



Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



ННК «Інститут прикладного системного аналізу»
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



ІТ компанія MalevichStudio OÜ у Естонії

XXI міжнародна науково-практична конференція

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (МПЗІС-2023)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

MATHEMATICAL SUPPORT AND SOFTWARE FOR INTELLIGENT SYSTEMS (MSSIS-2023)

ABSTRACTS

*До 105-річчя
Дніпровського
національного університету
імені Олеся Гончара
(1918 – 2023)*

22-24 листопада 2023 року
Дніпро, Україна

Міжнародний науковий комітет

М. Згурівський	– академік НАН України, Україна
I. Сергіенко	– академік НАН України, Україна
O. Хіміч	– академік НАН України, Україна
A. Чикрій	– академік НАН України, Україна
Ю. Крак	– член-кореспондент НАН України, Україна
Н. Панкратова	– член-кореспондент НАН України, Україна
V. Deineko	– професор, Англія
Y. Melnikov	– професор, США
O. Blyuss	– професор, Англія
T. Romanova	– професор, Англія
C. Яковлев	– професор, Польща
M. Polyakov	– засновник компанії Noosphere Ventures USA, Inc, США

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (МПЗІС-2023):

Тези доповідей XXI Міжнародної науково-практичної конференції, Дніпро, 22-24 листопада 2023 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової. – Дніпро: ДНУ, 2023. – 328 с. – Текст: укр., англ.

Щорічна міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (МПЗІС) є актуальним та затребуваним форумом фахівців з прикладної математики, інтелектуальних систем прийняття рішень, системного аналізу, новітніх інформаційних технологій. Конференція демонструє актуальність проблем розробки, створення та впровадження нового покоління систем управління та обробки інформації – інтелектуальних систем, а також тематики автоматизації управління в умовах прискореного розвитку математичної теорії і застосувань інтелектуальних систем і середовищ, їх широкого впровадження в повсякденну практику. Тези конференції публікуються в авторській редакції.

М 34 Mathematical support and software for intelligent systems (MSSIS-2023): Abstracts of the XXI International scientific and practical conference, Dnipro, November 22-24, 2023 / Under the general editorship of E.M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2023. – 328 p. – Text: ukrainian, english.

The annual international scientific and practical conference "Mathematical support and software for intelligent systems" is a relevant and popular forum of specialists in applied mathematics, intelligent decision-making systems, system analysis and the latest information technologies. The conference demonstrates the relevance of the problems of development, creation and implementation of a new generation of information management and processing systems - intelligent systems, as well as of the topics of control automation in the context of accelerated development of mathematical theory and applications of intelligent systems and environments, their widespread adoption in everyday practice. Conference abstracts are published in the author's edition.

Оргкомітет:

голова	Кісельова Олена Михайлівна – член-кореспондент НАН України, декан факультету прикладної математики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р фіз.-мат.наук, професор
вчений секретар	Кузенков Олександр Олександрович – канд.фіз.-мат.наук
члени	О.Г. Байбуз – д-р тех.наук; Н.А. Гук – д-р фіз.-мат.наук; Л.Л.Гарт – д-р фіз.-мат.наук; О.М. Притоманова – д-р фіз.-мат.наук; В.А. Турчина – канд.фіз.-мат.наук; Т.А. Зайцева – канд.фіз.-мат.наук; Н.В. Балейко – м.н.с.; Н.Є. Ящечко – пров.інж.
Адреса	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Оргкомітету:	Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики пр. Гагаріна,72, Дніпро, 49010, Україна телефон: +38(067)772-11-51 e-mail: mpzis_dnu@ukr.net URL : mpzis.dnu.dp.ua

THE METHOD OF AUTOMATIC FILTERING GRayscale IMAGES**Akhmetshina L.G.,** akhmlu1@gmail.com, **Yegorov A.A.,**for _____ students@ukr.net*Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

Introduction. One of the tasks that often has to be solved during processing of images is their filtering. Its implementation may be complicated by the lack of a priori information about the image formation system, the characteristics of the noise and its location, as well as the uncertainty of the parameters of the filtering algorithms.

Formulation of the problem. This work proposes the automatic method for filtering grayscale images based on applying a weighted sum of pixel brightness values in a transform window.

Solution of the problem. In the proposed method, the brightness values of pixels with the coordinates (y, x) of the output image I_1 are calculated based on the corresponding brightness values of the pixels of the input image I using overlapping windows of size 5x5:

$$I_1(y, x) = \left(s_1 \cdot (1 - (0.5 + \Delta_2) \cdot K_2) + \overline{w_2} \cdot (0.5 - \Delta_2) \cdot K_2 \right) \cdot (1 - (0.5 + \Delta_3) \cdot K_3) + \overline{w_3} \cdot (0.5 + \Delta_3) \cdot K_3, \quad (1)$$

$$s_1 = I(y, x) \cdot (1 - (0.5 - \Delta_1) \cdot K_1) + \overline{w_1} \cdot (0.5 + \Delta_1) \cdot K_1, \quad (2)$$

where $\overline{w_1}$ is the mean of pixels $w_{2,3}$, $w_{3,4}$, $w_{3,2}$ and $w_{4,3}$ (window pixel numbering goes from left to right for the 1st index and from top to bottom for the 2nd index); $\overline{w_2}$ is the mean of pixels $w_{2,2}$, $w_{2,4}$, $w_{4,4}$, $w_{4,2}$, $w_{3,1}$, $w_{3,5}$, $w_{5,3}$, $w_{1,3}$ and $\overline{w_3}$ is the mean over still unused pixels of the current window, except for the central one ($w_{3,3}$); $\Delta_1 = (w_{3,3} - \overline{w_1}) \cdot K_1$; Δ_2 and Δ_3 are calculated in the same way using values $\overline{w_2}$, K_2 and $\overline{w_3}$, K_3 accordingly; $K_1 = 1$, $K_2 = 1/\sqrt{2}$, $K_3 = 1/\sqrt{8}$. For calculating values $\overline{w_1}$, $\overline{w_2}$ and $\overline{w_3}$ the already calculated values of the corresponding pixels of the output image are used.

The **experimental results** were obtained on the example of processing the grayscale image of Saturn, on the selected part of which Gaussian noise with parameters $\mu=0$ and $\sigma=0.017$ was imposed (fig. 1 a). Comparison of the information capabilities of the Wiener and median filtering methods (fig. 1 b, c; window size is 5x5) with the proposed method (fig. 1 d) allows us to conclude that this approach is effective for various types of interference under conditions of a priori uncertainty about the imaging system and noise characteristics.

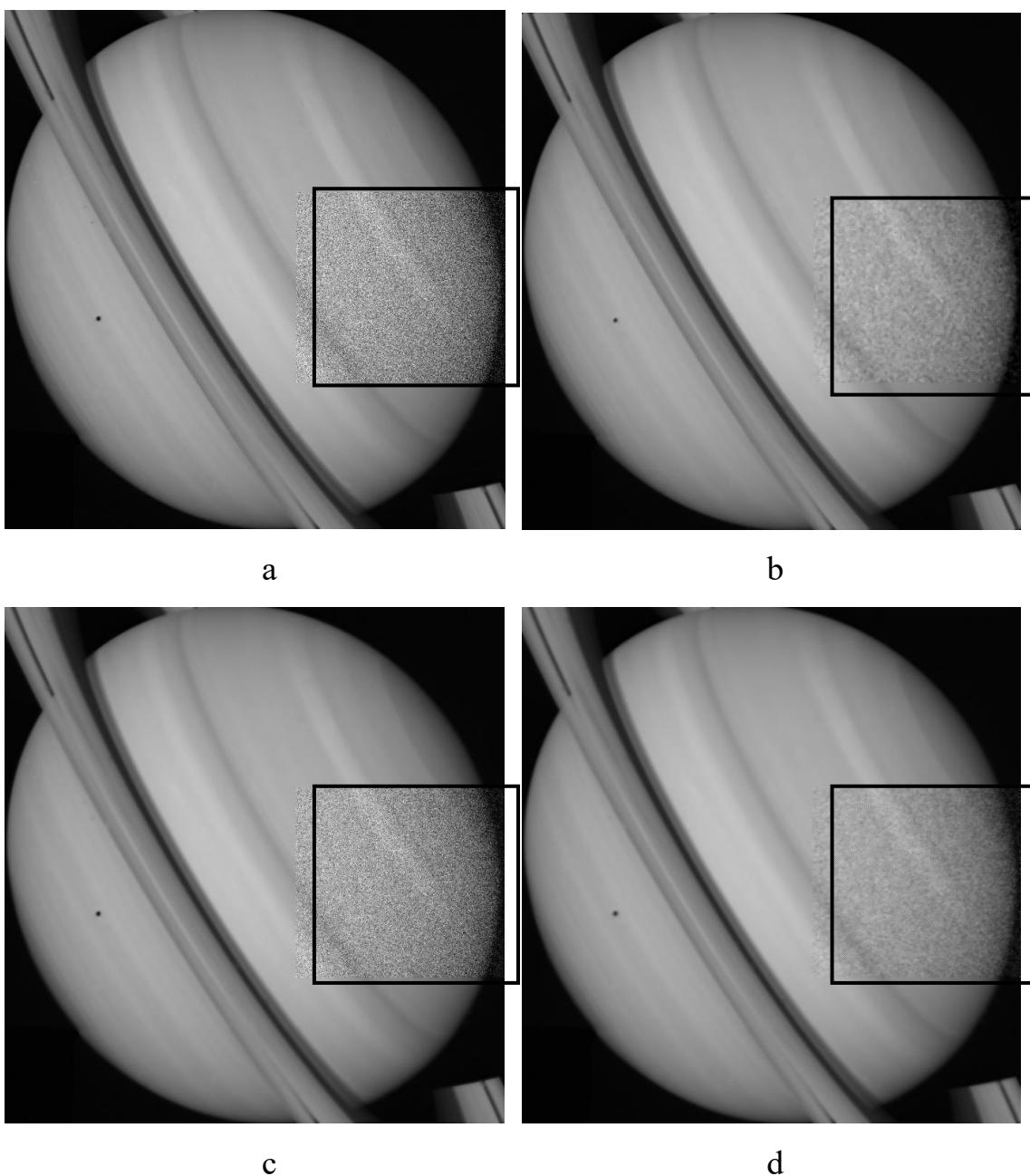


Figure 1 – The processing results: a – the source image; application of the:
b – median filter; c – Wiener filter; d – proposed method.

SIMULATION OF CLIMATE CHANGE

Dupanova Anastasiia, anastasiia.dupanova@stud.onu.edu.ua

Moroz Volodymyr, v.moroz@onu.edu.ua

Odesa I.I. Mechnikov National University

Climate change represents one of the most significant challenges faced by our society, carrying significant consequences and a considerable level of complexity. So exploring innovative approaches to solving environmental problems, particularly climate change and ecosystem preservation, through the use of systems analysis and Digital Twin (DT) technology is not only the actual, but and complex problem.

Systems analysis is a powerful method for studying complex systems, including ecosystems. It enables the identification of internal relationships and dependencies among different components of the system. In the context of climate change and ecosystems, it can help identify which factors and variables have the most significant impact on ecosystem behavior. Through these models, there is a possibility to develop strategies for saving ecosystems and make informed decisions for the future of our planet.

Mathematical modeling remains a key tool in addressing climate change and ensuring the sustainable development of our world. However, due to the high complexity of these models, it is necessary to use new ways of simulation. To solve climate change problems, quantum computing can play a crucial role in several use cases: simulation of physical systems, optimization, and training system models, and decision support.

DT involves creating virtual models of real-world objects and systems which means the analysis of ecosystem behavior and response to climate change and external influences in a virtual environment, testing various ecosystem management scenarios, and studying the behavior of virtual modeling of ecosystems under the influence of climate change. This provides researchers and scientists with a unique opportunity to evaluate various ecosystem management strategies and predict their responses to climate change. Nowadays, there are

some services that provide us with different types of real-time data [5] such as the number of rainfalls, temperature, data on the level of carbon dioxide in the atmosphere, changes in the oceans, and others. The availability of historical databases of climate change is crucial for informed decision-making and effective reactions based on prediction.

Admittedly the best solution would be to combine these technologies because in conjunction they provide many opportunities complementing each other: systemic analysis and quantum computing help to model complex climate systems and optimize resource management, while DT technology enables virtual replication of ecosystems for studying climate impacts and testing different strategies.

By integrating these approaches, we get proper information, enhancing our ability to understand, predict, and manage climate and ecosystem changes effectively. This synergy is substantial in solving climate challenges and safeguarding our planet. The integration of systems analysis and Digital Twin technology with quantum computing represents a powerful tool of simulation for a deeper understanding of climate change and its impact on ecosystems. This combined approach allows for the creation of more accurate and realistic models, forming the basis for the development of sustainable management and conservation strategies.

References:

1. Kaper, H. and Engler, Mathematics & Climate. SIAM. 315 p, 2013.
2. J. Biamonte, P. Wittek, N. Pancotti, and P. Rebentrost, N. Wiebe, S. Lloyd, “Quantum machine learning”, Nature, vol. 549, no 7671, pp. 195–202, 2017.
3. Steffensen, L., Herheim, R., & Rangnes, T. E. The mathematical formatting of how climate change is perceived: Teachers’ reflection and practice. In A. Andersson & R. Barwell (Eds.), Applying critical mathematics education (pp. 185–209). Brill., 2021.
4. IBM, What is a digital twin, <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>
5. <https://datahub.io/collections/climate-change>

ADVANTAGES OF GOLANG AS A FOUNDATION FOR NEW PROGRAMMING LANGUAGES

Forkert P. P., Sydorova M. G., fxposter@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

The Go programming language [1] (also known as Golang) is known for its simplicity and efficiency. Beyond its own popularity and adoption [2], Golang's runtime system was explored as a potential foundation for building new programming languages [3-4]. And while it was never been that popular in that regard compared to the Java Virtual Machine (JVM), which has tens of programming languages built that target it, Go's runtime can still be a viable choice for building new languages on top of, especially if their goal is to be interoperable with the Golang itself and its ecosystem. The aim of this work is to explore the benefits of using Go runtime as a foundation of a new programming language.

It is known that any Turing-complete programming language can be used to write any other programming language [5], but nowadays a lot of new modern programming languages are not written from scratch and their compilers usually don't generate machine code itself. Instead, they leverage the runtimes of other languages and work inside them. The most prominent examples of such integration are language implementations that are built on top of JVM, for example, JRuby or Scala. Instead of reimplementing garbage collection, concurrency primitives, or optimizing compilers – they reuse what is already done inside the JVM and their job is no longer to generate raw machine code, but instead to generate much higher-level JVM bytecode.

Targeting Golang and its runtime for a programming language implementation can work in a similar, but not exactly the same way. Go's runtime system does not have a stable interface to work with. Instead, the new language's source code can be transformed into the source code written in Go and let the Go compiler optimize and compile it to the machine code. This process is also known as a source-to-source compilation or transpilation [6]. If

the programming model of the new programming language is similar to Golang's – the resulting program can have very little or even zero overhead compared to the program written in Golang itself.

There are many reasons to target Go when developing a new language:

1. Performance and efficiency: Go's runtime and Go the language are known for efficient execution, making them suitable for performance-critical applications.
2. Concurrency support: Go's runtime excels in concurrent programming with its goroutines (lightweight threads), and the new language will get it out of the box.
3. Garbage collection: Go features an efficient garbage collector with very low pauses even on very large heaps, which the new language will not need to reimplement.
4. Cross-platform compatibility: Golang's runtime can be easily compiled and cross-compiled for various platforms.
5. Large ecosystem: the new language can leverage Golang's extensive standard library and a huge amount of battle-tested 3rd party libraries.

REFERENCES

1. The Go Programming Language. <https://go.dev/>
2. Go, the Programming Language of the Cloud.
<https://thenewstack.io/go-the-programming-language-of-the-cloud/>
3. Grumpy is a Python to Go source code transcompiler and runtime.
<https://github.com/google/grumpy>
4. The Oden Programming Language. <https://oden-lang.github.io/>
5. Turing completeness.
https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_completeness
6. Source-to-source compiler. https://en.wikipedia.org/wiki/Source-to-source_compiler

ON OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR SOLVING CONTROL PROBLEMS WITH PHASE CONSTRAINTS

Hart L. L., ll_hart@ukr.net

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Currently, the development and implementation of optimal control systems using computer technology is an important means of rational use of material, labor, energy and other resources. When analyzing the functioning of technical and organizational control systems, optimization methods are effectively used, the creation of computational circuits and software implementation tools for which are current tasks in the field of systems research. The need to solve the optimal control problems with phase constraints arises from the complexity of systems requiring control, as well as the need to take into account real constraints on control change ranges and possible phase constraints on the system trajectory. This problem is complex because it requires finding optimal solutions in a large space of possible controls and trajectories. Developments in this area are reflected in numerous scientific publications devoted to both specific optimal control problems with phase constraints and general methods and algorithms for solving them [1-5], however, the creation of new, more effective methods and improvement of existing ones for this class of problems is extremely in demand and relevant.

This work is devoted to the construction of mathematical models, new effective approximate methods, numerical algorithms and software for solving problems that arise in the study of complex dynamic processes of various nature (technical, economic, biological, social and others) and related in mathematical formulation to problems of optimal control of systems with lumped parameters and phase constraints.

To solve specific optimization problems that arise when controlling the movement of a quadcopter drone, some transport and technical objects and systems, mathematical models were analyzed and refined, and the choice of

control elements was justified. New computational procedures for accelerated convergence, based on the necessary optimality conditions of L.S. Pontryagin's maximum principle, were algorithmized and implemented in software, using both the ballistic method and the penalty functional method. The latter made it possible to reduce the control problem with phase constraints to a comprehensively studied formulation with free right endpoint, followed by the use of gradient-type methods to minimize the extended objective functional. The practical convergence of the constructed numerical schemes based on grid approximation was studied and optimal strategies in the implemented algorithms were determined from the point of view of reducing computational costs and increasing the accuracy of the obtained approximate solutions.

The results obtained during the research are substantiated, based on certain patterns of natural science processes, and have scientific novelty, methodological and applied significance. Further research on this topic is envisaged to theoretically assess the effectiveness and stability of the proposed models and algorithms to provide recommendations for their practical use.

Bibliographic references

1. Kirk D.E. 2004. Optimal Control Theory: An Introduction. New York, USA: Dover Publications. 452 p.
2. Bin Li. 2011. Optimal Control Problems with Constraints on the State and Control and Their Applications. Curtin, Australia: Curtin University. 149 p.
3. Frankowska H. 2010. Optimal Control under State Constraints. Hyderabad, India: Proceedings of the International Congress of Mathematicians. 28 p.
4. Hart L.L. The application of projection-iteration methods to solving optimal control problems for systems of ordinary differential equations. *Hamburger Beiträge zur Angewandten Mathematik*. Institut für Angewandten Mathematik der Universität Hamburg, 2000. Reihe A. № 152. Pp. 1-17.
5. Hart L.L. Calculating the optimum two-link robot arm with respect to movement time. *Journal of Mathematical Sciences*. 2001. 107(6). Pp. 4458-4463.

NUMERICAL ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES USING VOLTERRA'S INTEGRAL EQUATIONS

Hart L.L., ll_hart@ukr.net, Olkhova Y.E., yuniliaolkhova@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Dynamic processes in various spheres of life are described using integral equations (IE) of Volterra of the II kind. The economic sphere is no exception. A large number of processes can be successfully described with the help of this type of equations, or with the help of differential equations reduced to IE Volterra of the II kind. In particular, the well-known mathematical model of Lotka-Volterra "predator-prey" quite accurately describes the principle of struggle for existence, so it reflects the processes of mergers and acquisitions of companies [1]. Processes of quantitative diffusion of technologies, firm-sponsored off-the-job training, the Harrod model, and the process of macroeconomic growth are also described with the help of IE [2, 3].

This work investigates the mathematical model of the problem of firm-sponsored off-the-job training and the numerical methods of its solution. This model is based on the Cobb-Douglas production function. The mathematical model of this problem given in [4] has the form

$$Y(N) = \gamma N^\alpha - \delta^2 \int_0^N (N - S) Y(S) dS, \quad (1)$$

where N is the total workforce, which is an implicit function of time t . It may be limited by the number of workplaces in the enterprise; S is the number of employees who are not undergoing advanced training at the moment. Then $L = (N - S) > 0$ — the number of employees who are in training at the moment; $f(N)$ is the output of the firm when the workforce is fully loaded, i.e. when no employee undergoes training, $f(N) = \gamma N^\alpha$; $\gamma > 0$ — total factor productivity, that is, the part of the output that is not explained by the amount of labor spent in production; $\alpha \in (0; 1)$ is the elasticity of labor from output. The range $0 < \alpha < 1$ indicates that $f(N)$ increases disproportionately with the

increase in the size of the workforce N ; $C(N)$ is the cost of training N employees,

$$C(N) = \delta^2 \int_0^N (N - S) Y(S) dS;$$

$\delta^2 \in (0; 1)$ is the allocation of one employee's resources for training, i.e., the resource return parameter. The δ parameter belongs to the open interval $(0; 1)$ to indicate that it represents a share of the income received from the sale of products. Squaring is used to ensure that the proportion is a positive constant; $Y(N)$ is the output of the firm during training. Output is measured in monetary units.

According to the studies cited in [4], the production function $Y(N)$ is transcendental. This leads to the fact that the analytical solution of IE (1) is inefficient in this case, so numerical methods will be useful.

To find the values of the production function $Y(N)$, it is expected to develop software tools that implement effective numerical procedures for solving the IE (1), in particular, the method of averaging functional corrections (MAFC), which belongs to the class of iterative methods and allows finding the solution of the IE with any advance given the accuracy of calculations. In the future, it is planned to improve the MAFC taking into account the properties of the IE kernel (1), and also consider the possibility of using the operational method: since the IE kernel (1) is a function of the convolution type, the Laplace transform, which is the basis of the operational method, can easily be applied to of this type of equations [5].

References

1. Lihvoinen O. On economic development scenarios., Faculty of Information Technology, Ton Duc Thang University, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2011., 10 p.
2. Chernyshov S. I., Voronin A. V., Razumovsky S. A. The Problem of Modeling of Economic Dynamics., Kharkiv National Economic University, 2010., 23 p.
3. Ahmadian A. System dynamics and technological innovation system Models of multi-technology substitution processes., Göteborg, Sweden, 2008., 15 p.
4. Virtue U. Integral equation of the Volterra type: an application to a firm-sponsored off-the-job training., Ekhosuehi University of Benin, 2016., 14 p.
5. Volterra V. Theory of functionals, integral and integro-differential equations. New York, Dover Publ., Inc., 1959., 226 p.

**ENHANCING OBJECTIVITY IN RANKING SYSTEMS THROUGH
STATISTICAL METHODS AND OUTLIER DETECTION**

Iskandarova-Mala Anastasiia, anastasia.iskandarova@gmail.com

Dnipro State Technical University

Nakonechna Tetiana, naktanya@ukr.net

Oles Honchar Dnipro National University

In today's world, there is a growing need for objective methods of ranking that reflect the diversity of data and consider the specifics of particular tasks. We propose one of the possible approaches to this problem, which involves using statistical methods and the Mahalanobis distance. In practice, the construction of rankings may be required in various fields such as education, research, and awards. For example, let us consider the task of selecting candidates for scholarships. Traditional methods can be subjective and may not account for various influences on the results.

In our work, we use the hypothesis of a normal distribution of scores and their correlation. This allows us to identify outliers – results that significantly deviate from the hypothesis's conditions. These outliers can be considered as candidates for high rankings or awards. Using the Mahalanobis distance, we can quantitatively determine how distant these results are from the "norm" and consider them in ranking formation. Furthermore, we have explored another method for identifying outliers – the Covariance Ratio (CovRatio), which allows us to determine the value at which an observation is considered significantly influential. If the Covariance Ratio exceeds a certain threshold, the observation is considered influential and is taken into account when constructing rankings or making decisions. Such an approach extends the practical use of the Mahalanobis distance and Covariance Ratio and helps identify which observations should be considered significant for a specific task. This analysis can be particularly useful in cases where the data is multidimensional and complex to interpret without considering the relationships between observations. Therefore, our approach utilizes statistical methods to enhance the objectivity and justification of ranking systems while considering the heterogeneity of the original data. Using this method, the quality of rankings can be improved in various fields and situations where diverse factors and criteria need to be taken into account.

THE RISK MANAGEMENT IN LOGISTICS PROBLEMS

Kiseleva O., Kuzenkov A., Lozovskyi A., lozartval@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Decision-making under conditions of uncertainty is a decision-making process characterized by the multivariate development of events and the possibility of unforeseen situations. Unfortunately, nowadays this is a very actual theme for learning and proposing new solutions. War affects our logistics and that's why we should adapt to the new reality. Risk management in logistics is an ongoing process. Regular monitoring and evaluation of risk mitigation strategies are necessary to ensure their effectiveness. Key performance indicators (KPIs) can be established to track performance, such as on-time delivery rates and inventory accuracy. The main logistic task is to find a vector of target variables that satisfies the imposed constraints and optimizes a vector target function that forms a system of criteria and interdependent characteristics. The multi-criteria problem of mathematical programming is modeled on their basis. In this case, it is difficult to find a solution that satisfies all the conflicting criteria and the system of constraints, which will be definitely present in the military logistics. In general, the optimization logistics problem has the following form:

$$\left\{ \begin{array}{l} y = f(x) \rightarrow \max (\min) \\ x \in X \end{array} \right. ,$$

where X is the set of admissible plans (alternatives, actions, previous variants of logistical solutions); f – a numerical function defined on a set X , which together with the maximization or minimization requirement is called the target function.

The solution of the optimization logistic problem is formed by the pair X^* , y^* , where X^* is the set of optimal plans, y^* is the optimal (maximum, largest or minimum, smallest – depending on the optimization orientation) value of the target function, which is achieved by it on the set of admissible of plans X .

Usually limited to a partial (rather than general) solution of the problem, determining only one among the set of optimal plans, and not the whole set [1].

An arbitrary optimization logistic problem contains two components: target function and constraints. The target function formalizes the criterion of optimality, according to which the best one is determined among alternative options of logistics solutions. Constraints, on the other hand, define a set of acceptable alternatives. Constraints are given in the form of inequalities and/or equations.

Examples of optimization logistics tasks are the following[2]:

- formation of a better economic plan for transportation of products, raw materials or other production resources from suppliers to consumers - directly or through certain distribution centers;
- determination of the maximum carrying capacity of the transport network;
- determination of the cheapest transport route between two specified points of the transport network;

Causes of uncertainties and risks:

- non-determinism (due to the impossibility of complete prediction and forecasting) of processes occurring at the enterprise and in economic life;
- lack of complete (exhaustive) information, truthful information of enterprises about their financial and economic activities;
- the influence of subjective factors on the results of the conducted analysis (level of qualification of the examiners performing the analysis);
- instability of the market economic system;

REFERENCES

1. Olhova M.V. Optimizaciya logistichnih procesiv. KNUMG. 2021. 75 p.
2. Savchenko L. V. Optimizaciya reshenij v logistike: teoriya i praktika. Kyiv: RIO NTU. 2007. 248 p.

ALGORITHMS AND METHODS FOR 3D PRINTING TRAJECTORIES

Kiseleva O., Kuzenkov O., Feschenko M. kuzenkov1986@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

In the modern world, technological progress in the field of 3D printing generates significant interest in both scientific and industrial environments. This technology is widely used in various industries, from manufacturing to medicine and architecture. However, despite the numerous possibilities it offers, optimizing production remains a pressing task that requires continuous improvement of algorithms and methods for constructing 3D printing trajectories.

The central task is to create effective algorithms for constructing trajectories in real time. This is crucial for automating manufacturing processes and reducing resource costs. Efficient trajectory construction will not only increase printing speed but also enhance the quality of manufactured products, which is of great importance for sustainable production and ecological stability. The research involves analyzing the physical properties of the surrounding environment and incorporating them into mathematical models. This will contribute to the development of more accurate and adaptive algorithms capable of avoiding obstacles and optimizing trajectories to reduce energy and time consumption.

Additionally, the development of algorithms and methods for optimizing 3D printing trajectories involves considering different types of materials used in the printing process, as well as the specific characteristics of different models of 3D printers. The obtained research results can find practical applications in industrial processes that utilize 3D printing, contributing to increased efficiency and cost-effectiveness of production.

The developed algorithm for constructing 3D printing trajectories is based on representing each printed layer as a plane, on which the optimal sequence of coordinates for the movement of the printing head is selected. The main task is

to determine the sequence of coordinates that will minimize time and material consumption.

The optimal set of coordinates is chosen by minimizing the sum of weight coefficients that take into account various aspects of printing. These weight coefficients include costs for head rotations, print stops, changes in printing direction, and transitions to new layers. The aim of this approach is to create an optimal trajectory that not only considers resource savings but also ensures the quality and efficiency of printing. The next step is to transform the obtained set of coordinates into G-code, the standard language for inputting commands to the printer. G-code includes instructions for the movement of the printing head along the specified path, temperature regulation, changes in printing speed, and other commands necessary for the accurate reproduction of the model.

Therefore, the developed algorithm not only considers various aspects of the 3D printing process but also introduces an optimized sequence of coordinates designed to enhance the quality and efficiency of production.

The application of the developed algorithms and methods for optimizing 3D printing trajectories can have a significant impact on industries such as aviation and automotive manufacturing, electronics, medicine, education, and scientific research. The importance of this topic lies in its contribution to the development of 3D printing technology, increased production efficiency, and reduced costs for materials and energy, which, in turn, can lead to a decrease in the cost of manufactured products and the development of environmentally sustainable production.

Thus, this research holds great significance for the further advancement of 3D printing and its implementation in various industrial and scientific fields, creating new opportunities and opening new horizons for researchers and engineers.

OBJECT-ORIENTED APPROACH TO PROGRAMMABLE SOLUTION OF TWO-STAGE LOCATION-ALLOCATION PROBLEMS

Kiseleva¹ O., Prytomanova² O., Lebediev¹ D., mstr.danila@gmail.com

¹*Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

²*Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman
(www.kneu.edu.ua)*

The location-allocation theory models problems that have practical application in various fields of science and real-world economics. The location-allocation problems have many subtypes [1]. For example, the problem can be crisp or fuzzy [2], static or dynamic, linear or non-linear etc. Each combination of subtypes forms a new unique problem that requires creation of its own mathematical model, target functional, constraints list and algorithm. The goal of this work is creation of program that solves the two-stage location-allocation problem.

The two-stage location-allocation problem introduces additional stage in the resource transportation cycle [3]. Now resource is transported not only between the consumer space and the supply centers of the first stage, but also between the supply centers of the first and second stages. There might also appear additional constraints such as amount of available resource or transportation cost. This model better suits the real-world logistics processes. Indeed, looking at the goods transportation in different spheres, exactly this approach can be easily spotted – at the first the goods are transported to one or several large central warehouses, and then they are transported to lots of small warehouses (shops), and only then the goods are brought to the end user. This scheme is implemented when goods, fuel, mails are transported.

When the second stage supply centers are added, it becomes necessary to minimize the total costs of the resource transportation between the centers of the first and the second stages. When considered in isolation, this problem is the classic transportation problem. But in order to solve the complex two-stage location-allocation problem, additional constraints of the transportation problem

have to be added to the existing base model, to the integral and constraints. It makes both the mathematic model and computer program much more complicated. Now the program has to produce not only the information about the final allocation, but the information about amounts and directions of resource transportation between centers of the first and second stages. There is possible a variation of this problem when coordinates of supply centers are not predetermined and have to be placed at first [4].

The computer program implementation consists of several parts. The first part is the core algorithm that calculates the optimal solution based on the specified input. Since one of the stages of algorithm involves massive computations on grid, the algorithm can be parallelized. The implementation can execute code on GPU in order to speed up calculations and produce results with higher accuracy in shorter time. Algorithm is implemented using C# and HLSL programming languages, .NET [5] framework and the Unity engine. The other part of the computer program is the GUI and visualization part. GUI is implemented using the WPF framework and exposes all algorithm settings and parameters; it also provides interactive visualization of the solution. All parts work together as a whole system that has quick response. This system promotes user to explore the algorithm with different initial conditions and parameters, save and share the results of the algorithm in convenient form.

Bibliographic references

1. Kiseleva E.M. The emergence and formation of the theory of optimal set partitioning for sets of the n-dimensional Euclidean space. Theory and application // Journal of Automation and Information Sciences, 50(9) (2018), 1-24. DOI: 10.1615/JAutomatInfScienc.v50.i9.10.
2. Kiseleva E.M., Hart L.L., Prytomanova O.M., Baleiko N.V. Fuzzy problems of optimal partitioning of sets: theoretical foundations, algorithms, applications: monograph. Lyra, Dnipro (2020) (In Ukrainian).
3. Kiseleva E.M., Prytomanova O.M., Us S.A. Solving a two-stage continuous-discrete optimal partitioning-distribution problem with a given position of the subsets centers. Cybernetics and Systems Analysis, 2020. Vol. 56(1). P. 3-15.
4. Kiseleva E., Prytomanova O., Hart L. Solving a Two-stage Continuous-discrete Problem of Optimal Partitioning-Allocation with the Subsets Centers Placement. Open Computer Science. DeGruyter, 2020. Vol 10. P. 124-136.
5. Jeffrey Richter. CLR via C#, Developer Reference; Microsoft Press Series, 4th edition, illustrated, 2012, 863p.

THE APPLICATION OF SET PARTITIONING THEORY IN SOLVING CLUSTERING ANALYSIS PROBLEMS

Kiseleva¹ О., Prytomanova² О., Filat¹ О., filat_o@fpm.dnu.edu.ua

¹*Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

²*Vadym Hetman Kyiv National Economic University (www.kneu.edu.ua)*

The theory of optimal set partitioning finds effective application in solving various theoretical and practical classes of optimization problems, which are formulated mathematically as continuous models of optimal set partitioning. Cluster analysis is a statistical procedure that involves dividing a sample of objects into non-overlapping subsets called clusters.

This study explores the application of set partitioning theory in solving cluster analysis problems using the Python programming language. The implemented clustering algorithms include hierarchical clustering with single, average, and total linkage approaches, density-based spatial clustering of applications with noise and ordering points to identify the clustering structure. Euclidean, Manhattan, and Canberra distances are used to calculate distances between objects.

To visualize the data, a principal component analysis method is implemented to reduce the dimensionality of the data. The results are presented through graphs of objects in the dataset transformed using the principal component method, as well as parallel coordinate plots.

Bibliographic references

1. Kiseleva E.M. The emergence and formation of the theory of optimal set partitioning for sets of the n-dimensional Euclidean space. Theory and application // Journal of Automation and Information Sciences, 50(9) (2018), 1-24. DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v50.i9.10.

HYPER NEURAL ODE FOR UNIVARIATE TIME SERIES ANALYSIS

Koshel Eugene, eugenefade@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Univariate time series analysis is a common problem in various fields of study and forecasting the values of a given time series is beneficial for enhancing planning and management tasks. One of the most common approaches to analysis includes the use of neural networks. Recently, a particular type of neural networks has become popular – a Neural ODE (NODE) model which replaces the regular neural network definition with an integral of an autonomous ODE. Researchers picked up the base NODE model and evolved it into other forms such as NODE [1] Process and N-CODE [2].

The main idea behind the mentioned NODE's improvements is to separate the input data from the underlying ODE. This approach can be leveraged to construct an ODE model with dimensionality and structure that can accurately reflect the modeled process and bypass any restrictions that the input data might impose on the model.

Consider univariate time series data generated from a simple sine wave. The process is periodic but also one-dimensional which makes it impossible to model with a vanilla NODE because its underlying ODE is autonomous and cannot exhibit periodic behavior in only one dimension. But if we apply the N-CODE or Neural ODE Process idea of defining an ODE in the latent space and then using encoder and decoder models to map to and from that latent space, the problem becomes easy to solve. An example of mapping a one-dimensional sine wave onto a latent two-dimensional space and evolving the map to predict the future values is provided on Fig. 1.

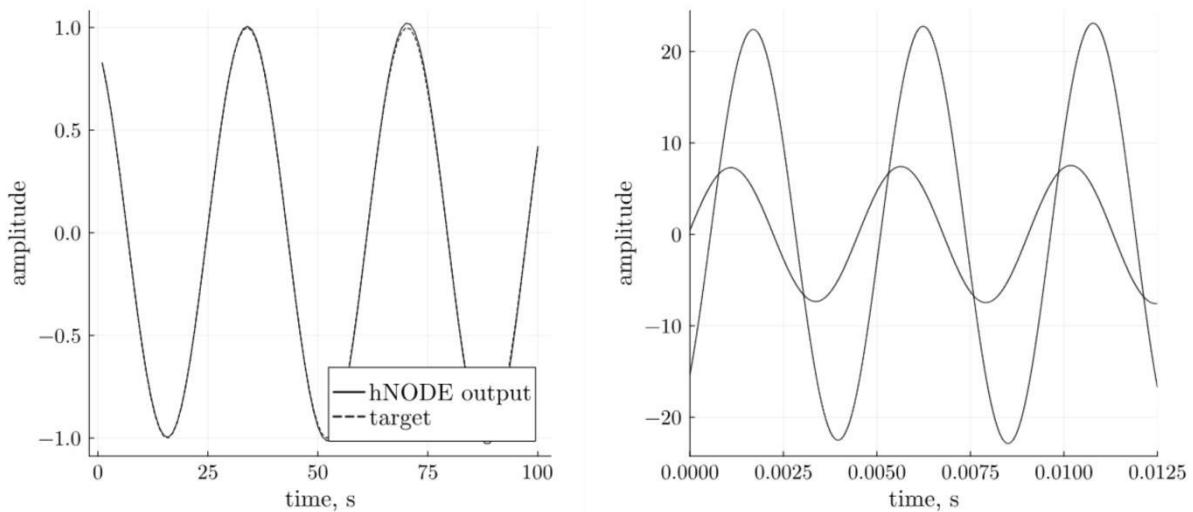


Fig. 1. Example of modeling a sine wave (left) by evolving an ODE in a latent space (right) and using encoder/decoder for mapping between the latent space and the sine wave values.

References

1. Norcliffe, A., Bodnar, C., Day, B., Moss, J., & Li`o, P. (2021). Neural ODEprocesses. CoRR, abs/2103.12413.
<https://arxiv.org/abs/2103.12413>
2. Chalvidal, M., Ricci, M., VanRullen, R., & Serre, T. (2020). Neural optimal control for representation learning.
<https://arxiv.org/abs/2006.09545>

DEVELOPING A PREDICTIVE MODEL FOR BASELINE DETECTION OF THE RISK OF PROSTATE CANCER PROGRESSION ON ACTIVE SURVEILLANCE

Kumar¹ A. J., Sushentsev² N., Sanmugalingam² N., Zaikin^{1,3} A., Barrett² T.,
Blyuss^{1,4} O. o.blyuss@qmul.ac.uk

1. Department of Women's Cancer, Institute for Women's Health, University College London, London, UK

2. Department of Radiology, Addenbrooke's Hospital and University of Cambridge, Cambridge, UK

3. Department of Mathematics, University College London, London, UK

4. Wolfson Institute of Population Health, Queen Mary University of London, London, UK

Background

Prostate cancer (PCa) is the second commonest male cancer worldwide, with more than 50% of patients suitable for avoiding immediate treatment through active surveillance (AS). Of those, 35% show disease progression over the first three years, thereby warranting better baseline risk-stratification methods and tailored follow-up regimens. Simultaneously, current approaches to the prediction PCa progression on AS rely on traditional statistical models and do not include magnetic resonance imaging (MRI) data. Hence, developing robust baseline risk-assessment algorithms using contemporary clinical cohorts and automated machine learning techniques can address this area of unmet clinical need.

Methods

This study included 262 PCa patients enrolled on AS in our centre between 2012 and 2020, with 31 patients showing histological PCa progression and 231 patients harbouring stable disease over a minimum of three-year follow-up. We used a 1:1 data split to train and test a set of traditional and classical machine learning models such as logistic regression (LR), support vector

machines, probabilistic classifier, tree-based models (such as decision tree, extreme gradient boosting and random forest), and a fully-connected neural network to predict histological progression. The input variables were patient age, MRI-derived gland volume, prostate-specific antigen (PSA), PSA density, MRI-derived Likert score and maximum tumour diameter, biopsy Gleason grade group, and target lesion location in the peripheral or transition zone. Our primary evaluation metric was the area under the ROC curve (AUC).

Results

Our model comparison analysis found that the logistic regression outperformed other baseline models in terms of the AUC providing 20% specificity at 100% sensitivity (overall AUC: 0.632 [95% CI: 0.458-1]). Clinically, this implies the identification of a significant group of non-progressors who can safely avoid further investigations (including MRI and targeted biopsy) over the first three years of AS without missing any patient who will progress over the same period.

Conclusion

This pilot study demonstrates the feasibility of using a multivariable prediction model to risk-stratify AS patients at baseline and identify a subgroup of patients at no risk of three-year disease progression, which may reduce clinical workload and focus resources on early detection of potential progressors.

DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE SERVER PART OF THE “SVITLO” – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM

Kuzenkov O., Masych M., Siryk S. kuzenkov1986@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

The implementation of the back-end component of the "Svitlo" alternative missile trajectory alert system in the context of the ongoing military conflict in Ukraine, precipitated by Russia's aggression, holds significant relevance. The development of this system stands to play a pivotal role in bolstering national security and enhancing the operational efficacy of the air defence infrastructure. The urgency of this undertaking arises from the critical need for timely notifications concerning potential missile threats. The back-end development of the system is primarily concerned with the robust infrastructure and algorithms required for efficient data processing, ensuring system stability, and augmenting user convenience.

To achieve effective missile trajectory tracking and expedited threat notifications, it is imperative to harness contemporary technologies and methodologies. These technological advancements guarantee swift data processing, system resilience, and user-friendly interactions.

The integration of the "Svitlo" alternative alert system with existing alert and air defence systems is instrumental in optimizing response capabilities and engendering a comprehensive approach to missile trajectory surveillance.

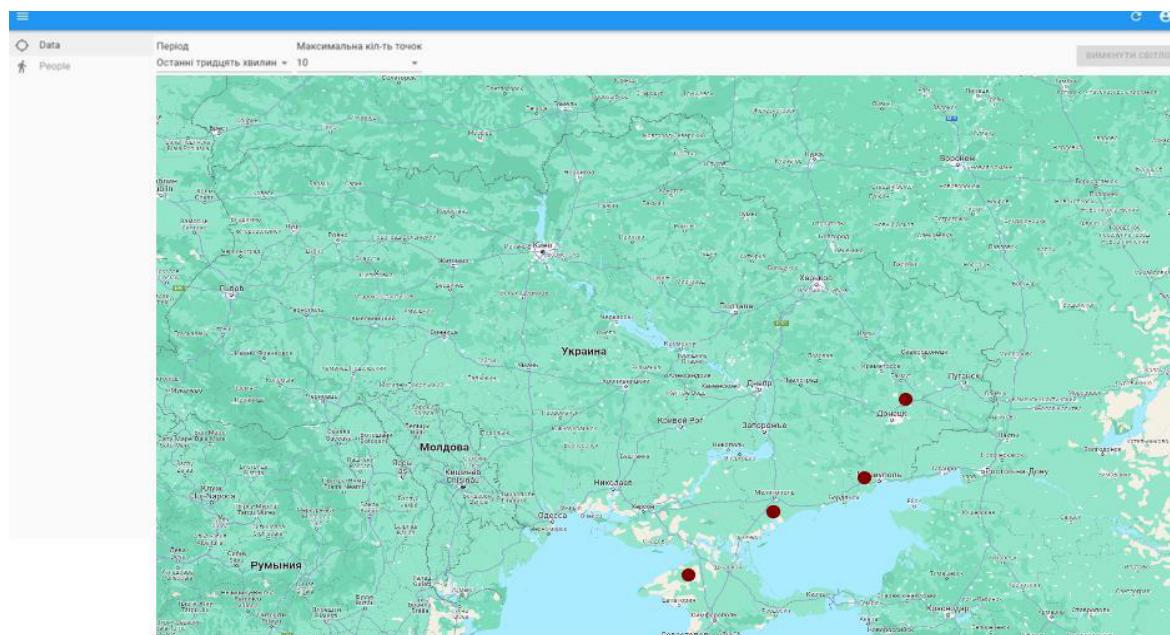
Main technologies that were used in the development of the server component include Node.js, PostgreSQL + PostGIS for geospatial data management, GoogleAPI for geolocation services, and JWT (JSON Web Tokens) for secure authentication and data exchange. These technologies collectively ensure the robustness and efficiency of the system, with Node.js enabling rapid and scalable server-side development, PostgreSQL + PostGIS facilitating precise geospatial data processing and storage, GoogleAPI enhancing location-based information retrieval, and JWT ensuring the security and integrity of user interactions and data transmission. This well-rounded technology stack empowers the "Svitlo" system to deliver accurate and real-time

missile trajectory tracking while maintaining the highest standards of data security and reliability.

Current application implements an enhanced client-server with an additional firewall above the server that validates traffic and request(s) data in order to prevent unauthorized users access to the system and defend it from different types of programming attacks.

Upon the successful development of the back-end component of the "Svitlo" alternative alert system, the implementation phase is initiated, demonstrating its real-world effectiveness and operational readiness.

The system's primary interface facilitates the display of a map that can be utilized for monitoring national or regional territories. In the absence of any incoming signals, the observer will encounter an empty map.



In summary, the creation of the server component of the "Svitlo" alternative missile trajectory alert system is an imperative and pertinent mission. It promises to be a pivotal factor in enhancing national security and fortifying the air defence network's operational capabilities. The outcomes of this endeavour are poised to serve as a foundation for the further advancement of missile trajectory monitoring technologies and the development of novel alert systems aligned with contemporary safety requirements and standards.

DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE CLIENT PART OF THE “SVITLO” – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM

Kuzenkov O., Oleshko O. kuzenkov1986@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

In the context of the military conflict in Ukraine, caused by Russia's aggression, the design and software implementation of the client part of the alternative alert system "Svitlo" for tracking missile trajectories is a relevant task. The development of such a system can have a significant impact on ensuring national security and increasing the efficiency of the air defense system.

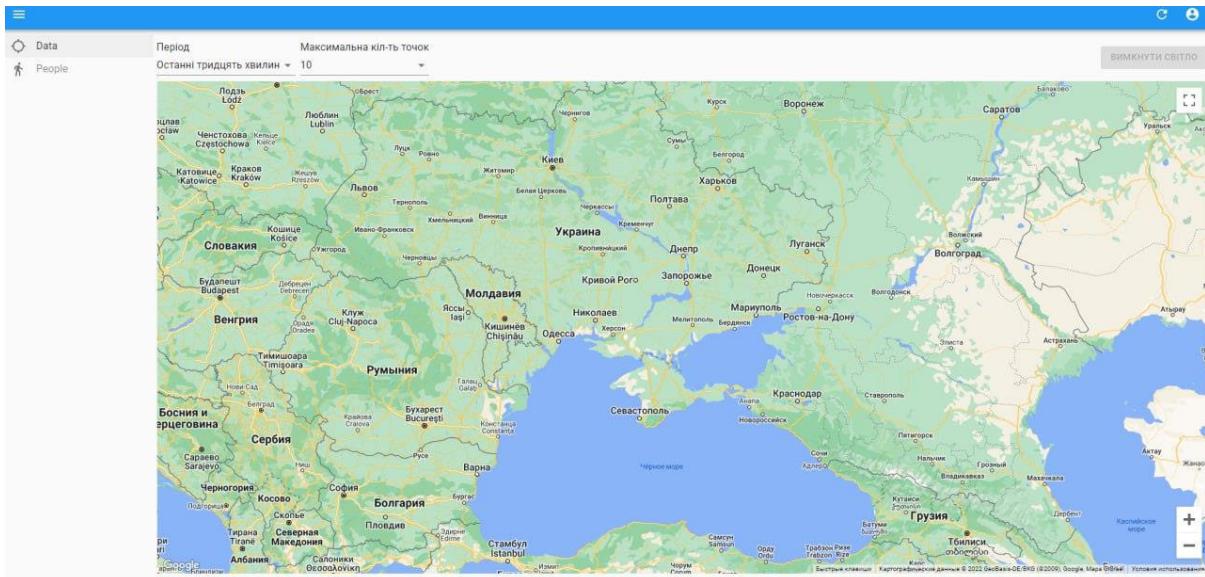
The relevance of the topic is due to the importance of timely notification of possible threats arising from the movement of missiles. The development of the client part of the system involves creating a convenient and reliable interface that allows for the rapid receipt and analysis of information about missile movements.

For effective tracking of missile trajectories and timely notification of users about possible threats, it is necessary to use modern technologies and approaches. This ensures high-speed data processing, system stability, and user convenience.

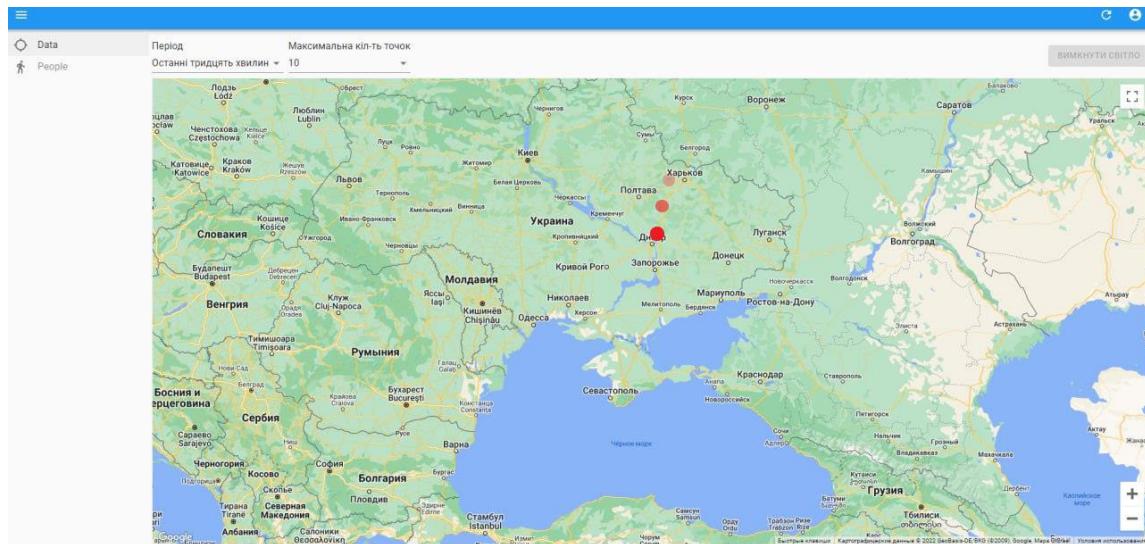
The integration of the developed alternative alert system "Svitlo" with existing alert and air defense systems increases the efficiency of responding to threats and provides a comprehensive approach to tracking missile trajectories.

