользователя. Современные вредоносные программы – главная угроза безопасности информации в компьютерных системах. В число наиболее распространенных типов вредоносных программ входят вирусы, черви, трояны и т.д. В настоящее время широко распространено использование вредоносных программ, которые позволяют автору вредоносного ПО получать конфиденциальную информацию, такую как банковские реквизиты, контактную информацию, которая представляет серьезную угрозу безопасности информации.

На сегодняшний день большинство веб-страниц заражены различными типами вредоносных загрузок, которые доставляются просто, открыв веб-страницу. Только по данным «Kaspersky Security Network», «Лаборатория Касперского» отразили 843 096 461 атак в первом квартале 2019 года, которые проводились с Интернет-ресурсов, размещенных в 203 странах мира. Зафиксировано 113 640 221 уникальных

URL, на которые срабатывал веб-антивирус. Согласно статистике «Google», 90% вредоносного ПО поступает с популярных сайтов. 90% вредоносных программ происходит из скрытых загрузок, указателей на надежных и популярных веб-сайтах. По данным исследования производителя решений для обеспечения информационной безопасности «TrendMicro», самый высокий уровень кибератак зарегистрирован в США - более 10 млрд атак. В Китае и Бразилии количество остановленных попыток превысило 2 млрд, в Индии - 1,5 млрд. По итогам 2018 года стоит выделить пятерку самых вредоносных программ – это криптовалютный майнер CoinMiner (1 350 951 атак), вымогатель WannaCry (616 399 атак), а также Powload (378 825 атак), Downad (240 746 атак) и Sality (166 981 атак) [1].

Как известно, в начале этого десятилетия Казахстан захлестнула волна атак SMS-троянцев. Такие зловреды, как Opfake и Fakelnst, проникали на смартфоны пользователей под видом разных полезных приложений или игр и опустошали мобильные счета своих жертв, отправляя платные SMS на короткие премиум-номера. В середине 2010-х эпидемия SMS-троянцев вновь повторилась. Во второй половине 2010-х на арену вышли финансовые зловреды. При этом злоумышленники все чаще стали выбирать в качестве своих жертв компании, а не индивидуальных пользователей.

Помимо финансовых организаций злоумышленники начали проявлять активный интерес и к другим компаниям, а точнее, к их сотрудникам, ответственным за финансовую отчетность. При этом довольно часто киберпреступники выбирают для заражения небольшие компании, в которых системы информационной безопасности, как правило, не настолько сильны, как в крупных корпорациях. Примером тому может служить троянец RTM, чья активность в Казахстане как раз находится на пике в 2019 году [2].

Программы-вымогатели

Среди вредоносных программ мы видим большинство финансовых проблем от троянских программ. Троян (троянский конь, троянская программа, троянец) – тип вредоносных программ, основной целью которых является вредоносное воздействие по отношению к компьютерной системе. В данную категорию входят программы, осуществляющие различные несанкционированные пользователем действия: сбор информации и ее передачу злоумышленнику, ее разрушение или злонамеренную модификацию, нарушение работоспособности компьютера, использование ресурсов компьютера в неблаговидных целях [3].

Существует несколько видов троянского софта [4]:

- RAT или троян удаленного доступа
- Вымогатели
- Шифровальщики
- Загрузчики
- Дезактиваторы систем защиты
- Банкеры
- DDoS-трояны.

Одной из самых опасных угроз в современном кибермире являются трояны-вымогатели, предназначенные для вымогательства. Попав в систему, в компьютер

или мобильное устройство, эти программы скрытно блокирует доступ к компьютерной системе или предотвращает считывание записанных в нём данных (часто с помощью методов шифрования) – документы, видеозаписи и фотографии. Для расшифровки и восстановления данных и разблокировки компьютера злоумышленники обычно требуют совершить анонимный онлайн-платеж (выкуп). Все процессы проходят в фоновом режиме, чтобы жертва не смогла обнаружить, что происходит [5].

Любой пользователь и любая компания может стать жертвой троянцев-вымогателей. Киберпреступники не действуют избирательно – они зачастую стремятся поразить как можно больше пользователей, чтобы получить максимальный доход.

Число троянцев-вымогателей растет – сейчас активно действует более 50 семейств. К тому же, этот вид вредоносного ПО быстро развивается. Каждый новый образец троянца совершенствует процесс шифрования и добавляет новых функций.

В современном мире, где Интернет и информационные технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни и многих процессов, становиться трудно противостоять компьютерным угрозам. Одна из причин того, что единое решение так трудно найти, – тот факт, что шифрование само по себе не является вредоносным. Шифрование – полезная возможность, которую используют многие легитимные программы. Первые вредоносные шифровальщики использовали симметричный алгоритм шифрования, в котором файлы шифровались и дешифровались одним и тем же ключом. Компании, работающие в сфере информационной безопасности, как правило, были способны помочь расшифровать эти данные. Со временем киберпреступники перешли на асимметричные алгоритмы шифрования, в которых используется два ключа: данные шифруются открытым ключом, а для их расшифровки необходим закрытый ключ [6].

История троянцев-вымогателей

Вредоносные программы-вымогатели известны еще с середины 1980-х годов. Изначально они были нацелены на обычных людей, использующих компьютеры под управлением MS-DOS и Windows. Тогда выкуп предлагалось отправить по обычной почте. Сегодня авторы программ-вымогателей требуют заплатить выкуп в криптовалюте или перевести определенную сумму на кредитную карту. В 1989 году Джозеф Попп пишет первого известного шифровальщика –трояна AIDS (известный так же как «PCCyborg») [7].

В 2005 году, в мае троянцы-вымогатели появляются в общественном доступе в Интернете.К середине 2006 года такие троянцы как Gpcode, TROJ.RANSOM.A, Archiveus, Krotten, Cryzip, и MayArchive начинают использовать более сложные схемы шифрования RSA с более сложными ключами [7].

В 2013 году появляется троянец-вымогатель, основанный на наборе эксплойтовStamp.EK, появляется первый вымогатель, специально созданный для MacOSX. Сумма выкупов, собранная CryptoLocker в последние четыре месяца того года, составляет около 5 миллионов долларов [7].

Бурный рост программ-вымогателей начался после 2015 года. Это обусловлено распространением мобильного Интернета и криптовалют, которые позволяют

злоумышленникам анонимно собирать средства со своих жертв. На сегодняшний день разнообразные троянцы-вымогатели на разных платформах наносят жертвам огромный ущерб.Они угрожают бизнесу и государственным учреждениям. Программ появляется все больше, они становятся дешевле и доступнее.

Виды троян-вымогателей

Существует три основных типа программ-вымогателей, которые различаются по степени вредоносности: одни просто затрудняют работу пользователя, другие же представляют серьезную опасность. Кратко о каждом из этих типов [8]:

Псевдоантивирусы. Обычно псевдоантивирусы являются не столько источником опасности, сколько причиной неудобства. Они представляют собой мошеннические программы, замаскированные под защитные приложения и позволяющие злоумышленникам выдавать себя за представителей технической поддержки. На экране Вашего компьютера может появиться всплывающее окно с предупреждением о том, что в системе обнаружено вредоносное ПО и единственный способ удалить его – это заплатить определенную сумму. Если не предпринимать никаких действий, скорее всего, назойливые всплывающие окна будут продолжать появляться, однако Вашим файлам в целом ничто не будет угрожать.