After developing the client part of the alternative alert system "Svitlo", it was implemented in practice. This ensures its effectiveness and readiness for use in real conditions.

On the main screen of the system, it is possible to view a map that allows you to work both with the territory of the entire country and with individual regions. If there were no signals, then the observer will see a blank map as in the screenshot below:



However, if the missiles are notified by outside observers, it will be seen that dots appear. Their novelty can be distinguished by the intensity of color and glow, as well as by size. The last ones will appear the largest and brightest. The screenshot below shows how a “false target” flies from the direction of Kharkiv to the Dnipro (all data was test data, the developers do not have access to production):



Overall, the development of the client part of the alternative alert system "Svitlo" for tracking missile trajectories is an important and relevant task that will contribute to ensuring national security and increasing the efficiency of the air defense system. The results of this work can form the basis for further development of missile trajectory tracking technologies and the creation of new alert systems that meet modern safety requirements and standards.

COGNITIVE MODELING OF ENERGY INFRASTRUCTURE PERFORMANCE ASSESSMENT

Musienko D. dmusienko@gmail.com

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Ukraine is facing immense challenges on its path towards ensuring energy security and stability. One of the primary factors affecting the operation of the country's energy system is the constant shelling of energy infrastructure, which can lead to the disconnection of critical system components such as power stations and distribution networks.

To support the assessment of the energy infrastructure state, it is proposed to employ cognitive impulse modeling, which will provide the capability of detection of energy infrastructure elements deviating from normal operation in real-time and making decisions regarding the transfer of their functions to other subsystems.

A cognitive map can be viewed as a toolkit that allows representing the structure of cause-effect relationships between the system elements [1]. The vertices of the cognitive map can be key components of the energy system, such as power stations, substations, and electricity consumers.

The application of impulse cognitive modeling allows for identifying possible scenarios of event development and evaluating the operability of the energy system under military threat conditions [2], devising strategies for optimizing the operation of the energy system, and action plans in case of failure of its individual components.

In the structure of the cognitive map for analyzing the operability of the energy system, the main components of the system are represented by the vertices of a directed graph V , while the arcs of the graph represent the interconnections between these components. The arcs V_{ij} between the vertices of the graph V_i and V_j may represent high-voltage transmission lines connecting

power stations, substations, and consumers. The disturbance vector \mathbf{Q} can represent the current state of electricity generation at each power station.

For simulating the malfunctioning of a power station denoted by the vertex of the graph V_i , the corresponding component q_i of vector \mathbf{Q} is replaced with zero. It is also possible to remove the corresponding arcs of the graph (high-voltage transmission lines) to reflect the absence of electricity transmission.

To assess the impact caused by the malfunctioning of energy system objects, metrics such as the overall change in transmission power and the number of unserved consumers can be used.

The utilization of cognitive maps and cognitive modeling allows for a deeper understanding of the dynamics of interaction between the components of the energy system and to develop effective strategies for enhancing their operability under military threat conditions.

References:

1. Study of the underground tunnel planning. Cognitive modelling / Pankratova N.D., Musiienko D.I. // Системні дослідження та інформаційні технології : міжнародний науково-технічний журнал. – 2023. – № 1. – С. 37-50. – Бібліогр.: 18 назв., <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/58073>, <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2023.1.03>
2. Pankratova, N., Pankratov, V., Musiienko, D. (2023). Analysis and Modelling of the Underground Tunnel Planning in Uncertainty Conditions. In: Zgurovsky, M., Pankratova, N. (eds) System Analysis and Artificial Intelligence . Studies in Computational Intelligence, vol 1107. Springer, Cham. Chapter. pp 63–81, https://doi.org/10.1007/978-3-031-37450-0_4

**FUNCTIONAL SURVIVABILITY OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS.
MODELS, METHODS, DIGITAL TWINS**

Pankratova N. natalidmp@gmail.com

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

At present, nanotechnologies, biotechnologies, artificial intelligence and cyber-physical systems are considered as priority directions in science. The appearing and active using of the term "cyber-physical systems" (CPS) is associated with the works presented in 2006 at the seminar "NSF Workshop On CyberPhysical Systems (NSF CPS Workshop)", organized by the National Science Foundations, and in particular, with the work of the director of the NSF department Helen Gill, announced as "NSF Perspective and status on Cyber-Physical Systems". In subsequent years, the development of this class of systems emerged as a separate actively developing scientific direction. But we do not must forget the Founders of cybernetics, general systems theory: Viktor Glushkov, Alex Ivachnenko, Norbert Wiener, Ludwig von Bertalanffy, William Ashby, Gregory Bateson, Umberto Maturana and others. These scientists were at the origin of CPS, creating physical and computational models.

The survivability of CPS functioning is based on the general problem minimization of multi-factor risks, the margin of permissible risk, the forecast of the destabilizing dynamics of risk factors, principles, hypotheses, and axioms that are directly related to the analysis of abnormal situations, accidents, and disasters. Is used the main principle: to provide timely and reliable detection and estimation of risk factors, prediction of their development during a certain period of operation, and timely identification and elimination of the causes of abnormal situations before failures and other undesirable consequences occur and prevention of the transition from normal to an abnormal mode [1]. The fundamentally important peculiarities are the following: sets of risk factors and sets of situations are largely unlimited; a set of risk situations is in principle not a complete group of random events; a threshold restriction of time for decision

forming is a top priority; the problem is not completely formalized; indicators of a multifactor risk estimation are not determined; criteria of a multipurpose risk minimization are not determined. Joint actions of CPS components determine the properties and special features of the mode of functioning of a complex system at any moment of time.

To ensure the reliable operation of the CPS, a digital twin is created, which accompanies the operation of the CPS throughout its life cycle [2]. The design of digital twins is based on simulation modelling methods that provide the most realistic representation of a physical environment or object in the virtual world. A mathematical description of digital twins can be obtained via statistical modelling, machine learning or analytical modelling methods. The mathematical model of a digital twin for supporting and predicting the functioning of a physical process of a real objects is given in [3]. The parametric uncertainty of the mathematical description of the physical process is taken into account. As an example, the design of a digital twin is given on the example of an analytical model of an electric heater.

References

1. N.D. Pankratova. Creation of Physical Models for Cyber-Physical Systems. In D. Arseniev, Overmeyer, H. Kälviäinen, B. Katalinić, (eds) Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 95, 2020, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_6.
2. M. Grieves. Origins of the Digital Twin Concept. Florida Institute of Technology, 2016. <https://doi:10.13140/RG.2.2.26367.61609>.
3. N. Pankratova and I. Golinko. Approach to Development of Digital Twin Model for Cyber-Physical System in Conditions of Conceptual Uncertainty. In M. Zgurovsky, N. Pankratova, (eds) System Analysis and Artificial Intelligence. Studies in Computational Intelligence, vol 1107, pp 3–25, 2023. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37450-0_1.

**MATHEMATICAL MODELS DEVELOPMENT OF DIGITAL TWIN
UNDER CONCEPTUAL UNCERTAINTY CONDITIONS**

Pankratova N., Golinko I., natalidmp@gmail.com, golinko.igor@l11.kpi.ua

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

The growing complexity of production process control tasks dictates the use of new control methods and algorithms. Today, production management requires the competencies of Industry 4.0, which has emerged relatively recently and belongs to the Industrial Internet of Things (IIoT) concept. Digital twin (DT) refers to a new innovative toolkit that helps to utilize the advanced capabilities of IIoT. DT is used to create digital models of the physical environment and allows to evaluate the course of physical processes, take into account the accumulated information and available experience in decision support for this environment. The development of DT belongs to modern scientific trends and its relevance is comprehensively covered in [1]. The mathematical description of DT can be obtained using the methods of statistical modeling, machine learning or analytical modeling.

An important characteristic of physical processes in manufacturing is their artificiality. In order to process raw materials into semi-finished or final products, production processes are polished for tens of years. As a rule, physical processes of production are complex but well studied with analytical formalization of mathematical description. The practice of using analytical models to describe the functioning of technological processes indicates that ready-to-use models are extremely rare, because such models are developed under conditions of conceptual uncertainty that need to be disclosed for a particular physical process.

Conceptual uncertainty arises from the incompleteness or vagueness of our knowledge of the physical environment, process or system. Conceptual uncertainty is complex [2], examples of conceptual uncertainty are a combination of uncertainties: objectives; operation of process; structure modeled

system; interaction of system elements, or interaction with the external environment, and others. For analytical models, the above uncertainties are complicated by information uncertainty, which is caused by: methodological uncertainty (complex processes are linearized when modeling); measurement distortion (due to inaccuracy and inertia of sensors and the presence of disturbances) and other factors.

In this study, the authors demonstrate a systematic approach to the digital twin development on the example of an analytical model of an electric heater [3], where the conceptual uncertainty of the air heating process is revealed. The proposed approach peculiarity is the several key parameters identification of the electric calorifier analytical model, which cannot be determined accurately analytically: G_A is the flow rate of heated air; α_0 is the heat transfer coefficient. These parameters are refined in the process of passive identification in production. The proposed approach of using analytical model for digital twin allows to refuse from choosing the type of real model and its structure, as well as from searching all its parameters, which simplifies DT development.

Literature

1. N.D. Pankratova, K.D. Grishyn, V.E. Barilko, Digital Twins: Stages of Concept Development, Areas of Use, Prospects // System Research & Information Technologies, 2023, № 2, pp. 7–21.
2. Pankratova, N., Golinko, I. (2023). Approach to Development of Digital Twin Model for Cyber-Physical System in Conditions of Conceptual Uncertainty. In: Zgurovsky, M., Pankratova, N. (eds) System Analysis and Artificial Intelligence . Studies in Computational Intelligence, vol 1107. Springer, Cham. Chapter. pp 3–25. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37450-0_1
3. N. Pankratova, I. Golinko, Electric heater mathematical model for cyber-physical systems //System research and information technologies. –2021, № 2. pp. 7–17.

ABOUT ONE APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF NON-DESTRUCTIVE TESTING

Poslaiko N.I., poslaikoni@i.ua,

Oles Honchar Dnipro National University

The paper proposes a mathematical model for solving the problem of identifying anomalous areas in composite products using methods of mathematical statistics and pattern recognition theory.

When developing structures for which strength, reliability, low weight, and manufacturability are of particular importance, composite materials are increasingly used, which, as a rule, surpass those traditionally used in many characteristics.

Non-destructive testing methods play an important role in increasing the reliability of operation of modern vehicles under conditions of high speeds and increasing loads and other technical systems. Due to the special structure and properties of products made from composites, control methods developed, for example, for metals, are not always directly applicable. Impedance flaw detectors and other instruments are used to identify defects, delaminations, porosity and damage to the integrity of composite materials and honeycomb structures in aircraft construction, automotive, shipbuilding and other industries. The operating principle of impedance flaw detectors is based on determining the differences in the total mechanical resistance (impedance) of a defective area compared to a benign area. To do this, the controlled surface of the object is scanned using two piezoelements, one of which excites vibrations in the material, and the second perceives the vibrations.

Information collected using instruments at different points of the object is subject to analysis.

The work examines the development of the surface of the object under study. It is assumed that the scan is covered with a rectangular grid with a certain step horizontally and vertically, which divides the surface of the object into

elementary sections. It is also assumed that the surface at the grid nodes is examined using two types of instruments. The quality of recognition naturally improves if the disadvantages inherent in one type of information are compensated by information of another type and vice versa.

The feature characterizing each elementary section is two-dimensional, and accordingly, each sample value consists of two components, one of which corresponds to the information received by the first device, and the other - by the second. As a result of examining the object, we obtain a two-dimensional sample, the volume of which coincides with the number of grid nodes.

Based on the information received, two images are formed, one of which corresponds to normal areas, the other to abnormal areas. It is known that for products made from composites, standards corresponding to images generally cannot be specified in advance; the task of identifying anomalous areas is reduced to the task of self-learning pattern recognition.

In this work, images are created using methods of mathematical statistics. When forming images, it is taken into account that any measurement is inevitably associated with errors. Since random measurement errors, according to the central limit theorem of probability theory, have a distribution close to normal, it is hypothesized that the sample formed as a result of surveying an object is taken from a mixture of normal distributions.

The parameters of this distribution are estimated using the maximum likelihood method. The system of maximum likelihood equations in this case is nonlinear and can be solved by a suitable numerical method.

After finding the estimates of the distribution parameters, the hypothesis of a mixture of normal distributions is tested using the Pearson goodness-of-fit test.

If the hypothesis test gives a positive result, the elementary areas of the object are classified into normal and anomalous using the methods of pattern recognition theory.

**PACKING AND CUTTING BEYOND
AND WITHIN MATHEMATICAL PROGRAMMING**

Romanova^{1,2} T., Stoyan² Y., Bennell¹ J.

T.Romanova@leeds.ac.uk, Stoyan@ipmach.kharkov.ua, J.Bennell@leeds.ac.uk

¹*University of Leeds, UK*

²*Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine*

This study addresses cutting and packing (C&P) problems. Cutting and Packing problems have many and diverse applications including: additive manufacturing, biology, nanotechnology, medicine, robotics, logistics, materials science, space engineering.

Cutting and Packing problems form a class of problems that seek to optimise the arrangement of objects according to a given objective while respecting a set of geometric constraints.

These problems combine the combinatorial hardness with the computational difficulty of enforcing the geometric constraints (e.g., non-overlapping, containment, distance constraints). Unsurprisingly, solution methodologies of Cutting and Packing problems employ heuristic and metaheuristic techniques.

Different geometric tools are used in the modeling approach developed in the literature to deal with Cutting and Packing problems. Among them, raster point method, direct trigonometry, no-fit polygons (NFP), voxels (NFV), meshes (see, e.g., [1]-[3]).

The phi-function technique [4] is employed for mathematical modeling of Cutting and Packing problems. It is a powerful tool to help solve Cutting and Packing problems by providing an analytical description of the placement constraints.

It deals with arbitrary shaped 2D and 3D objects (these include disconnected objects, non-convex objects, regions with holes and cavities,

oblique objects etc.), which can be free translated and continuously rotated subject to homothetic and stretching transformations. It may take into account variable metric characteristics of objects and containers.

The concept of quasi-phi-functions generalizes the concept of phi-functions to include auxiliary variables [5]. This modification allows for the efficient modelling of relationships between objects that were not readily available with phi-functions. Using the phi-function technique reduces the Cutting and Packing problem to a mathematical programming model.

Conceptually, the phi-function approach exploits NLP (Nonlinear Programming) and MINLP (Mixed Integer Nonlinear Programming) and can be understood as Cutting and Packing beyond and within Mathematical Programming. It also exploits polyolithic modeling and solution techniques.

Mathematical models, solution strategies and computational results are provided for several classes of Cutting and Packing problems (sparse packing, ratio packing, quasi packing, packing soft objects, packing clusters of objects, balance packing) motivated by actual applications (see, e.g., [6]-[9]). Some future research areas are identified.

This work has been supported by the British Academy (grant #100072) and the Volkswagen Foundation (grant #97775).

- [1] Leao A., Toledo F., Oliveira J., Caravilla M., et al. (2020) Irregular packing problems: a review of mathematical models. European Journal of Operational Research, 282(3), pp. 803–822.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.04.045>

- [2] Martinez-Sykora, A, Alvarez-Valdes, R, Bennell, JA et al. (2017) Matheuristics for the irregular bin packing problem with free rotations. European Journal of Operational Research, 258 (2). Pp. 440-455.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.043>

- [3] Lamas-Fernandez C., Bennell J. And Sykora A. (2022) Voxel Based Solution Approaches to the Three-Dimensional Irregular Packing Problem. Operations Research, 71 (4) <https://doi.org/10.1287/opre.2022.2260>
- [4] N. Chernov, Yu. Stoyan, T. Romanova (2010) Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Computational Geometry, 43(5), 535-553, <https://doi.org/10.1016/j.comgeo.2009.12.003>.
- [5] Stoyan Y., Pankratov A., Romanova T. (2016) Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses Journal of Global Optimization, 65 (2), pp. 283-307. <https://doi.org/10.1007/s10898-015-0331-2>
- [6] Romanova T., Stoyan Y., Pankratov A., et al. (2021) Sparsest balanced packing of irregular 3D objects in a cylindrical container European Journal of Operational Research, 291 (1), pp. 84-100. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.09.021>
- [7] Romanova T., Stoyan Y., Pankratov A., Litvinchev I., Avramov K., Chernobryvko M., Yanchevskyi I., Mozgova I., Bennell J. Optimal layout of ellipses and its application for additive manufacturing (2021) International Journal of Production Research, 59 (2), pp. 560-575. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1697836>
- [8] Duriagina, Z., Pankratov, A., Romanova, T., Litvinchev, I., Bennell, J., Lemishka, I., Maximov, S. (2023) Optimized Packing Titanium Alloy Powder Particles, Computation, 11(2), 22, <https://doi.org/10.3390/computation11020022>
- [9] Scheithauer U., Romanova, T., Pankratov, O., Schwarzer-Fischer, E., Schwentenwein, M., Ertl, F., Fischer, A. (2023) Potentials of Numerical Methods for Increasing the Productivity of Additive Manufacturing Processes Ceramics, 6 (1), pp. 630-650. <https://doi.org/10.3390/ceramics6010038>

SOLVABILITY CONDITIONS FOR THE VECTOR INTEGER PROBLEMS OF LEXICOGRAPHIC OPTIMIZATION

Semenova¹ N., Lomaha² M., Semenov¹ V.

nvsemenova@meta.ua, mariia.lomaha@uzhnu.edu.ua, semenov.jr@gmail.com

¹*V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Uzhhorod National University, Uzhhorod, Transcarpathian region, Ukraine*

Let consider the integer problem of lexicographic optimization of the following form: $Z_L(F, X^I)$: $\max^L \{F(x) | x \in X \cap Z^n\}$, Z^n is the set of all integer vectors with R^n , $X = \{x \in R^n | Ax \leq b\}$, $X \neq \emptyset$.

We denote by $X_I = \{x \in R^n | Ax \leq b\}_I$ the convex hull of the integer vectors of the polyhedron set X . We will call it an integer hull X . It is obvious that $X_I \subseteq X$. If the set X is bounded, then the set X_I is also bounded.

We will analyze the problem $Z_L(F, X^I)$ taking into account the properties of the cone $K^L = \{x \in R^n | Cx >^L 0\}$ lexicographically ordering the feasible set with respect to the optimization criteria, which we will also call the cone of promising [3] lexicographic directions of the problem $Z_L(F, X^I)$.

The cone K^L determining the lexicographic order in space R^ℓ is a convex cone of directions of lexicographically positive vectors and can be represented as a union of disjoint sets:

$$K^L = K_1 \cup K_2 \cup \dots \cup K_\ell,$$

where $K_1 = \{x \in R^n | c_1 x > 0\}$, $K_2 = \{x \in R^n | c_1 x = 0, c_2 x > 0\}$, ..., $K_\ell = \{x \in R^n | c_1 x = 0, c_2 x = 0, \dots, c_{\ell-1} x = 0, c_\ell x > 0\}$.

Theorem1 [1] is valid.

Theorem 1. For any rational polyhedral set X , its integer envelope X_I forms a rational polyhedral set.

Like linear lexicographic optimization problems, lexicographic linear integer optimization problems can have an empty feasible set or have an unbounded feasible set. For a given polyhedron X , it seems difficult to find out

whether its integer hull X_I is empty. However, if the feasible domain of the integer lexicographic problem is not empty, then the existence of its solutions can be checked by considering the linear relaxation of the integer lexicographic problem.

Statement 1 [2]. Let $X = \{x \in R^n | Ax \leq b\}$ be a rational polyhedron whose integer hull is not empty, and let $c \in R^n$ be some vector, not necessarily rational. Then the optimum $\max\{cx | x \in X\}$ is bounded if and only if $\max\{cx | x \in X_I\}$ is bounded.

Theorem 2. Let in the problem $Z_L(F, X^I)$, where $X = \{x \in R^n | Ax \leq b\}$ be a rational polyhedral unbounded set whose integer hull is nonempty, and let K^L be a cone of lexicographic directions (not necessarily rational). Then the problem $Z_L(F, X_I)$ has lexicographic optimal solutions if and only if the problem $Z_L(F, X)$ has solutions.

The existence of solutions integer lexicographic optimization problems with linear criteria functions have been investigated. The obtained conditions can be successfully used in the development of algorithms for finding optimal solutions to these lexicographic optimization problems.

REFERENCES

1. Meyer R. On the existence of optimal solutions to integer and mixed-integer programming problems. Mathematical programming. 1974. Vol. 7P. 223–235.
2. Korte B., Vigen J. Combinatorial optimization. Theory and Algorithms. 6th ed.: Springer, 2018. P. 719.
3. Sergienko T.I., Kozeratska L.N., Lebedeva T. T. 1(995). Investigation of stability and parametric analysis of discrete optimization problems. Kyiv: Nauk. dumka. 171 p.

METHODOLOGY OF SOLVING PACKING PROBLEMS USING THE PHI-FUNCTION TECHNIQUE

**Shekhovtsov¹ Sergiy, Stoyan¹ Yuriy, Romanova^{1,2} Tetyana, Pankratov¹
Olexandr, Chugay¹ Andriy, Yaskov¹ Georgiy**

¹*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine; tarom27@yahoo.com*

²*University of Leeds, UK;
t.romanova@leeds.ac.uk*

In spite of a wide spectrum of applications (i.e., additive manufacturing, space engineering, material sciences, medicine, geology, logistic) a packing problem can be formulated as follows: place a collection of geometric objects into a target domain considering placement (technological) restrictions, so that the given objective function will reach its extremum value.

Various combinations of objects, target domains/containers, placement constraints and objective functions cover different classes of practical packing problems.

The proposed methodology of solving packing problems is based on geometrical tools of mathematical modelling, solution strategies and algorithms to search for feasible arrangements of objects or local optimal solutions. It includes knowledge on input data of target domains, objects, placement constraints, mathematical models and solution strategies.

Depending on the input information, we classify packing problems as: 2D-, 2.5D- or 3D dimensional problems; *ODP* (open dimension problem) or *KP* (*knapsack problem*) [1].

To construct mathematical model of packing problems basic placement constraints are described using phi-functions [2] or quasi-phi-functions [3]. The phi-function technique allows us to present a packing problem as a mathematical programming model (*NLP - NonLinear Programming, MINLP - Mixed Integer Nonlinear Programming*). A feasible region of a packing problem is described by a system of inequalities meeting geometrical constraints and mechanical conditions.

The solution strategy involves three main stages: generating a set of feasible solutions; searching for a local optimal solution; choosing the best local extremum.

To generate feasible starting points, we apply: a homothetic transformation of objects; a regular placement based on grids; a strip approximation technique.

For searching for a local optimal solution, we use: an epsilon-active technique; a decomposition algorithm.

To find the best local extremum we employ: a neighbourhood search; an object swapping technique.

The proposed methodology is aimed to solving: large-scale dense or sparse packing problems [4]; packing problems with distance constraints and balance conditions [5]; packing soft objects or clusters of objects [6]; packing problems with ratio constraints as well as quasi packing problems [7].

[1] Wascher G., HauBner H., Schumann H. An improved typology of cutting and packing problems. European Journal of Operational Research. 2007, vol. 183, no. 3, pp. 1109-1130,

[2] Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova, T. Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Comput. Geom.: Theory and Appl., 2010, 43(9), 535–553.

[3] Stoyan, Yu., Pankratov, A., Romanova, T., Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses, Journal of Global Optimization, 2016, 65(2), 283–307.

[4] Romanova, T. et al. Sparsest balanced packing of irregular 3D objects in a cylindrical container European Journal of Operational Research, 2021, 291 (1), pp. 84-100.

[5] Romanova, T. et al. Balanced Circular Packing Problems with Distance Constraints. Computation, 2022, 10 (7), 113.

[6] Romanova, T. et al. Optimized packing soft ellipses Human-Assisted Intelligent Computing: Modelling, simulations and applications, 2023, pp. 9.1-9.14.

[7] Fischer, A. et al. Quasi-Packing Different Spheres with Ratio Conditions in a Spherical Container. Mathematics, 2023, 11, 2033

**AN INTERACTION OF THE INTERFACIAL CRACKS SYSTEM
IN PIEZOELECTROMAGNETIC BIMATERIAL**

Shevelova N.V., nataliya.shevelyova@gmail.com,

Khodanen T.V., thod@ua.fm

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

A finite set of interface cracks in a bimaterial space composed of two semi-infinite piezoelectromagnetic materials is studied. The bimaterial is loaded by remote mixed mode mechanical loading, electric and magnetic fields, which do not change along the coordinate codirected with the crack fronts. The set is not periodic, i.e. the cracks can have arbitrary lengths and distances between their centers. The cracks faces are covered with the electrodes having different electric net charge and zero magnetic net induction.

By using the submissions of mechanical, electric and magnetic components via sectionally-analytic functions, the Riemann-Hilbert problem of linear relationship is formulated and solved in an analytical form. The arbitrary constants are found from the conditions at infinity, single-valued ness of the displacements, prescribed net electric charge and magnetic induction for each crack. These give the system of linear algebraic equations of dimension equal to the number of cracks. All required mechanical, electric and magnetic components along the interface are presented in the closed form.

Because all fields have an oscillating singularity at the crack tips, the concept of the stress intensity factor is not convenient for the fracture process description. Therefore, much attention was paid to energy release determination. On this reason, the asymptotic presentations of mechanical, electric and magnetic fields at the crack tips were derived and the crack closure integral were applied. Carried out the careful analysis, the analytical formulas for the ERRs at the right and left tips of any crack has been obtained.

The graphs of the crack faces displacement jumps, stresses, electric and magnetic fields along the interface are given for certain piezoelectromagnetic bimaterial. The ERRs are also shown in Table form for different crack tips, loading, crack lengths and locations.

INTERACTIVE INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR LUNG CANCER DIAGNOSIS

Sydorskyi V.S. volodymyr.sydorskyi@gmail.com

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Decision support systems [1] are widely used in different spheres of human activities. Such systems are used in economic, medical, educational, and environmental sectors. The integration of deep learning [2] has further enhanced their capabilities and accuracy. Intelligent Decision Support Systems have become indispensable in medicine. These systems can rapidly analyze medical images, patient histories, and genetic data to detect anomalies or signs of diseases like cancer.

Let's consider the main use case of DSS for lung cancer diagnosis. In this case, the expert who makes a decision is a radiologist. To assess tumors' response to therapy, RECIST [3] criteria are widely used. A central concept of RECIST is to define target tumors and track their size for the whole treatment period. Also, other non-target tumors and new tumors should be tracked to understand the entire picture of disease regression.

To design a DSS, firstly, we have to understand what data is available for input and what information our DSS should provide on output. In classical radiologist use cases, experts operate mainly on MRI or CT scans. To use RECIST criteria, we need to receive the following information

- Segmented tumors
- Number of tumors and their locations
- Which tumors are target ones
- Diameters of tumors
- The sum of the longest diameters of target tumors
- Historical information about all previous scans for a particular patient

The next step is task decomposition. Now, it is possible to define the main steps of DSS, which will correspond to separate sub-systems:

1. Input and Process Image: read the input image and process it.
2. Segmentation: segment tumors on the image and highlight these regions for radiologists.
3. Meta-Information Computation: compute meta-information about tumors
4. Target Tumors Selection: select automatically or provide tools for radiologists to select target tumors if DSS is working with new patients. Otherwise, upload the previous history of the patient and match corresponding tumors from historical images.
5. Compute Target Tumors Dynamic: compute the sum of the longest diameters of target tumors. If DSS has historical information about the patient, then provide historical information about the target tumors' size change.
6. Output Statistical Results: Provide all tumor sizes and dynamics on plots so the radiologist can use RECIST criteria for the final decision

From this high-level description, it is obvious that such a system requires several sub-systems that will complete different steps. It is important to mention that it is an open system because it has external interactions - receives input data from the user, operates with user correction feedback on the segmentation and target tumor selection stages, and provides output data for making final decisions.

References

1. P. I. Bidyuk, O. L. Tymoshchuk, A. Ye. Kovalenko, L. O. Korshevnyuk, "Systems and Methods of Decision Support," 2022.
2. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *ArXiv.* /abs/1505.04597
3. Frédéric and Pruyskart (2019) *Recist*. Available at: <https://recist.eortc.org/> (Accessed: 01 November 2023).

THE THE CAUSAL EFFECTS OF THE FEDERAL RESERVE'S LARGE-SCALE ASSET PURCHASES ON CORPORATIONS' DEBT FINANCING

Trofimov O.V., atrof2222@gmail.com,

Lutsenko O.M., lutsenko.o20fpm@fpm.dnu.edu.ua

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

We investigate how the Federal Reserve's quantitative easing policies, known as large-scale asset purchases (LSAPs), affected non-financial companies' use of debt financing. This is an important issue because it provides insights into whether these unconventional monetary policies facilitated companies' access to credit. This is an important issue because it provides insights into whether these unconventional monetary policies facilitated companies' access to credit.

We will look at multy-factor dynamic algorithms, especially standard partial adjustment model.

To train the model we used a quarterly panel dataset of 3,647 non-financial U.S. public companies over 2007-2018. Panel autoregressive distributed lag models with threshold effects to estimate the impact of LSAPs on companies' debt-to-assets ratios. They interacted the LSAP measures with indicators of companies' spare debt capacity to isolate the effects from concurrent macro conditions. To isolate the effects of LSAPs from other macroeconomic conditions, we interact firm- and industry-specific indicators of debt capacity with measures of LSAPs. We include firm-level and time fixed effects, lags of the dependent variable, and an interactive effect between LSAPs and industry debt capacity. This allows separating the impact of CB policy from other macro factors. In our empirical analysis, we extend the simple static models described in equation by adding dynamics as well as firm- and industry-specific control variables. We consider the following general p^{th} order threshold panel autoregressive distributed lag, PanARDL(p), model:

$$\begin{aligned}\lambda(L, p)y_{is,t} = & \mu_{is} + \delta_t + \phi'_s \mathbf{f}_t + \beta_0(L, p)\pi_{s,t-1}(\gamma_{pre}) + \beta_1(L, p)[q_t \times \pi_{s,t-1}(\gamma_{post})] \\ & + \varphi'(L, p)\mathbf{w}_{st} + \psi'(L, p)\mathbf{x}_{is,t} + u_{is,t},\end{aligned}$$

The key challenge is to isolate the effects of LSAPs on firms' financing decisions from that of concurrent general macroeconomic conditions typically represented in panel data models by unobserved time effects.

The workflow involved automated data collection, cleaning, feature engineering using Python/R, estimating panel threshold ARDL models in R, grid search for thresholds, and analytical calculations and visualizations - leveraging the rich ecosystem of open-source libraries for panel data analysis. Testing many solutions is key for robust econometric analysis. More than 100 technological solutions are tested with classification algorithms, discrete analysis, and multilayer stacking.

Such a large sample of technological solutions allows us to configure new models and find the best algorithms. Different proxies for the common macro factors \mathbf{f}_t were tested including linear trends, GDP growth, and combinations. By testing multiple specifications and variables, then validating the results, the authors arrived at the preferred PanARDL(2) model with the two-threshold debt capacity indicator as providing the most robust estimates of the causal effects of LSAPs.

OPTIMIZATION OF COMPUTING PROCESSES IN THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM

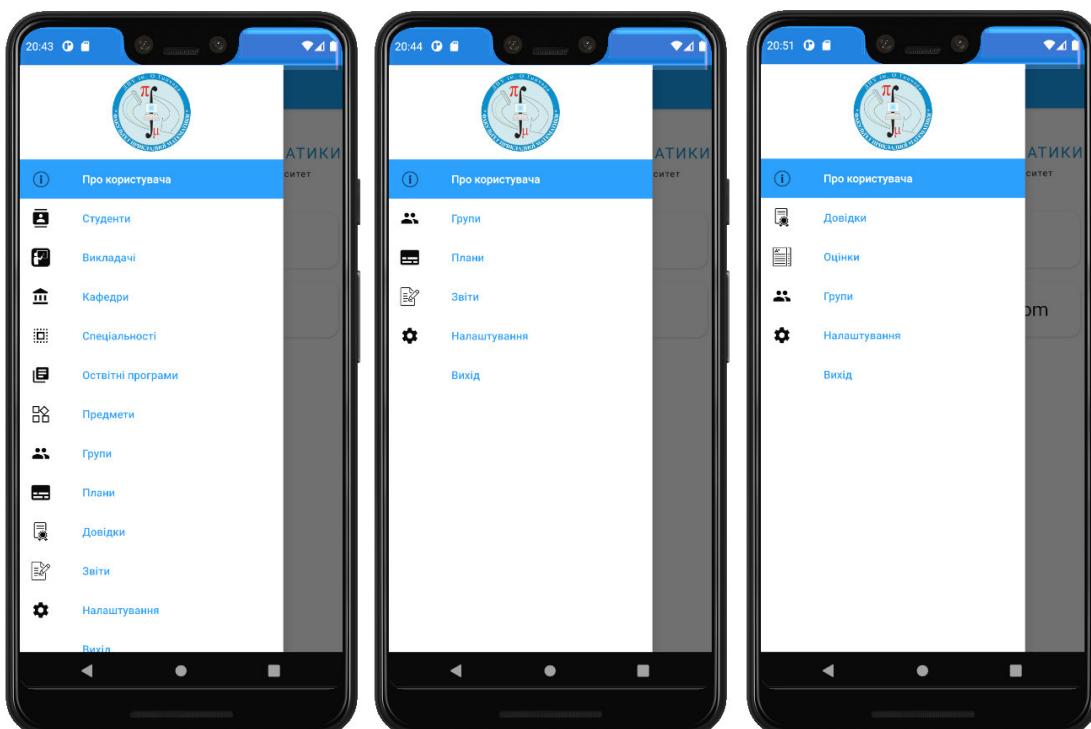
Tryputen M.M. triputen2014@gmail.com

Kuzenkov O.O., kuzenkov1986@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

The universities of Ukraine increasingly use systems of automated control and management of document flow in the educational process. This speeds up and simplifies obtaining information about the academic performance of both the academic group and each individual student.

An automated control system was developed at Oles Honchar Dnipro National University. The developed system makes it possible to divide users by roles, create study plans and reports on students' progress at the end of the semester, order references from the dean's office, etc.



Drawing 1 - An example of the navigation panel of the roles "dean's office", "teacher" and "student"

The system consists of a database, unique programs and a complex of technical means. The technical means include servers, computers of the university's educational units, as well as teachers' and students' own computers and smartphones.

A significant number of users (approximately 9,000 students and 900 teachers), as well as a large volume of stored information, required optimization of computing processes and the database. Therefore, during development, indexes were defined for database table columns that are frequently used in queries. The queries themselves were written so that they were efficient and did not perform redundant operations. Asynchronous requests were created on the server, which allows you to optimize the use of resources and increase the performance of the server, especially in cases where operations are performed for a long time. For the client, the results of frequently used queries will be stored in the application cache. This can significantly improve server response and reduce the load on client applications.

Bibliographic references

1. V.I. Kyrychenko, V.E. Volkov. Problems of Automation of the Workflow Process in the Higher Education Institutions. «INTELLECTUAL SYSTEMS AND INFORMATION TECHNOLOGIES», proceedings of the International Scientific and Practical Conference 2019, August, 19th to 24th Odesa, Ukraine. Odessa, 2019.
2. Grant Fritchey. SQL Server 2017 Query Performance Tuning: Troubleshoot and Optimize Query Performance 5th ed. Edition, (September 4, 2018), 963p.
3. Gerald Versluis, Steven Thewissen. Xamarin.Forms Solutions 1st ed. Edition, (December 7, 2018), 299p.

SOLVING CLASSICAL LINEAR SYSTEMS WITH THE HELP OF VARIATIONAL METHODS AND COMPUTER ALGEBRA

Tsukanova A. O., shugaray@mail.ru,

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute»

The given paper presents some basic results of analysis of well-known classical Gaussian elimination method of successive elimination of unknowns in solving some set of linear equations and new optimization method of gradient descent for solving general systems of linear algebraic equations, obtained after testing special program, written by our own in «Visual Basic for Applications».

An essence of our proposed numerical optimization method of gradient descent is that solving an arbitrary system of the following matrix form

$$A\vec{x} = \vec{b}, A = A_{m \times n}, \vec{b} = B_{m \times 1}, \vec{x} = X_{n \times 1},$$

is reduced to searching of minimizer, i.e. such vector $\vec{x}^* \in \mathbf{R}^n$, that

$$\min_{\vec{x} \in \mathbf{R}^n} f(\vec{x}) = f(\vec{x}^*),$$

for the next so-called residual function

$$f(\vec{x}) = (A\vec{x} - \vec{b}, A\vec{x} - \vec{b}) = \|A\vec{x} - \vec{b}\|^2, A \in \mathbf{R}^{m \times n}, \vec{b} \in \mathbf{R}^m, m \leq n.$$

Formally, this method consists in iterative generation of such sequence of points, i.e. descent trajectory $\{\vec{x}_k\}_{k \geq 0}$ that is sometimes called a relaxation trajectory, that converges to our true, real solution \vec{x}^* , that

$$f(\vec{x}_{k+1}) \leq f(\vec{x}_k), k \geq 0,$$

according to the following iterated scheme from two steps.

1. An arbitrary point is selected as an initial approximation \vec{x}_0 .
2. All the next points \vec{x}_{k+1} , $k \geq 0$, are determined by the formula

$$\vec{x}_{k+1} = \vec{x}_k - \lambda_k \cdot \text{grad}(f(\vec{x}_k)), \lambda_k > 0, k \geq 0.$$

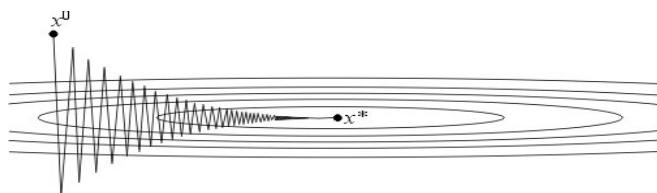
At each step we make some move along the vector of anti-gradient, in the direction of the fastest decrease of f , and, as a result, we get our necessary solution. In the mentioned above formula λ_k , $k \geq 0$, determines the step, i.e. some distance between couple of points \vec{x}_k and \vec{x}_{k+1} , $k \geq 0$. The main problem

in complicated process of choosing this step λ_k , $k \geq 0$, is to ensure that the next inequality

$$f(\vec{x}_{k+1}) \leq f(\vec{x}_k), k \geq 0,$$

is true. There exist various ways to choose this step multiplier λ_k , $k \geq 0$. Depending on this, different variants of numerical optimization method of gradient descent can be obtained. We have considered the simplest, but no less critical, in our opinion, method – the method with adaptive step selection.

The program consists of two parts: classical (Gaussian) and innovative (optimization). The result of well-known Gauss method is some conclusion about solvability or unsolvability of the system under consideration, based on application of Kronecker-Capelli theorem from classical algebra to the reduced system. The result of the second, optimization, part of the program is necessary solution, found with the help of proposed gradient descent method, running time of this method, as well as accuracy of all necessary calculations. After testing various systems of linear algebraic equations with the help of our program, we have mentioned the next important facts. The Gaussian method algorithm gives results in a fraction of seconds, while proposed optimization method produces the most accurate result in a short time not for every system. For some systems the program just loops during execution of this optimization algorithm. This fact experimentally proves that effectiveness of this descent method depends on value of its step: in optimal area significant «yawings» may occur due to need to correct step value of considered descent method. One schematic example of situation, when our method converges very slowly, is schematically demonstrated below.



We suppose the considered software product to become an effective intellectual system and innovative educational and methodological support for studying the course of linear algebra and a cycle of various related disciplines.

LINEAR STRETCHING OF THE DYNAMIC RANGE OF COLOR IMAGE COMPONENTS

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, Lviv; University of Lodz, Poland

One of the simplest methods of image contrast enhancement is dynamic range stretching. Usually, this stretching is implemented through the use of the entire available range of pixel intensities. This approach is easy to implement for monochrome halftone images [1]. But if we try to apply it to a color image, we get a color distortion of the original image. This is due to stretching of intensity values of each of the color components – R , G and B - to the maximum possible range. In order to eliminate the effect of excessive stretching of the intensity range, we have proposed an algorithm for balanced stretching of the intensity range of the R , G and B components of the color image. It is based on maintaining the balance of the intensity ranges of color components during their linear stretching.

The algorithm is as follows. Let the primary input color image L by its components R , G and B is given. Moreover, each component of this image is characterized by a corresponding range of intensities

$$R \in [R_{\min}, R_{\max}],$$

$$G \in [G_{\min}, G_{\max}],$$

$$B \in [B_{\min}, B_{\max}]$$

We assume, that the minimum possible value of each component is 0, and the maximum possible one is 255. The global values of minimum and maximum intensities are calculated using following expressions

$$MIN = \min \{R_{\min}, G_{\min}, B_{\min}\}$$

and

$$MAX = \max \{R_{\max}, G_{\max}, B_{\max}\}$$

Next, the expansion coefficient k is determined:

$$\Delta = MAX - MIN \quad (1)$$

and then

$$k = \frac{255}{\Delta}. \quad (2)$$

That is, substituting (1) into (2) we get

$$k = \frac{255}{MAX - MIN}. \quad (3)$$

Then, taking into account (3), after such balanced linear stretching, expressions for finding new limiting values of intensities will be:
for component R

$$R_{\min}^* = (R_{\min} - MIN) \cdot k,$$

$$R_{\max}^* = (R_{\max} - MIN) \cdot k,$$

for component G

$$G_{\min}^* = (G_{\min} - MIN) \cdot k,$$

$$G_{\max}^* = (G_{\max} - MIN) \cdot k,$$

for component B

$$B_{\min}^* = (B_{\min} - MIN) \cdot k,$$

$$B_{\max}^* = (B_{\max} - MIN) \cdot k,$$

The described approach allows us to preserve the proportions and position of the color components of the original image.

References

1. Javorskyj I.M., Pochapskyi Ye. P., Vorobel R.A., Rusyn B.P. Information technologies for nondestructive testing. Lviv, PH "Prostir-M". – 2018. – 508 p.

МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ПРОМЕНІВ НА ПЛОЩИНІ

Авраменко В. І., avicx@i.ua, Строєва В. О., vikastroeva@ukr.net.

Дніпровський державний технічний університет

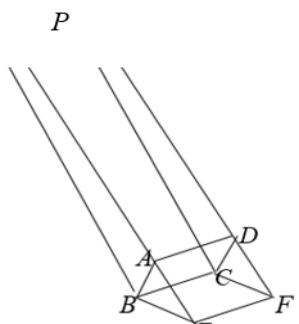
Розглянуто модель джерела випадкових променів в точці $P (0, 0, 0)$ над площею на відстані h . В точці P розташовано центр сферичної системи координат (r, θ, φ) . Відшукаємо щільність розподілу променів на поверхні нижньої півсфери радіусу r . Тоді полярний кут $0 < \theta < \pi/2$, а азимутальний кут $0 < \varphi < 2\pi$. Для рівномірного джерела щільність розподілу на поверхні півсфери повинна бути сталою, позначимо $f(r, \theta, \varphi) = C_1$. При інтегруванні по поверхні елемент $r \cdot \Delta\theta$ залишається незмінним, а елемент $r \cdot \Delta\varphi$ міняється, бо радіуси горизонтальних перетинів дорівнюють $r \cdot \sin\theta$.

$$C_1 \int_0^{2\pi} r \cdot \sin\theta d\varphi \int_0^{\pi/2} r \cdot d\theta = C_1 \cdot r^2 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi/2} \sin\theta d\theta = C_1 \cdot 2\pi \cdot r^2 = 1$$

Відкіля щільність розподілу на поверхні сфери

$$f(r) = \frac{1}{2\pi r^2} \quad (1)$$

Формула (1) задає щільність на поверхні півсфери, а не на поверхні



Малюнок 1. Співвідношення елементів $\Delta\theta \cdot \Delta\varphi$ та $\Delta x \cdot \Delta y$

площини, координати точок якої $r = \sqrt{h^2 + (x^2 + y^2)}$. На малюнку 1 наведено співвідношення між елементом $ABCD$ на поверхні сфери та його проекцією $BCFE$ на площину. Слухне співвідношення $S_{ABCD} \approx S_{BCFE} \cdot \cos\theta$. Тому що щільність розподілу є відношення ймовірності до елементу площини, то щільність на

площині для одинакових значень r менша за щільність на сфері. Отже

$$f(x, y) = f(r) \cdot \cos\theta = \frac{h}{2\pi} \cdot (x^2 + y^2 + h^2)^{-3/2} \quad (2)$$

Саме такий вигляд залежності був отриманий авторами методом Монте-Карло в роботі [1] для джерела з рівномірним законом розподілу променів у просторі.

У випадку нерівномірного джерела слід задати вид залежності щільності випромінювання від полярного кута θ (розподіл по азимутальному куту φ залишається сталим). Приймемо експоненціальний вид залежності неоднорідності $r_a = r_0 \cdot \exp(a \cdot \theta)$, $0 < \theta < \pi/2$, де a – змінний параметр, який характеризує неоднорідність по θ просторового джерела.

Отримуємо	щільність	розподілу
-----------	-----------	-----------

$$f_a(\theta) = \begin{cases} \frac{a \cdot \exp(a \cdot \theta)}{\exp \frac{a\pi}{2} - 1} & 0 < \theta < \frac{\pi}{2}, \quad a \neq 0 \\ \frac{2}{\pi} & a = 0 \end{cases}.$$

Повертаючись до щільності

розділу променів, шукаємо сталу C_2 :

$$C_2 \int_0^{2\pi} r_a d\varphi \int_0^{\pi/2} r_a \sin\theta d\theta = C_2 \cdot 2\pi \int_0^{\pi/2} (r_0 \cdot \exp(a \cdot \theta))^2 \cdot \sin\theta d\theta = 1$$

Після обчислень отримуємо вираз для щільності розподілу променів на поверхні сфери радіусом r_0 і переходячи, як і вище, до щільності розподілу променів на поверхні площини на відстані h від джерела, маємо

$$f_a(x, y) = \frac{4a^2 + 1}{2\pi(2a \cdot \exp(a \cdot \pi) + 1)} \cdot \frac{h \cdot \exp\left(2a \cdot \arccos \frac{h}{\sqrt{x^2 + y^2 + h^2}}\right)}{(x^2 + y^2 + h^2)^{3/2}} \quad (3)$$

Універсальним способом опису розподілів на площині можуть слугувати h -розподіли [1] з різними показниками степеню k . В області $|x| < 5, |y| < 5$ при $-0,8 < a < 0,5$ коефіцієнт детермінації R^2 для розподілів $f_a(x, y)$ і $f_k(x, y)$ перевищує 0,95. На цьому інтервалі рівняння регресії між значеннями параметра неоднорідності a і показником степеню kh -розподілу виражається формулою $k = 1,05 + 0,45 \cdot \exp(-1,35a)$ і має коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,99$. Таким чином, моделі з неоднорідними джерелами можуть описуватись як показниковим h -розподілом з різним значенням показника степеню k [1], так і експоненціальним розподілом з змінним параметром неоднорідності a (формула (3)).

Література

1. Авраменко В. І. Статистичне дослідження властивостей степеневих розподілів [Електронний ресурс] / В.І. Авраменко, В.О. Строєва. // Математичне моделювання – 2022 – №1 (46), - Кам'янське. с. 50-57.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ, ЗАДАНИХ РІВНЯННЯМИ ФРЕДГОЛЬМА ДРУГОГО РОДУ

Акулов А.Ю., akulovaofficial@gmail.com,

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дослідження параметрів систем, заданих рівняннями Фредгольма другого роду, є важливою частиною функціонального аналізу і математичного моделювання в багатьох галузях науки та інженерії. Рівняння Фредгольма другого роду можуть бути використані для опису різних фізичних, хімічних та інших процесів

$$\varphi(x) = f(x) + \lambda \int_a^b K(x,s) \varphi(s) ds,$$

де $\varphi(x)$ – відома функція, $K(x,s)$ – ядро рівняння, $\varphi(s)$ – невідома функція, яка є результатом розв'язування.

Дослідження параметрів цих систем може включати такі аспекти.

1. Існування та єдиність розв'язку. Важливо визначити умови, при яких рівняння має єдиний розв'язок, а також встановити існування цього розв'язку, тобто визначити, чи є функції $\varphi(s)$, які задовольняють рівнянню у визначеному інтервалі $[a,b]$. Щодо кількості розв'язків, треба встановити один чи більше розв'язків існує. Якщо ядро $K(x,s)$ та функція правої частини $\varphi(x)$ задовольняють умові Ліпшиця, то інтегральне рівняння має єдиний розв'язок. Цей розв'язок може бути знайдений аналітично або наближено.

2. Стійкість розв'язків. Вивчення поведінки розв'язків при зміні параметрів системи. Це може включати в себе аналіз стійкості розв'язків відносно малих змін у параметрах. Стійкість вказує на те, як розв'язки реагують на малі зміни у вхідних даних, параметрах або самому рівнянні. Важливо визначити, чи малі зміни цих даних приводять до малої зміни в розв'язку чи можуть привести до суттєвих змін, які роблять розв'язок нестійким.

3. Аналіз впливу параметрів. Визначення того, як зміна параметрів системи впливає на розв'язки, і які фізичні та математичні властивості це відображає.

4. Чисельні методи. Розробка чисельних методів для розв'язання рівнянь Фредгольма другого роду та обчислення їх параметрів. Так, деякі з них загальновідомі, а саме: **методи скінчених елементів, Монте-Карло, скінчених різниць, ітераційні методи та інші.**

5. Застосування. Важливо також розглядати конкретні застосування цих рівнянь у фізиці, інженерії, біології, економіці та інших галузях, де вони зустрічаються. Наприклад, найчастішим використанням у фізиці є опис дифузії, розподілу тепла, процесів у квантовій механіці та в інших природничих процесах. У економічній та фінансовій галузях рівняння Фредгольма другого роду можуть бути використані для побудови модельних ризиків та інвестиційних портфелів. Більш детально з цим матеріалом можна познайомитись за посиланнями [1] та [2].

Зазвичай, для дослідження параметрів систем, заданих інтегральними рівняннями другого роду, використовуються методи математичного та функціонального аналізів, звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь в частинних похідних, чисельних методів. Результати таких досліджень мають велике практичне значення для розв'язання конкретних завдань інженерної практики та технологій.

Бібліографічні посилання

1. **Abdul J. Jerri** «**Integral Equations and their Applications**». Збірник наукових праць. Dalhousie University, Canada, 2007р. – C.47–63.

2. **Brian Davies**. «**Integral Transforms and Their Applications**». Cambridge university, London, 2002р. – 806c.

ЧИСЛОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕКЛАСИЧНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ

Андрісов Д. А., dmitriyandrov0310@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В даній роботі розглянута одна із некласичних краївих задач для еліптичних рівнянь, а саме, задача стаціонарної тепlopровідності із терморегуляцією в двовимірній області.

Стаціонарний розподіл теплового поля в довільній області описується наступним рівнянням еліптичного типу: $\Delta u = -f(x, y)$ (1)

Також, задані наступні граничні умови:

$$u|_{\Gamma_1} = g(x, y) \quad (2)$$

$$\begin{cases} u \leq u_0 \\ \frac{\partial u}{\partial v} \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

Для розв'язання задачі використано метод скінчених елементів, що заснований на визначені температурного поля шляхом наближеного рішення відповідної варіаційної задачі. Задача розв'язку рівняння (1) з граничними умовами (2), (3) еквівалентна задачі визначення функції $v(x, y)$, яка мінімізує функціонал $I(v)$ виду

$$\inf_{v \in V} \left\{ I(v) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} \left[\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right] d\Omega - \int_{\Omega} f(x, y) v d\Omega \right\} \quad (4)$$

при наступних умовах: $V = \{v \mid v|_{\Gamma_1} = g(x, y); v|_{\Gamma_2} \leq u_0\}$ (5)

Отриману задачу умовної оптимізації розв'язуємо за допомогою метода верхньої релаксації.

Таким чином, в ході роботи були детально розглянуті постановка задачі та методи її розв'язання, а саме методи скінчених елементів та верхньої релаксації.

ЗАСТОСУВАННЯ СЕРВІСУ CLASSPOINT

У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Антоненко С.В. svitlanavantonenko@gmail.com, **Ізмайлова М.К.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Досвід кількох років дистанційного навчання показав, що для підтримки уваги студентів до лекційного матеріалу потрібні різні інтерактивні заходи. Життя висуває виклики – індустрія ІТ надає рішення. Ринок програмного забезпечення, яке спрощує роботу викладачів, розвивається швидкими темпами. І це дуже гарно. Сервіс mentimeter вже увійшов у нашу повсякденну роботу. В цій роботі розглянемо інший приклад, сервіс classPoint (<https://www.classpoint.io/classpoint-ai>).

Сервіс classPoint інтегрується в додаток MS PowerPoint і дозволяє робити опитування у всіх відомих форматах: вибір з кількох варіантів, хмара слів, коротка відповідь, малюнок тощо. Особливість цього ресурсу в тому, що в нього інтегрована можливість залучання штучного інтелекту для генерування запитань до слайду.

На рисунку 1 можна побачити приклад запитання з точки зору викладача та студента. Запитання згенеровано за допомогою штучного інтелекту.

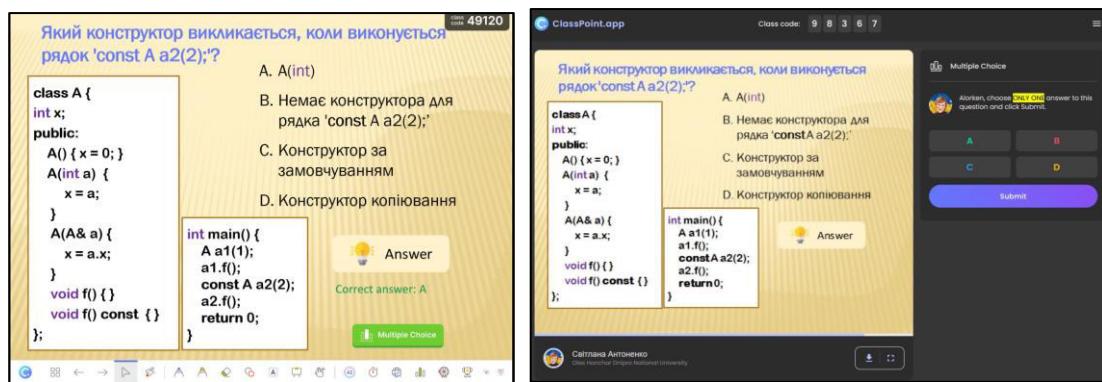


Рисунок 1 – Запитання з точки зору викладача та студента

На рисунку 2 представлено інформацію про результати тесту та студентів, які надали вірні відповіді.

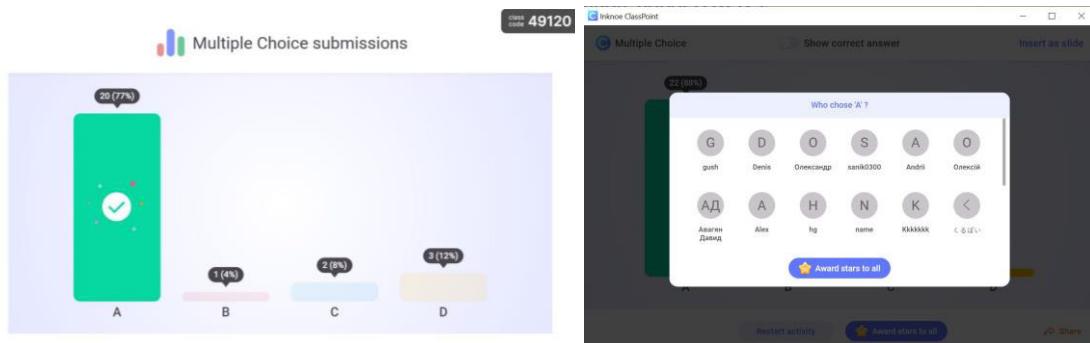


Рисунок 2 – Інформація про результати

Після відкриття вірної відповіді викладачем студент отримує повідомлення, чи був він правий. Викладач може заохочувати студентів, які надали вірні відповіді, зірочками (рисунок 3).

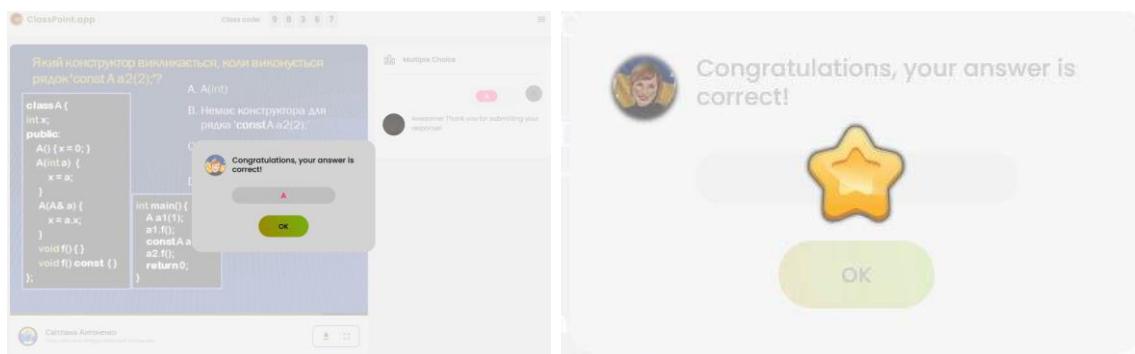


Рисунок 3 – Інформування та заохочення студента за вірну відповідь

Це ресурс є умовно платним. Безкоштовна версія має обмеження щодо типів і кількості питань. Крім того, в даному випадку доєднання до тесту означає доєднання до класу, в межах якого студенти мають змогу дивитись презентацію засобами ресурсу та виконувати всі тести цієї презентації. Обмеження безкоштовної версії стосується кількості студентів, що можуть доєднатися до класу. Ця кількість становить 25 студентів. В умовах великих потоків це, звісно, мало. Але цей обмежений обсяг стимулює студентів швидко реагувати та очікувати за свою активність і увагу заохочення.

Незважаючи на обмежений функціонал, він є досить корисним особливо за рахунок використання штучного інтелекту.

ЛІНІЙНІ ОПЕРАТОРИ В ЗАДАЧАХ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМУ ФУНКЦІЇ ТА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ

Бажан С.М., stasbazhan@gmail.com

Дніпровський державний технічний університет (www.dstu.dp.ua)

Застосування генетичних алгоритмів (ГА) до задач оптимізації є поширеною практикою, оскільки генетичні алгоритми є результативними і мають велику кількість різних модифікацій. В роботі досліджуються задачі пошуку глобального мінімуму функції однієї змінної та моделювання автоматизованого розкладу занять закладу освіти із застосуванням лінійних операторів.

На основі запропонованої операторної моделі [1], розроблено алгоритм пошуку глобального мінімального значення функції однієї змінної із застосуванням лінійних операторів, що належать до класу стохастичних операторів [2]. На відміну від класичного ГА, запропонована операторна модифікація не потребує дискретизації області пошуку та двійкового кодування її елементів.

Лінійні оператори, що використовуються, здійснюють перетворення елементів області пошуку, які аналогічні загальноприйнятим в теорії генетичних алгоритмів операціям рекомбінації та мутації [3] і, в певному сенсі, є їхніми узагальненнями.

Початкова популяція елементів області пошуку (деякий відрізок на якому визначено фітнес-функцію) включає граничні точки відрізу $[a, b]$, та множину точок, отриманих в результаті дії стохастичних лінійних операторів. Ітераційний процес базується на застосуванні лінійних операторів $P(\alpha)=\begin{pmatrix} \alpha & 1-\alpha \\ 1-\alpha & \alpha \end{pmatrix}$, де $0 < \alpha < 1$ є випадковим параметром. З

отриманої множини точок, обирається пара найкращих в сенсі мінімізації фітнес-функції, з якої утворюється нова область пошуку $[a_1, b_1] \subset [a, b]$ і процес формування нової популяції повторюється. Доведено збіжність даного алгоритму. У разі застосування операції мутації кількість додаткових точок з області пошуку визначається випадково або призначається.

Працездатність та ефективність даного алгоритму досліджувались для швидко осцилюючих функцій, відомих як тестові, а саме: функції Растрігінна, Швефеля, Лангермана, Михайлова, Хі Ші Янга.

Математичну модель складання розкладу реалізовано у вигляді транспортної задачі спеціального типу [4], яка розв'язується з використанням операторного підходу зі збереженням принципів ГА. Елементами популяції є матриці розкладів. Матриця розкладу представляє собою хромосому популяції, яка утворюється за допомогою стохастичних процесів. Введено поняття прийнятного розв'язку (не обов'язково оптимального) і критерії прийнятності: інтервал відхилення ваги матриці розкладу від нижньої грані ваги матриці найкращого розв'язку. Якщо матриця розкладу академічної групи не задовольняє введеним критеріям, то, до ней застосовується операція «керованої мутації» - застосування операторів перестановки рядків матриць. Процес є ітераційним і завершується, коли виконуються умови прийнятності розв'язку.

Таким чином для задачі складання розкладу можна згенерувати деяку популяцію розкладів. Після чого, спираючись на принципи робот генетичних алгоритмів, відбувається відбір кращих розкладів, які задовольняють критеріям прийнятності. Автором розроблено програмний додаток «Генератор розкладу», що реалізує на практиці розв'язання даної задачі.

Список використаної літератури

1. Олійник Л.О. (2019) Операторна модель рекомбінації в генетичних алгоритмах. с.- 14-21. Математичне моделювання: Науковий журнал - №1(40). – 210с.
2. Бажан С.М., Олійник Л.О. (2019) «Алгоритм пошуку екстремумів функцій однієї змінної» с.44-49 Математичне моделювання: Науковий журнал - №1(40). – 210с.
3. Leonid Oliinyk, Stanislav Bazhan. (2020) About Features of Mutation Application in a Modified Operator Genetic Algorithm. International Academy Journal Web of Scholar. 8(50).
4. Бажан С.М, Олійник Л.О, (2022). «Про алгоритм пошуку оптимального плану для транспортної задачі спеціального вигляду». Міжнародний науковий журнал «GRAIL OF SCIENCE» № 11.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ З ПРИСКОРЕННЯМ НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ

Балейко А.С., artembaleyko@gmail.com, Михальчук Г.Й.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На тлі швидкого технологічного розвитку служб доставки та логістики, оптимізація маршрутів грає критичну роль у поліпшенні ефективності та економії коштів. Використання програмного забезпечення для розрахунків стає ключовим аспектом цього процесу.

Для оптимізації роботи служби доставки розроблено програмне забезпечення, яке на основі вхідних даних про клієнтів формує найбільш ефективну мережу маршрутів. Вхідна інформація включає список запитів на доставку, кожен з яких має адресу клієнта, інформацію про товар та визначений час візиту. З урахуванням обмежень кількості транспортних засобів, їх вантажопідйомності та робочого часу, кожен маршрут повинен розпочинатися та завершуватися у депо. Базова версія програмного забезпечення розроблена для виконання обчислень на центральному процесорі (CPU).

Процес побудови оптимальної мережі маршрутів поділяється на два етапи. Початкове рішення формується на першому етапі, а на другому етапі воно оптимізується для створення більш ефективної мережі маршрутів. Для початкового рішення користувач може обрати один з запропонованих алгоритмів:

- алгоритм найближчого сусіда;
- алгоритм найбільш віддаленого сусіда;
- модифікований алгоритм Кларка-Райта.

Для вдосконалення початкового рішення застосовуються алгоритми:

- 2-opt;
- модифікований алгоритм Swap.

Для прискорення оптимізації маршрутів проведено роботу з перенесення алгоритмів на графічний процесор (GPU). Використання GPU дозволяє розпаралелювати обчислення та прискорювати їх виконання за рахунок використання тисяч потоків одночасно. Це особливо ефективно для задач, які вимагають великої кількості повторюваних операцій.

Розроблений для реалізації на CPU евристичний алгоритм розв'язання задачі маршрутизації передбачає багаторазове обчислення цільової функції. Розпаралелити процес покращення побудованих маршрутів можна за рахунок перенесення методу визначення значення цільової функції на графічний процесор. Реалізація такого підходу дозволила проводити розрахунки для пошуку найкращого варіанту обміну точок між маршрутами в алгоритмі Swap паралельно. На кожному кроці алгоритму Swap паралельно виконується підрахунок значення цільової функції для низки маршрутів, отриманих в результаті обміну точок. Розв'язок, що відповідає найменшому значенню цільової функції, обирається як поточний і дії з пошуку найкращого варіанту обміну повторюються.

Аналогічна схема застосована для алгоритму 2-opt. Обчислення значення цільової функції для кожного з можливих маршрутів виконується на GPU. Серед них обирається найкращій. Перелічені дії повторюються доки вдосконалення маршруту можливе.

Використання GPU та технології CUDA для оптимізації обчислень у програмному забезпеченні відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та швидкості оптимізації маршрутів, сприяючи подальшому розвитку та вдосконаленню служб доставки у сучасному світі.

РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ “ВИКЛАДАЧ ОЧИМА СТУДЕНТА”

Басов В.К., yanebasov@gmail.com, **Дзюба П.А.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Робота присвячена розробці веб-додатку для оцінювання викладачів студентами.

У вступі зазначається, що оцінювання викладачів є важливим елементом контролю якості освітнього процесу. Розробка такого веб-додатку дозволить автоматизувати процес оцінювання та підвищити його ефективність. Обґрутовується актуальність теми та визначаються цілі роботи.

Проведено аналіз існуючих веб-сайтів кафедр та визначено їх переваги і недоліки.

У першому розділі докладно аналізуються існуючі веб-сайти різних кафедр університету. Розглядаються їх структура, функціонал, інтерфейс. Виділяються позитивні риси та недоліки. На основі аналізу формулюються вимоги до розроблюваного веб-додатку.

Обґрунтовано вибір мов програмування та технологій для реалізації веб-додатку.

У третьому розділі наводиться варіантний аналіз мов програмування та технологій. Розглядаються PHP, Ruby, Python, HTML, CSS та інші. Обґрутовується вибір PHP, HTML, CSS та MySQL для реалізації даного веб-додатку.

У роботі при створенні бази даних було обрано СУБД MySQL та інструмент phpMyAdmin. MySQL є однією з найпопулярніших СУБД для веб-додатків, відрізняється високою швидкістю та надійністю. PhpMyAdmin дозволяє зручно адмініструвати базу даних через веб-інтерфейс.

Детально описано процес проєктування структури бази даних, вибір типів даних для стовпців, визначення ключів. Створено окремі таблиці для зберігання даних оцінювання різних груп та загальну таблицю результатів.

При реалізації було використано мову програмування PHP для створення серверної частини додатку. PHP дозволяє легко інтегруватися з HTML та ефективно працювати з базами даних.

Окремо приділено увагу захисту від SQL-ін'єкцій, що можуть компрометувати базу даних. Рекомендується використовувати параметризовані запити та перевірку введених даних.

Таким чином у роботі продемонстровано застосування сучасних веб-технологій для створення корисного та практичного додатку.

У роботі приділяється увага реалізації зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу веб-додатку. Для цього використовуються такі технології, як HTML, CSS та Bootstrap.

HTML відповідає за базову розмітку та структуру сторінок. CSS дозволяє оформити стилі та зовнішній вигляд елементів. А Bootstrap надає готові шаблони та компоненти для швидкої розробки адаптивного інтерфейсу.

Окремо реалізована можливість авторизації користувачів та надання різних прав доступу. Передбачено два рівні доступу: для звичайних користувачів та адміністраторів.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РАДІАЦІЙНОГО ПЕРЕНОСУ В СИСТЕМАХ ЗІ СФЕРИЧНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ

Баштовенко Я. Д., bashtovenko.y18@fpm.dnu.edu.ua, Книш Л. І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

На основі узагальненої математичної моделі процесу концентрації і з урахуванням обраних спрощень побудована математична модель концентрації сонячного випромінювання в системі «Сонце – сферичний концентратор – горизонтальна фокальна площа» та «Сонце – сферичний концентратор – вертикальна фокальна площа». Був складений комп’ютерний алгоритм та написаний код для розв’язання відповідної математичної моделі методом статистичних випробувань Монте-Карло. Аберації поверхні концентратора враховувалися в моделі за допомогою ймовірнісних законів розподілу. В якості критерію точності обирається коефіцієнт, що виражає кутові відхилення поверхні концентратора в частках кута розкриття Сонця. Отримано розподіл щільності концентрованого сонячного потоку у вертикальній та горизонтальній фокальних площах для математично ідеального та реального сферичних концентраторів.

Порівняні різні ймовірнісні розподіли для врахування абераций поверхні концентратора. Досліджено вплив змін значень радіуса сферичного концентратора на розподіл потоків концентрованого сонячного випромінювання. Досліджені характеристики сферичного концентратора при різних положеннях фокуса та визначено оптимальне положення, яке забезпечує максимальну концентрацію випромінювання.

Результати досліджень можуть бути застосовані при проектуванні перспективних сонячних енергетичних систем зі сферичними концентраторами для наземного та космічного базування.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КРИПТОГРАФІЧНОГО МЕТОДУ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛІВ

Бескостний О.К., alexzor9@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnu.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У сучасному інформаційному суспільстві безпека обробки та передачі даних має вирішальне значення. З цією метою розробляються різні методи криптографії для захисту інформації від несанкціонованого доступу. Однак існуючі методи не завжди є надійними та стійкими до атак, тому виникає необхідність у нових підходах до криптографії. [1]

Актуальність теми дослідження.

Використання фракталів є перспективним напрямком в криптографії, оскільки фрактальні об'єкти мають властивість самоподібності та дозволяють створювати складні за структурою дані за допомогою простих перетворень. Це ускладнює криptoаналіз шифрів, побудованих на основі фракталів [2].

Мета та завдання дослідження.

Мета - розробити алгоритм шифрування даних на основі фракталів та його програмну реалізацію.

Завдання:

- Дослідити існуючі підходи до побудови криptoалгоритмів з використанням фракталів.
- Розробити алгоритм шифрування даних на основі фракталів.
- Розробити алгоритм дешифрування даних.
- Створити програмну реалізацію алгоритмів мовою python.
- Провести тестування та оцінити криптостійкість алгоритму.

В роботі планується використати такі фрактальні функції:

1. Сніжинки Коха.
2. Множина Кантора.

3. Множина Жюліа [3].

Суть методу шифрування полягає в такому:

1. Повідомлення кодується у вигляді набору числових даних.
 2. Для шифрування обирається певна ітерована функційна система.
 3. Вихідні дані послідовно трансформуються системою. Відбувається шифрування.
 4. Кількість ітерацій визначається ключем.
 5. Для розшифрування застосовуються зворотні перетворення системи.
- Відбувається розшифрування.

Очікувані результати. Розробка алгоритму та програми шифрування/дешифрування даних на основі фракталів з високим рівнем криптостійкості.

Висновки. Фрактали є перспективним напрямком для створення нових криптоалгоритмів. Розроблений в роботі алгоритм та програма дозволять підвищити захист інформації.

Бібліографічні посилання:

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. 2002.
2. Можливості застосування фракталів у криптографії (автори С.Н. Чаговець, В.Н. Синявин, Н.В. Воронцова).
3. Рудик О. Основи фрактальної геометрії. 2019.
4. Mandelbrot, B.B. The fractal geometry of nature. Updated and Augmented; W.H. Freeman and Company: New York, 2002.

ДО РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Биченков М.В., dbynbr9801@gmail.com

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Запропоновано розроблення методики визначення рівня економічної безпеки України, що складається з методики створення моделі оцінки рівня економічної безпеки України, та методики створення моделей прогнозування розвитку складових економічної безпеки України, які дозволяють спрогнозувати інтегральні показники складових економічної безпеки України. Одним з найважливіших питань післявоєнного відновлення України є відновлення економіки держави та створення умов щодо нарощування її спроможності функціонувати в умовах викликів воєнного стану та жорсткої конкуренції в світовій економіці мирного часу [1]. Показником, за яким на державному рівні оцінюють спроможність функціонування економіки України у визначених умовах, є рівень економічної безпеки держави.

Вивчення діючих методичних рекомендацій [2] щодо розрахунку рівня економічної безпеки України показало, що вони на цей час недостатньо ефективні: носять рекомендаційний характер; для розрахунку економічної безпеки та її складових запропоновані усталені вагові коефіцієнти, механізм розрахунку яких відсутній; усталені вагові коефіцієнти довоєнного періоду потребують перерахунку.

В ході роботи проведено аналіз відомих математичних методів, де відзначаються переваги класу індуктивних методів для побудови моделі визначення рівня економічної безпеки України. Адже, особливістю складної динамічної системи “Економічна безпека України” є невідомість взаємозалежності між загальним показником ефективності “Рівень економічної безпеки України”, частковими показниками рівня економічної безпеки України та групою аргументів, які визначають рівень розвиненості часткових показників рівня економічної безпеки України.

Була запропонована Методика визначення рівня економічної безпеки України, яка складається з:

1. методики побудови моделі оцінки рівня економічної безпеки України та моделей її складових (методика була сформована з використанням методу найменших квадратів);
2. методики побудови моделей прогнозування розвитку складових економічної безпеки України (методика побудована з використанням методу авторегресії).

Адекватність побудованих регресійних моделей перевірена за результатами експерименту, в якому в якості навчальної послідовності були визначені дані за 2010-2017р.р., в якості контрольної послідовності – дані за 2018-2020рр. Результати розрахунків були порівняні з реальними повоєнними даними 2022 року. Порівняння результатів дало змогу зробити висновок стосовно впливу російської агресії на рівень економічної безпеки України. На основі отриманих результатів зроблено прогноз рівня економічної безпеки України до 2027 року.

Подальшим напрямом дослідження буде визначення стратегії розвитку економіки України для її післявоєнного відновлення з використанням сформованих моделей. На основі методики була розроблена система підтримки прийняття рішень «Визначення рівня економічної безпеки України».

Література

1. www.president.gov.ua/documents/2662022-42225
2. Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України, затверджені наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 року № 1277 режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text>

**ПРО ЗАДАЧУ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РОБІТ ДЛЯ
КОМПЛЕКСІВ МАШИН ПІДПРИЄМСТВА НА ОБ'ЄКТАХ**

Богомаз В.М., Бісик С.П., Богомаз О.В.,

wbogomas@i.ua

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

В умовах воєнного стану своєчасне та якісне відновлення об'єктів транспортної інфраструктури держави при їх руйнуванні з різних причин (природного або військового характеру) є досить актуальним. При відновленні окремих елементів об'єктів інфраструктури проводиться великий об'єм робіт, для виконання яких формуються комплекси будівельних машин.

Задача ефективного розподілу об'ємів робіт між комплексами будівельних машин підприємства на декількох об'єктах будівництва або відновлення з урахуванням її транспортування на об'єкти є актуальною.

Нехай виникла необхідність відновлення на k об'єктах виконання завдань з відповідними об'ємами робіт $V_i, (i = \overline{1, k})$, які знаходяться на відстанях $L_i, (i = \overline{1, k})$ від місця розміщення підприємства відповідно. Відстань транспортування ґрунту після його завантаження в транспортний засіб до кожного об'єкта відновлення дорівнює $l_i, (i = \overline{1, k})$.

Нехай на підприємстві є n типів будівельної техніки з відповідними величинами продуктивності $\Pi_j, j = \overline{1, n}$, які працюють в комплексі з n типами транспортних засобів. Нехай x_{ij} - об'єм земляних робіт, виконаний j -им типом машини на i -ому об'єкті відновлення. Показниками якості розподілу робіт визначимо сумарні час виконання та вартість.

Задача полягає у визначенні таких об'ємів x_{ij}^* , які виконують умову

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^* = V_i \quad \forall i = \overline{1, k} \text{ та забезпечують мінімальні час та вартість виконання}$$

робіт в цілому для підприємства (на всіх об'єктах). При цьому ефективним розподілом робіт (розв'язком) в задачі будемо називати таку матрицю розподілу об'ємів \bar{X} , якщо будь-яка її варіація призводить до погіршення одного з двох показників якості (вартості та часу виконання робіт). Сукупність матриць ефективного розподілу об'ємів \bar{X} будемо називати множиною ефективних розв'язків задачі.

Для розглянутої задачі побудовано математичну модель, яка являє собою двокритеріальну задачу лінійного програмування. В роботі запропоновано алгоритм побудови ефективного розподілу об'ємів робіт для комплексів машин підприємства на k об'єктах відновлення транспортної інфраструктури. Для побудови множини ефективних розв'язків задачі показники якості представлені як функції від вектору параметрів α з кількістю компонент k .

Для розв'язування чисельного прикладу розглянутої задачі (при $n=3$ та $k=3$) за запропонованим алгоритмом розроблено програмне забезпечення у системі аналітичних розрахунків Maple, в результаті залучення якого для розглянутого прикладу побудовано множину припустимих об'ємів виконання земляних робіт, множину ефективних розв'язків.

**ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА
ВИЗНАЧЕННЯ ПСИХОТИПУ ЛЮДИНИ**

Богуславська І. О., iryna.bohuslavskaya.mitupz.2022@lpnu.ua,

Басюк Т. М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

НУ «Львівська політехніка»

Психологічне тестування та опитування клінічного психолога стають важливою допомогою підприємствам у відборі потрібних працівників. Психологічні тести для оцінки кандидатів визначають, чи є ця особа відповідною для компанії, та визначають, чи володіє кандидат достатніми здібностями для підвищення ефективності вашої організації. Психологічна оцінка може бути застосована для перевірки працівників, планування спадкоємності, управлінського відбору, прийняття рішень щодо прийому на роботу та консультування працівників. З фінансового погляду психологічне тестування може допомогти вашій компанії уникнути непродуманого найму непридатних співробітників, що може зекономити тисячі доларів для організації. Психологічна оцінка може також захистити вашу компанію, відсікаючи кандидатів, які не підходять для вашого бізнесу [1].

Основне завдання дослідження полягає у створенні інформаційної системи, яка може визначати психотип користувача та надавати рекомендації з переліком можливих професій. Актуальність розробки системи набуває новогозвучання, коли ви починаєте розуміти, чому ви відмінно ладнаєте з одними людьми, а з іншими завжди виникають конфлікти [1]. Це пояснюється індивідуальними уподобаннями та типами особистості. У кожного із нас є свій унікальний тип особистості, який впливає на спосіб взаємодії з іншими. Розуміння власного типу особистості збільшує ймовірність успішної комунікації та сприяє адаптації свого стилю до співпраці з різними людьми.

З початку було здійснено проектування системи за допомогою об'єктно-орієнтованого підходу [2]. Основна функціональність системи зображенна на діаграмах варіантів використання (Рис.1).

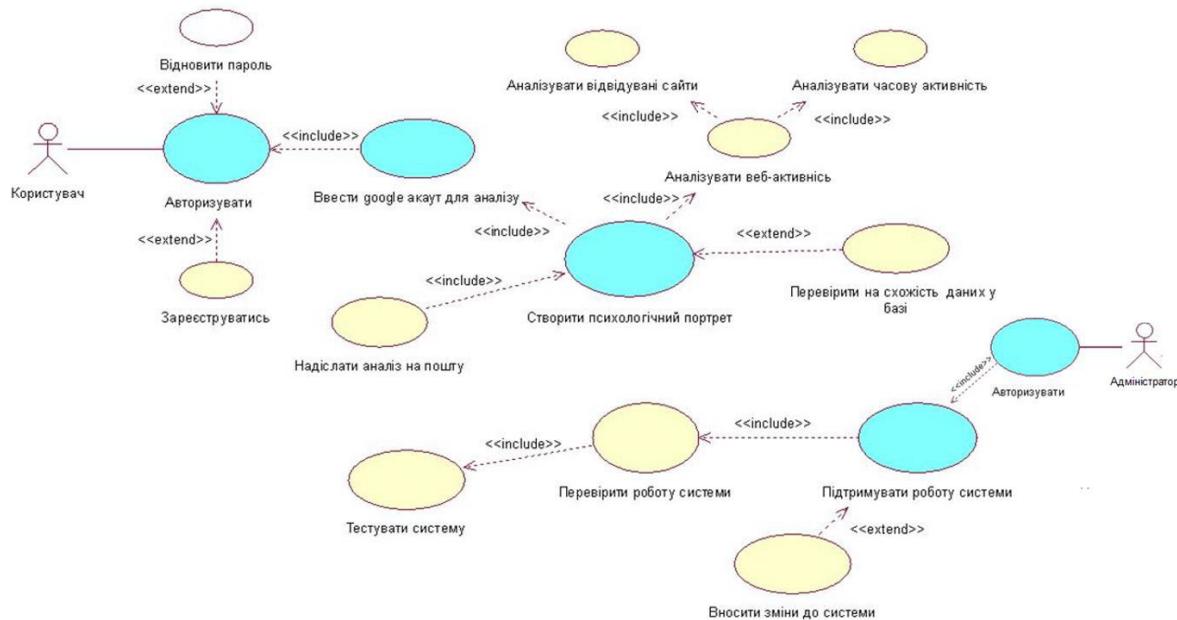


Рис.1.Діаграма віріантів використання

Користувач хоче отримати свій психологічний портрет. Він реєструється або авторизується після успішного входження в систему користувач бачить поле вводу для імейлу і вводить свій імейл, який привязаний до Google акаунта. Після коректного введення та натискання кнопки Submit система починає аналізувати веб-активність та створює психологічний портрет в виді опису в текстовому документі та надсилає це на пошту введену раніше.

1. Іванова С. Мистецтво добору персоналу. Як оцінити людину за годину /С.Іванова. – К.: Моноліт-Bizz, 2021. – 304с.
2. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: курс лекцій / О. В. Кустовська. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 124 с.

ПРО УЗАГАЛЬНЕНУ СХЕМУ СКЛАДНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПЛАТФОРМИ ХМАРНИХ ПОСЛУГ

Божуха Д.І., bozhukha.d22@fpm.dnu.edu.ua,

Байбуз О.Г., baibuz_o@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Приділена увага узагальненій схемі реалізації функцій управління при врахуванні особливостей інфраструктури інформаційних технологій сучасного хмарного середовища з завданнями управління навантаженням та ресурсами. Стан системи вимірюється за великою кількістю параметрів, наприклад, за вимірами ресурсів, навантажень, динаміки навантажень та інше [1]. Логічна архітектура системи представлена схемою системи масового обслуговування (СМО) з визначеними ресурсами обслуговування з декотрою чергою вимог (замінимо на термін «послуга»). Це представлення дозволяє аналітично дослідити показники ефективності функціонування системи розімкнутого типу: середні кількості послуг та зайнятих ресурсів, середнього часу очікування та перебування послуг в системі і на окремих ресурсах. Побудована дискретна система може додатково визначена кінцевим графом станів у просторі, інтенсивностями переходів між станами та початковими умовами. Спрацьовування станів системи у поставленій задачі представляє інтерес, але є складним щодо програмної реалізації. Для аналітичного дослідження системи не вистачає статистичних даних спрацьовування вузлів системи за такими параметрами, як час. Системи, які мають однакову архітектуру, але різні ресурси на рівнях системи, - повинні досліджуватися окремо для подальшого поєднання вагомих параметрів. Тому надалі планується створення різних типів архітектури системи та використати апарат імітаційного моделювання.

Бібліографічні посилання

Жаріков, Е. В. Інформаційна технологія управління ІТ-інфраструктурою хмарного центру оброблення даних: дис. д-ра техн. наук: 05.13.06 – інформаційні технології / Жаріков Едуард В'ячеславович. – Київ, 2020. – 402с. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/34283>.

ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ ФІТНЕС ДОДАТКІВ

Бондаренко Б. Р. bogdan.bondarenko99@gmail.com,

Сидорова М. Г. Sidorova.m.g@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Проблеми недостатньої фізичної активності, малорухливого способу життя та зайвої ваги вже довгий час є актуальними для людства. Вони були поширеними ще задовго до епідемії COVID-19, але згідно з публікацією журналу «BMC Public Health» [1], з початком пандемії ситуація значно погіршилася в результаті збільшення кількості факторів, що впливають на цю проблему.

Відомо, що будь-яка діяльність, як то навчальний процес чи виконання фізичних вправ сприймається набагато легше, якщо ці активності представлені у вигляді гри. Дослідження [2] показують, що застосування віртуальної реальності при фізичних вправах є ефективним та має потенціал позитивно впливати на фізичний та психологічний стан. Таким чином розроблення фітнес додатків з інтеграцією віртуальної реальності є досить корисною, актуальною та не достатньо вивченою задачею.

Метою цієї роботи є проведення аналізу застосування віртуальної реальності для стимулювання фізичної активності, існуючих популярних фітнес додатків та засобів їх розроблення.

На ринку фітнес додатків відомими продуктами є Beat Saber, Les Mills Body Combat, FitXR, Supernatural, Headspace, VireFit, HOLOFIT, Sparc, Holopoint, Knockout League, Superhot, Echo Arena, AudioShield, Raw Data, ROM: Extraction, Holoball та інші. Кожен з них має як переваги так і недоліки.

Серед переваг можна виділити цікаві тренування за допомогою різних механік, регулювання інтенсивності, якісна графіка, можливість командних тренувань.

Найпопулярнішими недоліками є монотонність або передбачуваність гри, відсутність оновлень, непродуманість навантаження (від дуже легкого до травмонебезпечного), неякісна графіка, що може впливати на якість самопочуття, відсутність навчання тощо.

Загальною проблемою більшості додатків є недостатній рівень стимулювання користувача продовжувати тренування. Вирішенням цієї проблеми може стати розроблення фітнес додатку, який би брав найкраще від представлених застосунків та мав певні особливості, які б сприяли заохоченню користувача використовувати цей додаток знов і знов.

Інтеграція віртуальної реальності в застосунок є досить важкою задачею через наявність різноманітних пристрій від різних виробників (шлеми, окуляри, джойстики, костюми, LCD-екрани, спеціалізовані тренажери тощо), які мають свою специфіку та відмінності.

Найпопулярнішими інструментами розроблення додатків з віртуальною реальністю є рушії Unity, Unreal Engine та Godot, які окрім основних переваг мають детальну документацію та керівництва для розробників.

Бібліографічні посилання

1. Tahir Yousuf Nour; Kerim Hakan ALTINTAŞ (2023-05-30). “Effect of the COVID-19 pandemic on obesity and its risk factors: a systematic review”. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10227822/>
2. Jiali Qian; Daniel J. McDonough; Zan Gao (2020-06-17). “The Effectiveness of Virtual Reality Exercise on Individual’s Physiological, Psychological and Rehabilitative Outcomes: A Systematic Review”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7312871/>

ЕТАПИ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ В НАНОРІДИННОМУ ТЕПЛОНОСІЇ СОНЯЧНИХ ПАРАБОЛОЦИЛІНДРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Борисенко А.Г., andrewb1456@gmail.com, Книш Л.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Термодинамічний спосіб перетворення сонячної енергії набуває широкої популярності в світі. На відміну від фотоелектричних систем, в яких електричний струм генерується напряму в шарі сонячних кремнієвих елементів, в термодинамічних системах генерація електричного струму здійснюється за допомогою відповідного теплового циклу. Отримання теплових потоків та температур, які характерні для теплових циклів, здійснюється з використанням концентраторів. Термодинамічні сонячні енергетичні системи з параболоциліндричними концентраторами (ПЦК) є найбільш розповсюдженими в світовій сонячній енергетиці. В порівнянні із фотоелектричними системами, ефективність яких не перевищує 15-18%, в сонячних параболоциліндричних станціях (ПЦС) ефективність досягає 25%. Ефективності ПЦС напряму залежить від якості системи прийому сонячного випромінювання, яка складається з ПЦК, в фокусі якого знаходитьться трубчатий тепlopriймач з теплоносієм. Покращення конвективного теплообміну в тепlopriймачі – основна ціль даного дослідження.

Для інтенсифікації конвекції в даній роботі пропонується в якості теплоносія використовувати нанорідину, яка готується шляхом додавання в теплоносій ПЦС Syltherm800 частинок Al_2O_3 нанометрового розміру. Тепломасообмін в такому теплоносії має характерні особливості, які були детально досліджені та проаналізовані. Цей аналіз проводився на основі створеної 3D математичної моделі конвективного теплообміну в трубчатому каналі ПЦС та складався з декількох етапів.

На першому етапі моделювався 3D конвективний теплообмін в тепlopriймачі ПЦС при ламінарному русі нанорідини з граничними

умовами першого та другого роду на зовнішній поверхні. Така математична модель розв'язувалась на основі методу контрольних об'ємів з процедурою розщеплення по радіальним та кутовим координатам. Залежність теплофізичних властивостей нанорідини від температури знаходилась шляхом апроксимації даних для базової рідини та напівемпіричних залежностей для нанорідини. Відповідний числовий алгоритм та створений програмний додаток використовувались для подальшого комп'ютерного моделювання параметрів ПЦС та верифікації отриманих числових даних.

На другому етапі моделювався ламінарний та турбулентний конвективний теплообмін в тепlopriймачі при реальних граничних умовах на його поверхні, в яких враховувався нерівномірний тепловий потік від ПЦК та конвективні та радіаційні втрати з поверхні тепlopriймача. Розподіл щільності концентрованого теплового потоку на поверхні тепlopriймача знаходився через апроксимацію числових даних, отриманих методом Монте-Карло. Верифікація результатів моделювання проводилася шляхом порівняння з експериментальними даними.

Отримані результати показали, що використання нанорідини в цілому підвищує теплову ефективність системи прийму ПЦС. В той же час, додавання наночастинок в теплоносій збільшує гідродинамічний опір системи. Тому на третьому заключному етапі дослідження була проведена термодинамічна оптимізація системи, яка базувалась на методах незворотної термодинаміки з ентропійним аналізом параметрів нанорідини. Для цього була досліджена взаємодія між гідродинамічними та тепловими параметрами системи та визначені оптимальні гідродинамічні параметри системи прийому ПЦС із нанорідинним теплоносієм, при яких її тепрова ефективність буде найвищою.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ DATA SCIENCE
ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ЦІН КРИПТОВАЛЮТ**

Борщ К.В., borskarina54@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Притоманова О.М., prytomanova.olga@kneu.edu.ua

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (kneu.edu.ua)

Через стрімке зростання своїх цін криптовалюти приваблюють інвесторів, але їх ціни можуть різко змінюватися за короткий проміжок часу. Класичні методи прогнозування даних, що подаються у вигляді часових рядів, такі як: авторегресія (AR), ковзне середнє (MA), авторегресійне ковзне середнє (ARMA), авторегресійне інтегроване ковзне середнє (ARIMA), мають низку обмежень. Ці обмеження стосуються, перш за все, наявності у часовому ряді стаціонарності.

З розвитком методів Data Science, які можуть не мати означених обмежень, для прогнозування динаміки цін криптовалют все більше почали застосовувати нейронні мережі. Численні дослідження виявили, що нейронні мережі типу MLP, LSTM, CNN, GRU перевершують традиційні методи у точності прогнозу. Складність застосування заключається у виборі структури нейронної мережі, методів її навчання.

Для прогнозування було взято динаміку ціни криптовалюти Binance з 2020 по 2023 роки (рис. 1). Обрана нейронна мережа – багатошаровий перцептрон Розенблата з 10 прихованими шарами (рис. 2), що навчається методом зворотного розповсюдження помилки.

Застосування нейронних мереж до задачі прогнозування часових рядів має рід особливостей: на вхід подаються перші різниці, щоб видалити тренд; суттєва кількість лагів, оскільки попередні значення є пояснюючими змінними. Важливим етапом при оцінці якості моделей є розрахунок обраних характеристик таких як MSE, RMSE. Для даних було взято п'ять лагів, оскільки п'ять торгових днів є суттевими для ринку.

Мовою програмування *R* в середовищі програмуванні *RStudio* було розроблено програмне забезпечення (рис. 4) за допомогою готових модулів для навчання та підбору нейронних мереж (*nnet*), прогнозування (*predict*) та візуального представлення (*plot*, *ggplot2*) було спрогнозовано дані (рис. 3) чорним кольором, а сірим – історичні дані.

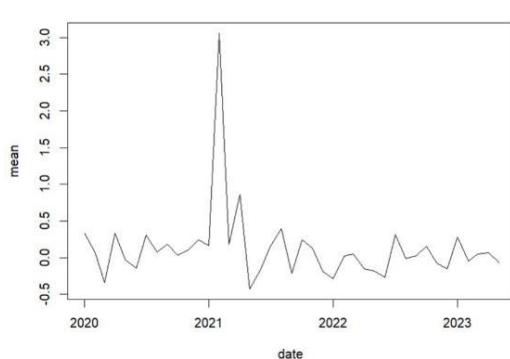


Рисунок 1 – Динаміка ціни Binance

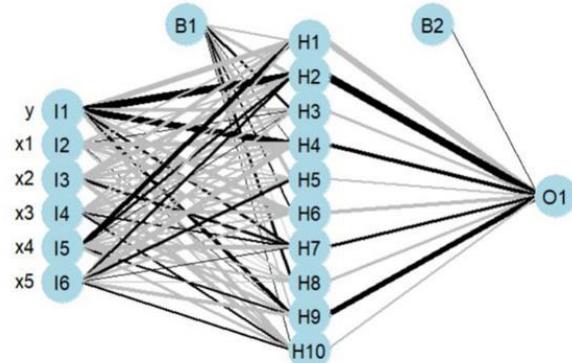


Рисунок 2 – Нейронна мережа

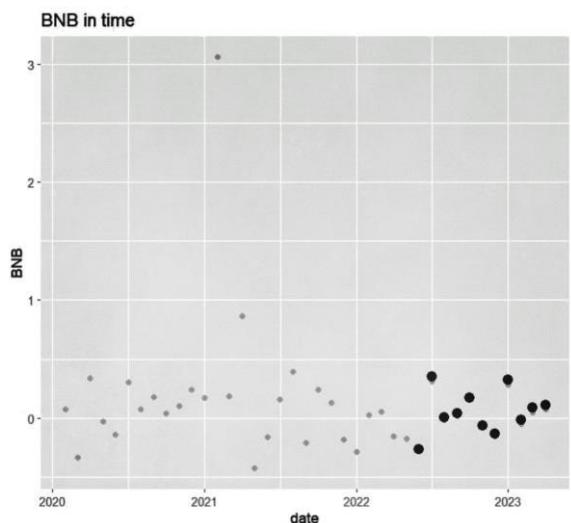


Рисунок 3 – Майбутні значення для Binance Рисунок 4 – Фрагмент коду

```

#to stationarity
df = diff(f$mean, differences = 1)
df <- as.data.frame(df)
df

#scaling
ymax <- max(df$df)
ymin <- min(df$df)
df$y <- (df$df - ymin) / (ymax - ymin)
df$y

#lagging
df$x1 <- dplyr::lag(df$y)
df$x2 <- dplyr::lag(df$y,2)
df$x3 <- dplyr::lag(df$y,3)
df$x4 <- dplyr::lag(df$y,4)
df$x5 <- dplyr::lag(df$y,5)

| ff_ts <- nnet::nnet(xtrain[,2:7], train$y, linout = TRUE, size = 10, maxit = 10000)
| ff_ts
p_ff_ts <- predict(ff_ts, test[,2:7])
p_ff_ts
mse_ff_ts<-sum((test[,1]-p_ff_ts)^2)/length(p_ff_ts)
mse_ff_ts
rmse_ff_ts <- sqrt(mse_ff_ts)
rmse_ff_ts

```

Показник точності прогнозу $MSE = 0.2893$, $RMSE = 0.5379$.

Розрахунки прогнозних значень майбутніх цін криптовалют на 5 або 10 днів вперед з прийнятним рівнем точності нададуть можливість приймати рішення щодо управління ефективним портфелем криптовалют.

ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКРИЛИХ ХАОТИЧНИХ АТРАКТОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ТИПУ ЛОРЕНЦА

Булгаков Є. Д., Білозьоров В. є.

bulgakov1908@gmail.com, belozvye2017@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У 1963 р. Лоренц відкрив першу класичну хаотичну систему. З того часу, протягом останніх шести десятиліть, хаос як дуже цікаве нелінійне явище, інтенсивно досліджується математичними, науковими та інженерними спільнотами. Хаотичні системи залучили дослідників через їхню складну поведінку і потенціал застосування у різних галузях.

У даній роботі представлено дослідження, проектування та аналіз багатокрилих хаотичних атракторів із використанням модифікованої системи типу Лоренца. Багатокрілові хаотичні атрактори представляють собою особливий клас динамічних систем, що вирізняються складною структурою та хаотичною поведінкою. Дослідження зосереджено на розширенні класичної системи Лоренца для створення багатокрилих хаотичних атракторів, що в свою чергу демонструє складну, різноманітну й непередбачувану динаміку.

Метою даного дослідження є проектування багатокрилих хаотичних атракторів з використанням системи типу Лоренца шляхом введення додаткових параметрів та умов, що підвищують складність системи, з метою вивчення її динамічних властивостей, структури та можливостей застосування. Ми модифікували систему Лоренца, додавши додаткові члени, для створення «унікального» атрактора. Ці додаткові члени сприяють створенню додаткових «крил» в атракторі, що призводить до більш складної та різноманітної поведінки системи[1].

За допомогою чисельного моделювання та аналітичного дослідження ми вивчаємо динамічні властивості модифікованої системи. Аналіз показує багате розмаїття форм атракторів та його чутливість до зміни параметрів. Інструменти візуалізації та аналізу допомагають зрозуміти складну геометрію та багатокрилову структуру цих атракторів.

Дане дослідження демонструє успішне створення багатокрилого хаотичного атрактора на основі системи типу Лоренца. Було проведено численні експерименти, що ілюструють різні форми і структури багатокрилих атракторів залежно від показників системи. Слід зазначити, що цей аналіз може сприяти зростанню обсягу досліджень присвячених новим хаотичним системам та їх практичному застосуванню, оскільки розроблена структура пропонує універсальну платформу для подальших досліджень[2].

Крім цього, отримані результати підкреслюють інтригуючу природу багатокрилих хаотичних атракторів і відкривають шляхи для майбутніх напрямів досліджень у розумінні та використанні складних динамічних систем для практичних додатків. Дослідження показує, що модифіковані системи типу Лоренца можуть бути чудовим інструментом, оскільки мають складні форми, унікальну і непередбачувану природу, а отже й потенціал застосування в таких областях, як: захист зв'язку, криптографія, генерація випадкових чисел і телекомунікаціях. Подальші дослідження можна сфокусуватися на оптимізації параметрів системи для конкретних додатків та аналізу їхньої стабільності.

Бібліографічні посилання:

1. SIMIN YU, WALLACE K. S. TANG, JINHU LÜ, and GUANRONG CHEN. International Journal of Bifurcation and Chaos: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MULTI-WING BUTTERFLY CHAOTIC ATTRACTORS VIA LORENZ-TYPE SYSTEMS. Vol. 20, No. 01, pp. 29-41 (2010)
2. A.S. Elwakil; S. Ozoguz; M.P. Kennedy. Creation of a complex butterfly attractor using a novel Lorenz-Type system. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications (Volume: 49, Issue: 4, April 2002)

ВИКОРИСТАННЯ АРХІТЕКТУРИ YOLO У ЗАДАЧІ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Вергелес К.Ю., kari.verheles@gmail.com, Ємел'яненко Т.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Виявлення об'єктів (object detection) – техніка комп'ютерного зору, яка передбачає ідентифікацію та локалізацію об'єктів на зображенні або відео. Результатом роботи алгоритмів є назва об'єкту та обмежувальна рамка із інформацією про його місцезнаходження. Задача виявлення об'єктів має широке застосування у різних сферах, зокрема, при створенні авто-пілотів, а також у медичних, промислових системах та системах захисту.