Настоящая антивирусная программа не станет досаждать пользователям таким образом. Если Вы не пользуетесь антивирусом, упомянутым во всплывающем окне, он не может сообщать Вам о программах-вымогателях, поскольку не установлен в Вашей системе. Если же Вы пользуетесь именно этой защитной программой, Вам не нужно платить за удаление вируса, поскольку Вы уже оплатили лицензию.

Трояны, блокирующие экран. Этим троянам соответствует оранжевый уровень опасности. Если в систему проникла программа, блокирующая экран, то Вы не сможете продолжать работу с компьютером. После запуска компьютера на мониторе появляется закрывающее весь экран окно, обычно снабженное официальной эмблемой ФБР или Министерства юстиции. В окне содержится предупреждение, что на Вашем компьютере якобы обнаружена противозаконная активность и что Вам необходимо заплатить штраф. Важно понимать, что ФБР не станет блокировать Ваш компьютер или требовать выплаты штрафа за «противозаконную активность». Если Вас заподозрят в пиратстве или совершении других компьютерных преступлений, правоохранительные органы будут действовать согласно другой процедуре, установленной законом.

Программы-вымогатели, шифрующие файлы. Эти вирусы представляют настоящую угрозу. Их авторы стремятся украсть или зашифровать Ваши файлы, чтобы затем потребовать выкуп за их расшифровку или возвращение. Особая опасность этого типа программ-вымогателей заключается в том, что в случае захвата Ваших файлов киберпреступниками ни антивирус, ни функция восстановления системы не смогут вернуть Вам эти файлы. И если не платить злоумышленникам, то в большинстве случаев данные пропадают навсегда. Вместе с тем, нет никакой

гарантии, что киберпреступники выполнят свое обещание и вернут Ваши файлы, после того как Вы заплатите выкуп.

Самые известные и распространенные программы вымогатели

Самых распространенных программ-вымогателей назвать довольно сложно, каждый месяц появляется новые вымогатели. Из недавних, но запомнившихся можем назвать, например, «Петю» (Petya), который шифрует весь жесткий диск целиком. Или CryptXXX, который довольно активно распространяется и сейчас. Ну и TeslaCrypt — чемпиона по распространенности за первые четыре месяца 2016 года, от которого сами его создатели неожиданно опубликовали мастер-ключ.

В 2016 году Администрация муниципального колледжа в Лос-Анджелесе выплатила огромный выкуп за возвращение доступа к данным, зашифрованным троянцем-вымогателем, - 28 тысяч долларов. Атака на учебное заведение случилась в канун Нового года. Зашифрованными оказались сотни тысяч файлов, в результате из строя вышли практически все внутренние сервисы, включая электронную почту и системы обмена сообщениями. 28 тысяч долларов - это самый крупный выкуп, информация о котором попала в публичное пространство [9]. По некоторым сведениям, случаются и более масштабные выплаты, но жертвы - обычно это крупные предпочитают их не афишировать. В феврале 2016 года Пресвитерианский медицинский центр в Голливуде после атаки шифровальщиком выплатил выкуп в размере 17 тысяч долларов [10].

В 2016 году количество атак шифровальщиков выросло более чем в 100 раз по сравнению с 2015 годом. Поэтому Европол, полиция Голландии, «Лаборатория Касперского» и McAfee (IntelSecurity) объявили о создании проекта «No More Ransom», нацеленного на борьбу с шифровальщиками-вымогателями. Постепенно к проекту подключились и многие другие организации. Полиция еще 13 стран решила поддержать эту инициативу: проект No More Ransom нашел новых союзников в Боснии и Герцеговине, Болгарии, Колумбии, Франции, Венгрии, Ирландии, Италии, Латвии, Литве, Португалии, Испании, Швейцарии и Великобритании [11]. На сайте размещено более двух десятков инструментов, с помощью которых жертвы разных шифровальщиков могут попытаться вернуть себе доступ к потерянным данным. К сожалению, далеко не все шифровальщики обладают уязвимостями, позволяющими их «взламывать».

Один из самых распространенных вирусов-вымогателей программа CryptoLocker - начиная с сентября 2013 года заразил более 250 тысяч компьютеров в странах ЕС.

12 мая 2017 года, предположительно, КНДР запустила мощную атаку шифровальщика, которая распространилась по всему миру. Атаки WannaCry в 2017 году стали самой широко распространенной и разрушительной атакой вымогателей на сегодняшний день, заразив более 230 000 компьютеров в 150 странах. Хакеры требовали с каждой жертвы выкуп в размере 300 долларов США, будучи нацеленными на малые предприятия, организации и физические лица [12].

В 2017 году шифровальщиками было атаковано около 950 000 уникальных пользователей. Также было обнаружено много модификаций новых и известных программ-вымогателей – более 96 000 по сравнению с 54 000 в 2016 году. Число атак

на компании возросло до 26,2%, при этом 65% компаний, пострадавших от программ-вымогателей в 2017 году, сообщили, что потеряли доступ к значительному объему или даже ко всем своим данным. 34% предприятий потребовалось неделя или даже больше, чтобы полностью восстановить доступ (29% в 2016 году). 36% жертв заплатили выкуп, но 17% из них так и не смогли восстановить свои данные (32 и 19% в 2016 году соответственно) [2].

По данным «Kaspersky Security Network» в 2018 году атаки шифровальщиков отражены на компьютерах 765 538 уникальных пользователей.

В десятку стран, в которых пользователи чаще всего сталкиваются с вымогателями, входят Индия, Россия, Казахстан, Италия, Германия, Вьетнам, Алжир, Бразилия, Украина и США. По данным Group-IB, вымогательство с использованием вредоносных программ - основная киберугроза в 2/3 странах Евросоюза [13].

Во втором квартале 2019 года наблюдался рост числа шифровальщиков. В начале июня авторы GandCrab, одного из самых распространенных зловредов этого типа в течение последних полутора лет, объявили о прекращении его деятельности. GandCrab продемонстрировал, насколько эффективным может быть шифровальщик. По некоторым данным, его создатели сообщили, что уходят от дел, так как достаточно «заработали». Но мы предполагаем, что на смену GandCrab придут другие зловреды, и напоминаем, что необходимо регулярно обновлять ПО на своих устройствах и использовать надежное защитное решение [2].

Как работают программы вымогатели

Есть несколько путей, которыми программа-вымогатель может воспользоваться, чтобы проникнуть на персональный компьютер. Самый распространенный способ — через электронную почту. Вымогатели обычно прикидываются каким-нибудь полезным вложением – срочным счетом на оплату, интересной статьей или бесплатной программой. Открыв такое вложение, обычные пользователи запускают на компьютер программу-вымогатель. Можно подхватить вымогателя и просто просматривая интернет-сайты, даже не запуская при этом никаких файлов. Для захвата контроля над системой вымогатели используют ошибки в коде операционной системы, браузера или какой-нибудь другой установленной на компьютере программы. Компьютерная жертва не сразу поймет, что система заражена. Вначале зловред действует незаметно, в фоновом режиме, пока не будет запущен и реализован механизм шифрования данных. После того как все файлы на зараженном устройстве зашифрованы, появляется диалоговое окно, в котором пользователю сообщается, что данные заблокированы и предъявляется требование выплаты выкупа для доступа к ним. К этому времени уже слишком поздно пытаться сохранить данные с помощью мер безопасности.

Еще одним распространенным методом заражения компьютеров является вредоносная реклама – пик ее активности пришелся на 2016 год. Вредоносная реклама – это реклама в сети Интернет, направленная на распространение вредоносного ПО при минимальном взаимодействии с пользователем или вообще без каких-либо действий с его стороны. Во время просмотра веб-сайтов, в том числе и вполне надежных ресурсов, пользователь

может перенаправляться на серверы злоумышленников, даже не нажимая на рекламный баннер. Эти серверы накапливают сведения о компьютерах жертв и их местоположении, а затем выбирают вредоносное ПО, которое будет проще всего доставить на эти компьютеры. И нередко таким вредоносным ПО является программа-вымогатель.

Для реализации поставленной задачи вредоносная реклама часто использует зараженный встроенный фрейм или невидимый элемент веб-страницы. Встроенный фрейм перенаправляет пользователя на мошенническую целевую страницу, после чего вредоносный код начинает атаковать систему, применяя специальный набор эксплойтов. Все эти действия выполняются без ведома пользователя, поэтому их часто обозначают как атаки, осуществляемые посредством теневой загрузки [14].

В 2013 году появилась программа-вымогатель CryptoLocker, также шифрующая данные, однако на этот раз проблема приобрела намного более серьезный характер. Троянец CryptoLocker – один из самых известных вымогателей. Он использовал асимметричный алгоритм шифрования, применяющиеся в оборонной промышленности, а ключ, необходимый для разблокировки файлов, хранил на удаленном сервере. После заражении компьютера он связывается с командным сервером и загружает открытый ключ. При этом закрытый ключ доступен только преступникам, создавшим CryptoLocker. Следовательно, было практически невозможно вернуть доступ к данным, не заплатив злоумышленникам. Как правило, жертве дается не более 72 часов на оплату выкупа, после чего соответствующий закрытый ключ безвозвратно уничтожается; при этом расшифровать файлы без ключа невозможно. Этот тип программ-вымогателей используется по сей день и является чрезвычайно эффективным оружием в руках киберпреступников, стремящихся разбогатеть незаконным путем. Недавние крупные атаки вирусов, в числе которых атака WannaCry в мае 2017 года и Petya в июне 2017 года, проходили с применением именно таких программ-вымогателей, шифрующих данные с целью поймать в ловушку пользователей и целые компании в различных регионах мира.

Это означает, что основное внимание должно уделяться превентивным мерам. В состав большинства антивирусных продуктов входит компонент, позволяющий обнаружить шифровальщиков на ранних этапах заражения.

Как защититься от программ шифровальщиков

Средства защиты от атак программ-вымогателей согласно методологии SAFE.

- Аналитика угроз. Знание существующих программ-вымогателей и векторов коммуникаций и применение накопленных знаний для обнаружения новых угроз.
- Защита электронной почты. Блокирование вложений и ссылок, связанных с программами-вымогателями.
- Защита DNS. Блокирование известных вредоносных доменов и обратной связи с сервером C2.
- Защита клиентов. Проверка файлов на предмет программ-вымогателей и вирусов, помещение зараженных файлов в карантин и их удаление.
- Защита веб-трафика. Блокирование веб-каналов связи с зараженными сайтами и файлами.

- Сегментирование на основе идентификации с помощью межсетевого экрана. Аутентификация доступа и разделение трафика на основе ролей и политик.
- Предотвращение вторжений. Блокирование атак, использования уязвимостей и сбора аналитической информации.
- Мониторинг сети. Мониторинг информационного обмена в инфраструктуре с использование аналитики на основе потоков; выявление аномальных потоков трафика и оповещение о них.
- Одной лишь архитектуры эшелонированной обороны мирового уровня уже недостаточно. Необходимо знать, каковы важнейшие приоритеты бизнеса и как отразится на них потеря доступа к корпоративным системам.
- Прежде всего нужно правильно организовать резервное копирование. Если вы выполняете его еженедельно, следует перейти на ежедневный график; если каждый день – создавайте резервные копии раз в час или в режиме реального времени.
- Разработайте эффективный план аварийного восстановления, регулярно тестируйте и обновляйте его по мере роста и изменения бизнеса.
- Определите, какие специалисты, процессы и инструменты потребуются на случай критического нарушения работы или серьезного инцидента. Регулярно проводите учебно-тренировочные мероприятия для тестирования этих планов.
- Разработайте комплексную систему базовых характеристик приложений, системных образов, информации и показателей нормальной работы сети. Это обеспечит прозрачность всех изменений в сети и обнаружение отклонений.
- Стандартизированные образы операционных систем и настольных компьютеров легко можно установить заново для восстановления зараженной инфраструктуры.
- Самое эффективное оружие против троянов-вымогателей – знания. Каждый, кто знает о существующей угрозе и о методах защиты, помогает одолеть эту заразу. Поскольку предупредить заражение проще, чем пытаться восстановить файлы.

Заключение

Анализ шифрования программ-вымогателей чрезвычайно сложен. В этой статье мы лишь охватили общие принципы работы и их использование киберпреступниками. Обычно, в большинстве случаев все заражения компьютера и связанные с этим неприятности происходят по вине самого пользователя. А это – кража личной информации (номеров банковских карточек, паролей и др.), удаление важных данных, а также шифрование информации с последующим вымогательством денег за ее расшифровку. В большинстве случаев после оплаты счета злоумышленнику вы не получите свои данные взамен. Поэтому о безопасности нужно заботиться заранее. Всегда следует устанавливать обновления операционной системы и антивирусного обеспечения, не открывать подозрительные письма в электронной почте, не кликать по неизвестным ссылкам, которые можно увидеть в письмах или в сообщениях программ для общения (Viber, Skype и др.), не переходить на сайты с сомнительной репутацией.