Більшість сучасних моделей використовують архітектуру глибокого навчання для вирішення даної задачі. Архітектура YOLO (You Only Look Once) вирізняється з-поміж інших тим, що виявлення об'єктів відбувається за одне проходження зображення через структуру мережі. Для цього алгоритм розбиває вхідне зображення на сітку розміром S^2S . На основі кожної клітинки сітки розраховуються обмежувальні рамки областей, які відповідають об'єктам, а також ймовірність наявності об'єкта в області рамки, що дорівнює метриці IoU – відношенню області перетину областей, які відповідають об'єктам, до об'єднання таких областей. Таким чином, визначаються області із найвищим рівнем вміщення об'єкту певного класу, завдяки повторному застосуванню даного методу до моменту, поки усі області не будуть обрані у вихідний результат або виключені з нього.

На даний момент, найбільш актуальною версією алгоритму YOLO є YOLOv8, розроблена компанією Ultralytics [1]. Серед переваг даної версії над попередніми можна виділити покращену точність передбачень, більш швидку обробку та видачу результату, різні типи основи мережі, використання удосконалених методів аугментації даних та інші. YOLOv8 дозволяє використовувати одну із моделей, попередньо навчених на наборі даних COCO та проводити навчання із використанням власного набору.

Для обраної задачі виявлення продуктів на зображені було використано набір даних [2], що містить 8337 зображення із підписами наявних на ньому об'єктів у навчальній вибірці та 824 зображення у валідаційній. Дані поділені на 120 класів, що описують продукти харчування. Для дослідження було використано модель YOLOv8 Nano, попередньо навчену із використанням даних COCO, та для додаткового навчання на обраному наборі даних було застосовано параметри за замовчуванням: оптимізатора auto (комбінація оптимізаторів AdamW та SGD на різних етапах), коефіцієнту швидкості навчання рівного 0.01, розміру серпії (batch) рівного 16 елементам тощо.

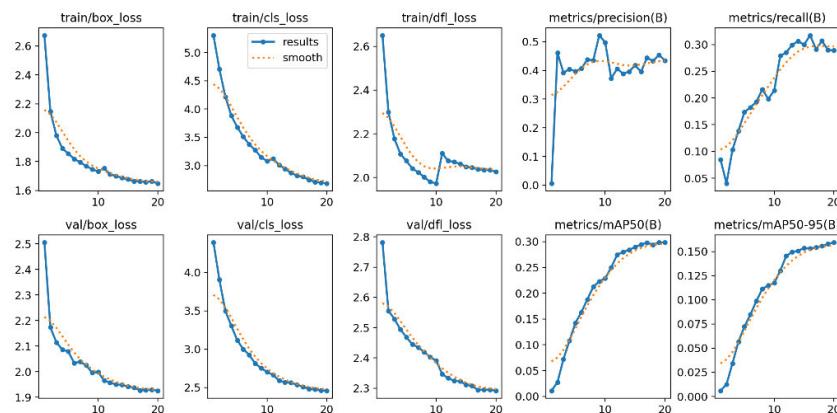


Рис.1 – Графіки результатів навчання мережі YOLOv8 із параметрами за замовчуванням

Таким чином, архітектура YOLO може використовуватись для розв'язання різноманітних задач, пов'язаних із виявленням об'єктів. Її найбільш актуальна версія, YOLOv8, може виконувати задачу пошуку об'єктів за оптимальний час та із високою точністю завдяки коректно налаштованим гіперпараметрам.

Перелік використаних джерел

1. Бібліотека Ultralytics [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.ultralytics.com/>.
2. FOOD-INGREDIENTS dataset [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://universe.roboflow.com/food-recipe-ingredient-images-0gnku/food-ingredients-dataset/dataset/4>.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СПОТВОРЕНІХ ДАНИХ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛА КВАЗІПРОТЯЖНОСТІ

Вовк С.М., vovk_s_m@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для вирішення задач аналізу даних та прийняття рішень запропоновано нову інформаційну технологію обробки спотворених даних. Вона спирається на запропоновану узагальнену модель процесу обробки, яка ґрунтуються на функціоналі квазіпротяжності, та уможливлює ефективне рішення таких задач, як чисельне диференціювання і згладжування даних за наявності шуму і аномальних значень, пошук розрідженої розв'язку, оцінювання параметра, який на інтервалі спостереження приймає декілька значень, тощо. Функціонал квазіпротяжності уведено на основі таких означенень.

Означення 1 (Titchmarsh E. C. [1]). Нехай в інтервалі (a,b) функція $\chi(x)=1$ на певній множині X та $\chi(x)=0$ в інших точках. Інтеграл Рімана від функції $\chi(x)$ може бути названий протяжністю E множини X , так що [1]:

$$E(X) = \int_a^b \chi(x) dx. \quad (1)$$

Протяжність є узагальненням довжини інтервалу [1].

Означення 2. Нехай в інтервалі (a,b) задана дійсна функція $f(x)$ та $X = \{x \in (a,b) \mid f(x) \neq 0\}$ і $f(x) = 0; x \notin X$. Строга протяжність $f(x)$ на (a,b) є:

$$E[f(x)] = \int_a^b \varphi[f(x)] dx, \quad (2)$$

де $\varphi(x) = \operatorname{sgn}^2(x)$ і, отже, $\varphi(0) = 0$ та $\varphi(x) = 1; x \neq 0$. Подібно вадам (1), строга протяжність функції може не існувати (приміром, для функції Діріхле).

Означення 3. Нехай (a,b) розбито на N частин довжиною $\Delta x = (b-a)/N$ та $x_n = a + (n-1/2) \cdot \Delta x; n=1, \dots, N$. Нехай f_n – значення $f(x)$ для $x = x_n$, які утворюють дійсну послідовність $f = (f_1, \dots, f_N)$. Строга протяжність f є:

$$E[f] = \Delta x \cdot \sum_{n=1}^N \varphi[f_n]. \quad (3)$$

Означення 3 випливає з (2) за умови, що $f(x)$ – дійсна східчаста функція з N східцями довжиною Δx і висотою f_n ; $n=1,...,N$. Тоді $E[f]$ є функціоналом, який є N -вимірною функцією значень f_n ; $n=1,...,N$ східчастої функції.

Означення 4. Нехай дійсна функція $f(x)$ є інтегровною за Ріманом на (a,b) та її значення належать (c,d) . Нехай $\rho(x; \alpha, \dots) \geq 0$ – дійсна функція, яка є неперервною на (c,d) для $\alpha \neq \hat{\alpha}, \dots$, де α, \dots – скінчений набір параметрів з граничними значеннями $\hat{\alpha}, \dots$ та $\lim_{\alpha \rightarrow \hat{\alpha}, \dots} \rho(x; \alpha, \dots) = \varphi(x)$. Квазіпротяжністю функції $f(x)$ назовемо функціонал:

$$E^+[f(x)] = \int_a^b \rho[f(x); \alpha, \dots] dx. \quad (4)$$

Означення 5. Квазіпротяжність E^+ дійсної послідовності $f = (f_1, \dots, f_N)$ є:

$$E^+[f] = \Delta x \cdot \sum_{n=1}^N \rho[f_n; \alpha, \dots]. \quad (5)$$

Означення 5 покладено в основу запропонованої інформаційної технології, де параметри α, \dots підлягають налаштуванню. Один із результатів застосування технології подано на рис.1; інші результати подано в доповіді.

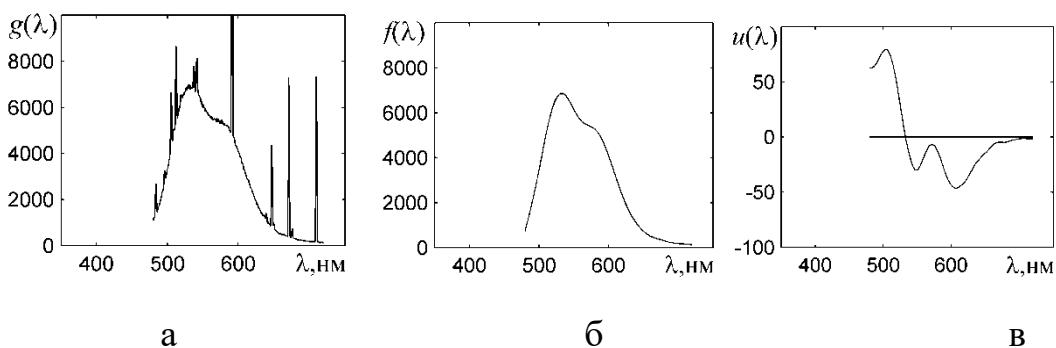


Рисунок 1 – Вхідні дані (а), згладжені дані (б) та їх перша похідна (в)

Бібліографічні посилання

1. Титчмарш Е. Теория функций / Е. Титчмарш. – М.: Наука, 1980. – 464 с.

**РОЗРОБКА СППР В УМОВАХ
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ВИЗНАЧЕННОСТІ**
Воропаєва Д.О., olegovna5260@gmail.com
Наконечна Т.В., naktanya@ukr.net

Дніпровський національний університет імені О. Гончара

Розглянемо наступне завдання: є множина N об'єктів, які бажано запакувати в M ємностей для наступної перевезення, при цьому $N \gg M$. Кожний об'єкт і кожна ємність характеризується кількісними фізичними параметрами. Крім того, кожний з запакованих об'єктів має оцінку за декількома критеріями, які характеризують його якість, його привабливість для особи, відповідальної за перевезення. Ємність контейнерів недостатня для пакування всіх наявних об'єктів. Бажано здійснити пакування найкращим чином, тобто так, щоб:

1. Серед запакованих об'єктів була б максимальна кількість таких, якість яких перевищувала б якість незапакованих – критерій K_1 .
2. Кількість запакованих об'єктів була б максимально можливою – критерій K_2 .

Якщо $M = 1$ і багато критеріїв оцінки якості запакованих предметів, ми підходимо до багатокритеріальної задачі про багатовимірний ранець. Задача про пакування в контейнери менш відома. Ця задача стає такою: Є кінцева множина об'єктів, розмір кожного з них задано раціональним числом. Потрібно запакувати об'єкти в мінімально можливу кількість контейнерів так, щоб загальний розмір об'єктів в кожному контейнері не перевищував б заданий розмір (також раціональне число).

Паковані об'єкти мають оцінку якості за багатьма критеріями. Потрібно запакувати максимальну кількість об'єктів, а не знайти мінімальну кількість контейнерів. Введемо наступне позначення:

$$x_i^l = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-й об'єкт пакується в } l\text{-й контейнер} \\ 0, & \text{навпаки} \end{cases}$$

Де v_{ij} - j -й фізичний параметр i -го об'єкта; V_{lj} - j -й фізичний параметр l -го контейнеру; U_i - загальна цінність i -го об'єкта.

Позначимо через $I = \{1, 2, \dots, N\}$ множину номерів об'єктів, а через

$$I^+ = \left\{ i \in I \mid \forall j \in I : U_j \geq U_i \Rightarrow \sum_{l=1}^M x_j^l \geq \sum_{l=1}^M x_i^l \right\}$$

множину тих запакованих об'єктів, для яких не знаходиться більше цінних серед запакованих.

Формальна постановка задачі має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} K_1 &= \sum_{l=1}^M \sum_{i=1}^N x_i^l \rightarrow \max; \quad K_2 = \frac{1}{N} n(I^+) \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^N v_{ij} x_i^l &\leq V_{lj}, \quad j = \overline{1, P}, \quad l = \overline{1, M} \end{aligned}$$

Була розроблена та написана програма, яка реалізує процес пакування предметів із заданими параметрами (маса та об'єм) в контейнери при недостатності контейнерів для пакування всіх предметів. Після процесу пакування можливий перегляд отриманих даних (результатів) у вигляді текстової інформації. Були описані методи оцінки багатокритеріальних альтернатив та один із методів вирішення багатокритеріальних завдань.

Було розглянуто та вирішено два варіанти завдання про пакування. В першому випадку отримана інформація дозволяє визначити порядок пакування багатокритеріальних об'єктів, а в другому - визначити, яким чином можна запаковувати парні об'єкти.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ MICROSOFT 365 ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМАНДНОЇ РОБОТИ

Гайтанов Н.Ю., gaitanov.nikita@gmail.com, Гук Н.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогодні застосування цифрових технологій є необхідною умовою для покращення ефективності роботи організації, обміну інформацією між усіма учасниками процесу, спільною роботою над задачами та документами. Саме через такі чинники впровадження продуктів Microsoft 365 в робочу систему закладу освіти значно покращить діяльність працівників, оптимізує потоки документів, пришвидшить інформування про задачі, що постають та потребують співпраці для вирішення.

Сучасні заклади освіти розгортають роботи щодо комп'ютеризації своєї діяльності, оскільки пошук і обробка документів вручну потребує дуже багато часу. При цьому найбільш розповсюдженим варіантом цифровізації робочого процесу є - підписки на продукти крупних компаній, таких, як, наприклад, Microsoft. Такі компанії створюють потужний фундамент для організації даних та їх подальшого аналізу, надають багато інших можливостей для задоволення потреб користувача.

В середовище Microsoft 365 розроблено значну кількість інструментів, за допомогою яких можливо налагодити комунікацію, організувати командну роботу, здійснювати планування та відстежувати етапи виконання завдань. Однак всі вони можуть бути застосовані лише після відповідних налаштувань. Виходячи зі структури закладу освіти, ланок системи управління та їх підпорядкованості, ланцюгів розгляду та підписання документів, в роботі запропоновано використання таких інструментів:

- Microsoft List - це новий інструмент від Microsoft, який дозволяє створювати списки даних для організації робочих процесів. Одним з головних переваг Microsoft List є те, що він інтегрований з іншими

інструментами Microsoft, такими як Teams, SharePoint та PowerApps. Це означає, що дані можуть бути легко і швидко інтегровані з іншими додатками, що дозволяє ефективно використовувати дані в робочих процесах;

– Microsoft Planner - це інструмент для управління завданнями та проектами, дозволяє командам спрощувати планування, відстеження і співпрацю над завданнями і проектами.

Завдяки основним функціям Microsoft Planner, що вміщують створення завдань та дошок, планування, відстеження прогресу завдань, організовується спільна робота команди.

Під час створення завдання формулюється його опис, визначається ступінь важливості, встановлюється термін виконання, призначається виконавець або група виконавців. Дошки створюються для організації спільної роботи над проектом або завданням команди, кожна дошка має свою власну структуру та призначення. Завдання можуть бути розміщені на дошках та організовані в колонки або розділи, що допомагає відстежувати їх статус та прогрес. Користувачі можуть обговорювати завдання та ділитися файлами в межах завдань.

Зазначені інструменти було поєднано в єдиний програмний комплекс, який дозволяє створювати та контролювати діяльність структурних підрозділів, налаштовувати процеси, впорядковувати робочі документи закладу освіти через мережу Інтернет та автоматизувати управління процесами.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ НА КАФЕДРАХ УНІВЕРСИТЕТУ

Ганжа А.С., hanzha_as@outlook.com, Антоненко С.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У світі університетської освіти ефективне управління ресурсами та навантаженням кафедр є ключовим завданням. Це вимагає не тільки точного підрахунку, але й вдосконалення процесів, які допоможуть зробити навчальний процес більш продуктивним та якісним.

Однією з ключових функцій продукту, що розробляється, буде автоматизація процесу підрахунку навантаження кафедр. Ця функція значно спростить роботу адміністрації та дозволить ефективно використовувати ресурси. Автоматизований підрахунок навантаження розгортається без помилок та економить час, який можна витратити на стратегічне планування та покращення якості навчання. Okрім автоматизації, даний продукт дозволить враховувати різний рівень складності предметів та види навчальних занять. Використовуючи спеціальні коефіцієнти, підраховується справедливий розподіл ресурсів відповідно до конкретних вимог та складності кожного предмету чи курсу. Наприклад, лабораторні або практичні роботи часто потребують більшої уваги та контролю, адже вони вимагають практичних навичок та додаткового часу на підготовку та оцінку результатів. До того ж, для більшості великих груп відбувається розділення студентів на підгрупи. Таким чином, дана розробка не тільки допомагає у визначенні загального навантаження кафедр, але й розподіляє це навантаження враховуючи конкретні особливості кожного курсу чи предмета.

Основною задачею на даному етапі стойть опрацювання навчальних планів для створення загальної бази даних по навантаженню кафедри. До основних етапів поточної розробки можна віднести наступні етапи.

1. Збір та аналіз навчальних планів. Здійснення комплексного збору навчальних планів для усіх груп студентів, включаючи інформацію про обсяг годин, види занять (лекції, практики, лабораторні роботи тощо), теми та специфічні вимоги кожного курсу чи предмета.

2. Аналіз навантаження. На цьому етапі проводиться аналіз навантаження на кафедрі, враховуючи кількість годин, які викладачі мають провести, та види занять, які потрібно забезпечити для кожної групи студентів. Цей детальний аналіз допомагає виявити недоліки та переваги в поточній системі розподілу навантаження, а також надає можливість розглядати можливі шляхи оптимізації роботи кафедри та покращення якості навчання для студентів.

В майбутньому дану систему можна буде вдосконалити, додавши можливість моніторингу та аналізу робочого навантаження кожного викладача. Це дозволяє університетам виявляти недоліки в розподілі ресурсів та вчасно реагувати на них, забезпечуючи більш ефективне використання потенціалу кожного працівника. Наприклад, якщо один викладач має надмірне навантаження, а інший – недостатнє, система повинна буде автоматично пропонувати варіанти перерозподілу обов'язків або навіть підвищення кваліфікації з метою більш ефективного використання персоналу.

Напрями подальшого розвитку також включають розробку інтегрованих засобів аналітики, які допомагатимуть університетам не тільки в розподілі ресурсів, але й у прогнозуванні та плануванні майбутнього навчального процесу, аналізувати успішність студентів, автоматизувати ведення документообігу. Це дозволить університетам більш ефективно адаптуватися до змін у навчальних програмах, пов'язаних з попитом на конкретні курси та обсягом студентської аудиторії.

ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ПЛАТФОРМИ DEDUCTOR ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПРИКЛАДНИХ РІШЕНЬ В БІЗНЕСІ

Гарнага Д.А. garnagad1ma3@gmail.com

Козакова Н.Л., kozakova.natali@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В сучасному світі роль технологій аналізу даних та її вплив на прийняття бізнес-рішень постійно зростає. Завдяки стрімкому розвитку цифрової сфери, компанії мають доступ до величезних обсягів інформації, яку можна використовувати для підвищення ефективності бізнесу. Однак для перетворення даних на цінні відомості та прийняття обґрунтованих рішень потрібна потужна аналітична платформа. Використання аналітичної платформи Deductor має великий потенціал для підвищення ефективності бізнес-процесів і прийняття рішень.

В умовах зростаючої конкуренції та швидкого розвитку технологій компаніям потрібен доступ до інструментів, які дають змогу проводити глибокий аналіз даних і робити високоточні прогнози. Deductor надає компаніям широкий спектр методів і алгоритмів аналізу для отримання достовірних та надійних результатів.

В цьому дослідженні було використано такі методи:

Дерева рішень, Карты Кохонена, Нейронні мережі.

Розглянуто задачі для отримання прикладних рішень в бізнесі. Отримані результати дозволили зробити такі висновки:

- 1) застосування дерев рішень допомогло визначити оптимальні шляхи прийняття рішень у бізнес-середовищі;
- 2) використання карт Кохонена дозволило класифікувати дані та виявити взаємозв'язки між ними;
- 3) нейронні мережі забезпечили можливість прогнозування на основі вхідних даних.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СІТОК ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДІРІХЛЕ ДЛЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА

Гарт Л.Л., ll_hart@ukr.net,

Бобровнікова З.О., bobrovnikovazlatik@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Найбільш широке поширення у обчислювальній практиці під час розв'язання еліптичних краївих задач набули сіткові методи, а серед них – метод скінченних різниць [1] і метод скінченних елементів [2]. Хоча зазначені методи і відрізняються підходом до побудови наближеного розв'язку – у першому з них апроксимуються рівняння й країві умови, тоді як у другому – сам шуканий розв'язок, – проте отримувані для відшукання наближеного розв'язку алгебраїчні системи близькі за структурою, а у деяких випадках і зовсім збігаються.

Метод скінченних різниць є не лише ефективним чисельним методом розв'язання задач для рівнянь у частинних похідних, а й дуже загальним та порівняно простим методом доведення теорем існування й дослідження диференціальних властивостей розв'язків цих задач. Суть методу скінченних різниць, як відомо, полягає в тому, що область неперервної зміни аргументів вихідної задачі замінюється дискретною множиною точок (сіткою вузлів); похідні, що входять у диференціальне рівняння та граничні умови, апроксимуються різницевими відношеннями; при цьому вихідна краївна задача замінюється системою алгебраїчних рівнянь (різницевою схемою). Якщо отримана таким чином різницева краївна задача розв'язувана (можливо, лише на досить дрібній сітці) і її розв'язок при безмежному подрібненні сітки наближається (збігається) до розв'язку вихідної задачі для диференціального рівняння, то отриманий на будь-якій фіксованій сітці розв'язок різницевої задачі і приймається за наближений розв'язок вихідної задачі [1].

У даній роботі розглядається задача Діріхле для рівняння Пуассона: знайти неперервну в області $\bar{G} = G \cup \Gamma$ функцію $u(x_1, x_2) \in C^2(\bar{G})$, що задовольняє лінійне диференціальне рівняння другого порядку в частинних похідних еліптичного типу

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} = -f(x_1, x_2), \quad x = (x_1, x_2) \in G, \quad (1)$$

і граничну умову першого роду

$$u|_{(x_1, x_2) \in \Gamma} = \mu(x_1, x_2), \quad (2)$$

де $G = \{0 < x_1 < l_1, 0 < x_2 < l_2\}$ – прямокутник із межею Γ ; $f(x_1, x_2)$ і $\mu(x_1, x_2)$ – задані функції, неперервні в області G і на межі Γ відповідно. За таких умов задача (1), (2) має єдиний розв’язок, що є достатньо гладкою функцією в області \bar{G} .

Функція $u(x_1, x_2)$ в задачі (1), (2) може мати різний фізичний зміст, наприклад: стаціонарні (незалежні від часу) розподіл температури, швидкість потенційної течії ідеальної (без тертя та теплопровідності) рідини, розподіл напруженостей електричного та магнітного полів, потенціалу у силовому полі тяжіння тощо [1].

Для розв’язання диференціальної краєвої задачі (1), (2) в роботі досліджено прямі та ітераційні обчислювальні схеми, основані на методі скінчених різниць. З цією метою підготовлено аналітичний огляд предметної області та методів розв’язання еліптичних краївих задач; алгоритмізовано та програмно реалізовано метод Фур’є розділення змінних та метод послідовних наближень (простої ітерації) розв’язання різницевої задачі Діріхле для рівняння Пуассона; виконано порівняльний аналіз отриманих числових та графічних результатів на прикладі розв’язання конкретних задач, в тому числі задачі про стаціонарний розподіл температури у внутрішніх точках пластини; сформульовано відповідні висновки щодо практичної збіжності, точності та алгоритмічної складності реалізованих алгоритмів.

Результати проведених досліджень можуть бути використані у подальшій науковій роботі авторів при побудові чисельних алгоритмів розв'язання задач оптимального керування процесами, що описуються диференціальними рівняннями у частинних похідних еліптичного типу [3-5].

Бібліографічні посилання

1. Samarskii A.A. The theory of difference schemes. New York: Basel. Marcel Dekker, Inc, 2001. 761 p.
2. Ciarlet P.G. The Finite Element Method for Elliptic Problems. Elsevier, 1978. 529 p.
3. Гарт Л.Л., Довгай П.О., Селіщев В.Л. Сіткові алгоритми розв'язання задачі оптимального керування еліптичною системою. *Питання прикладної математики і математичного моделювання*. Д.: Ліра, 2017. Вип. 17. С. 42-53.
4. Гарт Л.Л., Фірсова Т.О., Ящечко Н.Є. Чисельна реалізація сіткових алгоритмів розв'язання коефіцієнтної оберненої задачі для еліптичного рівняння. *Питання прикладної математики і математичного моделювання*. Д.: Ліра, 2021. Вип. 21. С. 51-59.
5. Гарт Л.Л., Ящечко Н.Є. Числові алгоритми розв'язання задачі оптимального керування еліптичною системою зі степеневою нелінійністю. *Штучний інтелект*. 2021. 26(2). С. 64-76.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ МАКСИМУМУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ВІДПАЛУ ПОЛІМЕРАЗНОЇ ЛАНЦЮГОВОЇ РЕАКЦІЇ

Гарт Л.Л., Крупський С.Л., Ящечко Н.Є.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) — широко застосований в біологічній та медичній практиці експериментальний метод молекулярної біології, при проведенні якого проводять 20–35 циклів, що складаються з трьох індукованих температурою стадій: дисоціації, відпалу та розширення [1]. Проблема математичного моделювання та відповідних розрахунків полягає у вимірюванні мінімального часу, необхідного для здійснення фази відпалу, який зазвичай визначає мінімальний час для ПЛР.

У даній роботі розглянута математична модель, що описує процес відпалу ПЛР та складається з цільового функціонала, системи з трьох диференціальних рівнянь, фазових обмежень та обмежень на керування. Ця математична модель детально описана в [1]: мінімізувати функціонал

$$J(T, s, p, s') = \int_{t_0}^{t_f} (s'^2(t) - W p^2(t)) dt \quad (1)$$

за умов

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s', \\ \frac{dp}{dt} = -k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s', \quad t_0 \leq t \leq t_f; \\ \frac{ds'}{dt} = k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s', \end{cases} \quad (2)$$

$$s(t_0) = s_0, \quad p(t_0) = p_0, \quad s'(t_0) = s'_0; \quad (3)$$

$$s(t) \geq 0, \quad p(t) \geq 0, \quad s'(t) \geq 0; \quad (4)$$

$$T \equiv T(t) \in U = \{T(t) \in L_2[t_0, t_f] : T_{min} \leq T(t) \leq T_{max}, t_0 \leq t \leq t_f\}, \quad (5)$$

де t – часова змінна; $T(t)$ – абсолютна температура; $s(t)$ – одноланцюгова ДНК; $p(t)$ – праймер; $s'(t)$ – одноланцюгова ДНК, зв’язана з праймером;

k_1, k_{-1} – швидкості прямої та зворотної реакції відпалу; $W > 0$ – ваговий коефіцієнт; $r = E_a/R$ – стала величина, де E_a – енергія активації, R – універсальна газова стала.

Відповідно до принципу максимуму Понтрягіна складено гамільтоніан

$$H = s'^2 - Wp^2 + \psi_s \left(-k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s' \right) + \psi_p \left(-k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s' \right) + \psi_{s'} \left(k_1 e^{-\frac{r}{T}} sp + k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} s' \right), \quad t_0 \leq t \leq t_f,$$

отримано систему спряжених диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{d\psi_s}{dt} = -\frac{dH}{ds} = k_1 e^{-\frac{r}{T}} p (\psi_s + \psi_p - \psi_{s'}), \\ \frac{d\psi_p}{dt} = -\frac{dH}{dp} = 2Wp + k_1 e^{-\frac{r}{T}} s (\psi_s + \psi_p - \psi_{s'}), \\ \frac{d\psi_{s'}}{dt} = -\frac{dH}{ds'} = k_{-1} e^{-\frac{r}{T}} (\psi_{s'} - \psi_s - \psi_p) - 2s'; \end{cases} \quad (6)$$

та умови трансверсальності [2]

$$\psi_s(t_f) = 0, \quad \psi_p(t_f) = 0, \quad \psi_{s'}(t_f) = 0. \quad (7)$$

Задачу оптимізації керування (1)–(5) було розв’язано на основі методу штрафних функціоналів із використанням методу умовного градієнта. Виконано алгоритмізацію та програмну реалізацію зазначених ітераційних процедур мовою Java у середовищі IntelliJ IDEA для відповідної дискретизованої задачі керування з використанням методу Рунге-Кутта 4-го порядку точності для розв’язання основної та спряженої задач Коші. Досліджено практичну збіжність та ефективність побудованих числових схем. Проведено порівняльний аналіз отриманих результатів із результатами застосування аналітичного методу [2].

Бібліографічні посилання

- Garlick M., Powell J., Eyre D., Robbins T. Mathematically modeling PCR: an asymptotic approximation with potential for optimization. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 2010. 7(2). 363–384. <https://doi.org/10.3934/mbe.2010.7.363>
- Sverstiuk A. Numerical algorithm for optimal control development for annealing stage of polymerase chain reaction. *Scientific Journal of the Ternopil National Technical University*. 2019. 1(93). 147–160. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2019.01

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДО ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЄКТІВ

Гирман М.Ю., maria.girman2000@gmail.com,

Козакова Н.Л., kozakova.natali@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Оптимізаційні задачі (і, зокрема, задачі лінійного програмування) істотно виникають під час розв'язання проблеми оптимального вибору портфеля проектів в умовах обмеженості ресурсів. Якщо ж проекти оцінюються з використанням нечітких множин, ми маємо справу із задачею нечіткого лінійного програмування, при цьому нечіткою є цільова функція. Однак обмеження задачі також можуть бути нечіткими, якщо заздалегідь неможливо визначити точну кількість доступних або необхідних для реалізації проєкту ресурсів.

Розглядається задача вибору портфеля проєктів. Нехай є n проєктів, з яких потрібно сформувати портфель. Кожному проєкту відповідає булева змінна моделі x_i , i – номер проєкта, що набуває значень 0 і 1. Вважаємо $x_i = 1$, якщо i -ий проєкт включений у портфель та $x_i = 0$, в іншому випадку.

З кожним проєктом пов'язують такий набір показників:

V_i – цінність проєкту; C_{it} – витрати на i -ий проєкт на стадії t ;

R_{ikt} – кількість спеціалістів напрямку j , необхідних i -ому проєкту на стадії t ;

$$SI_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } i\text{-ий проєкт відповідає } j\text{-ій стратегічній цілі}, \\ 0, \text{ в іному випадку}; \end{cases}$$

$$PR_{pg} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } p\text{-ий проєкт зв'язаний з проєктом } q \text{ відношенням імплікації} \\ (\text{тобто якщо проєкт } q \text{ включаємо у портфель, то} \\ \text{проєкт } p \text{ необхідно включити у портфель}), \\ 0, \text{ в іному випадку}. \end{cases}$$

Показники C_{it} , R_{ikt} , V_i є нечіткими числами. Передбачається, що проєкти, які включені в портфель, синхронно проходять усі стадії.

Розглянемо показники, які описують кількість ресурсів, що виділені для даного портфеля. Вони також задаються у вигляді нечітких чисел:

B_t – бюджет портфеля на стадії t ,

R_{kt} – кількість спеціалістів напрямку j , які є доступними на стадії t ,

S_j^{\max} – максимальний сукупний бюджет, який можна витратити на досягнення стратегічної мети j ,

S_j^{\min} – мінімальний сукупний бюджет, який необхідно витратити на досягнення стратегічної мети j .

Модель формування портфеля проектів подана як нечітка задача ціличисельного лінійного програмування (1) – (7):

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n C_{it} x_i \leq B_t \quad \forall t, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ikt} x_i \leq R_{kt} \quad \forall k, t, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T S I_{ij} C_{it} x_i \leq S_j^{\max} \quad \forall j, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T S I_{ij} C_{it} x_i \geq S_j^{\min} \quad \forall j, \quad (5)$$

$$P R_{pq} (x_q - x_p) \leq 0 \quad \forall p, q, \quad (6)$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall j, \quad (7)$$

Отже, цільовою функцією моделі є сукупна цінність портфеля проектів. Модель містить нечіткі обмеження трьох видів: бюджетні, на людські ресурси та стратегічні. Стратегічні обмеження показують якої пропорції між стратегічними цілями слід дотримуватися під час розподілу фінансових ресурсів портфеля. Едине чітке обмеження (6), що ґрунтується на використанні логічної операції імплікації, гарантує включення до портфеля разом з обраним проєктом усіх тих проєктів, від яких він залежить.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАПИСАННЯ МЕЛОДІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРАКТАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Гончаренко П.І., honcharenkopavel@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnu.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Музика завжди була важливою складовою культури та виразом людських почуттів та емоцій. Композитори протягом століть шукали нові методи та підходи до створення музичних творів, а сучасні технології відкривають нові можливості для музичної композиції. Одним із цих методів є використання фрактальних рівнянь у процесі створення мелодій [1].

Фрактали, як математичні об'єкти, відображають складні структури та закономірності у природі. Їх застосування у мистецтві вже стало популярним явищем, дозволяючи створити вражуючі образи та композиції. У цьому контексті дослідження можливостей використання фрактальних рівнянь для моделювання процесу написання музичних мелодій набуває особливого інтересу [2].

Метою даної роботи є дослідження потенційних можливостей застосування фрактальних рівнянь у музичній композиції. Основним завданням є розробка алгоритму та програмної реалізації для створення музичних композицій за допомогою фрактальних структур. Робота також передбачає аналіз результатів, порівняння їх із звичайними музичними творами та визначення можливостей подальших досліджень у цій області.

Для подального дослідження і виконання музичних композицій за допомогою фрактальних рівнянь, необхідно провести конкретні експерименти та дослідження, які допоможуть виявити потенційні можливості цього методу в музичній композиції [3].

1. Створення алгоритму:

- Розробка алгоритму, який дозволить генерувати музичні композиції на основі фрактальних рівнянь.

- Визначення параметрів алгоритму, таких як типи фракталів, їхні параметри, інтеракції між ними та інші важливі налаштування.

2. Моделювання музичних структур:

- Використання розробленого алгоритму для створення музичних структур, включаючи мелодії, гармонії та ритмічні схеми.

- Експерименти з різними комбінаціями фракталів та параметрів для генерації різних музичних ефектів.

3. Аналіз та оцінка результатів:

- Створення алгоритму для оцінювання гармоніки створеної музики

Експериментальна частина дослідження дозволить практично оцінити потенціал використання фрактальних рівнянь у музичній композиції та визначити, наскільки цей підхід може бути корисним для сучасних композиторів та музикантів.

В цілому у цій роботі ми хотіли сумістити дві на перший погляд різні речі, як математика і музика. І як результат проведеної роботи, ми отримаємо програму яка буде генерувати музику виходячи з фрактальних структур. Це може слугувати як базою для більш просунутих робіт, так і для натхнення на використання фракталів у інших галузях.

Бібліографічні посилання

1. Barnsley M. F. Fractals everywhere. – Academic press, 2014.
2. McDonough J., Herczyński A. Fractal patterns in music \& Chaos, Solitons & Fractals.– 2023. – Vol. 170. – 113315. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.113315>.
3. Bigerelle M., Iost A. Fractal dimension and classification of music\& Chaos, Solitons & Fractals.– 2000. – Vol. 11, Issue 14. – P. 2179-2192. [https://doi.org/10.1016/S0960-0779\(99\)00137-X](https://doi.org/10.1016/S0960-0779(99)00137-X).

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ШТАМПУ СКЛАДНОЇ ФОРМИ З ПРУЖНИМ ПІВПРОСТОРОМ

Гончаров Я.А., goncharov.yar.an@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Роль розрахунків на міцність та довговічність деталей машин у машинобудуванні зростає з підвищенням вимог до точності та продуктивності. В даний час необхідний комплексний підхід до вирішення завдань, який дає можливість оцінити ефективність окремих конструктивних рішень та точність виготовлення контактуючих елементів у кожному конкретному випадку. Складність розв'язання таких задач у аналітичній постановці обумовлює розробку нових підходів, що використовують чисельні методи. Найпоширенішими інструментами чисельного аналізу контактних задач механіки є методи скінченних і граничних елементів, а також їх різні модифікації.

Проведене дослідження було присвячене моделюванню задачі про втиснення в пружний півпростір штампу складної форми з плоскою основою під впливом вертикальної сили, лінія дії якої проходить через центр основи. Поперечний перетин штампу займає двозв'язну область, обмежену двома подібними лініями.

Використовуючи програмний комплекс ANSYS була створена скінченно-елементна модель контактної взаємодії абсолютно жорсткого плоского в плані штампу з пружнім півпростором. Для отримання більш чітких результатів взаємодії було підібрано найбільш вдале розбиття зони контакту на скінченні елементи.

В результаті дослідження були розраховані нормальні напруження та деформації, що виникають в процесі пружної взаємодії півпростору та абсолютно жорсткого штампу, який займає двозв'язну область, обмежену двома лініями у формі лемніскат Бута.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Горбачук В.М., Годлюк В.В., Рибачок Д.О. GorbachukVasyl@netscape.net

Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України

Інтелектуальний аналіз даних (ІАД; data mining) передбачає певну інформаційну інфраструктуру (І), наприклад, ІІ НАН України [1]. Попередня обробка даних (preprocessing) передує побудові сховищ даних і включає різні статистичні методи для описового узагальнення (summarization) даних (зокрема методи вимірювання центральної тенденції та дисперсії даних), сучасні методи очищення даних, методи інтегрування і перетворення даних (зокрема методи ієрархій понять для динамічної та статичної дискретизації), методи автоматичного генерування ієрархій понять.

Створення архітектури (наприклад, трирівневої архітектури) сховища даних потребує кроків для його проектування та побудови, розробки інструментів закритих частин (back-end) та службових програм (utilities, утиліт) сховища даних, наповнення репозиторію метаданих, вибору типу серверу з OLAP – серверу з реляційною аналітичною обробкою онлайн (Relational On-Line Analytical Processing, ROLAP), багатовимірною аналітичною обробкою онлайн (Multi-dimensional On-Line Analytical Processing, MOLAP) чи гібридною аналітичною обробкою онлайн (Hybrid On-Line Analytical Processing, HOLAP) [2]. Реалізація сховища даних потребує ефективного обчислення кубів даних, індексування даних OLAP, ефективної обробки запитів OLAP.

Подальше вивчення сховищ даних і технологій OLAP включає методи обчислення кубів даних, зокрема новітні методи обчислення централізованих кубів даних (star-cubing methods), методи OLAP для великої вимірності, методи узагальнення даних. Побудова ефективних методів обчислення кубів даних потребує розробки дорожньої карти для матеріалізації різних видів кубів, агрегації розгалужених (асоціативних) масивів (multiway arrays) для обчислення повних кубів (full cubes), обчислення знизу вгору (Bottom-Up Computation, BUC) кубів-айсбергів від

вершин кубоїдів (прямокутних паралелепіпедів), обчислення централізованих кубів з використанням динамічної структури централізованого дерева (star-tree), попереднє обчислення фрагментів оболонки для швидкої OLAP високої вимірності, обчислення кубів зі складними умовами айсберга.

Дослідження кубів даних може базуватися на відкриттях знань в ІАД. Куби даних сприяють формуванню відповідей на запити ІАД, оскільки дозволяють обчислювати агреговані дані на багатьох рівнях гранулярності (зернистості, деталізації). Багатофункціональні куби обчислюють складні запити, які включають багато залежних агрегатів з різними рівнями гранулярності. На практиці на багато запитів ІАД можна відповідати багатофункціональними кубами без будь-якого значного збільшення обчислювальної вартості, на відміну від обчислень кубів для простих запитів зі стандартними кубами даних. Таким чином відбувається комплексна агрегація при різних рівнях гранулярності.

У багатьох застосунках кубів даних виникає потреба аналізувати зміни складних показників (measures) у багатовимірному просторі. У випадку II НАН України такими показниками можуть бути цільові індивідуальні чи командні характеристики співробітників НАН України.

Список використаних джерел

1. Gorbachuk V., Gavrilenko S., Golotsukov G., Nikolenko D. To digital technologies of patent processing for development of critical products. *Information and Digital Technologies 2021* (June 22–24, 2021, Zilina, Slovakia), 2021. P. 137–147.
2. Горбачук В.М. Постіндустріальна організація державних замовлень у розвитку AUTODIN, ARPANET, PRNET, NSFNET та Інтернету. *Вісник Одеського національного університету. Економіка*. 2016. Т. 21. Вип. 8. С. 116–122.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИБОРУ
РАЦІОНАЛЬНОГО ТУРИСТИЧНОГО МАРШРУТУ ЗА
ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ MACHINE LEARNING**

Готвянська К.П., karinagotvanskay13@gmail.com

Золотъко К.Є., zolt66@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогоднішній день туризм – це багатогранне соціальне явище, яке включає в себе знання з багатьох наук. Він має широкий спектр перспектив для прибутку, так як в сучасності розвиток технологій дуже прогресує та можлива автоматизація процесів з вибору маршрутів, оформленню документів і створення рекламних об'яв. Існує багато різновидів туризму, одним з яких є пішохідний (або спортивний) туризм. Його основна мета є проходження групою людей маршруту від місця відправлення до місця прибуття за певний проміжок часу. Особливо популярні в Україні – гірські прогулянки в Карпатах. Тому саме цю місцевість було обрано, як предмет дослідження, щоб комп'ютеризувати, спростити та автоматизувати для використання потенційних користувачів.

Головним завданням було розробити додаток, який буде знаходити раціональний з точки зору відстані та складності маршрут для туристів.

Для цього було розглянуто декілька різних методів, алгоритмів та підходів Machine Learning, які найбільш підходили для вирішення цієї задачі. Після чого, спираючись на описані особливості їх будови та властивості, з них було обрано три алгоритми для більш якісного порівняння, а саме: метод повного перебору, алгоритм Дейкстри та мурашиний алгоритм.

За допомогою мови C# в середовищі Visual Studio було розроблено програмний продукт, який дозволяє створити можливі варіанти маршрутів потенційного користувача для кожного з методів та як результат порівнювати їх між собою, що в майбутньому слугує для покращення та автоматизації програми з більш широким функціоналом.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ І ЗОБРАЖЕНЬ НА СКЛАДНИХ ГРАФІЧНИХ СЦЕНАХ

Давидов Т.Е., tigran_davidov.ukr.net, Дзюба П.А., dziuba_p@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В сучасному світі використання штучних нейронних мереж для розв'язання завдань розпізнавання тексту та зображень в складних графічних сценах стає дедалі більш актуальним і важливим завданням. Завдання розпізнавання тексту та об'єктів у складних графічних сценах стикаються з великою різноманітністю факторів, які впливають на процес розпізнавання. Один з найефективніших та широко використовуваних методів для розпізнавання тексту та зображень – це застосування штучних нейронних мереж.

Штучні нейронні мережі - це математичні моделі, які намагаються імітувати роботу людського мозку. Вони складаються з набору штучних нейронів, які взаємодіють між собою та обробляють інформацію.

В залежності від природи завдань та особливостей даних, можна використовувати різні архітектури штучних нейронних мереж. Наприклад, для розпізнавання тексту на зображеннях можуть бути використані Convolutional Neural Networks (CNN), які ефективно працюють з великими обсягами зображень і виявляють різноманітні особливості тексту. Також, Recurrent Neural Networks (RNN) можуть використовувати для моделювання контексту та залежностей між символами у тексті. Останнім часом, Transformer-based моделі, які базуються на механізмах уваги, показують вражаючі результати в завданнях розпізнавання тексту та зображень.

В результаті дослідження було розроблено метод розпізнавання зображень, головним елементом якого є алгоритм, який виконує процедуру класифікації зображень за категоріями використовуючи попередньо навчену модель. Алгоритм розпізнавання складається з поступового активування детекторів моделі, розпочинаючи з першого рівня, на заданому зображені. Нехай надана навчена модель для певного класу

зображень, або кілька моделей для задачі багатокласового розпізнавання, і зображення, яке потрібно розпізнати. Алгоритм розпізнавання містить в собі такі етапи:

1. Встановимо загальну ієрархічну пам'ять H , представлену множиною рівнів, розміром, рівним максимальній кількості рівнів навченої моделі.

2. Для кожного рівня моделі I , розпочинаючи з першого, і для кожного детектора відповідного рівня (j, k, h, w), застосуємо ідентифікуючу функцію детектора до всіх локальних частин зображення ($I_j, I_k, \dots, I_{j+h}, I_{k+w}$).

3. У тому випадку коли для певного рівня активація детекторів цього рівня негативна (дорівнює нулю), то зображення не належить до класу.

4. У тому випадку коли задача розпізнавання є багатокласовою, повторюємо алгоритм, розпочинаючи з кроку 1, для моделі подальшої категорії I_i . В інакшому разі алгоритм вважається завершеним.

5. У тому випадку коли детектори рівня активовані, то розгортаємо поступову активацію детекторів подальших рівнів, розпочинаючи алгоритм з кроку 2.

6. У тому випадку коли активація кінцевого рівня позитивна (не дорівнює нулю), то поточне зображення належить до класу.

7. Для багатокласового розпізнавання вищезазначені кроки повторюються для множини навчених екземплярів моделей I_1, I_2, \dots , і при цьому належність зображення до класу визначається за максимальним активним рівнем.

Було виявлено що розроблений алгоритм розпізнавання задовольняє поставлену задачу і дозволяє розпізнавати зображені об'єкти. Застосування ієрархічного підходу в розробці алгоритму надає можливість проводити процес розпізнавання за короткий проміжок часу, не вимагаючи значних обчислювальних ресурсів, шляхом активації обмеженої кількості локальних частин зображення.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЙ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ ПОБЛИЗУ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ОБЕРТАЮТЬСЯ

Дегтярьов І.Д., romasan221@gmail.com, Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В даній роботі розглядається задача про стаціонарну течію в'язкої рідини в області, обмеженої двома твердими поверхнями, що обертаються навколо спільної осі з кутовими швидкостями Ω_1 і Ω_2 . Система тіл складається з двох дисків або з диска і конуса. Припускається, що спільна вісь системи тіл розташована вертикально, а течія рідини – безхвильова та осесиметрична.

Вводиться циліндрична система координат (r, φ, z) , що зв'язана з поверхнею нижнього диска. Рівняння нерозривності й імпульсу, що описують течію в'язкої рідини в наближенні примежового шару мають вигляд

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial r} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r} \right) = \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z}, \quad \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

$$\rho \left(u \frac{\partial v}{\partial r} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{uv}{r} \right) = \frac{\partial \tau_{z\varphi}}{\partial z}, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = 0,$$

де u, v, w – компоненти вектора швидкості рідини в напрямку осей координат, p – тиск, ρ – густина рідини, $\tau_{rz}, \tau_{z\varphi}$ – компоненти тензора в'язких напружень. За крайові умови беруться умови «прилипання» на твердих поверхнях. Система диференціальних рівнянь доповнюється реологічною моделлю в'язкої рідини Оствальда - де Вілля.

Вихідна задача за допомогою автомодельних змінних зводиться до одновимірної крайової задачі, розв'язок якої знаходиться чисельно, з використанням пакета Matlab. Проведені розрахунки для випадків, коли обертається одне з системи тіл, а інше нерухоме, а також, коли обидва тіла обертаються в одному чи в протилежних напрямках.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ПРИ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ В АЛГОРІТМІ ДЕЙКСТРИ

Дженкова М.М., dzhenkova.mariya@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnu.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Урбанізація та збільшення кількості транспортних засобів призвело до перенавантаження доріг в містах України. Для вирішення проблем пов'язаних з цим використовуються системи автоматичного регулювання дорожнього руху. Однією з задач подібних систем є прокладання оптимальних маршрутів. Хоча подібні системи й існують, такі додаткові чинники як погана якість дорожнього покриття, погодні умови, динаміка руху пішоходів та інші часто не враховуються. Аналіз існуючих досліджень на схожу тематику показав, що багатообіцяючим є використання штучного інтелекту при регулюванні трафіку. Втім навчання такої системи є складним процесом, а також може впиратися в етичні норми, оскільки базується на використанні вуличних камер спостереження [3]. Деякі роботи також використовують нечітку логіку для контролю трафіку на багатосмугових дорогах [2]. В роботі пропонується використання нечіткої логіки для зміни ваги ребер графа в алгоритмі Дейкстри [1] на основі нечітких вхідних параметрів, що дозволить будувати оптимальний маршрут більш коректно.

Для моделювання нечіткої системи будемо використовувати програмне забезпечення Matlab з додатком Fuzzy Logic Toolbox [4].

Під час побудови системи нечіткого логічного виводу було задано три вхідних параметри (якість дорожнього покриття, погодні умови, динаміка руху пішоходів) та один вихідний параметр – вага ребра. Функція приналежності задана у вигляді кривих Гауса. Нечітка база знань включає в себе можливі комбінації правил типу «якщо – то».

Побудовану систему було використано на різних варіантах вхідних даних. Проведено дослідження на графі (рис. 1), який репрезентує ділянку

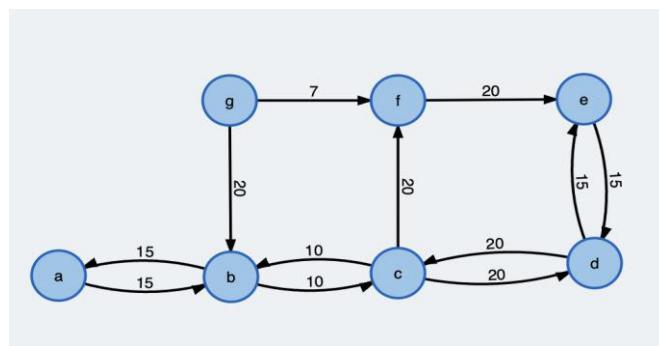


Рис. 1. Початковий граф

дороги в місті Дніпро, на якій з проведених спостережень встановлено наявність пошкодження дорожнього покриття та відома динаміка руху пішоходів. Аналіз вихідних даних дозволив з'ясувати на яку кількість одиниць необхідно змінити вагу ребр в графі на певних ділянках. Алгоритм Дейкстри було застосовано на початковому графі, а також на графі з оновленою вагою ребер. Результати роботи алгоритму та практична перевірка показали, що маршрут побудований після оновлення графу є більш коректним та оптимальним.