Литература

1. Развитие информационных угроз в первом квартале 2019 года. Статистика – https://securelist.ru/it-threat-evolution-q1-2019-statistics/94021/ (2019.06.01).
2. Прививка от хакерства. – http://vecher.kz/incity/privivka-ot-khakerstva. (2019.06.19).
3. Трояны. – http://www.tadviser.ru/index.php/ (2019.06.01).
4. Троянские программы (Trojans). –https://www.anti-malware.ru/threats/trojans (2019.06.01).
5. 10 способов спастись от программ-вымогателей. – https://www.kaspersky.ru/blog/ransomware-10-tips/9946/ (2019.06.05).
6. Программы-вымогатели и методы шифрования. – https://blog.emsisoft.com/ru/27739/ (2019.06.07).
7. История троянцев-вымогателей. – https://www.nomoreransom.org/ru/ransomware-qa.html (2019.06.21).
8. Все о программах-вымогателях. – https://ru.malwarebytes.com/ransomware/ (2019.06.04).
9. LA school pays web scum US $28,000 ransom. – https://www.theregister.co.uk/2017/01/10/la_school_pays_web_scum_28000_ransom/ (2019.06.04).
10. Банковский троян. – https://news.myseldon.com/ru/news/index/214539630 (2019.06.22).
11. Трояны-вымогатели: чума 2016 года. – https://blog.kaspersky.kz/fighting-ransomware/13650/ (2019.06.15).
12. Вирус-вымогатель. Шифровальщик. – http://www.tadviser.ru/index.php/
13. История вирусов-вымогателей: кто их придумал и зачем. – https://www.bbc.com/russian/features-40462019 (2019.06.04).
14. Программы-вымогатели. – https://ru.malwarebytes.com/ransomware/ (2019.06.15).

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ НЕПРИВОДИМЫХ МНОГОЧЛЕНОВ НАД КОНЕЧНЫМ ПОЛЕМ $GF(2)$

Нысанбаева С.Е., Варенников А.В.
e-mail: snyssanbayeva@gmail.com, avarennikov@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Представлены алгоритмы, используемые при формировании базы данных неприводимых многочленов над конечным полем $GF(2)$, применяемых системой шифрования на базе непозиционных полиномиальных систем счисления.*

Введение

Неприводимые многочлены имеют большое значение в криптографии в целом и в криптографии на базе непозиционных полиномиальных систем счисления (НПСС) в частности. В данной статье приводится описание алгоритма шифрования на базе НПСС, алгоритмов проверки на неприводимость многочленов над конечным полем $\mathbb{F}_q$, а также алгоритма формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$. В конце статьи приведены экспериментальные данные, полученные в результате формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$ с применением алгоритмов проверки на неприводимость многочленов, предложенных Михаэлем Рабином [4] и Майклом Бен-Ором [5].

1 Алгоритм шифрования на базе НПСС

Суть алгоритма шифрования на базе непозиционных полиномиальных систем счисления заключается в следующем. Исходное открытое сообщение представляется в виде последовательности блоков заданной длины N (в битах). Каждый блок интерпретируется как последовательность остатков $\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_n(x)$ от деления некоторого многочлена $F(x)$ над полем $GF(2)$ степени N на различные неприводимые многочлены $p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)$ над полем $GF(2)$:

$$F(x) = \big(\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_n(x)\big), \quad (1)$$

где $F(x) \equiv \alpha_i(x) (\mathrm{mod}\, p_i(x))$, $i = \overline{1,n}$, n – число выбранных рабочих оснований. Неприводимые многочлены $p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)$ называются рабочими основаниями НПСС. В соответствии с китайской теоремой об остатках представление (1) является единственным при условии, что рабочие основания НПСС $p_i(x)$ будут различными.

Рабочие основания выбираются из числа всех неприводимых многочленов над полем $GF(2)$ со степенями m_j из условия выполнения следующего уравнения:

$$k_1 m_1 + k_2 m_2 + \cdots + k_S m_S = N,$$

где $1 \le m_j \le N$, $k_1 + k_2 + \cdots + k_S = n$.

В качестве секретного ключа используется псевдослучайная битовая последовательность (ПСП) длины N, которая также интерпретируется как последовательность остатков $\beta_1(x), \beta_2(x), \dots, \beta_n(x)$ от деления некоторого другого многочлена $G(x)$ над полем $GF(2)$ степени N на те же самые рабочие основания $p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)$:

$$G(x) = \big(\beta_1(x), \beta_2(x), \dots, \beta_n(x)\big),\ G(x) \equiv \beta_i(x) \big(\mathrm{mod}\, p_i(x)\big),\ i = \overline{1,n}.$$

Тогда шифртекст $H(x)$ получается в результате выполнения некоторой функции над многочленами $F(x)$ и $G(x)$, который также интерпретируется как последовательность остатков $\gamma_1(x), \gamma_2(x), \dots, \gamma_n(x)$ от деления $H(x)$ на рабочие основания НПСС $p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)$:

$$H(x) = \big(\gamma_1(x), \gamma_2(x), \dots, \gamma_n(x)\big),\ H(x) \equiv \gamma_i(x)\big(\mathrm{mod}\ p_i(x)\big),\ i = \overline{1,n}.$$

В разработанной криптосистеме в качестве такой функции используется операция умножения остаточных многочленов по модулю рабочих оснований:

$$\gamma_i(x) = \alpha_i(x)\beta_i(x)\ \mathrm{mod}\ p_i(x),\ i = \overline{1,n}. \quad (2)$$

При расшифровании шифртекста $H(x)$ для каждого многочлена $\beta_i(x)$ производится вычисление обратного (инверсного) многочлена $\beta_i^{-1}(x)$ из условия выполнения следующего сравнения:

$$\beta_i(x)\beta_i^{-1}(x) \equiv 1\ \big(\mathrm{mod}\ p_i(x)\big),\ i = \overline{1,n}. \quad (3)$$

В результате получается многочлен

$$G^{-1}(x) = \big(\beta_1^{-1}(x), \beta_2^{-1}(x), \dots, \beta_n^{-1}(x)\big),$$

инверсный к многочлену $G(x)$. Тогда элементы последовательности (1) в соответствии с (2) и (3) восстанавливаются в результате выполнения следующей операции:

$$\alpha_i(x) = \beta_i^{-1}(x)\gamma_i(x)\ \mathrm{mod}\ p_i(x),\ i = \overline{1,n}.$$

В рассмотренной модели системы шифрования на базе НПСС электронного сообщения заданной длины N бит полным ключом является выбранная система полиномиальных рабочих оснований $p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)$ и секретный ключ $G(x) = \big(\beta_1(x), \beta_2(x), \dots, \beta_n(x)\big)$. Более подробную информацию по алгоритму шифрования на базе НПСС можно найти в работах [1-3].

Таким образом, для формирования полного ключа нам нужен алгоритм для проверки многочленов над полем $GF(2)$ на неприводимость. В качестве таких алгоритмов были выбраны два алгоритма: алгоритм Рабина [4] и алгоритм Бен-Ора [5], которые будут рассмотрены далее в этой статье.

2 Алгоритмы проверки многочленов на неприводимость

2.1 Алгоритм Рабина.

Этот алгоритм основан на следующем утверждении. Пусть $p_1, \dots, p_k$ – все простые делители значения n и $n_i = n/p_i$ для $1 \le i \le k$. Многочлен $f(x) \in \mathbb{F}_q[x]$ степени n является неприводимым в $\mathbb{F}_q[x]$ тогда и только тогда, когда $\mathrm{НОД}\left(f(x),\ \left(x^{q^{n_i}} - x\right) \mathrm{mod}\ f(x)\right) = 1$ для $1 \le i \le k$ и $f(x)$ делит $x^{q^n} - x$ (см. [4], лемма 1).