Побудована система нечіткого виводу може бути використана для розробки більш складної та практичної системи для застосування в A* алгоритмі. Подальші дослідження можуть включати розробку нового програмного забезпечення, яке в автоматичному режимі зможе вираховувати необхідні ваги та застосовувати їх в A* алгоритмі.

Бібліографічні посилання

1. Balakrishnan, V. K., Graph Theory (1st ed.). McGraw-Hill. 1997. 293 p.
2. B. Krause and C. von Altrock, “Intelligent highway by fuzzy logic: Congestion detection and traffic control on multi-lane roads with variable road signs”. 5th International Conference on Fuzzy Systems, vol. 3, September 1996, pp. 1832-1837.
3. Posawang, Pitipoom & Phosaard, Satidchoke & Pattara-atikom, Wasan. (2010). Perception-Based Road Traffic Congestion Classification Using Neural Networks and Decision Tree. 10.1007/978-90-481-8776-8_21.
4. S. N. Sivanandam, S. Sumathi, S. N. Deepa, Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. Springer Berlin, Heidelberg pp. 113-149.

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ЗВАЖЕНОГО ГРАФА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЯРНОСТІ

Долотов І. О., vadol@ua.fm

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара

У наш час веб-сайти є невід'ємною частиною структури інтернету. Але процес їх створення набагато складніший, ніж здається на перший погляд. Окрім оформлення веб-сторінок, необхідно подумати про структуру веб-сайту: між якими сторінками повинні бути гіперпосилання, які категорії відтворити для сортування сторінок, до яких сторінок завжди повинно бути посилання і т.п. Для цього веб-сайт зазвичай зображують у вигляді якоїсь моделі, а потім аналізують використовуючи різні методи.

Для аналізу було прийнято рішення використовувати графову модель. Її перевага полягає саме у можливості зручно обробляти великі сайти, а також можливість гарної візуалізації. Для аналізу використовувався метод максимізації модулярності.

Визначимо гіпертекстову модель веб-сайту H як набір, що складається з двох множин: $H=\{P,L\}$, де $P=\{p_1,p_2,\dots,p_n\}$ — множина сторінок сайту; $L=\{l \mid \exists p_1, p_2 \in l(p_1, p_2)\}$ — множина гіперпосилань між сторінками.

Структурі гіпертекстової моделі веб-сайту відповідає математична модель у вигляді орієнтованого графа $G=(V,E)$, у якому $V=P$, $E=L$. У побудованому графі V — множина вершин, елементи якої описують сторінки сайту, E — множина ребер графу, елементи якої відповідають гіперпосиланням між сторінками.

У даному випадку, кожне ребро має свою вагу s_{ij} , де ij означає, що це вага ребра яке розташоване від вершини i до вершини j . Вага ребра s_{ij} буде відображати кількість переходів користувачів за гіперпосиланням, яке відповідає цьому ребру.

Нехай вироблено розбиття графа на співтовариства або по-іншому

класи. Нехай c_i - мітка класу для v_i .

Міра модулярності Q описується наступною формулою:

$$Q_{ow}(G, \phi, \alpha) = \frac{1}{W} \sum_{ij} \left(A_{ij} - \alpha \frac{s_i^{out} s_j^{in}}{W} \right) \sigma(c_i, c_j)$$

де W - сумарна вага всіх ребер графа,

A_{ij}^w — вага ребра від вершини i до вершини j ,

$s_i^{out} s_j^{in}$ — сумарна вага всіх вихідних і входних ребер вершини

$\sigma(c_i, c_j)$ - символ Кронекера, обчислюваний за формулою:

$$\sigma(c_i, c_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } c_i = c_j \\ 0, & \text{якщо } c_i \neq c_j \end{cases}$$

де c_i, c_j — мітки класу відповідних вершин.

Нехай C – множина всіх непустих підмножин множини V . Розбиттям на кластери множини V вершин графа G будемо називати таке відображення $\phi: V \rightarrow C$, для якого виконується:

$$E(\varphi) = \{C_i\}_{j=1}^k \subset C, \forall i, j (1 \leq i, j \leq k): C_i \cap C_j = \emptyset, V = \bigcup_{i=1}^k C_i.$$

Елементи множини значень $E(\varphi)$ відображення φ будемо називати кластерами. Множина всіх φ , можливих для графа G , будемо позначати, як $\Phi = \Phi_G$. Нехай задана деяка оцінка розбиття $Q(\varphi) \in R$, тоді задача кластеризації множини вершин V графа G може бути записана, як екстремальна:

$$\varphi^* = \arg \max_{\varphi \in \Phi} Q(\varphi)$$

Кластеризація сайту із використанням алгоритму для незваженого графу та аналіз отриманих результатів показав подобиці структури самого сайту. Тобто, вершини, або веб-сторінки, було об'єднано у кластери за принципом наявності гіперпосилань між ними.

Якщо використовувати зважений граф для аналізу, то вже враховується зацікавленість користувачів за кількістю переходів за посиланнями. Таким чином, при порівнянні результатів кластеризації, можно визначити проблеми у будові сайту, та покращити його структуру.

**РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПОШУКУ ВІРОГІДНИХ ВАРІАНТІВ
РОЗТАШУВАННЯ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН В СТРУКТУРІ
РОЗКЛАДУ**

Дольнікова Ю.С., dolnikova.y18@fpm.dnu.edu.ua, Верба О.В., Книш Л.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Для студентів ДНУ існує можливість обирати дисципліни зі спеціально створених каталогів. Завдяки цьому кожен студент може вивчати те, що йому цікаво та буде корисно в майбутньому. Проте, через цей вибір процес складання розкладу стає значно складнішим і, фактично, унікальним для кожного студента. Протягом минулих років формування розкладу здійснювалося вручну співробітниками навчального відділу, саме тому постала необхідність автоматизувати цей процес.

Для цього було розроблено наступну математичну модель:

$$F(t, e, s, c) = w(Y_e, e) w(Y_s, e) w(Y_c, e),$$

де t , e , s та c – час проведення певної пари, елемент розкладу, студент та викладач, відповідно; $w(Y_e, e)$, $w(Y_s, e)$, $w(Y_c, e)$ – функції, що відповідають за об'єктивні та суб'єктивні обмеження.

На основі даної математичної моделі було створено комп'ютерний алгоритм, який включає в себе такі основні етапи як: зчитування вхідних даних та їх перевірка на валідність, генерацію розкладу студентів та викладачів і формування можливих перестановок у розкладі з метою його оптимізації. Комп'ютерний алгоритм було реалізовано на мові програмування Java з використанням відповідних бібліотек. Програмний застосунок приймає початкові дані та видає згенерований розклад у вигляді Excel файлів з можливістю їх уточнення, що є зручним для використання. Розроблена програма має зручне україномовне меню та можливість обробляти декілька вхідних файлів одночасно.

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ МЕТОДОМ ПРОНІ В ПРИСУТНОСТІ ІМПУЛЬСНОГО ШУМУ

Дробахін О.О., drobakhino@gmail.com

Олевський О.В., tigozavr@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Відомо, що методи параметричного спектрального аналізу можуть бути застосовані в широкому колі задач у ситуаціях, коли необхідна точність оцінки частот сигналу більша, за ту, яку можуть дати стандартні методи на кшталт методу перетворення Фур'є. Подібні методи здатні надавати якісні результати для сигналів з білим шумом навіть для малих значень відношення середньоквадратичних значень сигналу і шуму. В реальних системах окрім білого шуму зазвичай існують і інші типи шумів. Розповсюдженім прикладом подібного шуму є імпульсний шум, який може з'явитися, наприклад, внаслідок вмикання та вимикання важкого обладнання на одній мережі з вимірювальним пристроям. Наявність подібних викидів в сигналі може призводити до значних похибок розрахунку і в окремих випадках – до неможливості продовження розрахунку. Для подолання подібних проблем пропонується модифікація стандартного методу Проні для роботи з імпульсним шумом.

Пропонується використання двох методів: методу сегментування сигналу [1] та методу пропускання шумливих точок. В першому випадку сигнал перетворюється на послідовність сегментів, які можуть перекриватися за необхідності. Після цього для кожного з сегментів проводиться пошук коефіцієнтів лінійного передбачення. Наближенням істинних значень коефіцієнтів при цьому вважається медіанне значення сегментних результатів. Подальші розрахунки з використанням отриманих коефіцієнтів проводяться аналогічно стандартному методу Проні. Головними параметрами методу є довжина сегмента і кількість точок, на яку наступний сегмент зсувається відносно попереднього. Дані значення залежать в основному від порядку моделі та частоти появи імпульсів. В

методу пропускання точок використовується факт того, що матриця системи лінійного передбачення дозволяє вилучення певної кількості рядків для випадку перевизначеності системи. Як правило, кількості точок, яка залишається після вилучення частини найбільш хибних відліків, вистачає для аналізу сигналів, які можуть бути отримані в реальних ситуаціях.

Роботу методів було перевірено за допомогою стохастичного комп’ютерного експерименту. При цьому для аналізу використовувався тестовий сигнал у вигляді гармонічної функції. Нормована частота цієї функції змінювалася від 0,01 до 0,49. Для кожної з частот було проведено по 1000 вимірювань. Як можна побачити на рис. 1, розроблені методи мають значну перевагу над класичним методом Проні за методом власного вектору.

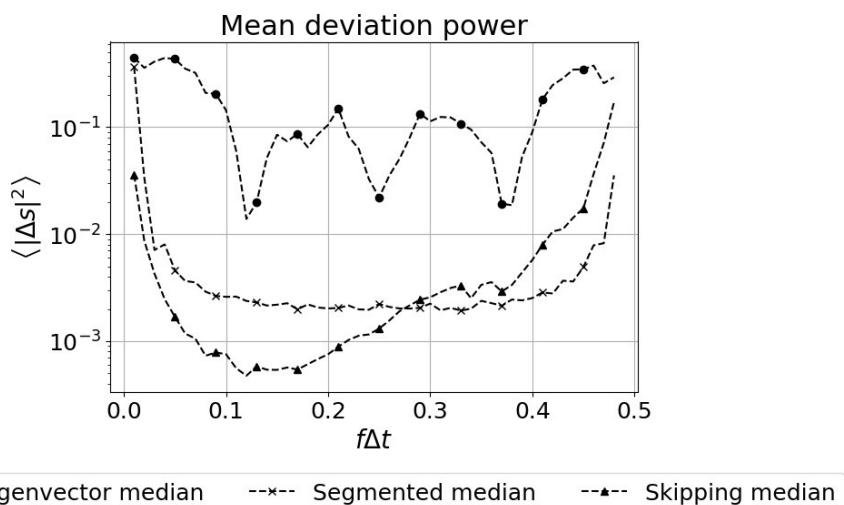


Рисунок 1. Залежність середньоквадратичного відхилення наближення сигналу від нормованої частоти

Бібліографічні посилання

1. Drobakhin O., Olevskyi O. Segmented Approach for the Prony's Method Numerical Realization // 2021 IEEE 26th International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED). Тбілісі, 2021. C. 209-212.

КЛАСИФІКАЦІЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ЦИЛІНДРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ

Дробахін О.О., drobakhino@gmail.com

Чучва В.Д., chuchva.v22@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Виявлення, розпізнавання й оцінка параметрів різноманітних об'єктів за допомогою електромагнітного зондування та сканування є актуальною задачею в багатьох сферах людської діяльності. Важливо ідентифікувати такі об'єкти, як-от міни, а також об'єкти і порожнини, розташовані за перепоною, стіною або під ґрунтом. Відомо, що багатошарові штучні нейронні мережі широко застосовуються в задачах розпізнавання та класифікації цифрових зображень. Використання можливостей таких мереж становить інтерес для аналізу радіозображень.

Як один із базових об'єктів у дослідженнях з підповерхнеового зондування розглядається діелектричний циліндр. Пропонується використання трикомпонентої стекованої нейронної мережі, що складається із двох кодувальників і софтмакс-блоку, для класифікації діелектричних циліндрів за радіусами їхніх основ на підставі аналізу розподілу модуля [1] та фази комплексного коефіцієнта відбиття розсіяного електромагнітного поля в умовах наявності шуму.

Для тренування та тестування нейронної мережі розподіл комплексного коефіцієнта відбиття був отриманий за допомогою комп'ютерної симуляції відбивання циліндром електромагнітного сигналу з використанням методу допоміжних джерел [2]. У якості джерела та приймача випромінювання розглядалася рупорна антена, зондування здійснювалося по повздовжній осі x , а сканування – по поперечній осі y . Поздовжні відліки у часовій області було отримано за допомогою дискретного перетворення Фур'є.

Розглянуто п'ять класів діелектричних циліндрів ($\epsilon = 2,56$) з радіусами основ від 15 до 35 мм із кроком у 5 мм. На рис. 1 представлена діаграма розробленої нейронної мережі для класифікації. На вхід мережі подається масив значень модуля або фази комплексного коефіцієнта відбиття розмірністю 270×25 . Для кожного класу згенеровано по 100 варіацій розподілу коефіцієнта відбиття із додаванням білого гаусового шуму для тренування та тестування відповідно. Роботу мережі було перевірено для значень SNR у діапазоні від 10 до 0 дБ, а також для випадку відхилення значень радіусу на 1 мм для кожного класу. Загальний час тренування для кожного випадку становив близько 2 хв.

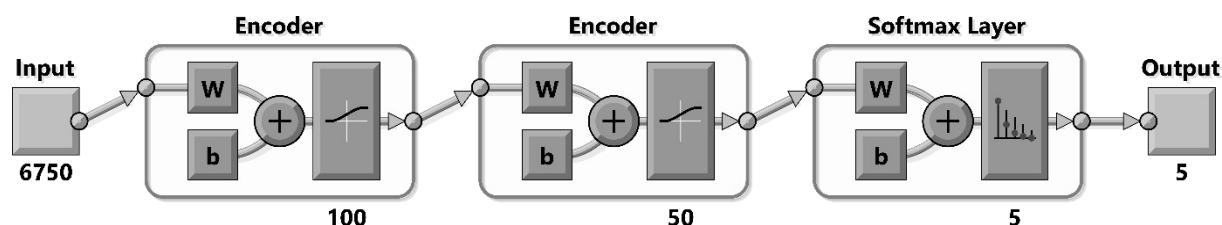


Рисунок 1. Діаграма трикомпонентної стекованої нейронної мережі для класифікації діелектричних циліндрів

При аналізі розподілу модуля комплексного коефіцієнта відбиття було досягнуто 100-відсоткової точності класифікації за наявності шуму при значенні SNR не нижче 5 дБ та заданого відхилення радіусу. Аналіз розподілу фази дозволив точно класифікувати циліндири при значенні SNR 0 дБ, але показав, що фаза є нестійкою до можливих відхилень радіусу.

Бібліографічні посилання

1. Drobakhin O., Chuchva V., Tabatadze V., Huz A. Dielectric Cylinder Discrimination with ANN Using Wideband Electromagnetic Response : 2023 IEEE 28th International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), Tbilisi, Sept. 2023. P. 133–137.
2. Tabatadze V., Drobakhin O., Karaçuha K. Pulse diffraction by a circular dielectric cylinder. *Journal of Electrical Engineering*. 2023. Vol. 74, No. 3. P. 188–196.

ВПЛИВ РОЗМІРУ НАВЧАЛЬНОЇ ВИБІРКИ НА ЯКІСТЬ КЛАСИФІКАЦІЇ НЕЧІТКОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

Єгошкін Д. І., Гук Н. А.

KnightDanila@i.ua, NatalyGuk29@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задачі, що пов'язані з багатофакторними залежностями, актуальні в різних галузях знань. Для їх розв'язання використовують методи штучного інтелекту, які розкривають приховані зв'язки між великою кількістю входних ознак та вихідними результатами. Використання нечіткої логіки та нечітких баз правил у експертних системах дозволяє відобразити ці залежності у вигляді правил "ЯКЩО - ТО", що спрощує обробку та аналіз здобутих знань експертами та вченими.

Існує два основні підходи для здобуття знань: дедуктивний та індуктивний. Дедуктивний зосереджується на формалізації експертних знань в певній області задач та використовує правила, що були надані експертами. В той час як індуктивний підхід дозволяє проводити процес навчання автоматично за допомогою тренувальних наборів даних шляхом виявлення загальних закономірностей.

В роботах [1,2,3] було запропоновано та досліджено декілька методів індуктивного моделювання для генерації моделей з тренувальних входних даних без втручання людини. Висока точність згенерованих моделей і наближена кореляція між помилками моделювання та помилками моделі дозволяють припустити, що можливо виявити причинно-наслідкові зв'язки за допомогою навчання нечітких когнітивних карт [1]. Алгоритм навчання на основі Хебба для створення вагових матриць [2] дозволяє наблизити адекватність моделі до прийнятливого рівня точності.

Індуктивний підхід дозволяє автоматизувати процес отримання знань та надає переваги в обробці масивів даних та виявленні прихованих взаємозв'язків. Але залишається актуальним питання впливу розміру

навчальної вибірки на якість отриманої експертної системи. В роботі для побудови нечіткої бази правил для класифікації об'єктів за допомогою нечіткої логіки та елементів навчальної вибірки пропонується представлення правил у матричному вигляді та визначення консеквентів правил за допомогою процедури навчання.

Для оцінки якості розв'язання задачі мультикласової класифікації Iris Data Set застосовано метрики: accuracy, precision (точність), recall (повнота) та f1-score (f-міра). Вхідну вибірку було поділено на дві частини: навчальну та тестову. Точність розв'язання задачі для різного розміру вибірок, що застосовувались під час навчання та тестування моделі, наведено у таблиці:

Розмір навчальної вибірки (навчальна/ тестова)	accuracy	precision	recall	f1 - score
130/20	0,95	0,91	0,91	0,94
120/30	0,94	0,88	0,89	0,92
100/50	0,92	0,85	0,83	0,90
75/75	0,85	0,83	0,81	0,85

Додатково здійснювався аналіз репрезентативності навчальної вибірки та діаграми розсіювання класів, проводилось кілька циклів відбору навчальної вибірки. Встановлено, що розмір навчальної вибірки впливає на результат класифікації, а саме зі зменшенням обсягу навчальної вибірки якість класифікації погіршується.

Бібліографічні посилання:

1. Ye Chen, Lawrence J. Mazlack, Ali A. Minai, Long J. Lu, Inferring causal networks using fuzzy cognitive maps and evolutionary algorithms with application to gene regulatory network reconstruction, Applied Soft Computing, Volume 37, 2015, Pages 667-679, ISSN 1568-4946, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.08.039>.
2. Papageorgiou, Elpiniki I., and Arathi Kannappan. "Fuzzy Cognitive Map Ensemble Learning Paradigm to Solve Classification Problems: Application to Autism Identification." Applied Soft Computing 12, no. 12 (2012): 3798–3809. doi:10.1016/J.ASOC.2012.03.064.
3. Wojciech Stach, Lukasz Kurgan, Witold Pedrycz, Marek Reformat, Genetic learning of fuzzy cognitive maps, Fuzzy Sets and Systems, Volume 153, Issue 3, 2005, Pages 371-401, ISSN 0165-0114, <https://doi.org/10.1016/j.fss.2005.01.009>.

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО
НАВЧАННЯ ЗАМІСТЬ ТРАДИЦІЙНИХ СТАТИСТИЧНИХ
МЕТОДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ**

Ємел'яненко Т. Г., Богдан С. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Прогнозування попиту в роздрібній торгівлі допомагає ритейлерам оптимізувати рівень запасів, ефективно планувати промо-акції та забезпечувати наявність товарів саме тоді, коли вони потрібні покупцям.

Задача прогнозування попиту, яка реальним прикладом задачі прогнозування часових рядів, вирішується двома сімействами методів — статистичними (традиційними) методами та методами машинного/глибокого навчання.

Однак, порівняно з статичними моделями, методи ML/DL стали використовуватися саме для прогнозування попиту відносно недавно і тільки набирають обертів в плані широкого використання. Однією з основних причин непопулярності методів машинного навчання є складність для розуміння отриманих та необхідність технічних знань для ефективного використання результатів прогнозування. Окрім того, моделі глибокого навчання потребують значних часових та фінансових затрат на навчання, що також негативно впливає на частоту їх практичного застосування. Тим не менш, досить багато досліджень доводять ефективність використання глибокого навчання для прогнозування часових рядів.

Зокрема, є досягнення в області прогнозування попиту на агропродукцію. Завдяки запропонованій моделі DL ефективність прогнозування підвищилася та перевершила традиційні методи. Це дозволило організувати макроконтроль виробництва та зберігання сільськогосподарської продукції та зменшити відсоток зіпсованих продуктів [1]. Іншим прикладом вдалого застосування методів глибокого навчання є запропонована модель RNN/LSMT, яка також перевершує статистичні моделі для прогнозування попиту на автомобільні запчастини

та дозволила зменшити об'єми зберігання та кількість зворотніх замовлень для управління запчастинами [2].

Також є дослідження, спрямовані саме на порівняння ефективності методів прогнозування часових рядів, де порівнюється велика кількість моделей побудови прогнозу, а також ансамблі цих моделей. Згідно з результатів, отриманих у ході однієї з таких робіт [3], можна досягти наступних висновків:

1. Зі збільшенням кроку прогнозування точність прогнозу зменшується.
2. Ансамбль моделей DL є більш ефективним, ніж ансамбль статистичних моделей.
3. Використання ансамблів моделей значно збільшують точність прогнозування.
4. Використання ансаблів збільшує час на побудову прогнозу. Особливо це помітно у моделей DL.
5. Статистичні моделі більш ефективні для короткострокового прогнозування, а моделі глибокого навчання — для довгострокового.
6. Зі збільшенням об'єму вхідних даних ансамбль статистичних моделей втратив свою перевагу над ансамблем моделей DL
7. Моделі DL краще працюють з зашумленими, трендовими та нелінійними даними.
8. Статистичні моделі краще працюють з сезонними даними з низькою дисперсією та лінійними залежностями.

Для кожного варіанту побудови прогнозу необхідно проводити ретельний аналіз даних, щоб обрати максимально ефективну модель прогнозування. При використанні моделей DL потрібно зважати на наявність достатньої кількості даних та можливі складність і фінансові затрати. Для прогнозування попиту в роздрібній торгівлі використання моделей DL дані недоліки є виправданими.

1. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9363883>
2. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-021-10913-0#Sec12>
3. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/01605682.2022.2118629>

**ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ
ОБЕРНЕНИХ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ СТАТИКИ**

Жушман В.В., zhushmanvlad@gmail.com,

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В сучасному світі інженерія та технології розвиваються надзвичайно швидко. У цьому контексті дослідники постійно стикаються з новими складними завданнями, пов'язаними з аналізом та проектуванням технічних систем. Одним з таких класів складних задач є – обернені контактні задачі статики, що виникають у різних галузях, наприклад, – в машинобудуванні, будівництві, геології, аерокосмічній промисловості та інших. В свою чергу, експертні системи, які базуються на накопичених знаннях та правилах, можуть допомогти фахівцям у прийнятті раціональних рішень на основі результатів проведення чисельних симуляцій та вимірювань. Це дозволяє аналізувати великі обсяги даних та надавати рекомендації щодо вибору вдалих рішень.

Було створено та протестовано експертну систему для розв'язання обернених контактних задач. Отримана система проводить ідентифікацію форми штампів з плоскою підошвою, що займають в плані однозв'язну область за формуєю близькою до кола, за розподілом нормального напруження в зоні контакту штампів з пружним півпростором. Експертну систему було побудовано за допомогою вільного програмного забезпечення CLIPS [1], що має власну об'єктно-орієнтовану мову COOL, а також, з використанням мови програмування C.

Комп'ютерне моделювання процесу контактної взаємодії сімейства штампів з пружнім півпростором проводилося в програмному комплексі ANSYS [2], що надає вільний доступ для проведення наукових досліджень. Геометричні моделі сімейства штампів було створено в модулі Design Modeler. Симуляція процесу контактної взаємодії відбувалася в модулі

Static Structural. Генерація та корегування скінченно-елементної сітки були проведені за допомогою модуля Meshing. Покращення деталізації сітки в зоні контакту було проведено за допомогою функції Sizing, що надає функціонал необхідний для коректування розмірів елементів локально в обраній області. Регуляризація сітки була досягнута за допомогою інструменту Face Meshing. Доступ до результатів моделювання було отримано за допомогою модулю Solutions. Розподіл напруження в зоні контакту сімейства штампів з пружним півпростором було отримано за допомогою постпроцесінгу результатів симуляції використовуючи модуль Results. Перевірка комп'ютерної моделі на адекватність проводилася шляхом порівняння отриманих результатів з вже існуючими на тестових прикладах.

Також було розроблено програмне забезпечення на мові С для реалізації комунікації між програмними комплексами ANSYS та CLIPS. Це дозволило легко заповнювати базу знань експертної системи результатами комп'ютерного моделювання. Було розглянуто різні системи комбінацій форм штампів з поперечним перерізом з геометрією близькою до кола. Системи досліджувались для різних видів навантажень. Отримані результати було представлено у вигляді графіків. Досліджено вплив зміни форм штампів на процес розподілу нормальногонапруження.

Бібліографічні посилання

1. CLIPS A Tool For Building Expert Systems URL: <https://www.clipsrules.net> (дата звернення: 31.10.2023).
2. Ansys Free Student Software Downloads. URL: <https://www.ansys.com/academic/students/ansys-student> (дата звернення: 31.10.2023).

**ПОКРАЩЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ
УПАКОВКИ КРУГІВ В КРУГ МІНІМАЛЬНОГО РАДІУСУ**
Задорожний¹ Б.О., Стецюк^{1,2} П.І.

bohzador@gmail.com

¹Ужгородський національний університет

²Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

З 1 листопада до 21 грудня 2022 року був проведений конкурс «Щільна упаковка кругів в круг мінімального радіусу» [1]. Поставлена в його основу задача є багатоекстремальною задачею оптимізації, для розв’язання якої існує багато алгоритмів знаходження найкращого локального мінімуму. Якщо локальний мінімум не є глобальним, то його можна покращити, наприклад за допомогою r-алгоритму Шора [2].

Конкурсна задача була сформульована наступним чином: задано набір кругів з радіусами r_i , $i = 1, 2, \dots, N$. Потрібно знайти центри $(x_i; y_i)$, $i = 1, 2, \dots, N$ цих кругів і радіус R зовнішнього круга з центром $(0; 0)$ такі, що:

- кожний з кругів $i = 1, 2, \dots, N$ має повністю знаходитись всередині зовнішнього круга (круги можуть торкатися межі зовнішнього круга);
- для будь-якої пари $(i; j)$, де $i, j \in \{1, \dots, N\}$ та $i < j$, круги не перетинаються (їм до-зволено торкатися один одного);
- радіус R зовнішнього круга має бути якомога меншим.

Ця задача формулюється як задача нелінійного програмування:

$$R^* = \min_{R, x, y} R \quad (1)$$

за обмежень

$$x_i^2 + y_i^2 \leq (R - r_i)^2, i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

$$(x_i^2 - x_j^2) + (y_i^2 - y_j^2) \leq (r_i^2 - r_j^2), 1 \leq i \leq j \leq N, \quad (3)$$

$$R \geq R_{low}, \quad (4)$$

де R_{low} – максимальний із радіусів для набору кругів.

Для пошуку локального мінімуму в задачі (1)–(4) за допомогою г-алгоритму був використаний метод негладких штрафних функцій, який дає можливість замінити задачу (1)–(4) на еквівалентну задачу безумовної мінімізації негладкої функції [2].

Нижче розглянемо два варіанти алгоритмів: перший наведено у статті [2], а другий є його модифікацією, яка при абсолютному покращенні значення функції на EPS , переходить на перший етап алгоритму. Порівняння двох варіантів для $EPS = \{0, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}\}$ наведені у таблиці:

Варіант	1	2	1	2	1	2	1	2
EPS	10^{-3}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	0	0
Кількість балів	4876	4882	4888	4894	4891	4895	4890	4895
Час (с)	48	84	67	151	78	219	84	261
Покращення (в балах)	44	50	56	62	59	63	58	63

У рядку «Покращення (в балах)» наведено покращення сумарних балів, у порівнянні з результатом евристичного алгоритму (4832 бали) [2]. Наведені результати свідчать про ефективність обох варіантів. При цьому другий варіант показує кращі результати, але за довший час. Зменшення EPS приводить до суттєвих покращень результатів, проте теж вимагає більше часу. Обираючи відповідне значення EPS можна отримати бажане покращення відповідно до часових обмежень.

Робота підтримана VolkswagenFoundation (грант № 97775).

Список літератури

1. Конкурс [Електронний ресурс]: <https://packing-circles.eolymp.io/>
2. Задорожний Б.О., Міца О.В., Стецюк П.І. Про покращення евристичного алгоритму упаковки кругів в круг мінімального радіусу. Cybernetics and Computer Technologies. 2023. 2. С. 32–45.

**ПРОБЛЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ
ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ МЕТОДАМИ НЕЛІНІЙНОГО
РЕКУРЕНТНОГО ПІДХОДУ**

Зайцев А.Д., us55554444us55554444@gmail.com

Зайцев В.Г., vadymzaytsev65@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У роботі [1] розглянуто використання методу нелінійного рекурентного аналізу до проблеми типізації інформації, що надана у вигляді часових рядів електроенцефалограм знятих з пацієнта. Описано методика визначення схованої інформації для цього ряду та її використання для побудови відповідної рекурентної діаграми (recurrence plots, RP) у точки сьому інформації. Показано, що використання RP має суттєві недоліки, які пов'язані з візуалізацією інформації на екрані монітору комп'ютера, тому запропоновано наступний крок дослідження - обрахування чисельних показників RP. Їх обрахування потрібно здійснити дляожної точки сьому інформації, в якості яких було запропоновано зняти точки (O1 , O2 , Pz) - це праве та ліве потиличне та тім'яне відведення. Для отримання чисельних значень показників RP пропонувалося використовувати середовище Matlab та розроблений для цього пакет crptools [2]. Наведені обраховані чисельні показники JRQA аналізу дозволили здійснити типізацію отриманих даних та визначити тип який отримав назву «HEALTHY-RP», що відрізняє епілептичні та нееепілептичні типи ЕЕГ.

В якості вхідних даних у цій роботі використана інформація яка була отримана з бази даних ЕЕГ кафедри неврології Дніпровського Медичного Університету для семи пацієнтів, яка була знята у різні роки їх обслідування. Пацієнти мали різні діагнози (усього чотири діагнозу): епілепсія, ВСД, здоровий та судорожні.

У даної роботі в якості вхідних даних використовується база даних Боннського медичного університету[3]. В базі даних присутні п'ять

частин: А, В, С, D, Е. У роботі виконується нелінійний рекурентний аналіз частини Е, що містить 100 файлів даних пацієнтів, які мають діагноз епілепсія. Причому наведені ЕЕГ дуже унікальні, тому що вони фіксувалися у момент приступу хворого. Точок зняття даних не надано. Відома тільки дата створення файлу.

Для зняття інформації ЕЕГ використовувався стандартний пристрій, у якого робоча частота становила 247 Гц. Були використані 20 електродів (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, T3, T4, T5, T6, Tz, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, та O2) по системі 10-20 [4].

Отримати такої інформації у ДМУ не має можливості.

В наступний час проводиться ретельна обробка наданої інформації та виконується розрахунки чисельних параметрів рекурентної діаграми (RP) кожного файла бази Е. Обробка вказаної інформації наддасть можливість зробити уточнення щодо параметрів типізації даних ЕЕГ пацієнтів з епілепсією.

Перелік використаних джерел

1. Білозьоров В.Є. Використання методу нелінійного рекурентного аналізу до типізації даних часових рядів електроенцефалографії. В.Є. Білозьоров, В.Г. Зайцев, О.В. Погорєлов, О.Л. Хижя // Системні технології. Регіон. міжвуз. збір. наук. праць. - Д.: - вип. 2 (145), 2023. - с.82-104.

2. Recurrence Quantification Analysis. [Online]

Available:<http://www.recurrenceplot.tk/rqa.php>.

3. EEG Time Series Data (Department of Epileptology University of Bonn, Germany). Available online: http://epileptologie-bonn.de/cms/front_content.php?idcat=193&lang=3&changelang=3 (accessed on 25 September 2021)

4. Systems with Emphasis on Multi-domain Feature Extraction and Classification using Machine Learning," BRAIN Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience 8.4. 2017., p. 109-129.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР В СОНЯЧНІЙ ПАНЕЛІ З УРАХУВАННЯМ ТА БЕЗ УРАХУВАННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ

Захаров Д.В., e-mail:decinpix@gmail.com, Книш Л. І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Математична модель (ММ) для пошуку нестационарних температурних полів у сонячній панелі (СП) складається із системи нелінійних звичайних диференційних рівнянь з відповідними початковими та граничними умовами. В ММ враховані радіаційні втрати з поверхні СП та конвективні втрати за рахунок вільної та вимушеної конвекції. Щільність теплового потоку від Сонця вважалась сталою, але на її значення впливав кут установки СП. Функціональна залежність ККД сонячних елементів від температури знаходилась на основі апроксимації експериментальних даних. Отримано розподіл температур у кожному шарі СП без примусового охолодження при реальних умовах навколишнього середовища.

Примусове охолодження технічно реалізовувалось шляхом додавання в конструкцію СП плоского каналу, в якому рухається теплоносій. Конвективний теплообмін між ніжнім шаром СП та теплоносієм додатково враховувався в ММ.

Комп'ютерний алгоритм розроблено на мові програмування C++ з використанням стандартних математичних бібліотек, що передбачує процедуру лінеаризації в системі звичайних диференційних рівнянь. В результаті моделювання отримано, що при збільшенні температури навколишнього середовища спостерігається суттєве зменшення ККД СП, яке може досягати 40 %. Встановлено, що примусове водяне охолодження знизило температуру СП на ~5 градусів, що позитивним чином вплинуло на ККД. Додатковою вигодою від охолодження є отримання теплої води, яку можна використовуватись в промислових та побутових системах гарячого водопостачання.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ

Земляний О.Д. zemlyanoy.aleksey@gmail.com, Байбуз О.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Серцеві захворювання стали однією із ключових причин ускладнення життя та смерті людей. Діагностика та лікування таких захворювань є надзвичайно складними завдяки обмеженому доступу до ефективних ресурсів, необхідних для правильного прогнозування та лікування пацієнтів, особливо у країнах, що розвиваються. Навіть за наявності можливостей для запобігання значній частині серцево-судинних захворювань, їх кількість продовжує зростати через недостатню ефективність профілактичних заходів. Багато публікацій присвячено аналізу використання методів інтелектуального аналізу даних та машинного навчання для прогнозування ішемічної хвороби серця (ІХС).

В теперішній час найточнішим методом діагностики ішемічної хвороби серця (ІХС) є ангіографія. Проте варто враховувати, що цей метод є інвазивним і вимагає значних фінансових витрат. Позитивною стороною є його висока точність у виявленні серцевих проблем. Серцево-судинні захворювання (ССЗ) є серйозною глобальною проблемою і є однією з провідних причин смерті у різних країнах. Тому раннє виявлення та прогнозування ССЗ мають велике значення для зменшення тяжкості цих захворювань. Штучний інтелект (AI) грає важливу роль у виявленні та управлінні серцево-судинними захворюваннями, зокрема ішемічною хворобою серця (ІХС). Використання AI дозволяє точно визначити хворобу та вибрати належний метод лікування. В літературі виділяються кілька переваг використання AI в цьому контексті, включаючи швидке прийняття рішень, покращену візуалізацію серцево-судинної системи, зниження ризику складних методів лікування, розширення знань кардіологів щодо пацієнтів та поліпшення комп'ютерної діагностики.

Метою огляду літератури було визначити, які алгоритми керованого машинного навчання є найефективнішими для прогнозування ішемічної хвороби серця. Проаналізовано низку досліджень, де використовувалися методи машинного навчання для діагностики ІХС, та виділено найбільш використовувані алгоритми машинного навчання. Враховуються характеристики алгоритмів, такі як точність, достовірність, специфічність і чутливість. Огляд літератури сприятиме подальшим дослідженням серцево-судинних захворювань, зокрема ішемічної хвороби серця.

Хоча прогнозування ішемічної хвороби серця (ІХС) за допомогою методів машинного навчання активно досліджується, існують невирішені аспекти. Різноманітні алгоритми можуть бути використані для прогнозування ІХС, але всі вони належать до класу класифікаційних методів з навчанням з вчителем. Більшість досліджень використовують відкриті джерела даних, і лише невелика частина використовує первинні клінічні дані. Алгоритми, такі як логістична регресія (LR), нейронні мережі (NN), метод кластеризації k-means, метод найближчих сусідів kNN, метод опорних векторів (SVM) та бустінг, виявилися найефективнішими для прогнозування ІХС. Програмні засоби для аналізу даних, такі як R та Python, продемонстрували кращу продуктивність у порівнянні з іншими інструментами інтелектуального аналізу даних, такими як Rapid Miner, WEKA і MATLAB. Зважаючи на те, що ІХС є третьою за поширеністю причиною смертей у світі, виявлення найкращих методів та програмного середовища для прогнозування та діагностики цієї хвороби має важливе практичне значення для лікарів і дослідників. Дослідження показало, що алгоритми дерева рішень та методу опорних векторів були найбільш вживаними у попередніх дослідженнях. Логістична регресія, нейронні мережі, метод кластеризації k-means, метод найближчих сусідів та метод опорних векторів показали кращі результати в порівнянні з іншими методами.

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ХІРУРГІЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ НА ОЧАХ

Зимар'ов Є.Д., zymarov.y18@fpm.dnu.edu.ua, Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Однією з найбільш поширених операцій в офтальмології є операція з приводу катаракти або помутніння кришталика. На другому етапі операції (після видалення кришталика) відбувається процес вимивання каламутних кришталикових мас із капсулного мішка та передньої камери ока. В даній роботі розглядається задача моделювання гідродинамічних процесів при проведенні хірургічних операцій на очах. Застосовується двовимірна модель з осередненням по глибині камери ока [1], яка враховує процеси іригації та аспірації. Заміщувальна рідина подається в камеру ока через круговий отвір ω_i і витікає через отвір ω_a та розріз на частині межі області Γ_p .

Для опису внутрішніх течій рідини використовується модель потенціальної нестисливої рідини. Крайова задача для потенціалу вектора швидкості φ в круговій області Ω , що обмежена колом Γ , має вигляд

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = f(x, y).$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = V_\Gamma \quad \text{на межі } \Gamma,$$

$$f(x, y) = \begin{cases} V_i & \text{при } (x, y) \in \omega_i \\ V_a & \text{при } (x, y) \in \omega_a \\ 0 & \text{при } (x, y) \notin \omega_i \cup \omega_a \end{cases}, \quad V_\Gamma = \begin{cases} V_p & \text{при } (x, y) \in \Gamma_p \\ 0 & \text{при } (x, y) \notin \Gamma_p \end{cases}.$$

Розв'язок задачі знаходиться за допомогою метода скінченних елементів з використанням математичного пакета Matlab. Проведені розрахунки при різних значеннях визначальних параметрів.

1. Белоцерковский О.М. Вычислительная механика. Современные проблемы и результаты. - М: Наука, 1991, 183 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦІПІВ DEVOPS У СУЧASNІ МЕТОДИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Золотъко К.Є., zolt66@gmail.com

Красношапка Д.В., dimakrasnoshapka@yahoo.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В настоящее время разработка программного обеспечения в Украине и мире приобретает огромное значение. В условиях пандемии и войны большинство организаций стараются максимально перевести свои рабочие операции на условия удаленного доступа и в Интернет. Поэтому все более востребованными становятся организации, которые занимаются разработкой web-сайтов и различного прикладного программного обеспечения. При этом скорость реализации таких проектов имеет очень большое значение.

Большинству современных методологий проектирования, таких как MSF, Waterfloor, SCRUM, Agile и другие, необходимо время на разработку технического задания, реализацию основных этапов проекта и его развертке на стороне заказчика. При этом, заказчик заинтересован в скорейшей реализации проекта и началу работы с данным программным продуктом, может быть, даже с сокращенной функциональностью. Этому могут способствовать широкое использование CASE-инструментов и внедрение в процесс проектирования элементов методологии DevOps.

DevOps (Development Operations) — это методология автоматизации технологических процессов разработки программного обеспечения и организации команд, которые позволяют быстро создавать и запускать в эксплуатацию новые IT-продукты. Эта методология предполагает, что работа участников команды по разработке, тестированию и эксплуатации объединены в один непрерывный и автоматический процесс по принципу конвейера. В задачи DevOps инженера входит обеспечение безопасной работы систем, повышение эффективности и своевременная ликвидация возникающих проблем.

Основными элементами такой методологии являются:

- непрерывна інтеграція – використання центрального репозиторія, автоматична складка, тестування та запуск;
- непреривне тестування з метою виявлення помилок на ранніх стадіях;
- непреривна доставка та розвертвання – автоматичне розвертвання та видача нових релізів програмного продукту;
- моніторинг застосунків та релізів на постійній основі;
- настройка інфраструктури згідно з тими же принципами побудови, що і програмний продукт.

Поэтому внедрение методологии DevOps в существующие и функционирующие организации, большинство из которых работают по методологиям SCRUM (Agile), требует значительных средств, как временных, так и финансовых. Необходима оптимизация этого процесса с точки зрения затраченных средств и полученной прибыли. При этом, необходимо учитывать, что затраты на DevOps инженеров также выше, чем на большинство обычных разработчиков, т.к. они должны быть специалистами в нескольких областях разработки.

Эти вопросы оптимизации могут быть решены при помощи методов Machine ... таких, как, например, генетический или муравьиный алгоритмы.

Бібліографічні посилання

1. Viktor Farcic. The DevOps 2.0 Toolkit: Automating the Continuous Deployment Pipeline with Containerized Microservices, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016 -414 p.
2. David Farley, Jez Humble. Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation, Addison-Wesley Professional; 1st edition (July 27, 2010), - 512 p.

ПОБУДОВА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ КУЛІНАРНОГО РЕЦЕПТУ НА БАЗІ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Золотъко К.Є., Славінська О.П., slavinska.o18@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В сучасному інформаційному світі зі зростанням доступності інформації зростає і вибір кулінарних рецептів, що може стати завданням немалої складності для багатьох користувачів. Подолання цієї складності можливе завдяки розробці експертних систем, які ґрунтуються на методах нечіткої логіки. В даній роботі буде побудовано експертну систему для вибору кулінарних рецептів на основі цих методів та інтегровано до мобільного додатку кулінарної книги на платформі React Native. Створений додаток працює із базою даних рецептів за допомогою відкритого API Spoonacular [1].

React Native - це фреймворк для мобільної розробки, який базується на популярній JavaScript бібліотеці React. React Native поєднує в собі найкращі риси нативної розробки з React, найкращою у своєму класі JavaScript бібліотекою для побудови користувальських інтерфейсів [2]. Він дозволяє розробникам створювати мобільні додатки для платформ iOS та Android, використовуючи знання JavaScript та React.

Комбінування нечіткої логіки та експертних систем є фундаментальною методикою, що випливає безпосередньо з природи нечіткої логіки. На сьогодення, нечіткі експертні системи є найпопулярнішим застосуванням нечіткої логіки з багатьма додатками, що працюють у різноманітних сферах.

Нечіткі системи також мають перевагу в тому, що знання експертів зберігаються у вигляді правил або математичних виразів, які легко вводити в систему і модифікувати а також легко піддаються візуалізації. Крім того, вони включають функції належності та параметри, які дозволяють описувати систему на більш абстрактному рівні і налаштовувати її для досягнення хорошої продуктивності.

Для фікованих, чітко визначених знань нечітка система є зручним і ефективним способом представлення рішення проблеми. Однак для складних і великих систем нечіткі системи стають складними в розробці, що передбачає використання ручних методів і методів спроб і помилок. Матриця, що відображає зв'язки між поняттями та діями, стає громіздкою, а найкращі значення для багатьох параметрів, необхідних для опису функцій належності, важко визначити. Продуктивність нечіткої системи може бути дуже чутливою до конкретних значень параметрів [3].

Інтеграція експертної системи до додатку кулінарної книги має численні переваги. Це дозволить користувачам отримувати персоналізовані рекомендації стосовно вибору рецептів, враховуючи їхні смакові уподобання і дієтичні обмеження. Це полегшить процес вибору страв і зробить його більш зручним.

Також експертна система може навчатися від користувачів, і чим більше людей користуються додатком та надають власні виправлення чи оцінки рецептів, тим точнішими та кориснішими стають рекомендації з плинном часу.

Загалом, ця інтеграція зробить додаток кулінарної книги більш привабливим та корисним для користувачів, забезпечуючи їхні індивідуальні та розширені можливості вибору рецептів та приготування страв.

Бібліографічні посилання:

1. Spoonacular recipe and food API: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://spoonacular.com/food-api>
2. React Native - learn once, write anywhere [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://reactnative.dev/>
3. Medsker L. Fuzzy Logic and Expert Systems / Larry R. Medsker // Hybrid Intelligent Systems / Larry R. Medsker.

МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПРОМЕРЗАННЯ ГРУНТУ ЗА УМОВОЮ ДІРІХЛЕ НА ЙОГО ПОВЕРХНІ

Івчук О.Д., Lewik0156@gmail.com, Книш Л.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проблема мерзлого ґрунту впливає на різні сфери життєдіяльності людини: видобуток корисних копалин, сільське господарство, будівництво та транспортне сполучення. Залежно від фізико-хімічних властивостей ґрунтів змінюється підхід і методи взаємодії з ними для подальшої діяльності – теплоізоляція, штучне замерзання, тощо. Щоб врахувати зміну стану ґрунту використовується математичне моделювання. В нинішніх умовах війни в Україні, коли ґрунти щоденно всипаються хімічними сполуками та залишками снарядів різного складу, зміни хімічного складу ґрунту вплинуть на вищезгадані області людської діяльності на багато років вперед.

Метою роботи є аналіз математичної моделі промерзання вологого ґрунту, дослідження швидкості зміни агрегатного стану ґрунту за умов, що температура на поверхні ґрунту стала та є нижчою за температуру замерзання, а нижня рухома межа промерзлого шару ґрунту завжди дорівнює температурі замерзання.

В ході роботи була розглянута нелінійна задача Стефана про промерзання вологого ґрунту. В математичній моделі і відповідних граничних умовах розглядаються дві зони ґрунту: промерзла і тала, які розділені межею зміни агрегатного стану ґрунту.

Представлено програмну реалізацію аналітичного розв'язку Стефана, яку було втілено за допомогою мови програмування Python. Програмне забезпечення приймає вхідні параметри і виводить графічно розподіл температур вглиб ґрунту відносно часу промерзання з урахуванням нижньої рухомої межі промерзання.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ НАВЧАННЯ ТОЧКОВОЇ МОДЕЛІ РАНЖУВАННЯ СПИСКУ, ЗАЛЕЖНОЇ ВІД ЙОГО КОНТЕКСТУ

Каманцев А.С., kamantsev.a18@fpm.dnu.edu.ua,

Притоманова О.М., olga.prytomanova@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача ранжування полягає у тому, щоб за деяким критерієм впорядкувати скінчену множину елементів. Критерій може не бути задано у явному вигляді, тому функцію ранжування отримують шляхом тренування деякої моделі на наборі даних.

До задачі ранжування може бути зведена задача Named Entity Recognition (NER), що належить до галузі Natural Language Processing. Задача NER полягає у пошуку у тексті сущностей, таких як локація, особа, ліки та інше. Якщо зробити припущення, що в тексті шукана сутність має бути одна і лише одна, то задача NER зводиться до задачі ранжування, що не залежить від запитів, із метрикою Winner-Takes-All (WTA), яка полягає у тому, що якість моделі оцінюється лише за вірністю ранжування першого елементу списку (це частинний випадок метрики Precision at k при k=1 [1]).

Існує три основних підходи до розв'язку задачі ранжування [1]:

1) Pointwise – модель обчислює деяку оцінку кожного документу списку окремо і список ранжується на основі цих оцінок;

2) Pairwise – до моделі по черзі вводяться пари документів, і модель визначає, чи правильно впорядкована ця пара. На основі відповідей моделі відбувається ранжування списку;

3) Listwise – модель при ранжуванні враховує усі документи, що необхідно впорядкувати.

У роботі пропонується поєднати ідею про важливість впливу усіх елементів списку документів (listwise підхід) на значення функції ранжування обчисленої для кожного документу (pointwise підхід). Для цього пропонується на кожному кроці вводити у модель, що обчислює

функцію ранжування, не тільки сам документ а й усі інші документи зі списку.

Запропонований підхід було порівняно з класичним pointwise підходом при застосуванні до розв'язку декількох задач NER, які можуть бути зведені до задачі ранжування, що не залежить від запитів, із метрикою WTA. Для порівняння було використано моделі з бібліотеки scikit-learn [2]: MultinomialNB, LogisticRegression, KneighborsClassifier, SVC, DecisionTreeClassifier та модель XGBClassifier з бібліотеки xgboost [3].

Результати експериментів показали, що запропонований підхід покращив результат лише для моделей LogisticRegression та XGBClassifier, а для інших моделей результат або не покращився або погіршився. Причина таких результатів може полягати у наступному: оскільки запропонований підхід вдвічі збільшує розмір векторів, що класифікуються, то багато моделей могли постраждати від явища «прокляття розмірності» [4]; проте деякі моделі, завдяки особливостям своєї будови, змогли покращити результат за рахунок нової інформації, що з'являється у даних завдяки запропонованому підходу. Отже, запропонований метод є перспективним, проте потребує подальших досліджень.

Список використаних джерел:

1. LETOR: A benchmark collection for research on learning to rank for information retrieval / Q. Tao, L. Tie-Yan, X. Jun, L. Hang. Information Retrieval. 2010. P. 346-374. DOI: 10.1007/s10791-009-9123-y.
2. scikit-learn: machine learning in Python. scikit-learn. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://scikit-learn.org/>
3. XGBoost Documentation. DMLC/XGBoost. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xgboost.readthedocs.io>
4. Carreira-Perpinán M. A review of dimension reduction techniques. Department of Computer Science. University of Sheffield. Tech. Rep. CS-96-09. 1997. V. 9. P. 1-69.

**СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ ДІЙ КОРИСТУВАЧІВ ТА ПРИХОВУВАННЯ
КОРИСТУВАЦЬКИХ ФАЙЛІВ В ФАЙЛОВІЙ СИСТЕМІ WINDOWS**

Капліна Л.А., kaplinka.l.a@gmail.com,

Білобородько О.І., sanaua2@gmail.com

Дніпровський Національний Університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Підприємства та організації часто мають справу з конфіденційною інформацією, яка потребує надійного захисту. У випадку користування комп'ютером декількома користувачами, виникає потреба у моніторингу дій користувачів задля виявлення будь-яких несанкціонованих або підозрілих дій. Також з'являється необхідність у приховуванні певних файлів та папок.

Можливості операційних систем, включаючи Windows, можуть не надавати потрібних функцій та інструментів для моніторингу активності та ефективного приховування користувальських файлів. Тому у користувачів виникає потреба в окремих програмних рішеннях.

Створення програмного забезпечення (ПЗ), зокрема драйвера мініфільтру файлової системи, для моніторингу дій користувача та приховування файлів користувача у файловій системі Windows передбачає багатогранний підхід, зосереджений на безпеці, налаштуванні та ефективності для задоволення різних потреб користувачів, які шукають рішення для забезпечення покращеного захисту даних і конфіденційності.

Під час проєктування архітектури ПЗ для моніторингу активності та приховування файлів в Windows необхідно враховувати кілька компонентів та їх взаємодію. Архітектура додатку включає наступні компоненти:

1. За допомогою Filter Manager драйвер моніторингу та приховування файлів реалізовано як драйвер мініфільтру.

2. Модуль приховання файлів підключається до стека файлової системи та перехоплює запити на дії над файлами. Модуль містить логіку для визначення того, які файли слід приховати. В результаті приховані файли заборонені для доступу або переліку через стандартні API файлової системи.
3. Модуль моніторингу активності фіксує та реєструє дії користувача, пов'язані з файловими операціями. Модуль перехоплює запити та записує відповідну інформацію, таку як ідентифікатор користувача, мітка часу, деталі файлу та тип виконаної операції.
4. Модуль Config відповідає за відновлення стану драйвера за допомогою даних з реєстру. Реєстр зберігає таку інформацію: стан драйверу, активний чи неактивний; стан драйверу прихований чи неприхований; списки файлів та директорій для приховання; списки файлів та директорій для моніторингу.
5. Компонент конфігурації та керування дозволяє користувачам або адміністраторам визначати правила приховання файлів та налаштування моніторингу.
6. Додаток підтримує механізм логування для зберігання журналу прихованих файлів і дій користувача та керування ними. Журнали зберігаються локально.
7. Компонент для забезпечення безпечного доступу до захищених файлів реалізований на базі використання механізмів шифрування даних.

Отже, результатом роботи є функціональний програмний продукт, що дозволяє користувачам встановлювати правила для моніторингу активності файлової системи та приховання файлів в середовищі Windows, надаючи надійний захист конфіденційних даних у локальних та корпоративних системах.

АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Кісельова О.М., Костенко О.В., rootalex.n@gmail.com, Кузенков О.О.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задачі логістики є невід'ємною частиною діяльності багатьох підприємств та організацій у всьому світі. Вирішення цих завдань потребує оптимального розміщення закладів обслуговування. Один із методів, який допомагає вирішувати логістичні задачі, це метод розміщення об'єктів. Задача розміщення об'єктів (Facility Location Problem, FLP) - це оптимізаційна задача, яка полягає в виборі оптимального місця для розташування нових об'єктів (наприклад, заводів, розподільних центрів, магазинів тощо) з метою мінімізації витрат або максимізації прибутку. Ця задача може включати різні фактори і обмеження, такі як вартість транспортування, обсяг попиту, обмеження щодо доступності ресурсів, тощо.

Задача множинного розміщення об'єктів є розширенням задачі розміщення об'єктів, де необхідно визначити оптимальні місця для розташування декількох об'єктів, таких як заводи, розподільчі центри або магазини, з метою обслуговування певної території.

Вирішення задачі розміщення об'єктів включає наступні кроки:

- визначення цільової функції: спочатку визначаємо цільову функцію, яка відображає цілі. Вона може включати витрати на транспортування між об'єктами та споживачами, вартість розміщення об'єктів, максимальні та мінімальні вимоги до об'єктів
- обмеження та параметри: розглядаємо обмеження та параметри задачі, такі як обмеження кількості об'єктів, вартість розміщення кожного об'єкта, кількість об'єктів у кожній зоні обслуговування.
- вибір методу розв'язання: вибираємо метод оптимізації для вирішення задачі. Зазвичай це методи лінійного програмування, граничні

методи або метаевристичні підходи, такі як генетичні алгоритми, ітеративне удосконалення тощо.

- розв'язок задачі: застосовується обраний метод для вирішення задачі і отримуємо оптимальний розподіл об'єктів.
- оцінка рішення: після вирішення задачі проводимо аналіз та оцінку отриманого рішення, враховуючи реальність бізнес-умов та можливі зміни в майбутньому.

Для розв'язку FLP був обраний метод генетичного алгоритму. Було розроблено додаток для розрахунку вхідних даних у вигляді текстового файлу зі списком координат, вибору параметрів розв'язуючого алгоритму та реалізована візуалізація отриманого розв'язку.

Порівняно результати отримані з різними параметрами алгоритму: кількість генів, кількість осіб в популяції, відсоток мутацій, кількість елітних осіб, параметру «мудрість гурту»

Задача FLP допомагає бізнесу приймати рішення щоб знизити витрати, збільшити прибуток шляхом оптимального розміщення закладів. Ця задача може бути особливо корисною в галузях логістики, сфери обслуговування та роздрібної торгівлі.

ВСТАНОВЛЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Ковалев С.В., kovalev3110c@gmail.com,

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В сучасному обчислювальному аналізі та математичному моделюванні інтерес до використання методу Монте-Карло для встановлення інтегральних функціональних закономірностей зростає. Цей метод, ініційований стохастичним характером своїх обчислень, виявляється надзвичайно потужним знаряддям у вирішенні завдань, пов'язаних з чисельним аналізом та моделюванням складних математичних систем.

Заснований на випадковому виборі точок в області визначення функції, метод Монте-Карло надає можливість апроксимації інтегралів та встановлення їх зв'язків з різними параметрами. Це робить його особливо корисним для задач, пов'язаних з дослідженням складних функцій та інтеграцією великої кількості даних.

Основна формула, яка часто використовується у цьому методі, пов'язана з визначенням середнього значення функції за допомогою випадкового вибору точок в області її визначення

$$I \approx \frac{b-a}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i),$$

де $f(x)$ – відома функція, a, b – границі, N – кількість випадкових точок, які ми обираємо в області визначення функції, x_i – випадково вибрана точка в інтервалі від a до b .

Ця формула ґрунтуюється на ідеї, яка полягає в тому, що середнє значення функції на деякому відрізку можна апроксимувати за допомогою середніх значень функції у випадково вибраних точках цього відрізку.

Ефективність методу Монте-Карло особливо помітна у великих обсягах обчислень, де ймовірнісний підхід дозволяє отримувати результати прийнятної точності в умовах стохастичності та невизначеності. Висока ступінь паралелізації цього методу робить його придатним для використання на сучасних обчислювальних plataформах.

Практичні застосування методу Монте-Карло для встановлення інтегральних функціональних закономірностей відбуваються в різних галузях, таких як фінанси, фізика, біологія та інженерія інші природничі науки. Результати свідчить про його універсальність та ефективність у розв'язанні реальних проблем.

Невдовзі метод Монте-Карло стає не тільки засобом чисельного аналізу, а й інструментом для дослідження та вдосконалення математичних моделей. Однак, незважаючи на всі його переваги, метод вимагає уважного вибору параметрів та обчислювальних ресурсів для досягнення достовірних результатів.

Досвід використання методу Монте-Карло та порівняння його з іншими обчислювальними методами для обчислення інтегралів різного типу, розв'язування задачі Діріхле для рівняння Лапласа свідчать про його перспективи у чисельному аналізі та математичному моделюванні. Метод надає дослідникам ефективний потужний інструмент для розв'язання сучасних наукових та практичних задач.

Бібліографічні посилання

1. Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. *Simulation and the Monte Carlo Method* (3rd ed.). Wiley. (2017). 396c.
2. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров, Фарлоу С., 1985, 384c.

ГІБРИДНІ АЛГОРИТМИ НА ОСНОВІ МЕТАЕВРИСТИК ДЛЯ ЗАДАЧІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ З ЧАСОВИМИ ВІКНАМИ

Козін І.В., ainc00@gmail.com, Сардак О.В., karnelcore@gmail.com,

Запорізький національний університет

Алєксєєв А.В., testmailupo@gmail.com,

Навчально-науковий інститут ВНП "Дніпровський гуманітарний
університет"

Задача про доставку вантажів (CVRP) є одною із найвідоміших і добре вивчених задач транспортної логістики. Вхідні дані задачі складаються з набору $n+1$ пункту $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$. Пункт A_0 – склад(депо), з якого товар потрібно розвести по решті пунктів у заданих обсягах v_1, v_2, \dots, v_n . Передбачається заданою матриця D розміру $(n+1) \times (n+1)$, що визначає відстані (вартості) між кожною парою пунктів. Задана максимальна кількість Q товару, яка може перевозити за 1 раз транспортний засіб (автомобіль). Крім того, відома довжина максимально можливого пробігу автомобіля без дозаправки. Автомобіль може дозаправлятися лише у пункті A_0 .

Можливий розв'язок задачі складається з набору циклічних маршрутів, які починаються і закінчуються в початковому пункті A_0 . Кожен пункт з множини A_1, A_2, \dots, A_n відвідується рівно 1 раз, а загальна потреба клієнтів на кожному з маршрутів не перевищує вантажопідйомності автомобіля. Оптимальним є розв'язок, який зводить до мінімуму загальну відстань(вартість) маршруту, який пройдено автомобілем. Зрозуміло, відстань між будь-якою парою пунктів не перевищує довжину пробігу автомобіля без дозаправки.

У більш складному варіанті задачі (CVRPW) передбачається, що для кожного пункту вказаний інтервал часу (часове вікно) протягом якого необхідно доставити необхідний обсяг товару у зазначеній пункт. Якщо автомобіль приїжджає в пункт до початку часового вікна, він очікує

відкриття вікна і за кожну одиницю часу простою нараховується штраф заданої величини. Передбачається заданою швидкість автомобіля та витрати на одиницю пройденої відстані. Критерієм задачі є загальна вартість маршруту.

Для пошуку субоптимальних розв'язків задачі CVRPW пропонується використовувати гібридні алгоритми, кожен із яких буде використано як комбінації відомої метаевристики (еволюційний алгоритм, локальний пошук, метод імітації відпалу та інших.) і фрагментарного алгоритму [1].

Показано, що розглянута задача може бути представлена у вигляді задачі на фрагментарній структурі. В якості базової множини фрагментарної структури виступає множина X , яка складається з пунктів A_1, A_2, \dots, A_n , кожен з яких входить до базової множини рівно один раз і $n+1$ екземплярів початкового пункту A_0 . Елементарними фрагментами у фрагментарній структурі, що відповідає задачі CVRPW виступають точки множини X .

У роботі отримано необхідні умови приєднання, які реалізують будь-який припустимий розв'язок задачі у вигляді максимального фрагмента орієнтованої фрагментарної структури.

Для перевірки запропонованих методів побудовано імітаційну модель, за допомогою якої генерувалися різні варіанти тестових задач. Чисельний експеримент проводився на тестових задачах, отриманих за допомогою імітаційної моделі, а також на задачах з відомих тестових баз даних.

Література

1. I. V. Kozin, N. K. Maksyshko, V. A. Perepelitsa Fragmentary Structures in Discrete Optimization Problems, Cybernetics and Systems Analysis November 2017, Volume 53, Issue 6, P. 931–936. <https://doi.org/10.1007/s10559-017-9995-6>

ОПТИМІЗАЦІЯ ФОРМАТУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Кондаков Г. В., kondakovgleb12@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Штучний інтелект (ШІ) революціонізував різні аспекти нашого життя, і однією зі сфер, де він має величезний потенціал, є цифрова освіта. Технології на основі ШІ можуть оптимізувати процес навчання, забезпечуючи учням значні переваги шляхом підвищення рівня персоналізації учебних матеріалів, підлаштування до індивідуальних потреб та надання зворотного зв'язку в реальному часі. Це дозволить учням навчатися у власному темпі, ретельніше зосереджуватися на сферах, де вони потребують вдосконалення, і досліджувати додаткові ресурси, адаптовані до їхніх інтересів і стилю навчання [1, 3].

Викладачам ШІ може допомогти у створенні та наданні високоякісного інтерактивного контенту, виходячи за межі звичних текстових підручників. Аналізуючи величезні масиви даних, ШІ може визначати закономірності та тенденції в успішності учнів, дозволяючи вчителям визначати проблемні області та відповідно змінювати свої навчальні стратегії. Крім того, ШІ має потенціал для автоматизації [1] різноманітних адміністративних завдань в освіті, що сприяє підвищенню ефективності, продуктивності та загального рівня залученості. Оптимізації підлягають такі процеси, як обробка даних, звітування, перевірка завдань, планування занять та комунікація між різними ланками системи освіти, що дозволить викладачам і адміністрації закладів більше зосереджуватися на стратегічних завданнях та підтримці студентів, а не обтяжуватися повторюваною адміністративною роботою.

Однак інтеграція технологій на основі штучного інтелекту в цифрову освіту також створює певні проблеми. Однією з них є потенціал

генеративного штучного інтелекту для поширення та зміцнення гендерних, расових та інших стереотипів [2]. Необхідно подбати про те, щоб системи штучного інтелекту, інтегровані в навчальний процес, не закріплювали упереджень або дискримінаційних практик, а також повністю відповідали педагогічним цілям і стратегіям навчання, забезпечуючи повну безпеку даних студентів, аби запобігти несанкціонованому доступу або зловживанню. Також викликає занепокоєння той факт, що не всі країни мають рівний доступ до інструментів і технологій штучного інтелекту через варіативні державні постанови та інтернет-обмеження [1].

Прозорість і підзвітність мають бути ключовими принципами розробки та впровадження технологій ШІ в освіті. Інституції та розробники політик використання повинні встановити чіткі вказівки та правила, які б регулювали ШІ, гарантуючи, що він застосовується етично та відповідально. Зокрема це стосується практик академічної добродетелі [4], належного цитування згенерованого ШІ контенту, використаного в наукових працях, а також вдосконалення перевірок на plagiat.

Проведений аналіз показав, що врахування цих факторів дозволить максимізувати потенціал ШІ в цифровій освіті, мінімізуючи ризики за допомогою інформованого стратегічного підходу.

Бібліографічні посилання:

1. Grassini, Simone. "Shaping the future of education: exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings." *Education Sciences* 13.7 (2023): 692.
2. Sabzalieva, E.; Valentini, A. *ChatGPT and Artificial Intelligence in Higher Education: Quick Start Guide*. 2023.
3. Montenegro-Rueda, Marta, et al. "Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review." *Computers* 12.8 (2023): 153.
4. Rahman, Md Mostafizer, and Yutaka Watanobe. "ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies." *Applied Sciences* 13.9 (2023): 5783.

ПРО ДВІ ДОСЛІДНИЦЬКІ ЗАДАЧІ ДЛЯ ІДЕАТОНУ ВІД ІНСТИТУТУ КІБЕРНЕТИКИ

Корабльов М.М.¹ m.m.korablov@gmail.com, Стецюк П.І.^{1,2}

¹*Київський академічний університет (<https://kau.org.ua>)*

²*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України*

І серед студентів-початківців, і серед досвідчених програмістів все більшої популярності набувають командні змагання у форматі хакатону. Організатори таких заходів пропонують учасникам спробувати свої сили в розв'язанні промислових задач, прагнучи знайти талановитих людей до своїх команд, а студенти мають змогу отримати досвід роботи над реальними завданнями. Подібна практика розвивається і в академічній спільноті та набула вигляду ідеатонів – конкурсів, що мають на меті дати можливість студентам попрацювати із творчими прикладними задачами щоб спробувати себе в ролі дослідників.

Перша задача стосується класичних моделей регресії – важливого виду задач навчання з учителем, що мають багато прикладних застосувань. На даний момент вони є одними з найбільш обґрунтованих із статистичної точки зору [1] і робота над їх узагальненнями та покращенням точності отриманих розв'язків активно ведеться. Зокрема, одним з таких питань є дослідження сімейства методів тренування моделей регресії між методом найменших модулів (МНМ) та методом найменших квадратів (МНК). Як відомо, МНМ дозволяє забезпечити робастність оцінки параметрів моделі, проте є складнішим у використанні, ніж МНК, через негладкість функції втрат. Ці методи виводяться з допомогою принципу правдоподібності з припущення про певний ймовірнісний розподіл похибок спостережень, за законом Лапласа чи за законом Гауса відповідно. Якщо ж висувати інші припущення про розподіл похибок вимірювань, то аналогічним чином можна отримати функцію втрат вигляду $F_p(w) = \frac{1}{pn} \sum_{i=1}^n |y_i - f(x_i, w)|^p$.

При $p \in (1,2)$ вона породжує ціле сімейство методів, дослідження яких дозволить сформувати значно гнучкіші підходи до розв'язання задач регресії на практиці.

Друга задача стосується дослідження класичної задачі комівояжера (пошуку найкоротшого гамільтонового циклу в графі). Класичною її постановкою вважається модель з обмеженнями С. Міллера, А. Таккера та Р. Земліна, менш відомим є формулювання на основі моделювання задачі про потік. Обидва підходи добре зарекомендували себе на практиці та при побудові узагальнених моделей пошуку найкоротших k -вершинних циклів та шляхів [2]. Ще одним відомим узагальненням задачі комівояжера є задача m -комівояжерів, в якій дозволяється використовувати більше одного комівояжера. Кожен з них має слідувати власним маршрутом, що не перетинається з маршрутами інших, так, щоб кожна вершина графа була відвідана лише один раз лише одним з комівояжерів [3]. Побудова математичних моделей на основі різних ідей для даної задачі дозволить порівняти підходи до її вирішення та обрати той, що виявиться найбільш універсальним при розв'язанні прикладних задач.

Список використаних джерел

1. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (Springer Series in Statistics) : textbook. Springer, 2nd edition, 2016.– 767 p.
2. Стецюк П.І., Соломон Д.І., Григорак М.Ю. Задачі про найкоротші k -вершинні цикли та шляхи. Cybernetics and Computer Technologies. 2021. 3. С. 15–33.
<https://doi.org/10.34229/2707-451X.21.3.2>
3. Біла Г.Д., Корчинський О.О., Стецюк П.І., Хом'як О.М., Шеховцов С.Б. Використання NEOS-сервера для розв'язання двох класів оптимізаційних задач. Cybernetics and Computer Technologies. 2022. 4. С. 56–81.
<https://doi.org/10.34229/2707-451X.22.4.5>

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОБЧИСЛЕННІ РІЗНИХ ТИПІВ ІНТЕГРАЛІВ

Коренський Я.О., korenskijaroslav@gmail.com,

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Виникнення ідеї використання випадкових явищ в області наближених обчислень прийнято відносити 1878р. – рік появи роботи Холла про визначення числа π за допомогою випадкових кидань голки на розграфлений паралельними лініями папір. Датою народження методу Монте-Карло вважається 1949р., коли з'явилася стаття під назвою «Метод Монте-Карло» (Н. Метрополіс, С. Улам). Творцями цього методу вважаються американські математики Дж. Нейман та З. Улам. З того часу накопичилася велика бібліографія методу Монте-Карло. Навіть поверхневий перегляд назв робіт дозволяє зробити висновок про застосування методу Монте-Карло для розв'язування прикладних задач в різноманітних областях науки і техніки.

Як приклад розглянемо використання методу Монте-Карло для обчислення подвійного інтегралу. Нехай функція $f(x_1, x_2)$ неперервна в обмеженій замкнутій області D (синій колір на рис.1) і треба обчислити подвійний інтеграл по цій області $\int_D f(x, y) dx dy$.

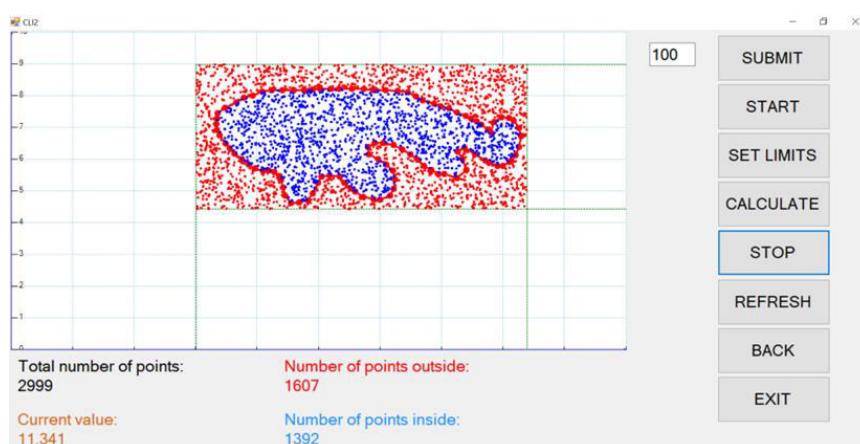


Рисунок 1 – Область довільної форми, обмежена прямокутником

Алгоритм можна описати наступною послідовністю кроків [1–2]:

1. Встановлення меж «розігрування», або генерації випадкових точок (прямокутник на рис.1);
2. Розігрування:
 - a. випадкова генерація координат точки;
 - b. перевірка: чи належить точка замкненій області D : якщо так – збільшуємо кількість влучень N та загальну кількість точок M на 1, якщо ні – збільшуємо лише число M ;
 - c. розраховуємо поточне значення інтегралу за формулою:
$$I = N/M;$$
 - d. починаючи з деякої ітерації k , застосовується критерій зупинки, наприклад: якщо $|I_k - I_{k-1}| < \varepsilon$, де ε – рівень точності. Якщо він виконується – зупинити «розігрування», інакше – повернутись до пункту 2a.

Обчислювальна ефективність методу Монте-Карло ґрунтуються на геометричному тлумаченню ймовірності. Ця властивість проявляється при обчисленні інтегралів різних типів для випадку складних областей визначення функцій інтегрування, навіть для випадку, коли невідоме точне рівняння цієї області. Це сильна сторона методу, проте є в нього й недоліки: оскільки цей метод відноситься до класу недетермінованих методів, вибір значення k , як і критерію зупинки, залишається відкритим та є суто ситуаційним. Практика застосування методу свідчить про його високу обчислювальну точність, достатню для практичних та теоретичних розрахунків.

Бібліографічні посилання

1. Петрякова Е.А., Олексіїва Т.Л. «Кратні та криволінійні інтеграли. Навчальний посібник з дисциплін “Математика” та “Математичний аналіз”. – Запоріжжя, 2008.
2. Голубєва К.М., Денисов С.В., Кашпур О.Ф., Клюшин Д.А., Риженко А.І. «Чисельні методи інтегрування». – КНУ імені Тараса Шевченка. – Київ, 2019.–55 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПОДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Коротунов Г.О., korotunov19@gmail.com

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Предметом аналізу і вивчення методу Монте-Карло є серія випадкових процесів. Розв'язок повинен сприяти досягненню оптимальних параметрів стохастичної задачі, яка розв'язується. Польський вчений Станіслав Улам, який працював над створенням водневої бомби для США, вперше реалізував метод. Надалі різні його варіанти використовується для прогнозу у різних сферах діяльності – виробництві, менеджменті, економіці, а також у прогнозуванні результатів спортивних подій. Задача методу – дослідити параметри значної невизначеності за допомогою функцій ймовірностей.

Розглянемо приклад стратегії заміни воротаря футбольної команди.

Моделюємо випадкові величини для гри 5 на 5:

$X_1 \sim \text{Exp}(\lambda 1,5-\text{on}-5)$, де $\lambda 1,5-\text{on}-5$ є параметром Пуассона для гістьового голу;

$X_2 \sim \text{Exp}(\lambda 2,5-\text{on}-5)$, де $\lambda 2,5-\text{on}-5$ є параметром Пуассона для домашнього голу;

$X_3 \sim \text{Exp}(\lambda 3,5-\text{on}-5)$, де $\lambda 3,5-\text{on}-5$ є параметром Пуассона для гістьових штрафів;

$X_4 \sim \text{Exp}(\lambda 4,5-\text{on}-5)$, де $\lambda 4,5-\text{on}-5$ є параметром Пуассона для домашніх штрафів;

$X_5 \sim \text{Exp}(\lambda 5,5-\text{on}-5)$, де $\lambda 5,5-\text{on}-5$ є параметром Пуассона для компенсуючих мінорів.

Найменше значення змінної X_I , $I \in (1, \dots, 5)$ визначає наступну подію. Якщо гол забитий, то процес повторюється. Якщо призначено пенальті, то ігрова ситуація змінюється, і моделювання відбувається

відповідно до параметрів, пов'язаних із новою ігровою ситуацією. Симулюється ігрова ситуація з малим штрафом, якщо всі п'ять випадкових змінних приймають значення, більші за 2,0. Термін дії штрафу закінчується, і команди повертаються до гри 5 на 5.

Симулятор є дуже гнучким, оскільки дозволяє користувачу спробувати будь-яку стратегію, пов'язану з відстороненням воротаря. Можна розпочати всі симульовані ігри в певний час при будь-якій поточній грі з командою, яка відстає. Результатом є середнє число балів

$$ANP = (2 \cdot n_2 + 1 \cdot n_1 + 0 \cdot n_0) / M \quad (1)$$

для команди, яка нас цікавить. На основі симуляції кількості ігор

$$M = n_2 + n_1 + n_0, \text{ де}$$

n_2 – кількість перемог, n_1 – кількість поразок у овертаймах або серіях булітів,

n_0 – кількість поразок у регулярний час.

Визначення команди-переможця у серії булітів обробляється за допомогою розподілу Бернуллі з параметром $p = 0,5$. Немає підстав для надання переваги господарям або гостям після закінчення овертайму. Глядачі та арбітри практично не впливають на серію булітів. Дані підтверджують це твердження, оскільки немає статистично значущої різниці у частоті перемог у серіях булітів, порівнюючи господарські та гостеві команди. Досліджується кілька стратегій у різних сценаріях. Ефективність кожної стратегії для команди вимірюється середнім числом балів ANP, яке визначається за формулою (1), а вибір $M = 150$ мільйонів симульованих ігор надає оцінки, які, як правило, є достатньо точними.

Бібліографічні посилання

1. Berry, S.M. My triple crown - First leg: pulling the goalie, Chance.–2000 13(3), – c.56-57.
2. Gilks, W.R., Richardson, S. and Spiegelhalter, D.J. (editors). Markov Chain Monte-Carlo in Practice, London: Chapman and Hall –1996.

ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ШВИДКІСТЮ
ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ ПО ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛАХ
З АДИТИВНИМИ ЗАВАДАМИ

Корчинський В.М., korchins50k@i.ua

Нагорний О.С., nahornyi_os@ffeks.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Передача цифрових сигналів по інформаційним каналам з обмеженою частотною смugoю пропускання супроводжується накладенням на сигнали завад. Одним з шляхів збільшення пропускної здатності таких каналів є компресія сигналів за умови збереження їхньої інформативності [1]. У зв'язку з цим актуальна проблема оптимізації швидкості передавання за критеріями максимізації схожості первинного та скомпресованого інформаційних сигналів та відношення «сигнал/шум» (SNR) в отриманому сигналі.

Пропонований у роботі метод управління швидкістю передачі інформаційних сигналів з адитивним шумом базується на їх компресії шляхом подання в одному з ортогональних вейвлет-базисів на першому рівні декомпозиції

$$s(n) = \sum_{k=0}^{N-1} c_k \cdot \varphi_k(n) + \sum_{k=0}^{N-1} d_k \cdot \psi_k(n),$$

де N – кількість відліків сигналу; $\varphi_k(n)$ та $\psi_k(n)$ - відповідно функції масштабування та деталізації. Компресія здійснюється обнуленням частини коефіцієнтів деталізуючої складової, починаючи з номеру K , та наступним відновленням сигналу.

За варіювання порогу обнулення K змінюються як відношення SNR, так і відмінність між відновленим та вихідним інформаційними сигналами, за міру якої прийнято ентропію Кульбака – Лейблера

(Kullback-Leibler) як міру кількості інформації, що відсутня у відновленому сигналі у порівнянні з вихідним сигналом [1].

Визначення порогу обнуління K формулюємо як двокритеріальну оптимізаційну задачу досягнення мети з цільовими функціями $F_1(K)$ - залежність від K відстані Кульбака - Лейблера між вихідним та відновленим сигналами; $F_2(K)$ - залежність від K відношення SNR у відновленому сигналі. Мета оптимізації: досягнення заданих значень відстані Кульбака - Лейблера та SNR.

Для розв'язання поставленої оптимізаційної задачі використано *goal attainment method* [2] з однаковою значущістю обох критеріїв.

Як випливає з процедури компресії, при збільшенні порогу обнуління коефіцієнтів зменшуються як потужність залишкового шуму так і відстань Кульбака-Лейблера між вихідним та відновленим сигналами. Запропонований метод забезпечує оптимальний компроміс між вимогами мінімізації інформаційної відмінності вихідного та відновленого зображень та досягнення заданого значення SNR.

Показано, що реалізація запропонованого методу забезпечує високий рівень структурної схожості первинного та відновленого сигналів.

Бібліографічні посилання

1. MacKay J.C. Information Theory, Interference and Learning Algorithms. Cambridge: University Press, 2003. 234 p.
2. Steur R.E. Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application. New York: John Wiley & Sons Inc., 1986. 546 p.

**ПРОБЛЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Й МОДЕЛЮВАННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У НАУКОВІЙ СПАДЩИНІ**
В.М.ГЛУШКОВА

Крак Ю.В.^{1,2}, Трохимчук Р.М.²

¹ Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Учні й багаторічні колеги В.М.Глушкова, відомі українські вчені Ю.В.Капітонова та О.А.Летичевський у своїй монографії визначають й описують сім парадигм В.М.Глушкова (тобто концепцій, переконань, критеріїв цінності, технічних прийомів, що поділяються та застосовуються членами певного наукового товариства), вважаючи, що саме ці парадигми багато в чому визначили розвиток сучасної кібернетики [1]. З аналізу цих парадигм впливає, що головною й центральною серед них є "Штучний інтелект". Інші є або безпосередніми складовими великої теми "Штучний інтелект", або є засобами для ефективного вирішення проблем цієї теми.

Інтерес В.М.Глушкова до проблем і тематики, які сьогодні об'єднались у великий й розгалужений розділ сучасної кібернетики під назвою "Штучний інтелект", виник давно. Ще наприкінці 50-х-початку 60-х років під керівництвом В.М.Глушкова було виконано серію робіт зі штучного інтелекту. Із цього приводу він писав: «Проблеми штучного інтелекту, моделювання інтелектуальної діяльності – ось що цікавить мене в кібернетиці більш за все»,... «Теоретичні роботи в області кібернетики групуються навколо проблем штучного інтелекту...» [2].

В.М.Глушков почав активно працювати у галузі створення теоретичних моделей і розробки практичних систем для моделювання інтелектуальної діяльності в перші роки становлення обчислювальної техніки, у ті давні часи, коли більшість фахівців сприймали комп'ютер лише як "великий калькулятор".

У цей період В.М.Глушковим були написані й видані монографії "Вступ до теорії самовдосконалювальних систем" і "Вступ до кібернетики", окремі розділи в яких були присвячені проблемам штучного інтелекту.

Серед іншого, інтерес до тематики штучного інтелекту знайшов відображення у курсі лекцій, які В.М.Глушков читав у 60-ті роки минулого століття для студентів Київського університету імені Тараса Шевченка. Okрім лекцій для студентів, виступів перед різними аудиторіями В.М.Глушков активно займався популяризацією науки, якій присвятив своє життя. Значна частина цих публікацій присвячена темам "комп'ютерний, або штучний розум", "машинний інтелект" тощо [3].

Лекції В.М.Глушкова із цієї тематики викликали великий інтерес у студентів та слухачів, його вміння просто і зрозуміло доносити свої думки спонукало багатьох із них долуватись до цих проблем. Саме тоді в Україні було закладено основи й принципи теоретичного осмислення та практичного використання методів штучного інтелекту.

Сьогодні на заснованій у 1965 році у Київському університеті імені Тараса Шевченка кафедрі теоретичної кібернетики, яку протягом 17 років (з 1965 року й до останніх днів свого життя) очолював В.М.Глушков, активно і плідно продовжується розвиток більшості напрямків, закладених видатним Вчителем та його учнями й послідовниками. До таких напрямків належать: проблеми штучного інтелекту, розпізнавання образів, інтелектуальний аналіз даних, розробка людино-комп'ютерних інтерфейсів, створення сучасних інформаційних технологій, розвиток нових підходів до програмування тощо [4].

В останній монографії В.М.Глушкова "Основи безпаперової інформатики" [5] заключний розділ носить назву "Штучний інтелект" і цілком присвячений викладенню головних підсумків багаторічної плідної теоретичної й практичної діяльності В.М.Глушкова у цій галузі. Ідеї, описані та постановки проблем у галузі штучного інтелекту, сформульовані у цій главі, є надзвичайно глибокими й досі не втратили своєї актуальності.

Тут доцільно зауважити, що ці глибина й актуальність базуються головне на тому, що як усі проблеми, так і методи й підходи до їхнього розв'язання сформульовані й описані професійним математиком. Ця особливість істотно й надзвичайно позитивно вирізняє усе викладене від текстів, написаних на цю тему багатьма іншими авторами, з різних причин далекими від математики.

Відомий імператив Іммануїла Канта про те, що у кожній науці стільки істини (науки), скільки в ній математики часто розуміють і трактують хибно, асоціюючи математику тільки з результатами її діяльності – теоремами і формулами. Насправді, математика, про яку йдеться у тезі Канта, це насамперед метод: метод постановки проблем, метод конструювання формальної моделі для безлічі проблем, методи побудови або застосування засобів для розв'язання проблем тощо.

І саме такий математичний підхід буквально до всіх проблем науки і практики характеризує всю діяльність В.М.Глушкова. Завдяки такому підходу всі результати великого українського вченого є надзвичайно важомими, визнані у всьому світі й не втрачають своєї актуальності й дотепер.

Як професійний математик, математик за освітою і математик за покликанням, математик класичний, який отримав видатні результати у тій області математики, де розв'язання проблеми являло собою довгі й нетривіальні ланцюжки дедуктивних міркувань, В.М.Глушков глибоко зацікавився і серйозно перейнявся проблемою формалізації й автоматизації процедур логічного виведення та доведення математичних тверджень, тобто реалізацією за допомогою комп'ютера традиційно творчого інтелектуального процесу.

В.М.Глушков є співавтором багатьох публікацій, присвячених цим проблемам. І це співавторство не є традиційним (як це часто трапляється у науковій практиці) висловленням шані керівниківі від колег і співробітників. У кожній із цих публікацій його внесок завжди був

істотним, а часто визначальним. Саме він формулював задачі та головні ідеї, методи й напрямки розв'язання таких задач.

Окрім того В.М.Глушкив постійно приділяв багато уваги використанню математичних моделей та методів для планування та управління економікою, окремими підприємствами, оптимізації функціонування складних технічних систем та виробничих процесів. Академік В.М.Глушкив справедливо вважав, що створення автоматичних або автоматизованих систем керування у галузі промисловості й виробництва є своєрідним впровадженням штучного (комп'ютерного) інтелекту в економічні процеси держави [5].

І такий вищеозначений математичний підхід до всіх проблем плідно й ефективно підтримили та продовжили наступники В.М.Глушкива на посаді очільника славетного Інституту кібернетики Академії наук України, що сьогодні заслужено носить його ім'я, видатні українські математики, академіки В.С.Михалевич і І.В.Сергієнко.

Бібліографічні посилання

1. Капитонова Ю.В., Летичевский А.А. Парадигмы и идеи академика В.М.Глушкива. – К.: Наукова думка, 2003. – 454 с.
2. Глушкив В.М. Кибернетика – любовь моя. – Техника молодежи, 1977. №3.
3. https://web.archive.org/web/20050117024005/http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/GI_HALL2/books1_r.html
4. Krak Ю.В., Troximchuk P.M. **В.М.Глушкив – засновник і перший завідувач кафедри теоретичної кібернетики у Київському університеті імені Тараса Шевченка.** – Проблеми керування та інформатики, 2023, № 3.– С.22–26.
5. Глушкив В.М. Основы безбумажной информатики. – М.: Наука. – 552 с.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР

Красковська А.О., A.Kraskovska.FIT.122.20@knute.edu.ua

Філімонова Т.О., t.filimonova@knute.edu.ua

Державний торговельно-економічний університет

У сучасному світі технології нейронні мережі здобули популярність завдяки своїй здатності вирішувати різноманітні завдання, які включають аналіз зображень, обробку тексту тощо.

Згорткові нейронні мережі є ключовим інструментом у сфері розпізнавання рукописних цифр. Ці мережі були розроблені з метою автоматизованого аналізу зображень та виявлення різних об'єктів на них.

Основна ідея згорткових нейронних мереж полягає в тому, що вони намагаються відтворити процес розпізнавання об'єктів, подібний до того, як людський мозок сприймає і обробляє візуальну інформацію [1].

Однією з особливостей є здатність до виявлення важливих ознак на зображеннях завдяки використанню спеціалізованих шарів, які фільтрують та виділяють різні ознаки на зображення (контури, кольори та текстури). Потім ці ознаки передаються наступним шарам для подальшої обробки.

Побудуємо архітектуру згорткової нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр.

Імпортуємо необхідні модулі, завантажимо датасет, поділимо вибірку на тренувальну та тестову, підготуємо дані (Рис. 1):

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow.keras.datasets import mnist
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras.layers import Dense, Flatten, Dropout, Conv2D, MaxPooling2D

(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()
x_train = x_train / 255.0
x_test = x_test / 255.0

y_train_cat = keras.utils.to_categorical(y_train, 10)
y_test_cat = keras.utils.to_categorical(y_test, 10)
x_train = np.expand_dims(x_train, axis=3)
x_test = np.expand_dims(x_test, axis=3)
```

Рис. 1. Імпорт бібліотек, підготовка даних

Далі будуємо модель (Рис. 2):

```
model = keras.Sequential([
    Conv2D(32, (3, 3), padding='same', activation='relu', input_shape=(28, 28, 1)),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Conv2D(64, (3, 3), padding='same', activation='relu'),
    MaxPooling2D((2, 2), strides=2),
    Flatten(),
    Dense(128, activation='relu'),
    Dense(10, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam',
              loss='categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

history = model.fit(x_train, y_train_cat, batch_size=32, epochs=5, validation_split=0.2)
model.evaluate(x_test, y_test_cat)
```

Рис. 2. Модель згорткової нейронної мережі

Графіки функції втрат та точності для моделі мають наступний вигляд (Рис. 3):

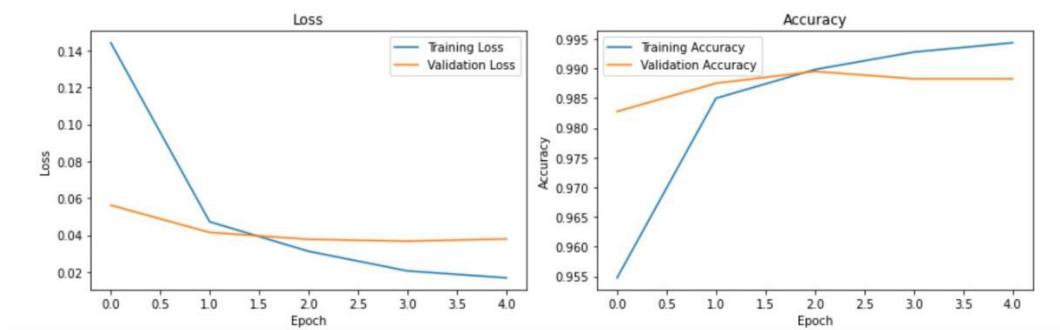


Рис. 3. Графіки функції втрат і точності

Навчальний процес включає підготовку великої кількості зображень цифр, які подаються мережі. Після навчання мережа може визначати цифри на рукописних зображеннях, які не входили в навчальний набір.

В результаті розроблена архітектура згорткової нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр. Точність моделі складає 99.14%, функції втрат 0.0257, що є гарним результатом. Побудовані графіки функції втрат і точності для тренувальних та тестових даних.

У підсумку, згорткові нейронні мережі є потужним інструментом для розпізнавання рукописних цифр. Їхній успіх полягає в ефективному виявленні і розпізнаванні ознак на зображеннях, що робить їх незамінними для різних застосувань у реальному світі.

Список використаних джерел

1. Math Python. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<https://keras.io/api/datasets/>

**РОЗРОБКА WEB-СЕРВІСУ МОДЕЛЮВАННЯ
ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ШТУЧНОГО СУПУТНИКА ЗЕМЛІ
ЗА ДОПОМОГОЮ JAVA**

Красношапка Д.В., dimakrasnoshapka@yahoo.com

Золотъко К.Є., zolt66@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Накопичення електричного заряду на поверхні високоорбітальних штучних супутників Землі (ШСЗ) є дуже важливою проблемою, яка впливає на їх експлуатацію [1].

Зняти електричний заряд можливо активним способом за допомогою пдазмових прискорювачів, але для розрахунків необхідно попередньо провести моделювання електростатичного поля, яке виникає навколо ШСЗ [2][3]. У даній фізичній моделі електричне поле навколо ШСЗ описується рівнянням Лапласа.

$$\Delta u = \nabla^2 u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$$

Для визначення електричного поля використовувався метод кінцевих різниць [4].

З огляду на важливість проблеми розроблений web-сервіс, який дозволяє моделювати електростатичні поля ШСЗ і надавати результати моделювання клієнтам через комп'ютерні мережі.

Розробка web-сервісу велася на інфраструктурі Git, Gitlab, Maven, IntelliJ Idea, а розгорнутий і протестований він був на web-сервері Tomcat.

У розробці web-сервісу використовувалися такі технології як Spring MVC та Hibernate, що дало можливість значно скоротити час розробки.

У розробці web-сервісу використовувався архітектурний стиль REST [5].

Границні і початкові умови, а також розв'язок передаються між клієнтом і web-сервісом у форматі JSON.

Застосунок web-сервісу має трирівневу архітектуру, у якій web-рівень, рівень сервісу і рівень репозиторію фізично розділені. Така архітектура дозволила збільшити гнучкість застосунку.

У результаті тестування web-сервісу вдалося обчислити моделі для типових задач електростатичного поля ШСЗ.

Представляють інтерес подальші дослідження моделювання електростатичного поля ШСЗ з використанням web-сервісу у напрямку підвищення швидкодії завдяки розпаралелюванню обчислень.

Бібліографічні посилання

1. DeForest S.E. Spacecraft Charging at Synchronous Altitudes // J.G.R. – 1972. – P. 651 – 659.
2. Katz I., Parks D.E., Mandell M.J., Harvey J.M., Brounwell D.H., Wang S.S. and Rotenberg A three dimensional dynamic study of electrostatic charging in materials. // NASA Report No. NASA CR 135256, NASA Lewis Research Center, Cleveland, OH, 1977.
3. Mandell M.J ., Katz I, Hilton J.M., Cooke D.L., Minor J. Nascap 2K Spacecraft Charging Models: Algorithms and Applications // Spacecraft Charging Technology, Proceedings of the Seventh International Conference held 23 27 April, 2001 at ESTEC, Noordwijk, the Netherlands. Edited by R.A. Harris, European Space Agency, ESA SP 476, 2001, P. 499.
4. Karl S. Kunz, Raymond J. Luebbers, The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics, CRC Press, 2018, 464 p.
5. Matthias Biehl, RESTful API Design: Best Practices in API Design with REST, API-University Press; 1st edition, 2016, 207 p.

МОДЕЛЮВАННЯ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ ІГОР

Кривошапка А. Ю., kryvoshapka.andrew@gmail.com, Степанова Н. І.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Використання теорії ігор для аналізу конфліктних ситуацій є важливим у сучасному світі, оскільки він стикається зі складністю та різноманітністю конфліктів у різних сферах, таких як політика, економіка, зброяні конфлікти та соціальні відносини. Теорія ігор надає інструменти для аналізу та прогнозування поведінки учасників конфлікту, сприяючи розробці оптимальних стратегій в умовах невизначеності та обмежених ресурсів. Вона сприяє кращому розумінню природи конфліктів та сприяє розвитку обґрунтованих та ефективних рішень у різних галузях суспільства.

Зараз теорія ігор виявляє особливий інтерес через здатність моделювати різноманітні конфліктні ситуації в нашому суспільстві. Наприклад, події, пов'язані із сучасним вторгненням Росії в Україну, можна розглядати як конфлікт, що може бути змодельований за допомогою теорії ігор. Важливо відзначити, що, хоча теорія ігор не є повноцінним інструментом для моделювання всього конфлікту, вона дозволяє створювати моделі окремих битв та зіткнень. Також важливо розуміти обмеження. Наприклад, моделювання конфліктів не гарантує передбачення результатів, але надає можливість розглядати різні варіанти розвитку подій.

Для виконання завдання дипломної роботи, по-перше опрацьовуються наукові роботи та літературні джерела за темою моделювання військових конфліктів за допомогою теорії ігор. Далі буде створена математична модель, за допомогою якої можна буде моделювати ці військові конфліктні ситуації у вигляді “ігор”. Фінальним пунктом буде розробити, на мові програмування Python, програму, яка використовуючи створену до того математичну модель, буде автоматично створювати моделі конфліктних ситуацій, використовуючи отримані дані.

Список використаної літератури

1. Robert Aumann, Sergiu Hart. Handbook of Game Theory with Economic Applications, 1994, c. 996-1029
2. Stephen L. Quackenbush, Frank C. Zagare. Game Theory: Modeling Interstate Conflict
3. Branislav L. Slantchev. On the Proper Use of Game-Theoretic Models in Conflict Studies: Peace Economics, Peace Science and Public Policy Journal, 2017.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Криштоп О.С., krishtopalex@gmail.com

Козакова Н.Л., kozakova.natali@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Поступовий перехід від традиційних моделей бізнесу до діджитал сфери є невід'ємною частиною сучасного економічного ландшафту. Ця трансформація приводить до збільшення присутності компаній у віртуальному просторі, де вони розширяють свою клієнтську базу, оптимізують бізнес-процеси та пропонують інноваційні продукти та послуги. Це дозволяє підприємствам здобувати конкурентні переваги, зменшувати витрати та швидко реагувати на зміни на ринку.

Враховуючи таку динаміку переходу, істотно також буде враховувати найголовнішу перевагу діджитал сфери: онлайн доступ до суттєвої кількості даних щодо своїх користувачів. Адже у світі зростає кількість користувачів онлайн-платформ різного типу, починаючи від соціальних мереж і закінчуючи онлайн-магазинами та банківськими платформами. З ростом користувацької бази та обсягу доступних даних стає важливою задача визначити, яким чином ці користувачі взаємодіють з платформою, які етапи взаємодії можуть бути важливими та як ці взаємодії впливають на їхню поведінку та рішення.

Традиційних методів класифікації користувачів може бути недостатньо для отримання ґрунтовних оцінок для розуміння природи активності користувача, коли аналізуються послідовності подій користувача, такі як: входи, виходи, кліки, спілкування, оплати, та інші активності, які можуть бути логовані на платформі.

Застосування рекурентних нейронних мереж (RNN) у сфері класифікації користувачів на онлайн-платформі відкриває безліч

можливостей для більш точного та комплексного аналізу їхньої активності. RNN є потужним інструментом для роботи з послідовністю даних. Вони дозволяють враховувати залежності між подіями у часі, тобто враховувати попередні взаємодії при прийнятті рішень. Такий підхід створює повну картину активності користувача на платформі. Також, окрім побудови залежностей між подіями, архітектура RNN передбачає механізм пам'яті, який запам'ятує більш важливі події, забуваючи менш важливі. Іншої перевагою є те, що RNN можуть виявляти аномальну активність, таку як підозрілі дії або несанкціонований доступ. Це допомагає вчасно виявляти можливі загрози безпеці.

Таким чином, очікується, що використання RNN у сфері класифікації користувачів може покращити роздільну здатність моделі, що приведе до збільшення якості обслуговування, ефективності маркетингових заходів та забезпечить більшу безпеку на платформі, що забезпечить підвищення загального рівня функціональності платформи.

В рамках роботи, було розглянуто:

- 1) Підходи для первинної обробки даних, утворення з них послідовності подій в розрізі кожного користувача.
- 2) Сучасні підходи вирішення схожих задач за допомогою RNN.
- 3) Побудову архітектури RNN для вирішення задачі класифікації користувачів.
- 4) Оцінена ефективність використання RNN порівняно з іншими моделями.

АЛГОРИТМИ ПРОЦЕДУР ПРЕПРОЦЕСІНГУ ПРИ АНАЛІЗІ ДАНИХ ОТРИМАНИХ В РЕЗУЛЬТАТИ ГРАБІНГУ

**Кузенков О.О., kuzenkov1986@gmail.com, Балейко Н.В.,
В'язовий О.В., Маслєєв В.А.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В наш час Internet є надпотужним джерелом інформації яке може бути використане для комерційних цілей (виявлення цільової аудиторії, отримання кількісних показників процесів, виявлення атрибутів активності користувачів в соціальних мережах тощо). Такі данні є достатньо змістовними та дозволяють отримати репрезентативні вибірки без проведення коштовних та довгих за часом опитувань. Сфери застосування такого роду досліджень знаходять своє застосування в рекламі, продажах, виробництві та задачах планування. Слід зазначити, що переважна більшість Internet-платформ є орієнтованими за тематикою. Так можна виділити професійно орієнтовані (Linkedin), розважальні (TikTok, Instagram) тощо.

В роботі розглядається програмне забезпечення для грабінгу соціальних мереж з метою автоматизованого отримання даних профілів користувачів. Як правило значення полів для дослідження охоплює не тільки персоналізовані поля але й і службову інформацію яка дозволяє встановити активності користувачів та використати цю інформацію для подальшого дослідження. Зазначимо, що програмне забезпечення розроблено з дотриманням вимог закону про захист персональних даних.

Хочемо підкреслити. Що переважно інформація отримана в результаті такого грабінгу є достатньо об'ємною, проте, характерною для неї є висока ступінь неповноти. Виходячи з таких особливостей отриманої інформації актуальним постає питання препроцесінгу, тобто підготовки інформації для подальшого наукового дослідження. В результаті

дослідження встановлено, що рішення про ігнорування малозаповнених кортежів є хибною та вони так само як і більш заповнені можуть бути використані для подальшого наукового дослідження та має важливе значення для його результатів.

За результатами дослідження отримано більше 1млн. записів про користувачів соціальної мережі та значення полів їх акаунтів. Результати були отримані протягом двох місяців та крім абсолютних значень отримана інформація, що відображає їх динаміку протягом означеного періоду. Результати будуть використані для статистичного аналізу та побудови математичної моделі прогнозування.

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ З ВИСОКОЮ СТУПІНЬЮ НЕПОВНОТИ

Кузенков О.О., kuzenkov1986@gmail.com, Балейко Н.В., Тороп К.М.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У наш час для проведення ряду змістовних досліджень соціального спрямування джерелом інформації може виступати мережа Internet. Багато людей не тільки мають профілі в соціальних мережах, різного тематичного спрямування, але й активно ведуть роботу з їх систематичного оновлення. Така інформація може бути використана для аналізу покупної спроможності користувачів, типу та переліку товарів які їх цікавлять, відео та іншого тематичного контенту, який може бути запропонований користувачеві та стати майданчиком для просування реклами тощо. Часто ми можемо бачити рекламу товарів у додатках та на сайтах одразу після виконання відповідного запиту в пошукових системах. Використання такої інформації є досить зручною та неодноразово доводило свій високий ступінь ефективності в комерційних цілях. Проте слід зазначити, що такий напрям дослідження має свої особливості, а інформація отримана таким чином характерна певними кількісними та якісними чинниками, а саме:

- великий обсяг та розрізненість вихідної інформації;
- високий ступінь неповноти інформації, що, зокрема, обумовлено форматами тієї чи іншої Internet платформи;
- високий ступінь надлишковості інформації суперечність якої може бути, і здебільшого обумовлена, некоректністю заповнення профілів користувачем.

Такі особливості інформаційного наповнення бази даних вимагає проведення змістової та масштабної процедури препроцесінгу, тобто підготовки даних для проведення наукових досліджень до основних етапів якої можна віднести:

- ідентифікація та видалення службової інформації, яка є надлишковою для проведення наукових досліджень;
- виявлення пустих кортежів даних;
- класифікація кортежів за рівнем наповненості та значенням ключових для наукового дослідження властивостей;
- доповнення кортежів відсутньою інформацією, відновлення якої можливе із загального контексту
- прийняття рішень стосовно дублюючої інформації, її вилучення або подальшого використання

В роботі спроектовано та розроблено програмний продукт для аналізу великих обсягів даних, для яких характерна розрізненість, неповнота та наявність дублюючої інформації та її підготовки для подальших досліджень. В роботі наведено елементи програмного коду та скріншоти, які дозволяють наочно оцінити особливості функціоналу та прикладні можливості розробленого програмного продукту.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗВОРОТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Кузьменко В.І., Плащенко С.О., vasilkuzmenko50@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядається клас зв'язаних задач про зворотній вплив деформування систем зі струмом на дію магнітних полів. Вивчаються процеси прогину паралельних провідників у магнітному полі, створюваному струмом у цих провідниках. Сила взаємодії провідників залежить від їх прогинів, спричинених дією такої сили. Досліджуються повороти соленоїдів зі струмом, притиснутих до пружного півпростору, під дією зовнішнього магнітного поля. Викликані унаслідок деформування півпростору повороти соленоїда змінюють величину та напрямок механічного моменту взаємодії магнітного поля соленоїда та зовнішнього магнітного поля. Запропонована уніфікована постановка такого класу зв'язаних задач у вигляді операторного рівняння. Розроблений ітераційний процес розв'язання операторного рівняння та досліджені умови збіжності у відповідних функціональних просторах.

Отримано числовий розв'язок задачі про прогин провідника зі струмом у магнітному полі іншого недеформівного провідника. Встановлені критичні значення величини струмів у провідниках, за яких починається необмежене зростання прогину. Досліджено вплив початкової відстані між провідниками на силову взаємодію магнітних полів. Знайдена залежність розподілу контактних напружень під основою соленоїда від величини сили притискання та від дії зовнішнього магнітного поля. Встановлені умови, за яких можливий відрив соленоїда від поверхні пружного півпростору. Знайдено величину сили притискання, яка забезпечує рівновагу соленоїда незалежно від напрямку магнітного поля.

**ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПО ПІДБОРУ
ДОМАШНЬОЇ ТВАРИНИ ІЗ ПРИТУЛКУ**

Кутянська Ю. А., juliakut01@gmail.com

Басюк Т. М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка»

Проблема безпритульних тварин в Україні є актуальною, як ніколи раніше. Війна завдала великого стресу та травм як людям так і тваринам, чимало улюблениців втратило своїх господарів. Більшість притулків є переповненими, та потребують фінансової підтримки. Саме тому необхідним є заохочення до вибору тварини з притулку, також поширення інформації про дану проблему та створення можливості для людей допомагати притулку зручним способом. Найкращим варіантом вирішення цієї проблеми є створення спеціалізованого програмного забезпечення з широким функціоналом. Багато людей точно не впевнені яку тварину їм краще обрати, тому інформаційна система може їм допомогти, адже в своїй основі містить штучну нейронну мережу, яку можна реалізувати з використанням фреймворку KotlinDL [1]. Програма з допомогою вхідних даних, може підібрати улюбленаця під потреби людини, її характер та стиль життя. Працівники притулків, в свою чергу, будуть мати зручне програмне забезпечення для ведення обліку тварин, додавання в базу даних, редагування та оновлення інформації. Також хорошим функціоналом буде можливість підтримати такі заклади фінансово «в один клік» на власному мобільному пристрої.

Крім користі, тваринам, додаток, також принесе користь людям, які постраждали під час війни. Результати досліджень показують, що соціальна підтримка, яку надає домашня тварина, може зробити людину більш розслабленою і зменшити стрес. Люди, які мають собаку або кішку, рідше мають стрибки серцевого ритму та артеріального тиску, також їхній пульс і кров'яний тиск поверталися до норми швидше [2].

Головна мета цієї системи - спростити та зручно організувати взаємодію між притулками для тварин та людьми, які прагнуть знайти собі нового друга. Для більш глибокого розуміння роботи системи, її внутрішньої структури і взаємодії з користувачами і компонентами було створено низку UML-діаграм, першою з яких є діаграма варіантів використання (рис.1).

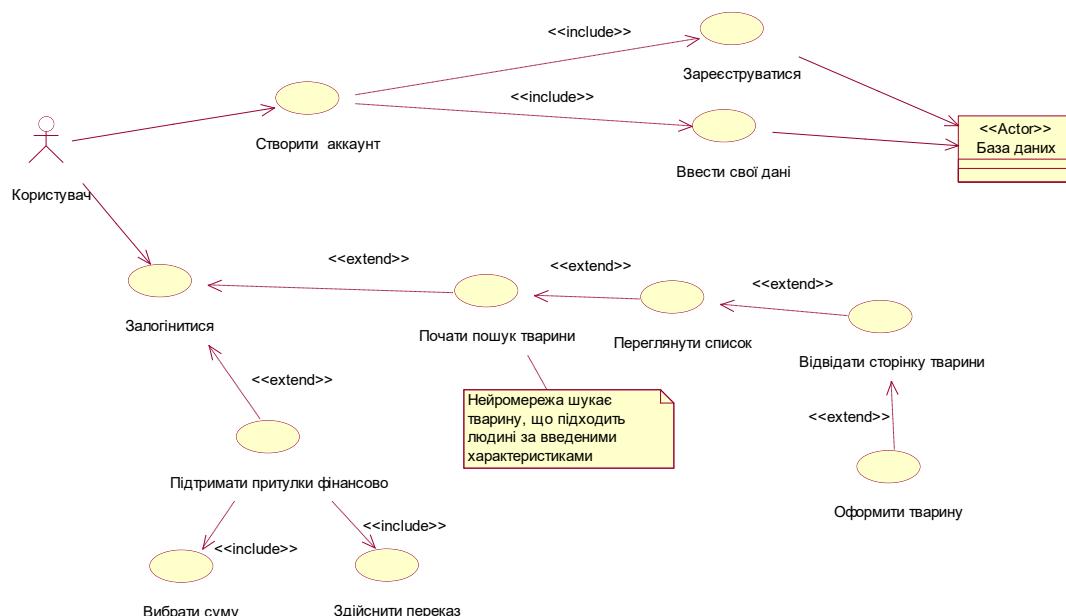


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Загалом, впровадження такої системи може привести до багатьох позитивних змін в українському суспільстві, зменшуючи проблему безпритульних тварин і покращуючи якість майбутніх власників.

Список використаних джерел

1. Deep learning with Kotlin: Introducing KotlinDL-alpha. JetBrains. Retrieved from <https://blog.jetbrains.com/kotlin/2020/12/deep-learning-with-kotlin-introducing-kotlindl-alpha/>
2. Serpell JA (2011). Historical and cultural perspectives on human-pet interactions. In McCardel P, McCune S, Griffin JA, et al, Animals in Our Lives (pp. 7-22). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing

УДОСКОНАЛЕННЯ КУРСУ «КОРИСТУВАЦЬКІ ІНТЕРФЕЙСИ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ»

Кучерук О. С. sanakuceruk@gmail.com, **Антоненко С.В.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Першим кроком треба обрати теми, за яким буде проводитись навчання. Згідно власного досвіду розробника додатків на Android OS було обрано такі теми:

1. Контейнери: LinearLayout, FrameLayout, ConstraintLayout.
2. Робота з використанням залежностей: DI (Koin).
3. Робота з запитами на сервер, обробка даних та помилок.

Під кожну тему було створено окрему презентацію та проект з прикладом для практичного застосування теоретичного матеріалу. Розроблено цікаві лабораторні роботи, для виконання яких студент має застосувати матеріал з 2-3 тем. Лекційні матеріали та лабораторні роботи розміщено у Google Classroom, проекти з прикладами – в репозиторії сервісу Gitlab на окремих гілках. Наприкінці курсу передбачено проведення фінального тесту за допомогою Google Forms. Загальний рейтинг студента визначається сумою балів, отриманих за лабораторні роботи та тест.

Вдалося створити цікавий курс, який дозволить студенту з нульовими знаннями Android OS оволодіти базою розробника. Курс успішно впроваджено в освітній процес ДНУ імені Олеся Гончара для студентів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення. Це був дуже цікавий досвід з кількох точок зору. По-перше, студент, базуючись на своєму досвіді розробника додатків на Android OS, поєднав в собі ролі розробника курсу і викладача. По-друге, в процесі створення курсу було освоєно багато нових речей в плані комунікації, плануванні, організації та оцінки роботи. Завдяки таким сервісам, як MS Teams та Youtube є змога переглядати лекції та практичні заняття в записі у будь-який зручний час.

Формат, обраний для проведення курсу, сподобався студентам, адже ідея була в тому, щоб по-новому доносити матеріал: «трішки теорії, а далі багато прикладів».

**ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ ЗА ДОПОМОГОЮ
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Лебеденко А. В., Зайцева Т. А., Лисиця Н.М., Шишканова Г.А.*

anton.lebedenko1@gmail.com, ztan2004@ukr.net, shganna@ukr.net*

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,

**Національний університет «Запорізька політехніка»*

Серед наукової спільноти розробка математичних моделей передачі захворювань стає все більш актуальною задачею. Деякі розробки науковців включають класичну модель епідемії «сприйнятливий-інфекційний-сприйнятливий» (SIS), створену Кермаком і Маккендріком [1], деякі – епідемічну модель «сприйнятливий-заражений-одужавший» (SIR), запропоновану Бейлі [2], а деякі – модель епідемії «сприйнятливий-інфекційний-вакцинований-сприйнятливий» (SIVS) [3]. Але вони мають свої недоліки. Ось чому дослідники починають активно застосовувати підхід агентного моделювання для аналізу розповсюдження вірусів, бактерій та інших патогенів у популяціях, який дозволяє враховувати стохастичну природу розповсюдження інфекційних хвороб. Агентні моделі дозволяють краще зrozуміти динаміку інфекційних процесів, а саме:

- передбачення епідемій – це надає можливість прогнозувати інфекційні спалахи, що допомагає управляти ресурсами та приймати рішення щодо громадського здоров'я;
- вивчення стратегій контролю – шляхом дослідженням агентних моделей можна вивчити різні стратегії контролю інфекцій, що допомагає вдосконалювати схеми вакцинації і карантинів;
- індивідуалізований підхід – завдяки чому можна, врахувати унікальні характеристики індивідів, саме це дозволяє розвивати персоніфіковані стратегії лікування та профілактики.

Агентне моделювання в контексті інфекційних хвороб відкриває нові перспективи для наукового дослідження, воно надає можливість подолати обмеження, які притаманні диференціальним моделям, оскільки дозволяє враховувати стохастичність процесу та вплив різних факторів на розповсюдження вірусу. Це особливо корисно для дослідження складних систем, що моделюють такі явища як пандемія, де важко визначити окремі взаємодії та властивості без комплексного підходу. Використання такого моделювання дозволяє розширити наше розуміння динаміки розповсюдження інфекцій та сприяє розробці більш ефективних стратегій управління інфекційними хворобами.

Було розроблено модель, яка враховує широкий спектр факторів та ймовірностей, включаючи чисельність населення та його вікову структуру, параметри інфекції та соціальні параметри, що важливі для реалістичного моделювання епідемії. Основними алгоритмами та командами є:

- алгоритм перевірки стану здоров'я, який в залежності від умов змінює стан здоров'я агента;
- алгоритм контакту з інфікованим, який вирішує чи захворіє агент;
- команда «Захворіти», яка змінює властивості агента на хвого та рахує параметри інфекції;
- команда «Одужати», яка змінює властивості агента на одужавшого.

Робота передбачає подальше дослідження цієї тематики та вдосконалення моделювання розповсюдження хвороб для забезпечення безпеки та здоров'я населення.

Бібліографічні посилання:

1. Kermack W., McKendrick A. Contributions to the mathematical theory of epidemics (Part I) *Proc. R. Soc.* 1927;115:700–721.
2. Bailey N. The mathematical theory of infectious diseases and its applications. *Griffin*. 1975;28:479–480.
3. Arino J., McCluskey C.C., wan den Driessche P. Global results for an epidemic model with vaccination that exhibits backward bifurcation. *SIAM J. Appl. Math.* 2003;64:260–276.

ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗІРОВАНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Лебеденко Д. О., Зайцева Т. А., Сірик С. Ф., Фридман О. Д.

dariapanchenko1@gmail.com, ztan2004@ukr.net, siryk600@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

На сьогоднішній день технологія, що пов'язана з розпізнаванням образів, дуже важлива в області автоматизованої обробки інформації. Ця технологія дозволяє комп'ютерам аналізувати та інтерпретувати образи з метою обробки інформації, які надходять у вигляді зображення, відеоролика, аудіо, текстового файла тощо. Для розв'язання задач розпізнавання образів використовуються різні методи та алгоритми, в залежності від конкретних завдань та контексту.

Було розроблено інтерактивне середовище для підтримки навчання та дослідження стану вивчення дисциплін у вигляді веб-застосунку. Його проектування складалося із декількох етапів. По-перше, була досліджена предметна область та спроектовано модель даних. По-друге, було створено базу даних, розроблено та затверджено вимоги до веб-застосунку. Потрете, було спроектовано макети та виконана верстка шаблонів HTML-сторінок.

Програмне середовище має перелік дисциплін з необхідним лекційним, лабораторним та методичним матеріалом із можливістю допрацювання шляхом додавати нових файлів із навчальним змістом. Також є можливість подавати для перевірки виконані студентами роботи. Окремо було розроблено форум для обговорення проблемних тем, можливості надавання відповідей на питання. Для візуалізації динаміки процесу вивчення дисциплін студентами було передбачено збір статистики відвідувань занять, використання чи перегляд відповідного типу матеріалу та інше.

Окремим питанням стала якісна ідентифікація студента. Наразі нема надійного засобу для того, щоб зрозуміти, студент виконував тест або контрольну роботу або хтось інший. Тож однією з головних цілей було розроблення надійного та інтуїтивного способу автентифікації студента для якісної ідентифікації у системі. Для вирішення задачі була розроблена модель за допомогою згорткової нейронної мережі, яка здатна ідентифікувати студента по його обличчю [1]. Отримавши зображення, зроблене камерою, архітектура порівнює його з усіма існуючими зображеннями в базі даних розробленої системи.

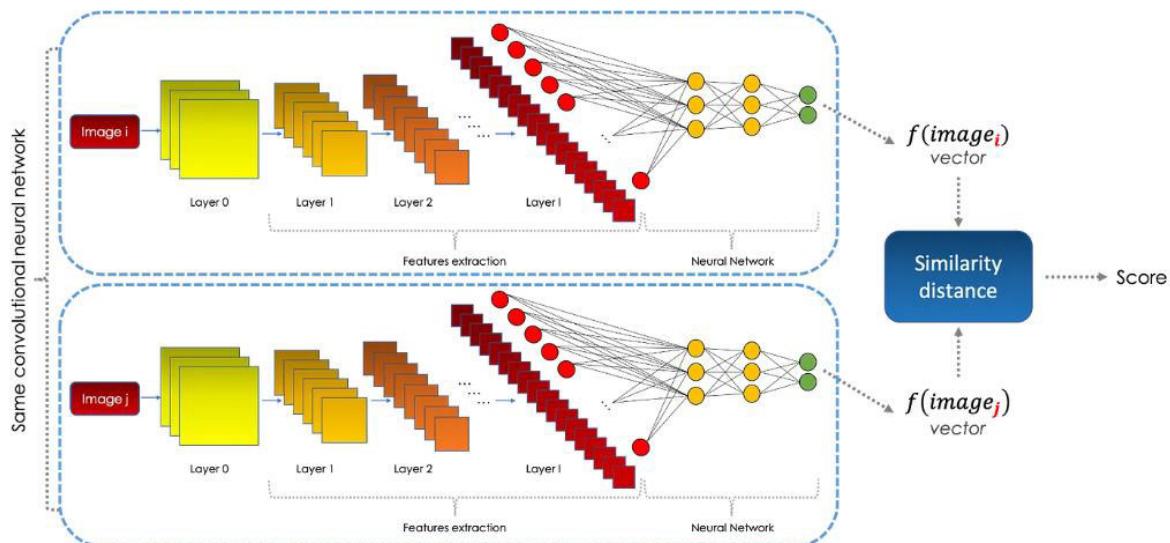


Рис.1

Бібліографічні посилання:

1. Object detection & Face recognition algorithms [Електронний ресурс] Ismail Mebsout – Режим доступу до ресурсу: . <https://towardsdatascience.com/object-detection-face-recognition-algorithms-146fec385205>

РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ ВЕКТОРНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА ПАРЕТО

Лебедєва Т.Т., Семенова Н.В., Серінко Т.І.

lebedevatt@gmail.com, nvsemenova@meta.ua, taniaser62@gmail.com

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Розглянемо векторну задачу оптимізації вигляду

$$Q(F_u, X) : \max \{F_u(x) \mid x \in X\} \text{ за умови можливих збурень у вхідних даних}$$

$u = (D, C) \in U$ векторного критерію $F_u(x) = (f_u^1(x), \dots, f_u^\ell(x))$, $\ell \geq 2$, $f_u^i(x)$ – квадратичні функції, $f_u^i(x) = \langle x, D_i x \rangle + \langle c_i, x \rangle$, $c_i = (c_{i1}, \dots, c_{in}) \in R^n$,

$D_i = [d_{jk}^i] \in R^{n \times n}$, $i \in N_\ell = \{1, \dots, \ell\}$ $j, k \in N_n$. Нехай $D = (D_1, \dots, D_\ell) \in R^{n \times n \times \ell}$,

$C = [c_{ij}] \in R^{\ell \times n}$, U – простір вхідних даних задачі. Для будь-яких $u \in U$ і числа $\delta > 0$ визначимо множину збурених вхідних даних

$$O_\delta(u) = \{u(\delta) \in U \mid \|u(\delta) - u\| < \delta\}$$

i збурену задачу

$$Q(F_{u(\delta)}, X) : \max \{F_{u(\delta)}(x) \mid x \in X\}.$$

Задачу $Q(F_u, X)$ розглянемо у двох варіантах: 1) $Q_P(F_u, X)$ – задача пошуку точок з множини Парето $P(F_u, X) = \{x \in X \mid \pi(x) = \emptyset\}$, де $\pi(x) = \{y \in X \mid F_u(y) \geq F_u(x), F_u(y) \neq F_u(x)\}$,

2) $Q_{Sl}(F_u, X)$ – задача пошуку розв'язків з множини Слейтера $Sl(F, X) = \{x \in X \mid \sigma(x) = \emptyset\}$, де $\sigma(x) = \{y \in X \mid F(y) > F(x)\}$. Задачу $Q_{Sl}(F_u, X)$ ($Q_P(F_u, X)$), де $u \in U$, вважаємо **стійкою за векторним критерієм**, якщо $\forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0: \forall u(\delta) \in O_\delta(u)$ справджується включення $P(F_{u(\delta)}, X) \subset O_\varepsilon(P(F_u, X))$ (відповідно, $Sl(F_{u(\delta)}, X) \subset O_\varepsilon(Sl(F_u, X))$), де

$$O_\varepsilon(B) = \left\{ x \in R^n \mid \inf_{y \in B} \|x - y\| < \varepsilon \right\} – \varepsilon\text{-окіл будь-якої множини } B \subset R^n.$$

Нами доведено наступні твердження, які обґрунтують запропоновану нижче процедуру регуляризації задачі $Q_P(F_u, X)$.

Теорема 1. Якщо множина $X \subset R^n$ є обмеженою і замкненою, то $\forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0$ таке, що $\forall u(\delta) \in O_\delta(u)$, де $u \in U$, задача $Q_{Sl}(F_u, X)$ пошуку точок з множини Слейтера є стійкою за векторним критерієм.

Теорема 2. Якщо допустима множина X задачі $Q_P(F_u, X)$ є обмеженою і замкненою, тоді $\forall \tau < 0$ і $\forall \varepsilon > 0$ існує $\delta > 0$ таке, що $\forall u^\tau(\delta) \in O_\delta(u^\tau)$ мають місце включення

$S\ell(F_{u^\tau(\delta)}, X) \subset O_\varepsilon S\ell(F_{u^\tau}, X) \subset O_\varepsilon P(F_u, X)$, де $u^\tau = (D^\tau, C^\tau)$, $\tau \in R^1$ — параметр збурення, $D^\tau = (D_1^\tau, \dots, D_\ell^\tau)$, $\forall i \in N_\ell$ $D_i^\tau = D_i - \tau \sum_{k \in N_\ell} \mu_k D_k$, $\mu_i > 0$

$$\sum_{k \in N_\ell} \mu_k = 1, \quad f_{u^\tau}^i(x) = \left\langle x, D_i^\tau x \right\rangle + \left\langle c_i^\tau, x \right\rangle, \quad c_i^\tau = c_i - \tau \sum_{k \in N_\ell} \mu_k c_k$$

— i -ий вектор-рядок матриці C^τ .

Опишемо процедуру регуляризації можливо нестійкої за векторним критерієм задачі $Q_P(F_u, X)$ пошуку Парето-оптимальних розв'язків для випадку, коли множина X її допустимих розв'язків обмежена і замкнена.

Задачу $Q_P(F_u, X)$, а фактично задачу $Q_P(F_{u(\delta)}, X)$, де $u(\delta) \in O_\delta(u)$, $\delta > 0$, з можливими достатньо малими збуреннями (неточностями, помилками) у коефіцієнтах векторного критерію, заміняємо аналогічною задачею оптимізації за Слейтером, при цьому збуривші спеціальним чином вхідні дані для її векторного критерію. В результаті такої заміни отримаємо задачу $Q_{Sl}(F_{u^\tau(\delta)}, X)$, де $\tau \in R^1$ — параметр збурення, яка згідно з теоремою 1 є стійкою за векторним критерієм. Грунтуючись на теоремі 2, робимо висновок, що розв'язки цієї задачі будуть достатньо близькими до істинних розв'язків задачі $Q_P(F_u, X)$.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧИ ПРО РОЗБИТТЯ НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ

Ленський М.М., Михальчук Г.Й., lmichael1003@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається задача про розбиття, яка полягає у розділенні множини цілих чисел на дві підмножини так, щоб різниця сум елементів в кожній підмножині була мінімальною. Ця задача є однією з класичних NP-складних задач комбінаторної оптимізації та має багато застосувань у різних галузях науки та техніки, таких як криптографія, кодування, розподіл ресурсів тощо.

Для розв'язання поставленої задачі часто використовуються евристичні алгоритми, які дозволяють знайти наближений розв'язок за прийнятний час. Деякі з алгоритмів можуть бути значно прискорені за допомогою графічних процесорів (GPU). Основна перевага обчислень на GPU полягає в тому, що вони можуть використовувати велику кількість паралельних потоків для виконання однотипних операцій над великими масивами даних. Таким чином, обчислення на GPU можуть досягати більш високої швидкості роботи, ніж обчислення на CPU.

Запропоновано двоетапний евристичний алгоритм для розв'язання задачі про розбиття. На першому етапі алгоритм генерує випадковий розв'язок у вигляді бінарного вектора, на другому намагається покращити розв'язок переглядаючи всі можливі розв'язки з околу поточного. Якщо розв'язок, кращій за поточний, знайдено, він приймається в якості поточного. Процес триває доки покращення можливе.

Розглянуто два варіанти околу. У першому варіанті (1-flip) до околу входять всі вектори, які знаходяться на відстані не більше одного від поточного вектора, у другому варіанті (2-flip) до околу входять всі вектори, які знаходяться на відстані не більше двох від поточного вектора. В якості відстані між двома бінарними векторами розглядається відстань Геммінга:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i \oplus y_i),$$

де x та y n -мірні бінарні вектори.

Запропоновані алгоритми реалізовано у варіаціях для обчислення на CPU та на GPU. Проведено експериментальне порівняння роботи алгоритмів на CPU та GPU для різних розмірів масиву вхідних даних. Тестування проведено на персональному комп'ютері, обладнаному процесором Intel Core i5-8250U та відеокартою NVIDIA GeForce MX150. Час роботи алгоритмів в мілісекундах наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Час роботи алгоритму на різних наборах даних

Алгоритм	Кількість елементів масиву			
	1000	2000	5000	10000
1-flip (CPU)	307	1286	2398	3149
1-flip (GPU)	2430	3032	2749	3701
2-flip (CPU)	2171	17462	195391	1264828
2-flip (GPU)	1848	11830	175577	1335695

Результати тестування показали, що для запропонованих алгоритмів обчислення на GPU не мають суттєвої переваги по часу роботи над обчисленнями на CPU. Для 1-flip околу на всіх наборах даних час роботи на GPU більший за час роботи на CPU. Для 2-flip околу обчислення на GPU демонструють несуттєво кращі результати на більшості наборів даних. Такі результати пов'язані з високими накладними витратами на передачу даних на графічний процесор порівняно зі складністю обчислень. Крім того не на всіх наборах даних запропонований алгоритм дозволяє знайти глобально оптимальний розв'язок.

Подальші дослідження пов'язані з розробленням та реалізацією алгоритма гілок та меж, орієнтованого на виконання на графічному процесорі.

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СТОСОВНО ОБРАННЯ СТУДЕНТАМИ
ДИСЦИПЛІН ЗА ВИБОРОМ**

Лєшанов А. В., Верба О.В., Зайцева Т.А.,

leshanov.andrei@gmail.com, olvi_ver@ukr.net, ztan2004@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Студентам навчальних закладів вищої освіти надано можливість самостійно і вільно обирати дисципліни з урахуванням спеціальності і освітньої програми. У Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара діє Положення про порядок обрання здобувачами вищої освіти дисциплін за вибором у ДНУ згідно з яким і відбувається процес вибору. В нашому університеті навчається кілька тисяч студентів. Зрозуміло, що обсяг інформації про їх вибір дисциплін дуже великий. Тобто питання автоматизації процесу є вкрай актуальне.

Для створення інформаційної системи було розроблено математичну модель. Класифіковано дисципліну, яка обирається, як елемент певної множини. Визначимо її належність до підмножин по вимогах. Позначимо:

S – множина студентів, дані про яких обробляються;

D – множина дисциплін вільного вибору.

K – множина базових знань, володіння якими є вимогою до вибору певної дисципліни,

Specialties – множина спеціальностей, до яких належать здобувачі,

B – множина галузей знань, до яких належать здобувачі спеціальностей,

t – поточна частина навчального процесу.

Множина дисциплін, до вимог яким певний здобувач $s \in S$ відповідає за спеціальністю навчання:

$$D_s^{spec} = (d \in D \mid \exists specialty \in$$

Specialties: d рекомендована для specialty і s навчається за specialty).

Множина дисциплін за принципом належності студента $s \in S$ до галузей знань, до яких рекомендовані дисципліни за вибором:

$$D_s^{branch} = (d \in D \mid \exists b \in$$

$B: d$ рекомендована для b і s навчається за *specialty* \in *Specialties*: *specialty* належить до b).

Множина дисциплін за вибором, які можна обрати до певної позиції освітньої траєкторії здобувача:

$$D_s^t = (d \in D \mid s \text{ обирає для } t, d \text{ викладається у } t).$$

Множину дисциплін, які присутні у освітній програмі студента $s \in S$:

$$P_s = (d \in D \mid s \text{ має у програмі } d).$$

Множина дисциплін з освітньої програми здобувача, які він опанував:

$$P_s^k = (d \in D \mid d \in P_s \text{ і } s \text{ вивчав } d \text{ на попередніх рівнях освіти}).$$

Зазначимо, що $P_s^k \subseteq P_s$.

Множина предметів, вимогам яких певний здобувач відповідає за освітньою програмою:

$$D_s^p = (d \in D \mid \exists k \in K: d \text{ потребує } k \text{ і } \exists p \in P_s^k: p \text{ надає } k; d \notin P_s).$$

Визначимо множину дисциплін за вибором, що доступні здобувачу як перетин зазначених вище множин:

$$D_s^{av} = D_s^{spec} \cap D_s^{branch} \cap D_s^t \cap D_s^p$$

Задача звелася до програмної реалізації визначення множини D_s^{av} . На принципах обробки, зазначених вище, спроектовано та розроблено інформаційну систему з кількох програмних додатків, яка застосовується зараз начальним відділом університету.

ПЕРСОНАЛІЗОВАНІ ПРОФІЛІ ПАЦІЄНТІВ: ПІДХІД НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Лирчиков В.О., victor.lyrchykov@gmail.com,

Байбуз О.Г., obaybuz@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В останні роки зростає інтерес до персоналізованої медицини, яка спрямована на персоналізацію медичних процедур до індивідуальних потреб і характеристик окремих пацієнтів. Одним із ключових факторів персоналізованої медицини є використання профілів пацієнтів, які містять важливу інформацію про історію хвороби, генетичні маркери, спосіб життя та вподобання. Ці профілі можна використовувати для оптимізації медичних результатів шляхом визначення найефективніших методів лікування, прогнозування можливих побічних ефектів, а також покращення залученості пацієнтів та їх прихильності. Однак створення та підтримка точних і повних профілів пацієнтів може бути трудомісткою і складною задачею для постачальників медичних послуг.

Для аналізу даних, ідентифікації в них закономірностей та тенденцій пропонується використовувати алгоритми машинного навчання та засоби обробки природної мови (NLP) [1, 2]. Аналітичною базою виступають великі набори даних (BigData) електронних медичних записів (EHR), геномних даних та інших джерел інформації для створення комплексних профілів окремих пацієнтів. Описаний в роботі підхід дозволяє автоматично отримувати потрібну інформацію з даних, яка пізніше може бути використана для визначення потенційних ризиків для здоров'я та покращення результатів лікування.

Ефективність підходу, оцінюється на наборі даних про пацієнтів з різними захворюваннями, включаючи діабет, хвороби серця та рак. Результати показують, що персоналізовані профілі пацієнтів можуть покращити якість медичних послуг, зокрема зменшити рівень

госпіталізації та підвищити задоволеність пацієнтів лікуванням. Проводиться порівняння з існуючими методами персоналізованої медицини, зокрема з рішеннями, отриманими з допомогою систем підтримки клінічних рішень, і демонструється переваги з точки зору точності, ефективності та масштабованості. Підхід до персоналізованих профілів пацієнтів на основі машинного навчання має потенціал в галузі медицини, надаючи постачальникам медичних послуг потужний інструмент для покращення якості обслуговування.

1. **Schork N. J.** Artificial intelligence and personalized medicine //Precision medicine in Cancer therapy. – 2019. – C. 265-283.
2. **Zeng Z.** et al. Natural language processing for EHR-based computational phenotyping //IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics. – 2018. – Т. 16. – №. 1. – C. 139-153.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ В ОБРОБЦІ ПРИРОДНОЇ МОВИ

Логвин Д.А., lohvyn.d@fpm.dnu.edu.ua,

Божуха Л.М., bozhukha@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В цифрову епоху технології обробки природної мови (на англ., Natural Language Processing, скорочено NLP) займають унікальну нішу, намагаючись подолати прірву між людською мовою та машинним розумінням. На перший погляд може здатися, що машини розуміють людську мову дуже просто, однак за цією картиною ховається ретельно підібрана комбінація алгоритмів, даних і обчислень, які не позбавлені помилок.

Глибоке дослідження світу NLP виявляє безліч бар'єрів і викликів, які заважають безперешкодній комунікації між машиною та людиною. Цей постійний потік вимагає, щоб системи NLP регулярно адаптувалися, забезпечуючи свою актуальність та ефективність у сценаріях реального часу. У загальному обсязі, можна виділити 7 головних проблем при моделюванні та конструюванні моделей NLP.

- 1. Ідіоматична та фігуральна мова, полісемія.** Окрім буквального тлумачення, мови мають фрази, значення яких не випливає безпосередньо зі слів, що їх складають. Щоб зрозуміти суть ідіом, метафор або порівнянь, система NLP повинна вийти за межі синтаксичного аналізу і зануритися в семантику інформації. В інших випадках, вживані слова також можуть мати різне значення в залежності від контексту, що додає складності в побудові моделі NLP.
- 2. Брак анотованих даних.** Хоча цифрова епоха пропонує велику кількість текстових даних, дефіцит маркованих наборів даних, особливо для діалектів або регіональних мов, обмежує універсальну застосовність багатьох рішень NLP.

3. **Етичні норми.** Зміщені (або дискримінаційні) навчальні дані можуть призвести до того, що системи NLP видаватимуть викривлені результати, ненавмисно увічнюючи соціальні, гендерні або інші погляди. Це вимагає суворих перевірок на об'єктивність та застосування методів для усунення зміщення даних.
4. **Безпека та надійність.** У міру того, як моделі NLP вдосконалюються, вони стають вразливими до маніпуляцій та ворожих атак. Забезпечення їхньої стійкості до навмисних хибних вхідних даних є першочерговим завданням для отримання надійних результатів.
5. **Обчислювальні витрати.** Високопродуктивні завдання NLP вимагають значних обчислювальних потужностей, що викликає питання щодо масштабованості моделі та впливу цих моделей на навколошнє середовище, якщо враховувати ресурси на забезпечення працездатності системи.
6. **Інтерпретованість моделі.** Особливість «чорної скриньки» багатьох моделей NLP перешкоджає прозорості моделі, що ускладнює розпізнавання причин, які стоять за конкретними результатами моделі. Ця проблема має велике значення для таких галузей, як охорона здоров'я, медицина та право.
7. **Мультимодальна інтеграція.** Синтез текстових даних з візуальними або слуховими сигналами – це новий напрямок в NLP, що швидко розвивається. Створення систем, які узгоджено обробляють і генерують контент у різних модальностях, залишається складним завданням.

Підсумовуючи, можна сказати, що хоча технології NLP продовжують долати кордони та розвиватися, важливо вирішувати ці проблеми для їх цілісної еволюції та реалізації повного потенціалу в різних сферах застосування.

**МЕТОДИ НАВЧАННЯ АНСАМБЛЕВИХ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ
РЯДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ПРОДАЖІВ
ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Ляшенко П.Т., fidelisluka123643@gmail.com

Трофімов О.В., trofimov.ov@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У світлі зростання конкуренції на ринку та необхідності впровадження ефективних стратегій продажу, дослідження спрямоване на вивчення методів навчання ансамблевих моделей для аналізу часових рядів у системі продажів торгівельного підприємства.

Часові ряди відіграють ключову роль у вирішенні завдань прогнозування та оптимізації системи продажів торгівельного підприємства. Ці ряди представляють собою послідовності даних, зібраних протягом певного часового періоду, такі як щоденні, щомісячні чи щорічні продажі.

Зважаючи на особливості часових рядів у системі продажів торгівельного підприємства, важливо враховувати їхню сезонність та циклічність. Продажі на таких підприємствах часто підпорядковані регулярним коливанням у залежності від періоду року, свяtkових подій або економічних тенденцій. Сезонні впливи можуть призводити до різких змін у обсягах продажів, що робить важливим вчасне їхнє визначення та врахування при прогнозуванні. Крім того, циклічні коливання можуть бути пов'язані із загальними економічними тенденціями та впливати на споживчу активність.

Для ефективного аналізу цих особливостей використовуються методи виявлення сезонних та циклічних компонентів у часових рядах, які допомагають точніше прогнозувати майбутні продажі та вчасно реагувати на зміни в попиті. Такий аналіз є ключовим для розробки стратегій

управління запасами, планування маркетингових кампаній та оптимізації роботи торговельного підприємства.

Ансамблеві методи, такі як ансамбль випадкових лісів (Random Forest), градієнтний бустінг (Gradient Boosting) та інші, є потужними інструментами в аналізі даних. Вони базуються на комбінації декількох прогностичних моделей для отримання більш точних та надійних результатів. У контексті роздрібного бізнесу, де дані можуть бути складними та містити багато факторів, ансамблеві методи стають особливо корисними, оскільки вони можуть враховувати різноманітність та нелінійність в даних.

У ході розгляду теми "Методи навчання ансамблевих моделей часових рядів для аналізу діяльності системи продажів торгівельного підприємства" було проведено докладний аналіз особливостей часових рядів у контексті торгівельної сфери. Розглянуті методи навчання ансамблевих моделей, такі як беггінг, бустінг, випадковий ліс та стекінг, виявилися дуже ефективними для прогнозування та оптимізації системи продажів. Ці методи дозволяють враховувати сезонні коливання, циклічні зміни та інші особливості часових рядів, забезпечуючи точні прогнози та покращення стратегій управління бізнесом.

Слід відзначити, що розуміння та використання ансамблевих методів у поєднанні з аналізом часових рядів відкриває широкі можливості для торгівельних підприємств. Аналітичні інструменти та методи, розглянуті у дослідженні, дозволяють не лише прогнозувати майбутні продажі з високою точністю, але й розробляти гнучкі та ефективні стратегії управління для адаптації до змін у споживчому попиті та економічному середовищі. Це важливий крок у напрямку оптимізації бізнес-процесів, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності торгівельних підприємств на ринку.

ПОРІВНЯННЯ НАБЛИЖЕНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ РІВНЯНЬ
ФРЕДГОЛЬМА ДРУГОГО РОДУ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ЯДЕР

Мажара К. О., mazhara.kirill@gmail.com,

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

За допомогою інтегральних рівнянь можна моделювати багато складних природничих процесів та отримати математичний опис явищ. З появою обчислювальної техніки почався бурхливий розвиток прикладної математики, важливим розділом якої стають наближені машинні методи розв'язку інтегральних рівнянь. Для вирішення основного питання – отримання їх розв'язку використовуються два методи аналітичний та наближений. Серед аналітичних методів найбільш відомими є методи послідовного наближення та ітерованих ядер [1]. У деяких випадках, коли неможливо отримати розв'язок аналітичним шляхом, використовуються наближені методи розв'язку, які вирізняються різноманітними підходами.

За допомогою квадратурної формули Симпсона апроксимуємо рівняння : $\varphi(x) = f(x) + \lambda \int_a^b K(x, t) \varphi(t) dt$, де $f(x)$, $K(x, t)$ – відомі функції, $\varphi(x)$ – невідома (шукана) функція та λ – дійсне число, і зводимо його до системи алгебраїчних. Функцію $\varphi(x) = \frac{e^x}{2-e^2}$, яка є точним розв'язком використовуємо як модельну [2–3]. В табл.1 представлені точні та наближені результати отримані у випадку, коли ядро $K(x, t) = 2e^x e^t$ на інтервалі $[a; b] = [0; 1]$. Аналогічні результати були отримані для ядер інтегрального рівняння Фредгольма другого роду різних типів, а саме – лінійних, квадратичних, експоненціальних. Шляхом обчислювального експерименту встановлено, що на точність отриманих розв'язків впливають число обумовленості матриці СЛАР, обрана квадратурна формула та кількість ділянок розбиття відрізу.

Таблиця 1 – Результати обчислень

x	Точний розв'язок	Наближений розв'язок
0	-0,18556	-0,18448
0,1	-0,20508	-0,20388
0,2	-0,22665	-0,22532
0,3	-0,25048	-0,24902
0,4	-0,27682	-0,27521
0,5	-0,30594	-0,30415
0,6	-0,33811	-0,33614
0,7	-0,37367	-0,37149
0,8	-0,41297	-0,41056
0,9	-0,45641	-0,45374
1	-0,50441	-0,50146

Аналіз даних табл.1, а також наблизених результатів для інших типів ядер свідчить про високу обчислювальну ефективність розробленого алгоритму для випадків, коли розв'язок інтегрального рівняння існує і є єдиним [2].

Бібліографічні посилання

1. Василишин Т.В., Гой Т.П., Федак І.В. Інтегральні рівняння: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Сімик, 2014. – 222 с.
2. Кривошея С. А., Перестюк М. О., Бурим В. М. Диференціальні та інтегральні рівняння. – Київ: Либідь, 2004. – 408 с.
3. Шахно С. М., Дудикевич А. Т., Левицька С. М. Практикум з чисельних методів. – Львів: вид. ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. – 432с.

**РОЗРОБКА МАКРОСІВ ДЛЯ MICROSOFT EXCEL
З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЇ ЗІ СТУДЕНТАМИ
ЩОДО ПЕРЕВИБОРУ ДИСЦИПЛІН**

Макренко М.О, Мащенко Л.В, Верба О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В цьому проекті зусилля спрямовані на розробку макросів для Microsoft Excel з метою оптимізації комунікації зі студентами щодо перевибору дисциплін. Головна мета полягає у забезпеченні зручності та ефективності цього процесу, водночас враховуючи потреби кожного студента.

В першу чергу, було виділено тих студентів, які зробили зміни в своєму виборі дисциплін. За допомогою інструментів Excel, було створено окремий список, який дозволив провести більш глибокий аналіз цієї групи студентів.

Наступним важливим кроком було створення індивідуальних листів для кожного з цих студентів, що містять докладну інформацію про їх новий вибір. Було дуже важливо, щоб студенти зрозуміли усі зроблені зміни і отримали всю необхідну інформацію для успішного навчання.

Однією з ключових переваг цієї системи макросів є індивідуальний підхід до студента. Кожен отримує особисте повідомлення зі своїми даними та інформацією, яка стосується лише його перевибору.

Останнім важливим етапом було налаштування автоматичної відправки цих листів на електронні адреси студентів. Це значно спростило процес роботи адміністрації та забезпечило швидке та зручне сповіщення студентів про їх перевибор, з одночасним забезпеченням індивідуального підходу.