Алгоритм А: Проверка многочленов на неприводимость (алгоритм Рабина).
Вход: $f(x) \in \mathbb{F}_q[x]$ – нормированный многочлен степени n, и

$p_1, \dots, p_k$ – все простые делители n.
Выход: "Истина" – $f(x)$ является неприводимым, или
"Ложь" – $f(x)$ является приводимым.
для j := 1 **по** k **цикл**
$n_j := n/p_j$;
конец цикла;
для i := 1 **по** k **цикл**
g := НОД$\left(f(x),\ \left(x^{q^{n_i}} - x\right) \bmod f(x)\right)$;
если $g \neq 1$ **тогда** Возвратить("Ложь");
конец цикла;
$g := \left(x^{q^n} - x\right) \bmod f(x)$;
если $g = 0$ **тогда** Возвратить("Истина")
иначе Возвратить("Ложь");

Анализ худшего случая, приведённый в [4], показывает количество операций над полем $\mathbb{F}_q$, равное $O(n\ M(n) \log n\ \log q)$, однако в [6] было показано, что верхней границей количества операций над полем $\mathbb{F}_q$ для этого алгоритма является $O(nM(n) \log\log n\ \log q)$. Здесь $M(n) = O(n\ \log n\ \log\log n)$ – количество операций при умножении двух многочленов степени меньше или равной n с использованием алгоритмов на основе быстрого преобразования Фурье.

В качестве улучшения алгоритма Рабина в работе [6] был предложен вариант, использующий более эффективные вычисления $\left(x^{q^{n_i}} - x\right) \bmod f(x)$ для $1 \leq i \leq k$.

Алгоритм В: Проверка многочленов на неприводимость (улучшенный алгоритм Рабина).
Вход: $f(x) \in \mathbb{F}_q[x]$ – нормированный многочлен степени n, и
$p_1, \dots, p_k$ – все простые делители n.
Выход: "Истина" – $f(x)$ является неприводимым, или
"Ложь" – $f(x)$ является приводимым.
$n_0 := 0$; $h_0 := x$;
для j := 1 **по** k **цикл**
$n_j := n/p_j$;
упорядочить$(n_1, \dots, n_k)$; /* $n_1 < n_2 < \cdots < n_k$ */
для i := 1 **по** k **цикл**
$h_i := h_{i-1}^{q^{n_i - n_{i-1}}} \bmod f(x)$;
$g := \gcd\left(f(x),\ (h_i - x) \bmod f(x)\right)$;
если $g \neq 1$ **тогда** Возвратить("Ложь");
конец цикла;
$g := \left(h_k^{q^{n-n_k}} - x\right) \bmod f(x)$;
если $g = 0$ **тогда** Возвратить("Истина")
иначе Возвратить("Ложь");

Приведённый вариант алгоритма Рабина использует $O(n\,M(n)\,\log q)$ операций над полем $\mathbb{F}_q$ (см. [6], теорема 2.2).

2.2 Алгоритм Бен-Ора.

Этот алгоритм основан на следующем утверждении. Для $i \geq 1$ многочлен $x^{q^i} - x \in \mathbb{F}_q[x]$ является произведением всех нормированных неприводимых многочленов в поле $\mathbb{F}_q[x]$, степени которых делят i (см. [9], теорема 3.20).

Алгоритм C: Проверка многочленов на неприводимость (алгоритм Бен-Ора).
Вход: $f(x) \in \mathbb{F}_q[x]$ – нормированный многочлен степени n.
Выход: "Истина" – $f(x)$ является неприводимым, или
"Ложь" – $f(x)$ является приводимым.
для i := 1 **по** $\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ **цикл**
$g := \gcd\left(f(x),\ \left(x^{q^i} - x\right) \bmod f(x)\right)$;
если $g \neq 1$ **тогда** Возвратить("Ложь");
конец цикла;
Возвратить("Истина");

Алгоритм Бен-Ора в худшем случае имеет сложность $O(n\,M(n)\log(nq))$ [6], следовательно, он уступает второму варианту алгоритма Рабина (см. Алгоритм B). Однако, как будет видно из полученных экспериментальных результатов в разделе 4, алгоритм Бен-Ора в большинстве случаев является более эффективным, чем алгоритм Рабина.

3 Алгоритм формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$

Основная идея алгоритма формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$ заданной степени n заключается в полном переборе всех многочленов заданной степени n и проверке их на неприводимость с использованием одного из описанных выше алгоритмов. Исходя из того, что количество многочленов над полем $GF(2)$ степени n равно 2^n, и учитывая тот факт, что многочлены, не имеющие постоянного члена, априори являются приводимыми, поскольку они делятся на x, общее количество многочленов, которое требуется проверить на неприводимость, составляет 2^{n-1}.

Алгоритм D: Формирование базы данных неприводимых многочленов
над полем $GF(2)$
Вход: n – степень многочленов над полем $GF(2)$, $n > 1$,
a – алгоритм проверки на неприводимость
Выход: база данных неприводимых полиномов.
для j := $2^n + 1$ **по** $2^{n+1} - 1$ **шаг** 2 **цикл**
если $a(j)$ = "Истина" **тогда** Записать(j);
конец цикла;

Для $n = 1$ неприводимыми многочленами являются x и $x + 1$. Для того, чтобы учесть и этот случай, необходимо модифицировать приведённый выше алгоритм.

Алгоритм Е: Формирование базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$
Вход: n – степень многочленов над полем $GF(2)$, $n \geq 1$,
a – алгоритм проверки на неприводимость
Выход: база данных неприводимых полиномов.

если $n = 1$ **тогда**
b := 1; s := 1;
иначе
$b := 2^n + 1$; s := 2;
конец если;
для $j := b$ **по** $2^{n+1} - 1$ **шаг** s **цикл**
если $a(j)$ = "Истина" **тогда** Записать(j);
конец цикла;

4. Анализ полученных результатов

В таблице 1 приведены результаты замеров времени, которое потребовалось для формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$ степени n, где $16 \leq n \leq 32$, с использованием алгоритма Бен-Ора T_b и усовершенствованного алгоритма Рабина T_r.

Таблица 1. Сравнение алгоритмов Бен-Ора и Рабина по времени формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$

Степень полиномов (n)	T_b (сек)	T_r (сек)	ΔT (%)	Кол-во многочленов	
				всего (2^n)	в том числе неприводимых
16	0.02	0.04	100	65 536	4 080
17	0.04	0.15	275	131 072	7 710
18	0.10	0.16	60	262 144	14 532
19	0.21	0.68	224	524 288	27 594
20	0.45	0.63	40	1 048 576	52 377
21	0.96	1.61	68	2 097 152	99 858
22	2.07	3.52	70	4 194 304	190 557
23	4.16	16.01	285	8 388 608	364 722
24	9.06	15.86	75	16 777 216	698 870
25	18.94	40.81	115	33 554 432	1 342 176
26	40.27	75.46	87	67 108 864	2 580 795
27	83.09	201.49	142	134 217 728	4 971 008
28	175.06	279.53	60	268 435 456	9 586 395
29	365.91	1675.70	358	536 879 912	18 512 790

Степень полиномов (n)	T_b (сек)	T_r (сек)	ΔT (%)	Кол-во многочленов	
				всего (2^n)	в том числе неприводимых
30	774.74	1195.99	54	1 073 741 824	35 790 267
31	1591.02	7503.15	372	2 147 483 648	69 273 666
32	3322.65	9898.64	198	4 294 967 296	134 215 680

В таблице 2 приведено количество многочленов над полем $GF(2)$ степени n, где $16 \le n \le 32$, имеющих разное соотношение времени проверки на неприводимость с использованием алгоритма Бен-Ора t_b и усовершенствованным алгоритмом Рабина t_r.

Таблица 2. Сравнение алгоритмов Бен-Ора и Рабина по времени проверки на неприводимость многочленов над полем $GF(2)$

Степень полиномов (n)	Кол-во многочленов, для которых		
	$t_b < t_r$	$t_b > t_r$	$t_b = t_r$
16	32 303	465	0
17	65 536	0	0
18	125 317	5755	0
19	262 144	0	0
20	485 869	38 310	109
21	916 185	131 539	852
22	1 802 954	292 733	1 465
23	4 194 297	7	0
24	8 147 980	240 625	3
25	15 941 697	835 378	141
26	28 807 068	4 717 428	29 936
27	65 875 440	1 232 261	1 163
28	124 616 374	9 592 930	8 424
29	268 434 284	1 168	4
30	509 972 332	26 884 507	14 073
31	1 073 739 370	2 443	11
32	2 139 096 989	8 385 730	929

Из таблицы 1 видно, что алгоритм Бен-Ора выполняет объём работы, необходимый для формирования базы данных неприводимых многочленов над полем $GF(2)$, за меньшее время, чем алгоритм Рабина. Причина, по которой алгоритм Бен-Ора является более эффективным, состоит в том, что в общем случае среди множителей многочлена всегда существует такой, степень которого меньше $\log n$ (см. [5], теорема 2). Напомним, что алгоритм Бен-Ора при поиске множителей в цикле перебирает все степени от 1 до $\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$. Если у многочлена существует множитель степени меньше $\log n$, то алгоритм Бен-Ора обнаружит его всего лишь за $\log n$ итераций своего цикла. Еще одной причиной сравнительной эффективности алгоритма Бен-Ора является стоимость вычислений. В большинстве случаев

алгоритму Рабина достаточно вычислить только один наибольший общий делитель для того, чтобы определить, что многочлен является приводимым и отбросить его (см. [7]). Однако, в то время как метод Бен-Ора вычисляет значение $x^q \bmod f$, алгоритм Рабина вычисляет $x^{q^{n/p}} \bmod f$ для некоторого простого p, являющегося делителем значения n, а это требует намного большего количества вычислений [8].

Из таблицы 2 также видно, что алгоритм Рабина полностью уступает алгоритму Бен-Ора при проверке многочленов, степени которых являются простыми числами (например, при $n = 17,\ 19,\ 23,\ 29,\ 31$ и т. д.), однако алгоритм Бен-Ора как правило уступает алгоритму Рабина при проверке многочленов, у которых отсутствуют множители малых степеней (например, при $n = 16$ такими многочленами являются все 465 многочленов, которые разлагаются на два неприводимых многочлена степени 8).

Все приведённые выше алгоритмы были реализованы на языке программирования C/C++. Для проверки многочленов на неприводимость использовалась библиотека функций FXT [10].

Заключение

Несмотря на то, что алгоритм Бен-Ора в худшем случае имеет сложность $O(n\,M(n)\log(nq))$ и уступает улучшенному варианту алгоритма Рабина, использующему $O(n\,M(n)\,\log q)$ операций над полем $\mathbb{F}_q$, экспериментальные данные показывают, что в целом алгоритм Бен-Ора является более эффективным, чем алгоритм Рабина, и является более предпочтительным для использования на практике. Описанные алгоритмы нашли применение в программе шифрования файлов на базе непозиционных полиномиальных систем счисления «NPSS Crypto 1.1», разработанной в лаборатории информационной безопасности Республиканского государственного предприятия «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИИВТ).

Научно-исследовательская работа выполнена в ИИВТ в рамках проекта BR05236757 – «Разработка программных и программно-аппаратных средств для криптографической защиты информации при ее передаче и хранении в инфокоммуникационных системах и сетях общего назначения».

Список литературы

1. Нысанбаева С.Е. Разработка и исследование криптографических систем на базе непозиционных полиномиальных систем счисления: дисс. докт. техн. наук. – Алматы, 2009. – 240 с.

2. Капалова, Н.А. Разработка и исследование генерации и распределения ключевых последовательностей для поточного шифрования: дисс. канд. техн. наук. / Н.А. Капалова. – Алматы.: 2009. – 131 с.

3. Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Капалова Н.А. Секретные ключи для непозиционных криптосистем. Разработка, исследование и применение. – LAP Lambert Academic Publishing, 2014.– 136 с.

4. Rabin, M.O. Probabilistic algorithms in finite fields. // SIAM J. Comp. 9, 1980, – pp. 273–280.

5. Ben-Or, M. Probabilistic algorithms in finite fields. // In Proc. 22th IEEE Annual Symposium on Foundations of Computer Science, 1981. – pp. 394-398

6. Gao S., and Panario D. Tests and constructions of irreducible polynomials over finite fields. // In Foundations of Computational Mathematics. – Springer, Berlin, 1997. – pp. 346–361.

7. Panario, D., Alfredo Viola. Analysis of Rabin's polynomial irreducibility test. // Lecture Notes in Computer Science, 1998. vol.1380, – pp.1-10.

8. Panario, D., Richmond, B. Analysis of Ben-Or's polynomial irreducibility test. // In proceedings of the eighth international conference on Random structures and algorithms, New York, NY, USA, 1998. John Wiley & Sons, Inc. – pp. 439–456.

9. Lidl, R., and Niederreiter, H. Finite fields. // Encyclopedia of Mathematics and its Applications. vol. 20. Addison-Wesley, Reading MA, 1983. – 768 p.

10. Jörg Arndt. Matters Computational. Ideas, Algorithms, Source Code. – Springer-Verlag, 2011. – 966 p.

Содержание

Секция 3. Технологии искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы управления. Речевые технологии и компьютерная лингвистика. Распознавание образов и обработка изображений. Биоинформатика и биометрические системы. Человеко-машинное взаимодействие. Машинное обучение. Интеллектуальные робототехнические системы		6
Akhmetov B., Rassomakhin S., Alimseitova Zh., Budianska K., Uvarova A., Kuznetsova T.	MATHEMATICAL MODEL OF THE BIOMETRIC SYSTEM OF FINGERPRINT AUTHENTICATION	7
Amirgaliev E., Kondratiuk S., Krak Iu., Aitimov A.	INFORMATION TECHNOLOGY FOR SIGN LANGUAGE ALPHABET UNITS MODELING AND RECOGNITION	13
Amirgaliyev Ye., Sarzhan M.	DEVELOPMENT OF INNOVATIVE 3D BUILDING TECHNIQUES IN MOUNTAINOUS REGIONS	23
Buldybayev T., Baimakhanbetov M., Nurumov K., Akoyeva I., Ospanova U., Atanayeva M.	ANALYSIS OF DIGITAL MEDIA: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF INFORMATIVE FEATURES SIGNIFICANCE	31
Dyusembina Zh.K.	MODIFICATION OF THE QUASILINEAR CONTROL SYSTEM OF BIOMEDICINE	44
Myrzakerimova A.B., Nurmagambetov D.E., Nurmaganbetova M.O.	USE OF MATHEMATICAL METHODS FOR FORECASTING DISEASES OF INTERNAL ORGANS IN THE PROPOSED AUTOMATED SYSTEM	57
Serek A., Zhaparov M., Talasbek A.	APPLYING DECISION TREES ON EDUCATIONAL CAMP DATASET TO IMPROVE ITS LIKEABILITY ACROSS PARTICIPANTS	64
Tolegen G., Toleu A., Mussabayev R.	VOTED PERCEPTRON APPROACH FOR MORPHOLOGICAL DISAMBIGUATION	68
Ualiyeva I.M., Mussabayev R.R.	FEATURES ANALYSIS FOR DETECTING INFORMATION-DENSE TEXTS IN ONLINE NEWS MEDIA	74

Әубәкіров Н., Ахметова М.А.	ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДАҒЫ БІЛІМДЕР ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЗЕРДЕЛІК АГЕНТТЕРМЕН БАЙЛАНЫСТАРЫ	79
Бисаринов Б.Ж., Мусабаев Р.Р., Бисаринова А.Т.	СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕГІ ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ САРАПТАУҒА АРНАЛҒАН ТИІМДІ ДЕГЕН БАҒДАРЛАМАЛАР ЛЕГІ ҚАНДАЙ	83
Мамырбаев Ө., Тұрдалыұлы М., Тұрдалықызы Т.	СӨЙЛЕУДІ ТАНУДЫҢ ӘЛІ ШЕШІЛМЕГЕН МӘСЕЛЕЛЕРІ	91
Мансурова М.Е., Мисебай А.М., Қадырбек Н.Қ.	СИНТАКСИСТІК КОНСТРУКЦИЯЛАР АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ МӘТІНДЕР ОМОНИМИЯСЫН ШЕШУ	94
Мустафин М.Б., Тұрар О.Н., Ахмед-Заки Д.Ж.	ТОРЛЫ МОДЕЛЬДІ NVIDIA VULKAN RAY TRACING ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНЫП 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ	104
Рахимова Д.Р., Жомартова Л., Бикен М.Е.	ҚАЗАҚ ТІЛІНІҢ СЕМАНТИКА ҮЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ	112
Әбдіразах А.М., Куандыкова Д.Р.	РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИДЕОИГРАХ	123
Әлиасқар М.С., Мазаков Т.Ж.	ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ НА ОСНОВЕ 2D ИЗОБРАЖЕНИЙ	135
Адилова К., Аубакиров С., Абенов Ж.	АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ОТМЫВАНИЮ ДЕНЕГ И ФИНАНСИРОВАНИЮ ТЕРРОРИЗМА В КАЗАХСТАНЕ	143
Айткулов Ж.С., Калижанова А.У., Комада П., Козбакова А.Х.	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OMNET++ И СИМУЛЯТОРА CASTALIA	147
Амиргалиев Е.Н., Елеусинов А.И., Мажитов Ш.С.	О РАЗРАБОТКЕ БАЗЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА	157
Амирханов Б.С., Мазаков Т.Ж., Шорманов Т.С., Жолмагамбетова Б.Р., Зиятбекова Г.З.	АЛГОРИТМЫ БИОИНФОРМАТИКИ	166
Бәзіл Г.Д., Адилова Ш.К.	НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ССП ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	178

Бакиева А.М., Батура Т.В.	ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РИТОРИЧЕСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ “TEXTSUMMARIZER”	192
Барахнин В.Б, Кожемякина О.Ю., Пастушков И.С.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ИЗМЕНЕНИЯ ПОРЯДКА СЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ	198
Барахнин В.Б., Мухамедиев Р.И., Мусабаев Р.Р., Кожемякина О.Ю., Исаева А., Кучин Я.И., Мурзахметов С.Б., Якунин К.О.	МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНЫХ НОВОСТЕЙ В МЕДИАПРОСТРАНСТВЕ	205
Бектуған Б.И., Нурахов Е.С., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.	РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ ПОТОКАМИ В ПОМЕЩЕНИИ	219
Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Буранбаева А.И., Утепбергенов И.Т.	ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ	227
Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Михайленко Н.А., Утепбергенов И.Т.	ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ИННОВАЦИЙ: РЕСУРСЫ БИЗНЕС-ИНФОРМАЦИИ	238
Бостанбеков К.А., Нурсеитов Д.Б., Курманходжаев Д.Б., Алимова А.Н.	ГЕНЕРАЦИЯ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ	247
Вуйцик В., Кисала П., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С., Оразбеков Ж., Кашаганова Г.Б., Арсланова С.З.,	СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУКТУРЫ НАКЛОННЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА	253
Ешмухаметов А., Бурибаев Ж., Амиргалиев Е.	МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВАЛИДАЦИЯ НОВОГО BIO-INSPIRED КОНТИНУУМ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА С РАЗЛИЧНЫМ ДИЗАЙНОМ	273

Жунисбекова А., Искакова Г., Ахметов К.	СБАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ IT-ТЕХНОЛОГИЙ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ	287
Загорулько Ю.А., Боровикова О.И.	ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ НАУЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ПАТТЕРНОВ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	296
Искакова Г., Жунисбекова А., Ахметов К.	ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	306
Кабдрахова С.С., Мансурова М.Е., Ертуяк А.	СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ГОРОДА	313
Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А., Жукабаева Т.К.	МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ	319
Клюева Е.Г., Яворский В.В., Утепбергенов И.Т.	АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТИЖИМОСТИ МЕЖДУ РАЙОНАМИ ГОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ	333
Козбагаров О.Б., Мусабаев Р.Р.	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ НОВОСТНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОВОДАМ	340
Кубеков Б.С., Магаметова А.К.	АНАЛИЗ НАУЧНОЙ СТАТЬИ «ОНТОЛОГИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОХОДА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»	350
Кубеков Б.С., Науменко В.В., Утегенова А.У.	КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ SMART-СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА	353
Кубеков Б.С., Резцов Н.	ПСИХОЛОГИЯ ЮЗАБИЛИТИ И ОТЛИЧИЕ ОТ USER EXPERIENCE	360
Кучин Я.И., Якунин К.О., Мухамедиева Е.Л., Мухамедиев Р.И.	ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ КЛАССИФИКАТОРА ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ ДЛЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА	364
Литвиненко Н.Г., Мамырбаев О.Ж., Шаяхметова А.С.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЯ «ПОКОЛЕНИЕ» В БАЙЕСОВСКИХ СЕТЯХ	371

Мазакова А.Т., Дасибеков Х.А., Дарибаева Г.Д., Амирханов Б.С., Жолмагамбетова Б.Р.	ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ	379
Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., Тұрдалыұлы М.	ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИКТОРА, ИСПОЛЬЗУЯ MFFC	384
Мамырбаев О.Ж., Скаков М.	МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОИСКА И АНАЛИЗА КРИМИНАЛЬНО ЗНАЧИМОЙ ИНФОРМАЦИИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ И СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВЫХ МАССИВАХ	393
Муканова Б.Г., Ахметжанов М.А., Азимова Д.Н., Намазбаев Б.Д.	РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОКРЫТИЯ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА РОБОТА С 3-МЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ	402
Мусабаев Р.Р., Козбагаров О.Б., Касымжанов Б.К., Мукашев А.Ш., Ибраева В.М., Меркебаев А.	ОБУЧЕНИЯ ДИСТРИБУТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ В WORD2VEC и GLOVE	405
Мустафин С.А., Арсланов М.З., Дузбаев Т.Т.	ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ОДНОРОДНОСТИ СМЕСИ МАТЕРИАЛОВ	414
Мухамедиев Р.И., Мусабаев Р.Р., Булдыбаев Т., Кучин Я., Сымагулов А., Оспанова У., Якунин К., Мурзахметов С., Сагындык Б.	ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ОЦЕНКЕ СРЕДСТВ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА ТЕКСТОВ	419
Пак А.А., Джаксылыкова А.Б., Егембердиева З.М., Қалиева А., Комада П.	СЕМАНТИЧЕСКАЯ РОЛЕВАЯ МАРКИРОВКА ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕКСТА	431
Рахымова А.Р., Турар О.Н., Ахмед-Заки Д.Ж.	ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ С ПОМОЩЬЮ API VULKAN В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	438

Савченко А.С., Кенжеханұлы С., Омирбекова Ж.Ж.	ЭТАПЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА	445
Самбетбаева М. А., Батырханов А. Г.	ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	455
Самигулина Г.А., Масимканова Ж.А.	РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КООПЕРАТИВНОГО АЛГОРИТМ РОЯ ЧАСТИЦ С ВЕСОМ ИНЕРЦИИ	465
Самигулина Г.А., Самигулина З.И.	РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ И МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ SMART-ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	470
Смайлов Н.К., Батыргалиев А.Б., Смирнов Д.А., Чеботарева А.Д.	ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ	476
Сулейменов И.Э., Пак И.Т., Кабдушев Ш.Б., Байпакбаева С.Т., Бакиров А.С., Тасбулатова З.С., Мун Г.А.	ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА	483
Трушляков В.И., Севоян В.А., Ермолдина Г.Т., Суйменбаева Ж.Б., Бапышев А.М.	МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ОТРАБОТАВШИХ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ПРИ СПУСКЕ С ТРАЕКТОРИЙ ВЫВЕДЕНИЯ	492
Тулебаева Г.А.	ПРЕИМУЩЕСТВО ВНЕДРЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В УМНЫЕ ГОРОДА	500
Тусупова М.Д., Мурзин Ф.А., Еримбетова А.С., Жанабеков А.Ж.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТЕЙ РЕЧЕЙ ДЛЯ АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	503

Хайрова Н.Ф., Мамырбаев О.Ж., Мухсина К.Ж., Колесник А.С.	АВТОМАТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ МАШИННО-ЧИТАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ МУЛЬТИЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ	509
Чикибаева Д.Ю., Мансурова М.Е., Нугуманова А.Б., Кыргызбаева М.Е.	ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ ИЗ НОВОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОСНОВЕ BI-LSTM	519
Ширяева О.И., Самигулин Т.И.	МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗВЯЗЫВАНИЕ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ С ОПТИМАЛЬНЫМИ CLONALG-РЕГУЛЯТОРАМИ	526
Шорманов Т.С., Мазаков Т.Ж., Тусупова С.А., Айпанов Ш.А., Мазакова А.Т.	БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО НЕПОЛНЫМ ОТПЕЧАТКАМ ПАЛЬЦЕВ	533
Яворский В.В., Касымова Д.Т., Клюева Е.Г.	ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ХРАНИЛИЩЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРКЕСТРАЦИИ	540
Яворский В.В., Клюева Е.Г., Ахмедиярова А.Т., Байдикова Н.В.	ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	547
Секция 4. Информационная безопасность и защита данных. Программно-технические средства защиты информации. Математические методы обеспечения информационной безопасности сложных систем		555
Дюсенбаев Д., Остапенко В., Алғазы К., Сақан Қ.	«MODNPSS14» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ	556
Дюсенбаев Д., Сақан Қ.	«AL01» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ	561
Капалова Н.А., Абишева А.Ж.	ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛҒАН КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ КІЛТТЕРДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ	569
Капалова Н.А., Самрат С.М.	ПСЕВДОКЕЗДЕЙСОҚ ТІЗБЕК ГЕНЕРАТОРЛАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ	575
Капалова Н.А., Хомпыш А., Алгазы К.Т.	ЕМ ТҮРЛЕНДІРУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БЛОКТЫ ШИФРЛЕУ АЛГОРИТМІНЕ ЖҮРГІЗІЛГЕН БАҒАЛАУ ТЕСТТЕРІ	580

Абдикаликов К.А.	КРИПТОСТОЙКОСТЬ СИСТЕМЫ ШИФРОВАНИЯ RSA	587
Анищенко Л.Н., Калиева Г.С.	КИБЕРПРЕСТУПНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	592
Бегимбаева Е.Е., Усатова О.А., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Вуйцик В.	РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ВТОРОГО ФАКТОРА	595
Бияшев Р.Г., Алгазы К.Т., Дюсенбаев Д.С., Ержанов Е.Б.	РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ «ЛАВИННОГО ЭФФЕКТА» АЛГОРИТМА «AL01».	602
Калимолдаев М.Н., Тынымбаев С., Ибраимов М.К., Хохлов С.А., Кожагулов Е.Т.	РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КРИПТОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	607
Калимолдаев М.М., Тынымбаев С.Т., Магзом М., Намазбаев Т.	УМНОЖИТЕЛЬ ПОЛИНОМОВ ПО МОДУЛЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ	615
Капалова Н.А., Хаумен А., Сулейменов О.Т.	ПРОГРАММЫ-ВЫМОГАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ	622
Нысанбаева С.Е., Варенников А.В.	ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ НЕПРИВОДИМЫХ МНОГОЧЛЕНОВ НАД КОНЕЧНЫМ ПОЛЕМ $GF(2)$	630
Содержание		639

МАТЕРИАЛЫ
IV международной научно-практической конференции
"Информатика и прикладная математика",
посвященной 70-летнему юбилею профессоров
Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика
и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н.

25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

Часть 2

Под редакцией М.Н. Калимолдаева

Компьютерная верстка
А.А. Кулемзин

Подписано в печать 20.09.2019 г. Формат А4
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 70,8.
Тираж 300 экз. Заказ № 006676.
Отпечатано в ИИВТ МОН РК.
Алматы, ул. Пушкина, 125