Отже, робота спрямована на полегшення та прискорення процесу комунікації адміністрації університету зі студентами щодо їхнього

перевибору дисциплін. Ця система допоможе управляти процесом набагато швидше та забезпечить студентам оперативну та точну інформацію.

Список літератури:

1. Офіційна документація Microsoft Excel: <https://support.microsoft.com/uk-ua/excel>
2. Сайт Microsoft Office Dev Center: <https://developer.microsoft.com/uk-ua/office/>
3. Веб-сайт Microsoft Excel VBA: <https://www.excel-easy.com/vba.html>
4. Веб-сайт ExcelJet: <https://exceljet.net/>
5. Веб-сайт VBA Express: <https://www.vbaexpress.com/>

**ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ЩОДО ВИБОРУ
ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТАМИ**

Макренко М.О, Машенко Л.В, Верба О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розробка макросів для автоматизації надсилання повідомлень студентам через Microsoft Excel - це важлива робота, спрямована на полегшення адміністративних процедур у галузі освіти. Ця система розроблена з метою максимально ефективно використовувати час і ресурси, забезпечуючи швидкий та ефективний контакт зі студентами щодо їхнього вибору дисциплін.

Аналізуючи результати, ми визначили архітектуру макросу та основні етапи його розробки. Відповідно до цих етапів була створена програмна частина макросу, яка включає в себе вибір студентів, автоматичне створення та надсилання електронних листів, а також враховує ситуації зі студентами у списку, які не мають електронної пошти. Основна частина нашого макросу автоматично формує індивідуальні повідомлення для кожного обраного студента. Це означає, що кожен студент отримує персоналізоване повідомлення із зазначенням його прізвища, групи та відомостей щодо обраних дисциплін.

Після формування особистих повідомлень, система автоматично відправляє електронні листи обраним студентам. Це забезпечує швидку та автоматизовану доставку інформації кожному студенту, зберігаючи індивідуальний підхід.

Для зручності виокремлення студентів без електронної пошти було розроблено засіб, який допомагає виділити їх і зберегти інформацію про них на окремому аркуші. За допомогою програмного коду, ми автоматично перевірили наявність електронної пошти для кожного студента і зібрали інформацію про тих, у кого електронна пошта відсутня. Це дозволяє нам зручно керувати списком студентів без пошти та використовувати цю інформацію для подальшої роботи, такої як виключення їх із масової розсилки повідомлень, а потім подальшої комунікації для отримання пошти та включення в розсилку.

Отже, розроблений функціонал дозволяє зручно та ефективно формувати та відправляти електронні листи студентам. Розроблені макроси дозволяють автоматично виконувати цей процес, що забезпечує швидку доставку інформації кожному студенту.

За результатами роботи ми можемо відзначити значне спрощення та прискорення процесу відправки повідомлень студентам щодо дисциплін, які вони обрали. Розроблена система макросів дозволяє автоматично визначати адресатів і надсилати індивідуальні листи студентам з врахуванням персоналізованих даних, забезпечуючи надійність, точність та швидкість виконання.

Список літератури:

1. Офіційна документація Microsoft Excel: <https://support.microsoft.com/uk-ua/excel>
2. Сайт Microsoft Office Dev Center: <https://developer.microsoft.com/uk-ua/office/>
3. Веб-сайт Microsoft Excel VBA: <https://www.excel-easy.com/vba.html>
4. Веб-сайт ExcelJet: <https://exceljet.net/>
5. Microsoft Community: <https://answers.microsoft.com/uk-ua>
6. Веб-сайт VBA Express: <https://www.vbaexpress.com/>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗБІЛЬШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ЗАДАЧІ НА ДОВЖИНУ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ

Малієнко О.О., chelpanovaolha@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядаючи відомі аномалії Грехема [1], слід відмітити, що вони виникають при неочікуваному погрішенні значенні цільової функції у результаті внесення таких змін у початкові дані, при яких це значення інтуїтивно повинно покращуватись. Зміни стосуються зменшення ваг вершин, послаблення технологічних обмежень, збільшення кількості виконавців та інших.

У даній роботі досліджується випадок можливого впливу збільшення кількості вершин графа та посилення технологічних обмежень на довжину паралельного упорядкування. Логічно сподіватися, що значення цільової функції у цьому випадку не повинно зменшитися. Але аналіз задачі призводить до іншого результату. Розглянемо його більше детально.

Задана скінчена множина робіт $V=\{i_1, \dots, i_n\}$, та скінчена множина виконавців (ширина h). На порядок виконання робіт задані технологічні обмеження (множина U , де $(i, j) \in U$ означає, що робота i повинна бути виконана до початку виконання роботи j) та відомий час виконання кожної роботи ($T=\{t_1, \dots, t_n\}$, де t_k – вага вершини i_k). Крім того, задана бажана послідовність виконання робіт $L=\{i_k\}$. Необхідно розподілити роботи по виконавцях так, щоб вони були завершені за мінімальний час [2].

Аналіз структурних характеристик графів показав, що при збільшенні кількості робіт довжина оптимального упорядкування може зменшуватись, що також певним чином можна вважати аномалією. Дано аномалія виникає за рахунок додавання вершин з більш високими пріоритетами, які можуть бути виконані відразу після початку процесу розподілу, тим самим кардинально змінюючи послідовність виконання

наступних завдань. Або додаванні вершин, які змінюють множину технологічних обмежень таким чином, що стає можливим узгодження деяких завдань на виконання, які раніше були розподілені в часі. Проілюструємо на прикладі.

Приклад 1. Нехай задано граф G (рис.1), $h=3$, $L=(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11)$, $T=(2,2,3,2,4,2,2,3,2,1,5)$. Також задаємо граф G' (рис.2), для якого $L'=(12,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11)$, $T'=(2,2,3,2,4,2,2,3,2,1,5,4)$. Побудуємо оптимальні упорядкування S та S' та знайдемо їх довжини l та l' відповідно.

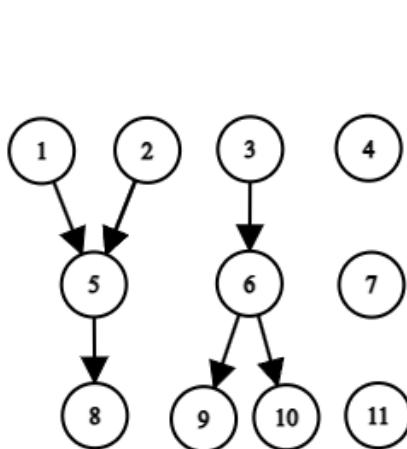


Рис.1 Граф G

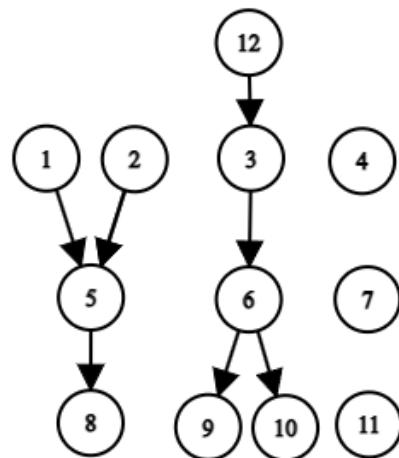


Рис.2 Граф G'

Побудувавши упорядкування S та S' , знаходимо, що довжина $l=12$, а $l'=11$. Тобто, при збільшенні кількості робіт та посиленні технологічних обмежень, отримуємо паралельне упорядкування меншої довжини.

Подальшого дослідження потребують умови, дотримуючись яких, дані аномалії не виникатимуть та підкласи задач, для яких вказані зміни початкових умов не впливатимуть на оптимальність розв'язку.

Перелік використаних джерел

1. Graham R. L. Bounds on multiprocessing timing anomalies / R. L. Graham // SIAM J. Appl. Math., 1969. – V. 17. – P. 416–429.
2. Челпанова О.О. Узагальнення аномальних випадків у задачах упорядкування. / О.О. Челпанова, В.А. Турчина. // Питання прикладної математики та математичного моделювання: зб. наук. пр. Дніпро, 2021. – Вип. 21. – С. 220-226.

МОДЕЛЮВАННЯ РОСТУ КОРАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Мамедов А.Ш., arturmamedov1212@gmail.com, Степанова Н.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розуміння та моделювання процесів росту коралів є критичним у контексті сучасних екологічних викликів. Зменшення популяцій коралових рифів є серйозною та актуальною проблемою, яка вимагає негайної уваги. Корали, що утворюють рифи, є домом для безлічі видів морських тварин. Вони забезпечують їм притулок, їжу, та життєво важливі ресурси. Тому розвиток моделей, що дозволяють краще розуміти та передбачати ріст коралів, має критичне значення.

Моделювання росту коралів за допомогою клітинних автоматів може надати цінні уявлення про те, як різні умови середовища впливають на їхню життєздатність та розвиток. Це, в свою чергу, може сприяти розробці стратегій охорони коралових рифів та відновленню їх природних середовищ.

Клітинний автомат - це математична модель, яка складається з сітки клітин, кожна з яких може перебувати у певному стані та змінювати свій стан відповідно до правил, що визначені для всієї сітки. Ця модель використовується для симуляції дискретних кроків в часі та просторі, де станожної клітини залежить від стану її сусідів в попередній момент часу за певними правилами.

Клітинний автомат складається з таких основних компонентів:

1. Сітка клітин: Це простий двовимірний або багатовимірний "світ", розділений на клітини, кожна з яких може приймати різні стани.
2. Правила переходу: Для кожного типу клітини визначені правила, які вказують, які стани можуть змінюватися в майбутньому в залежності від стану самої клітини та станів її сусідів.
3. Початковий стан: Визначення початкового стануожної клітини.

Клітинний автомат може бути використаний для моделювання різноманітних систем, починаючи від фізичних процесів, таких як ріст рослин або кристалів, до соціальних явищ, наприклад, рух та взаємодія людей у групах. Тому він підходить й для моделювання росту коралів.

У контексті моделювання росту коралів, клітинний автомат може використовуватися для представленняожної клітини як окремого компонента коралу. Він може відобразити різні стани росту, взаємодію клітин коралу між собою та їхнє сприйняття впливу зовнішніх чинників, таких як температура води чи забруднення. У якості правила розповсюдження клітин коралів, можна використовувати різні моделі їх росту.

Бібліографічні посилання

1. Merks, Roeland & Hoekstra, Alfons & Kaandorp, Jaap & Sloot, Peter. (2003). Models of coral growth: spontaneous branching, compactification and the Laplacian growth assumption*. 1. Journal of theoretical biology. 224. 153-66. 10.1016/S0022-5193(03)00140-1.
2. Kaandorp, J. A., Lowe, C. P., Frenkel, D., & Sloot, P. M. A. (1996). Effect of Nutrient Diffusion and Flow on Coral Morphology. Physical Review Letters, 77(11), 2328–2331. <https://doi.org/10.1103/PHYSREVLETT.77.2328>
3. JABIN, P.-E., LEMESLE, V., & AURELLE, D. (2008). A CONTINUOUS SIZE-STRUCTURED RED CORAL GROWTH MODEL. Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 18(11), 1927–1944. <https://doi.org/10.1142/S0218202508003248>

**РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОГО ПІДХОДУ ДО МОДЕЛЮВАННЯ
ПЕРЕНОСУ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В СИСТЕМІ
“СОНЦЕ – КОНЦЕНТРАТОР – ТЕПЛОПРИЙМАЧ”**

Масаликін С.С., masalykin.ss@gmail.com, Книш Л.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Концентратори сонячного випромінювання використовуються в сонячних енергетичних системах для збільшення потужності теплового потоку від Сонця. Вони можуть входити в склад як фотоелектричних, так і термодинамічних систем перетворення. Як правило, концентратори виготовлені у формі кривих 2-ого порядку, при чому вибір їх геометричної форми напряму залежить від необхідного температурного рівня циклу перетворення. В даному дослідженні пропонується узагальнений підхід до моделювання процесів переносу сонячного випромінювання, який можна застосувати до концентраторів будь-якої геометрії. Цей підхід ґрунтується на створеній узагальненій математичній моделі, в якій в рамках фотометричного підходу (геометричної оптики) враховані всі фактори, що впливають на енергообмін в системі “Сонце – концентратор – тепlopriyimach”. Для розв’язання узагальненої математичної моделі пропонується використовувати метод статистичних випробувань Монте-Карло, етапи якого детально досліджувались на прикладі параболоїдного концентратора.

Перед створенням числового алгоритму Монте-Карло була проведена систематизації можливих підходів, що спрощують узагальнену математичну модель. В основу такої систематизації покладений вид функції індикаториси випромінювання та метод врахування неточності (аберацій) поверхні концентратора. Для побудови комп’ютерного алгоритму був обраний один з чотирьох підходів, що передбачає рівномірний розподіл промінів у відбитому пучці, величина якого дорівнює куту розкриття Сонця. На основі такого спрощення був побудований числовий алгоритм, створений комп’ютерний застосунок та

проведені параметричні дослідження по визначеню щільності концентрованого теплового потоку в фокусній площині математично ідеального параболоїдного концентратора.

Перехід від математично ідеального до реального концентратора здійснювався шляхом врахування неточності його поверхні за допомогою ймовірнісних законів. В числовий алгоритм введені додаткові модулі для числового моделювання відповідних законів розподілу. Пропонується середньоквадратичне відхилення поверхні реального концентратора від математично ідеальної форми враховувати в долях кута розкриття Сонця. Отримані розподіли щільності концентрованого сонячного потоку в фокусі для реальних точно орієнтованих на Сонце концентраторів.

Вплив ефекту розфокусування досліджувався шляхом введення просторового кута, який характеризував відхилення оптичної осі від фокуса. Величина цього кута та її вплив на енергетику системи визначались величинами двох плоских кутів, значення яких вводились в числовий алгоритм. Знайдені розподілі щільності концентрованого сонячного потоку в фокусі при наявності розфокусування та співвідношення між ефектом неточності поверхні та ефектом розфокусування.

На основі розробленої узагальненої математичної моделі концентрації та введених припущень був знайдений наближений аналітичний розв'язок задачі переносу випромінювання в системі з параболоїдним концентратором. За допомогою наближеного аналітичного розв'язку проведена верифікація розробленої математичної моделі та числового алгоритму Монте-Карло. При порівнянні числових та аналітичних даних отримано задовільний збіг результатів, що свідчить про адекватність моделі, збіжність та коректність числового розв'язку.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ СПОЖИВАННЯ

ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

Масенко А. Э., Золотъко К.Є.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У даній роботі проводиться аналіз попиту на електромобілі, а також розглядається метод прогнозу продажів на майбутнє.

Ключові слова: аналіз, ринок електроавтомобілів, прогнозування продажів.

Вступ. У даному науковому дослідженні вивчається ролі та значення електрокарів в транспортній системі України, аналізу технічно-економічних характеристик електрокарів, оцінці українського ринку електро автомобілів, а також визначені потенціалу та конкурентоспроможності електрокарів у порівнянні з автомобілями з двигунами внутрішнього згорання.

Постановка задачі. Таким чином, для створення коректної математичної моделі потрібно враховувати безліч чинників, що впливають на результати продажів автомобілів.

Методи розв'язання. Для прогнозування продажів електромобілів по місяцях можна скористатися різними методами. У цьому випадку я продемонструю розрахунки з використанням методу ковзного середнього. Спочатку визначимо середні продажі за попередні 3 місяці і будемо використовувати цю середню величину для прогнозу продажів на наступний місяць. Ось формула:

$$\text{Середні продажі (K)} = (\text{Продажі в місяць t-1} + \text{Продажі в місяць t-2} + \text{Продажі в місяць t-3}) / 3$$

Метод ковзного середнього усереднює дані за попередні періоди, що може не врахувати деякі складні часові тренди та сезонні коливання.

Для точнішого прогнозу потрібно додати нові чинники. Для початку додамо коливання продажів у різні сезони (зима/літо), а також підвищення

популярності електроавто за кожен місяць. Так само додамо теоретичну можливість стимуляції ринку від держави як позитивну так і негативну.

$$F = A * (1 + 0,01 * n + 1) * R * L$$

F = прогнозований продаж авто.

A = середні продажі за 3 місяці.

R = коефіцієнт залежний вид пори року.

n = різниця в місяцях між відомим місяцем і місяцем, що прогнозується.

L = зовнішній стимул для продажів (нові закони/пільги).

$$L = \begin{cases} 1.2 & - \text{позитивний стимул} \\ 1 & - \text{відсутній} \\ 0.8 & - \text{негативний} \end{cases}$$

Для перевірки точності математичної моделі перевірю її на відомих даних продажів авто та порівняю прогноз з фактичними продажами.

	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Фактично	2400	2700	2600	2500	2500	2200	2300	2000
Прогноз	2423	2688	2665	2481	2496	2298	2277	1989

Висновки. Вдосконалений метод дозволяє з мінімальною похибкою прогнозувати продаж електротранспорту в Україні. Використовуючи цей метод прогнозуючи продажі на 2023 рік помітно що навіть без додаткового стимулювання від держави ринок авто буде зростати і в червні 2023 року досягне 3,8 т. авто.

ПАКУВАННЯ М'ЯКИХ БАГАТОКУТНИКІВ

Мелащенко О.П.¹, Романова Т.Є.^{1,2}, Інфанте Л.³

tarom27@yahoo.com, t.romanova@leeds.ac.uk

¹*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine*

²*University of Leeds, UK*

³*Nuevo Leon State University (UANL), Monterrey, Mexico*

Пакування м'яких об'єктів має широкий спектр застосувань, наприклад, в біології, фізиці, матеріалознавстві, логістиці, землевідведенні. Наш інтерес до цих проблем обумовлений моделюванням структур пористих середовищ під тиском. Елементи пористих структур можуть деформуватися під дією зовнішньої сили, однак маса кожної частинки залишається незмінною.

У даній роботі розглядається нестандартна задача пакування багатокутників. Передбачається, що об'єкти можна стискати/розтягувати, але їх площини залишаються постійними. Кожен багатокутник задається своїми вершинами та має змінний вектор руху та змінний коефіцієнт розтягування. Визначається прямокутний контейнер, заданий фікованою довжиною та змінною висотою. Для пакування набору м'яких багатокутників, всередині прямокутної області мінімальної висоти, за умови попередньо визначеного параметра тиску, будуються phi-функції та квазі-phi-функції як засоби математичного моделювання обмежень неперетину та включення відповідно.

Задача пакування формуються у вигляді задачі нелінійного програмування. Запропоновано підхід до розв'язання, заснований на стратегії мультістарту, гомотетичних перетвореннях оригінальних багатокутників та методу декомпозиції [1]. Наведено результати чисельних експериментів.

[1] Romanova T., Stoyan Yu., Pankratov A., Litvinchev I., Kravchenko O., Duryagina Z., Chugai A., Optimized packing soft ellipses. In: Manshahia S.M., Litvinchev I., Weber G.W., Thomas J.J., Vasant P., (Eds), Human Assisted Intelligent Computing: Modelling, Simulations and Applications, IOP Series in Next Generation Computing, Chapter 9, 9.1-9.14, UK, 2023.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ IMAGE-SPACE ЕФЕКТІВ ДЛЯ ПОСТОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВІДЕО

Мешалкіна М. О. meshalkina.mariia@gmail.com, **Степанова Н. І.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

З розвитком технологій та доступністю фото/відеозйомки якість матеріалів стала значно кращою. Однак, для досягнення найкращих результатів часто потрібно подальше редагування та покращення. Постоброботка може виправити різні помилки або недоліки, що з'являються під час зйомки, такі як розмиття, шуми або відблиски. Вона також дозволяє видаляти непотрібні елементи із зображень або відео, виправляти перспективу та зберігати деталі в світлих або темних областях. Постоброботка може допомогти створити унікальний брендовий стиль, відображаючи корпоративні кольори, елементи айдентики та стиль фотографій чи відеороликів. Загалом, постоброботка зображень і відео допомагає створити привабливий та професійний вигляд медіа-контенту, підсилюючи вплив та ефективність комунікації з метою залучення та утримання аудиторії.

Image-Space ефекти є техніками та алгоритмами, що застосовуються для модифікації візуальних атрибутив зображень або відео в основному на піксельному рівні. Image-Space ефекти працюють безпосередньо з растрошим зображенням, тобто вони застосовуються до кожного пікселя окремо, без необхідності враховувати геометричну інформацію про сцену. Це дає можливість змінювати відображення зображення без втручання у геометрію сцени або 3D моделювання.

Існує багато методів створення Image-Space ефектів за допомогою різних інструментів і технологій. У даній роботі розглядається створення власної C++ програми із використанням графічної бібліотеки OpenGL, а Image-Space ефекти являють собою шейдери, написані мовою GLSL. Кожна шейдерна програма виконується GPU і являє собою (зазвичай)

алгоритм, який пов'язаний з ефектами затінення і освітлення в зображенні. Шейдери дають змогу реалізовувати альтернативні алгоритми відображення, забезпечуючи високу гнучкість.

Для демонстрації роботи шейдерів було обрано декілька візуальних ефектів, які дуже часто використовуються для постобробки зображень та відео, і один із них - шум Перліна.

Шум Перліна – це надзвичайно потужний алгоритм, який часто використовується для процедурної генерації контенту. Його можна використовувати для процедурної генерації місцевості, ефектів вогню, води та хмар.

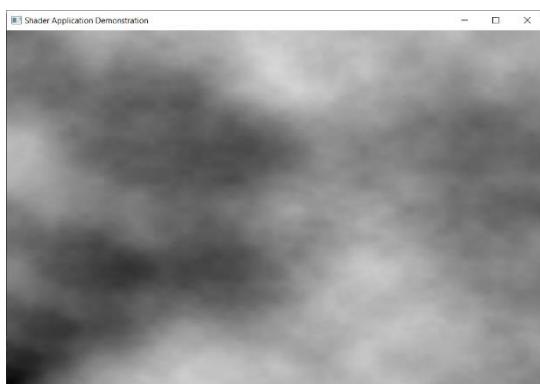


Рисунок 1. Робота шейдера на чорному фоні без текстури із значенням альфа каналу 1.0



Рисунок 2. Вхідне зображення

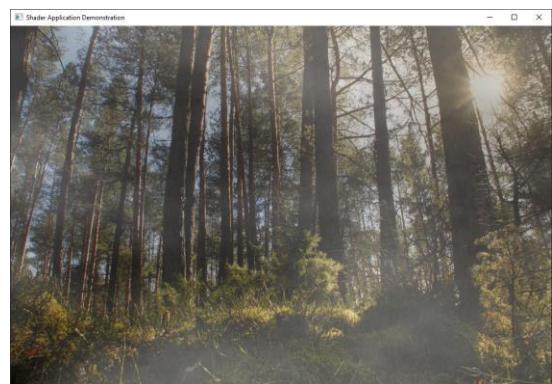


Рисунок 3. Накладення шейдера на текстуру із альфа каналом 0.7

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДИЛЕМИ СНІГОВОГО
ЗАМЕТУ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КОЛЕКТИВНОГО ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ У ПОРІВНЯННІ З ДИЛЕМОЮ В'ЯЗНЯ**

Михайлук О. О., Вершина В.А., Лисиця Н.М., Шишканова Г.А.*

mykhailiuk198@gmail.com, vivi.dp@ukr.net, lisitsa_natalya1971@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,

**Національний університет «Запорізька політехніка»*

Дилема в'язня є фундаментальною проблемою в теорії ігор, яку класично використовують для демонстрації егоїстичної поведінки, що шкодить загальному результату. Якщо обидва гравця оберуть співпрацю, це приведе до максимальної суми виграшів обох учасників. Але у кожного з гравців є варіант зрадити для збільшення власної вигоди учасника, який його обрав. Вибір проходить одночасно, тому це ніяк не може впливати на рішення іншого учасника. Через це раціональні гравці невідворотно оберуть варіант «зрадити», навіть незважаючи на те, що сумарна вигода у такому випадку зменшиться.

У багатьох реальних ситуаціях рівень людської кооперації перевищує очікування у Дилемі в'язня. Для таких випадків більш коректним може виявитись використання набагато менш популярної задачі під назвою Дилема снігового замету. Для досліджень використовувалося таке її формулювання:

У грі приймають участь двоє гравців. У кожного гравця є вибір: «працювати» або «очікувати». Якщо гравці обрали «працювати», вони виграють C. Якщо один обрав «очікувати», іншій «працювати» — перший виграє D, другий с. Якщо учасники обрали «очікувати», вони виграють d.

Обов'язково повинна виконуватися нерівність $D > C > c > d$. Також загальний виграш від співпраці повинен дорівнювати сумарному виграшу за ситуації, коли один працює, а інший — очікує. Тобто $2C = D + c$.

Як і Дилема в'язня, Дилема снігового замету передбачає одночасне прийняття рішень обома гравцями. Основною відмінністю є те, що у Дилемі в'язня найгіршим варіантом є ситуація, коли гравець погодився кооперувати, а його товариш відмовився. Через небажання опинитися в такій ситуації, кожному учаснику вигідно завжди зраджувати. Це призводить до рівноваги Неша, коли обидва гравці обирають зрадити.

Натомість у грі Дилема снігового замету найгіршим є варіант, коли обидва гравці обрали опцію «очікувати». Через це найкраща стратегія для кожного з гравців напряму залежить від вибору іншого учасника. Тому у грі Дилема снігового замету обидва варіанти поведінки можуть привести до максимізації вигоди залежно від умов. Це змушує гравців базувати свій вибір на прогнозі дій іншого учасника, на який впливає інформація пронього.

Дослідження показали, що за різного рівня обізнаності про попередні дії іншого гравця, середній відсоток кооперації відрізняється. При проведенні ітераційного варіанту грі Дилема снігового замету з почерговою зміною пар гравців між собою виявилося, що рівень кооперації при наявності інформації про результати попередніх ігор опонента був меншим, ніж за відсутності такої інформації. Це дає змогу розглянути фактор невідомості при оцінці ризиків.

Такі ризики спонукають людей частіше співпрацювати, покращуючи сумарний результат у грі. Це підтверджується тим, що в обох випадках рівень кооперації між учасниками був значно вищий, ніж в ітераційному варіанті Дилеми в'язня. Такий рівень співпраці більше корелює з тим, що можна побачити в спільніх завданнях у реальному житті.

Таким чином Дилема снігового замету може виступати більш коректною моделлю для передбачення рівня кооперації у деяких сценаріях, ніж Дилема в'язня. Також вона дає змогу краще дослідити навички прогнозування учасників та їх ставлення до ризику.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мітіков М. mitikov.m22@fpm.dnu.edu.ua, Гук Н.А. huk_n@fpm.dnu.edu.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У сучасному світі програмне забезпечення охоплює майже всі сфери людської діяльності, зокрема, медицина, освіта, фінанси та банкінг, електронна комерція, управління виробничими процесами, транспорт, розваги трансформувались підвищуючи свою ефективність та створюючи нові можливості. Від банківської справи до медицини, від освіти до космічної індустрії – ефективність та продуктивність ПЗ безпосередньо впливають на функціональність та успіх організацій. У такому контексті системний аналіз продуктивності програмного забезпечення набуває критичного значення для стійкого розвитку та конкурентоспроможності.

Відомо, що системний аналіз починається з визначення ключових метрик, таких як час відгуку, пропускна спроможність та використання ресурсів. Ці параметри допомагають оцінити, наскільки добре ПЗ справляється з завданнями. Продуктивність вимірюється не тільки у пікових умовах, але й при середньому навантаженні, щоб забезпечити стабільність та надійність системи.

Для діагностики та оптимізації продуктивності розробники застосовують профілювання. З його допомогою можна виявити, які частини коду споживають найбільшу кількість ресурсів або викликають затримки. Профілювання є ключем до оптимізації та рефакторингу коду, що в свою чергу, може суттєво покращити продуктивність ПЗ.

Навантажувальне тестування виходить за рамки звичайного використання, імітуючи екстремальні умови роботи. Це дозволяє не тільки оцінити стійкість системи, але й ідентифікувати вузькі місця. Часто саме під високим навантаженням проявляються проблеми, непомітні при стандартному експлуатації.

Аналіз коду на предмет помилок та можливостей для оптимізації — невід'ємна частина системного аналізу. Статичний аналіз коду може виявити багато потенційних проблем, починаючи від простих опечаток і закінчуючи складними архітектурними антипатернами.

Моніторинг у реальному часі та аналіз журналів роботи програми дозволяють не тільки реагувати на поточні проблеми, але й передбачати майбутні, проводячи корективи в архітектурі та коді.

Однак, системний аналіз не обмежується тільки технічними аспектами. Користувальський досвід грає важливу роль у оцінці продуктивності. Зворотній зв'язок від кінцевих користувачів може дати цінну інформацію про те, як функціонал та продуктивність ПЗ сприймаються на практиці.

Бенчмаркінг проти стандартів та конкурентів допомагає зрозуміти, наскільки добре ПЗ відповідає ринковим вимогам. Аналіз архітектури виявляє потенціал масштабування та адаптації до змінюваних умов.

Заключно, системний аналіз продуктивності — це неперервний процес, який вимагає глибокого розуміння не тільки технічних деталей, але й бізнес-контексту. Підтримання високої продуктивності ПЗ — це застава успішної адаптації до швидко змінюваного технологічного ландшафту та задоволення вимог кінцевих користувачів.

1. Jalote, P. (2000). "An Integrated Approach to Software Engineering". Springer.
2. Menasce, D. A., & Almeida, V. A. F. (2002). "Capacity Planning for Web Services: Metrics, Models, and Methods". Prentice Hall.
3. Woodside, C. M., Franks, G., & Petriu, D. C. (2007). "The Future of Software Performance Engineering". In Future of Software Engineering (FOSE '07). IEEE Computer Society.

АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ МЕХАНІЗМІВ КОНСЕНСУСА У МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН

Міщенко А.С., showerdownpour@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

З урахуванням стрімкого розвитку цифрових технологій та росту інтересу до блокчейн-рішень у різних галузях, розуміння вибору відповідного механізму консенсусу стає критичним завданням. Представлена робота полягає у розгляді та систематизації ключових аспектів технологій блокчейн, зокрема алгоритмів консенсусу, які визначають безпеку, швидкість та централізацію мережі. У роботі розглянуті не лише теоретичні аспекти алгоритмів, але й їх практична придатність, що дозволяє оптимізувати вибір в залежності від конкретних потреб та цілей проекту.

Безпека і стабільність будь-якої блокчейн-мережі в значній мірі залежать від алгоритмів консенсусу, які варіюються залежно від специфіки та вимог мережі, і їх аналізу та систематизації присвячено цю роботу. Стратегії досягнення консенсусу в блокчейн-мережах являють собою складний набір алгоритмів та програмної інженерії, які забезпечують синхронізацію інформації і захист від таких ризиків, як подвійне витрачання, без потреби у централізованому контролі. Ця область знань вимагає детального вивчення, оскільки вона впливає на ключові параметри мережі: швидкодію, масштабованість, надійність та децентралізацію. Постійно з'являються нові методики консенсусу, що пропонують інноваційні підходи до розв'язання вже існуючих викликів.

У результаті вивчення технологій блокчейн та проведеного дослідження ключових механізмів консенсусу (Proof of Work, Proof of Stake, Proof of Authority) з використанням системи моделювання мережі блокчейн Puppeth і технології блокчейн Ethereum, було отримано глибоке розуміння щодо їхньої придатності, переваг і недоліків. Централізація, безпека, швидкість та витрати виявилися ключовими критеріями

порівняння механізмів консенсусу. Для мереж, де важлива безпека та де централізація приймається, PoW може бути оптимальним вибором. У випадках, коли швидкість та витрати є головними факторами, PoS та PoA можуть бути більш практичними варіантами.

Бібліографічні посилання

1. N. Narayanan, A. Miller, I. Miers, A. Virza, E. Felten Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction// Princeton University Press. 2016.
2. A. AntonopoulosMastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies// O'Reilly Media. 2014.
3. A. Tapscott, D. TapscottBlockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World// Penguin Random House. 2016.

ОБЕРНЕНІ КОНТАКТНІ ЗАДАЧІ ДЛЯ ПРУЖНОЇ ПІВПЛОЩИНИ

Молчанов А.О., evandr73@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Безпосереднє вимірювання нормальних і дотичних контактних напружень пов'язане із значними експериментальними труднощами, тому розглядається альтернативний підхід, що полягає у вимірюванні напружень поза контактною поверхнею з подальшим теоретичним розрахунком контактних напружень. Задача відновлення контактних напружень за результатами вимірювань поза площинкою контакту є прикладом оберненої контактної задачі. У більш загальному вигляді проблема формулюється так: визначити поверхневе навантаження, при якому напруження, що з'являються всередині тіла, мають задані властивості. Ці властивості задаються у вигляді певних обмежень: рівнянь та нерівностей і у загальному випадку така обернена задача не має розв'язків. Тому задачу розв'язують в послабленому формулуванні: визначити поверхневе навантаження $q^*(x)$, $x \in \Gamma_q$ при якому напруження, що з'являються всередині тіла, мають найменші відхилення від заданих властивостей

$$J(q^*) = \inf_{q \in W} J(q), \quad (1)$$

де W – множина допустимих значень q , J – функціонал, що виражає відхилення напружень від заданих значень. Задача (1) у більшості випадків є некоректною за Адамаром, оскільки малим змінам напруженості всередині області відповідають скінченні зміни поверхневого навантаження.

Для дослідження некоректної задачі (1) застосовується метод регуляризації Тихонова, у відповідності з яким замість (1) розглядається задача

$$\inf_{q \in W} [J(q) + \alpha \omega(q)]. \quad (2)$$

Функціонал $\omega(q)$ називається стабілізатором й повинен забезпечити коректність задачі (2). Числовий параметр $\alpha > 0$ називається параметром регуляризації й вибирається для конкретних задач на основі обчислювального експерименту.

Розглянемо задачу, визначення на відрізку $[-c, c]$ нормального навантаження $q(x_1)$ із заданим головним вектором $2Q_0$ таким чином, щоб в області $\{ -c \leq x_1 \leq c, 0 \leq x_2 \leq 2c \}$ виник стан всебічного стиску. У відповідності із цим маємо умову:

$$\int_{-c}^0 q(\xi) d\xi = 2Q_0 \quad (3)$$

Також зусилля $q(x_1)$ повинні бути стискаючими (могли бути реалізовані накладенням штампу):

$$q(x_1) \geq 0, \quad \forall x_1 \in [-c, c]. \quad (4)$$

У якості критерію наближення до стану всебічного стиску використаємо інтенсивність напружень:

$$\sigma_u = 2^{-1/2} [(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + 6\sigma_{12}^2]^{1/2}, \quad (5)$$

так як $\sigma_u = 0$ в стані всебічного стиску.

У відповідності із зазначеним загальним підходом отримуємо наступну варіаційну задачу: визначити функцію $q(x_1)$ на відрізку $[-c, c]$ таким чином, щоб функціонал

$$\int_0^{2c} \int_{-c}^c \sigma_u^2 dx_1 dx_2 + \alpha \int_{-c}^c \{q^2(\xi) + [q'(\xi)]^2\} d\xi \quad (6)$$

набував найменшого значення з виконанням умов (3) й (4).

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ДВОВИМІРНОЇ ДИФУЗІЇ**Момот Е.В.,** pyshkin7979@gmail.com*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара(www.dnu.dp.ua)*

В даній роботі розглянута одна із некласичних краївих задач для еліптичних рівнянь, а саме, задача стаціонарної дифузії в двовимірній області.

Розглядається довільна двовимірна область Ω , стаціонарний розподіл дифузії, з коефіцієнтом дифузії D в такій області визначається наступним рівнянням із граничними умовами:

$$D\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) + f(x, y) = 0 \quad (1), \quad u|_{\Gamma_1} = g(x, y) \quad (2), \quad \frac{\partial u}{\partial v}|_{\Gamma_2} = s(x, y) \quad (3)$$

Задача розв'язку рівняння (1) з граничними умовами (2), (3) еквівалентна задачі визначення функції $v(x, y)$, яка мінімізує функціонал $I(v)$ виду з умовами:

$$\inf_{v \in V} \left\{ I(v) = \frac{1}{2} D \int_{\Omega} \left[\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right] d\Omega - \int_{\Omega} f(x, y) v d\Omega - \int_{\Gamma} s(x, y) v d\Gamma \right\} \quad (4)$$

$$V = \{v \mid v|_{\Gamma_1} = g(x, y)\} \quad (5)$$

В роботі була розглянута одна із некласичних задач теорії диференціальних рівнянь в частинних похідних, а саме, задача стаціонарної дифузії в двовимірній області.

В роботі були приведені теоретичні відомості стосовно теорії дифузії. Потім приведена математична постановка задачі стаціонарної дифузії в двовимірній області.

Далі був здійснений перехід до варіаційного формульовання початкової задачі. Після цього був описаний метод скінченних елементів, який використовується для вирішення таких задач.

Далі була отримана задача умової оптимізації, а також описаний метод її вирішення, а саме, метод верхньої релаксації.

**РОЗРІДЖЕНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ
ДРУГОГО ПОРЯДКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ЧАСОВИХ
РЯДІВ ТА ЇЇ ПРОБЛЕМИ**

Мороз А.О., Зайцев В.Г.

anton0106@gmail.com, vadymzaytsev65@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара(www.dnu.dp.ua)

Побудова моделей динамічних систем за експериментальними даними є головною проблемою математичної фізики, багата історія якої сягає корінням до часів Кеплера і Ньютона, відкриття законів руху планет. Історично цей процес спирався на поєднання високоякісних вимірювань і інтуїції вчених. При наявності величезного обсягу даних і постійно зростаючих обчислювальних ресурсів стала можливою нова наукова парадигма автоматизоване відкриття, що описують рівняння динамічних систем.

Одночасна ідентифікація нелінійної структури і параметрів моделі на основі даних є значно важчим завданням, оскільки кількість можливих структур моделі зростає комбінаторно.

Розріджена ідентифікація нелінійної динаміки (sparse identification of nonlinear dynamics - SINDy) - алгоритм для отримання динамічних систем з даних(як наприклад часовий ряд) [1], який уникає практично нереалізованого комбінаторного перебору всіляких структур моделі, керуючись тим фактом, що для багатьох динамічних систем

$$\frac{dx}{dt} = f(x)$$

динаміка f містить всього кілька ненульових членів в просторі можливих функцій в правій частині; наприклад, в рівняннях Лоренца у взаємодії беруть участь тільки лінійні і квадратичні члени.

Таким чином, ми шукаємо апроксимацію f узагальненою лінійною моделлю

$$f(x) \approx \sum_{k=1}^p \theta_k(x) \xi_k = \Theta(x) \xi$$

з найменшим можливим числом ненульових елементів ζ . Тобто, суть методу SINDy полягає в тому, щоб знайти нелінійні диференціальні рівняння, що описують зміну змінних у часі, використовуючи лише дані про значення цих змінних та їх похідні. Застосування SINDy, маючи часові ряди, призводить до економних та інтерпретованих рішень, але страждає від шуму. Вплив шуму на SINDy відбувається з двох аспектів: шум, властивий даним вимірювань, і шум, який виникає під час чисельних наближень похідних або інтегралів.

У випадку раціональних нелінійностей можна використати алгоритм implicit SINDy (iSINDy).[2] Цей алгоритм розширює SINDy для визначення неявних диференціальних рівнянь $f(x, \dot{x}) = 0$, і, зокрема, системи, які включають раціональні функції в динаміку, такі як хімічні реакції та метаболічні мережі, які мають поділ часових масштабів. Хоча оригінальний алгоритм SINDy допускає велику гнучкість з точки зору бібліотеки нелінійностей, ідентифікувати з його допомогою раціональні функції нелегко, тому що, взагалі кажучи, раціональна функція не може бути представлена лінійною комбінацією декількох базисних функцій.

У роботі, використовуючи implicit-SINDy на даних часових рядів, як наприклад, обчислювально згенерованих на основі трьох біологічних моделей (кінетика ферментів, регуляція та метаболізм), надано результати реконструкції базової системи в кожному випадку з помилкою до 2% від початкових значень. Ці результати роблять implicit-SINDy гарним варіантом для використання у випадку раціональних нелінійностей систем 1-го і вище порядків.

Перелік використаних джерел

1. Brunton S. L., Proctor J. L., Kutz J. N. Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems. [Text] Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(15):3932–3937, 2016.
2. Mangan N. M. Inferring biological networks by sparse identification of nonlinear dynamics [Text]/Niall M. Mangan, Steven L. Brunton, Joshua L. Proctor, J. Nathan Kutz. //IEEE Transactions on Molecular, Biological, and MultiScale Communications, 2(1): 52–63, 2016.

**АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ УПОРЯДКУВАННЯ ВЕРШИН
ОРГРАФІВ МІНІМАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАСНОВАНОГО НА
АНАЛІЗІ СТРУКТУРИ ГРАФІВ**

Мосна Ю.О., mosnaau@gmail.com, Турчина В.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

При моделюванні реальних прикладних задач виникає необхідність працювати з великими графовими структурами. Вивчається задача, що пов'язана з організацією оптимального виконання скінченної множини завдань мінімальною кількістю виконавців за умови, що на порядок виконання завдань накладаються певні технологічні обмеження та заданий термін завершення всіх завдань. Розглядається випадок, коли заданий термін дорівнює довжині критичного шляху в графі.

Оскільки задача належить до класу NP-важких, то зрозуміло, що точний алгоритм який базується на схемі направленого перебору таких вершин буде мати експоненційну складність. Для задачі, що розглядається схема направленого перебору може бути спрощеною за рахунок того, що місця деяких вершин визначені однозначно. Саме такий алгоритм і пропонується в роботі. В його основі лежить покрокова оцінка ширини упорядкування, що враховує вільні місця в упорядкуванні, знайдені діапазони допустимих місць та структуру деяких підграфів.

Для розв'язання практичних задач, що мають велику розмірність доцільно використовувати наближені алгоритми поліноміальної складності. Наступний алгоритмів пропонується для практичного використання.

Нехай задано орієнтований граф G . За допомогою двох відомих алгоритмів [1] знаходимо крайнє ліве та праве допустиме місце кожної із вершин в упорядкуванні. Для цього будуємо упорядкування \underline{S} та \overline{S} . Знаходимо вершини орграфу, які знаходяться на критичному шляху. Їх місця в упорядкуваннях \underline{S} та \overline{S} однакові і вони не змінюються в упорядкуванні, що будується. А для вершин, місця яких встановлені

неоднозначно визначаємо діапазон допустимих місць. Далі, для побудови паралельного упорядкування вершин графа G мінімальної ширини h із заданою довжиною l , що базується на наступній схемі:

- 1) заносимо в упорядкування, яке будуємо, вершини, що лежать на критичних шляхах. Позначимо його $S_{\text{крит.}}$, а $S_{\text{крит.}}[i]$ – множину вершин в упорядкуванні на місці i ;
- 2) якщо всі вершини розміщені, то дане упорядкування буде оптимальним, інакше обчислимо оцінку знизу ширини упорядкування:

$$h(S) \geq \max(h(S_{\text{крит.}}), \lceil \frac{n}{l} \rceil);$$

- 3) для кожного i -го місця в упорядкуванні $S_{\text{крит.}}$ визначаємо кількість вершин k_i , які можливо можна розмістити на ньому. Зрозуміло, що $k_i = h(S) - |S_{\text{крит.}}[i]|$, ($i = 1, l$);
- 4) враховуючи встановлені діапазони допустимих місць, розміщуємо за можливості k_i вершин на кожне i -те місце в упорядкуванні $S_{\text{крит.}}$ або їх меншу кількість. При цьому враховуємо технологічні обмеження. Якщо всі вершини розміщені, то переходимо на 6;
- 5) якщо залишилися вершини, які більше не можемо ставити в поточному упорядкуванні, то $h := h + 1$, $S_{\text{крит.}} := S_{\text{крит.}}$ і переходимо на 3;
- 6) кінець алгоритму – упорядкування побудоване.

Таким чином, отримаємо один із наближених розв'язків сформульованої задачі.

Бібліографічні посилання

1. Бурдюк В.Я., Турчина В.А. Алгоритмы параллельного упорядочения. Д. :ДГУ, 1985. - 84с.

**ПОБУДОВА СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ С/Г ДОСЯГНЕНЬ В
УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ AGROSTATS**

Моссур Г.С., pro-german@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сучасну позицію сільського господарства України на світових ринках можна влучно описати коротким терміном “агроімперія”. Українські товари – як-от соняшникова олія (>40% ринку) чи зернові культури (друге місце в списку країн-експортерів) - користуються надзвичайним попитом на іноземних ринках. Вже відомі приклади відмови африканських країн від купівлі викраденого українського зерна у країни-терориста, нашого сусіда - російської федерації - задля збереження відносин (торгівельних в тому числі) з Україною. Це показує постійний вплив та домінування України на цих ринках.

При чому цей термін стосується не тільки самого сільського господарства, але й суміжних галузей: хімічної промисловості, газонафтovidобування, машинобудування, генної та програмної інженерії.

Розглянемо деякі аспекти історії сільського господарства України. Ще 10-15 років тому ми мали низькі темпи цифровізації агропромислового сектора. Зараз приватний сектор ефективно залишено в цифровізацію, що не можна сказати про державний – держслужбовці часто відмовляються від нових технологій через складність в навченні (як ними користувались). Це можна порівняти з використанням ручки та папірця замість калькулятору.

Мета даної роботи полягає в систематизації статистичної інформації сільського господарства та створенні легкого, візуалізованого доступу до неї у вигляді веб-застосунку з інтерактивною мапою. База даних містить інформацію про такі дані: врожай, посівні площі, внесення добрив (мінеральних, азотних, фосфорних, калійних, органічних) та іригація.

На початку проекту було виділено 2 основні категорії користувачів, для яких проект буде актуальним. Це аграрії та науковці чи держслужбовці.

Зацікавленість аграріїв полягає в можливості самостійно переглянути, проаналізувати дані, які надає наш додаток, та прийняти рішення про посівну стратегію, від чого напряму залежать їх доходи.

Науковці та держслужбовці ж радше зацікавлені у зручному перегляді, збору інформації задля більш теоретичних завдань - оформлення звітності, рекомендаційних матеріалів для держструктур, побудови моделей.

Статистичні дані були зібрані з українських відкритих джерел (здебільшого Держстат) та охоплюють час з 1980 року. Частина відсутніх даних була заповнена завдяки інтерполяції або ж аналізу трендів на рівні країни.

На платформі розміщені основні функціональні елементи, такі як:

- багаторівневе випадаюче меню вибору параметру;
- випадаюче меню вибору подання (області чи вся Україна);
- інтерактивна мапа областей України з обраним параметром;
- легенда до мапи;
- панель з вибором часового режиму та років;
- графік розподілу параметру в часі, який з'являється після натискання на область/Україну на інтерактивній мапі.

Веб-платформа застосовує архітектуру Single Page Application (SPA) та була побудована за допомогою фреймворку Vue.js, бібліотек SASS, MapTiler, Chart.js. Візуалізовані дані надходять у форматі JSON з серверного API, який реалізовано за допомогою фреймворку Flask, та який бере ці дані з бази даних PostgreSQL.

Використані джерела

1. Ian Muehlenhaus. Web Cartography: Map Design for Interactive and Mobile Devices. Boca Raton: CRC Press, 2013. 254 с.
2. Останній Капіталіст. Чому ми стоямо на агроВІМперіалізмі та що це таке? URL: <https://t.me/OstanniyCapitalist/28453> (дата звернення: 24.10.2023)

ПОБУДОВА СТРУКТУРНО-ДЕСКРИПТИВНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Наконечна Т.В., naktanya@ukr.net

Дніпровський національний університет імені О. Гончара

Нікулін О.В. avnikulin@ukr.net

Дніпровський державний технічний університет

В зв'язку із зовнішніми обставинами, в яких знаходиться Україна, в організації навчання на всіх рівнях освіти відбулися значні зміни. До цих змін відноситься частий терміновий перехід дистанційного навчання з допоміжної форми навчання до основної. Тому вимоги до її дії становляться більш жорсткими, потрібно неперервно вдосконалювати процес дистанційного навчання на основі використання системного підходу і моделювання.

Для обґрунтування інформаційної технології підтримки процесів прийняття рішень щодо планування навчання фахівців розглянемо дослідження складових системи дистанційного навчання (СДН). До структурних складових математичних моделей ДН можна віднести моделі: об'єкта навчання, викладача, тестування, процесу навчання, СДН. Для зручності роботи можна почати з побудови каузальної моделі процесу навчання у виді діаграми Ісікави (рис. 1):

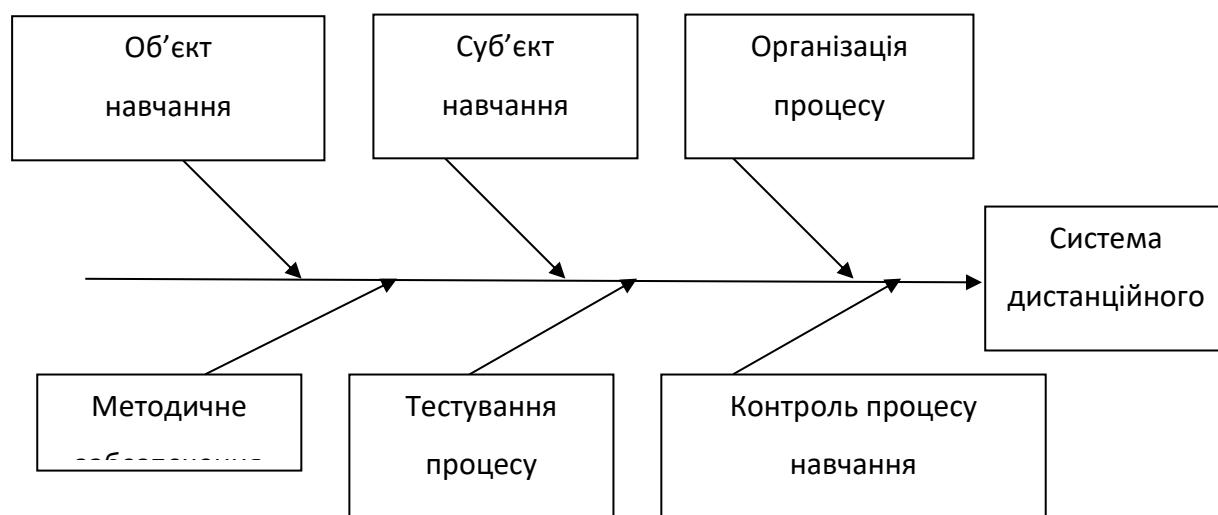


Рис. 1. Причинно-наслідкова модель процесу навчання

При поданні *об'єкта навчання* у вигляді інформаційно-теоретичних моделей (ІТМ) схему причинно-наслідкових зв'язків психолого-педагогічних чинників можна побудувати відповідно до діаграми Ісікави (рис. 2):

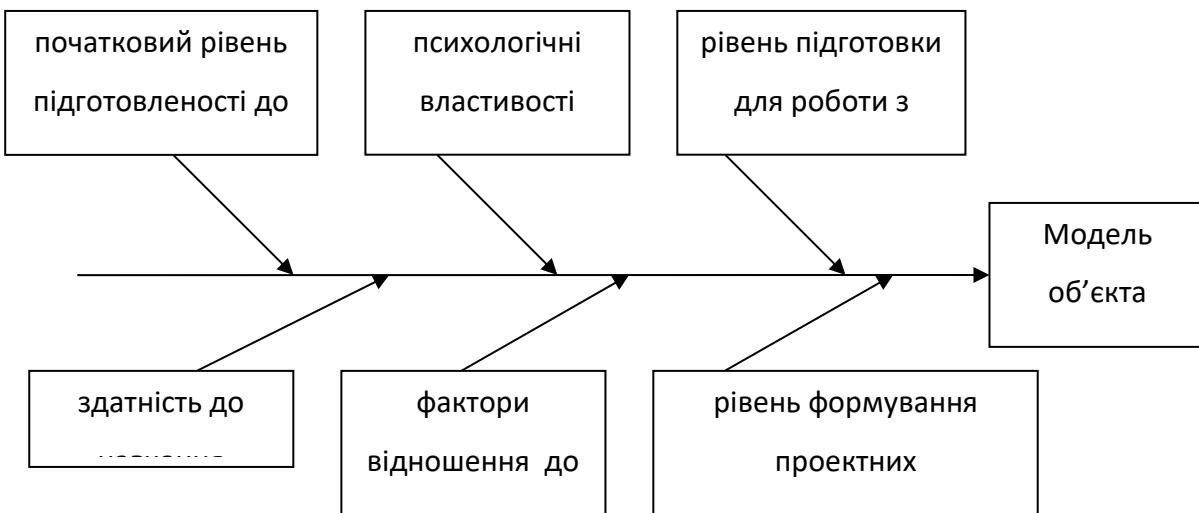


Рис. 2. Діаграма Ісікави моделі об'єкта навчання

Модель викладача. Модель викладача описується нечітким недетермінованим автомatem NDFA виду $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, де Q – скінчена множина станів, Σ – скінчена множина вхідних символів, $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow 2^Q$ – функція переходів, яка кожній парі, яка складається з вхідного символу та стану, ставить у відповідність множину нових станів, $q_0 \in Q$, $F \subseteq Q$ – підмножини станів q_0 , які відокремлені в якості початкових, і відокремлених в якості допущених.

Стратегії навчання представляють у вигляді зважених шляхів графа. Формування пар «спосіб засвоєння матеріалу» – «результати тестування» дозволяє проводити дуги графа від першого до n -го етапу навчання. В результаті побудови дістаемо нечіткий недетермінований автомат, який моделює поведінку викладача при різних результатах проміжного тестування.

Також були побудовані: модель тестування, модель процесу навчання, модель СНД, модель засобів викладання. В результаті дослідження запропонованої моделі процесів дистанційного навчання встановлено, що застосування ДН при підготовці фахівців дозволяє підвищити ефективність процесу підготовки за рахунок забезпечення індивідуального підходу до кожного з об'єктів навчання та застосуванню системних модернізованих методів та засобів професійного навчання.

МЕТОД ГРУПОВИХ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Наконечний І.С., realpeople2807@gmail.com,

Козакова Н.Л., kozakova.natali@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядається задача прийняття рішення в умовах невизначеності, яка обумовлена впливом експертних інтервальних оцінок та нерівномірністю пріоритетів щодо вибору альтернативи.

Постановка задачі. Нехай необхідно оцінити ймовірність наявності родовища корисних копалин на деякій території. Для розв'язання цього завдання залучено групу з N експертів, і всі вони мають однакову кваліфікацію та працюють незалежно один від одного. M експертів із групи подали свої відповідні позитивні висновки про наявність родовища корисних копалин (гіпотеза h), а інші Q експертів – про відсутність на території родовища (гіпотеза \bar{h}).

Розв'язок. Записуватимемо ймовірність висновку експертів зі складу першої підгрупи як $P_m(h) = (\underline{a}_m, \overline{a}_m)$; $m = 1, 2, \dots, M$, а ймовірність висновку експертів зі складу другої підгрупи як $P_q(\bar{h}) = (\underline{b}_q, \overline{b}_q)$; $q = 1, 2, \dots, Q$.

Цей метод є двоетапним. На першому етапі окремо агрегуються оцінки, які сформовані експертами зі складу першої та другої підгруп. У результаті отримують два інтервальних числа $P_{ag}(h) = (\underline{x}_{ag}, \overline{x}_{ag})$ і $P_{ag}(\bar{h}) = (\underline{y}_{ag}, \overline{y}_{ag})$. Інтервалом $(\underline{x}_{ag}, \overline{x}_{ag})$ визначається ймовірність наявності родовища, а інтервалом $(\underline{y}_{ag}, \overline{y}_{ag})$ – ймовірність його відсутності.

Запишемо відстань між агрегованою оцінкою і інтервальною оцінкою m -го експерта першої підгрупи як $D[P_{ag}(h), P_m(h)]$, а q -го експерта другої підгрупи як $D[P_{ag}(\bar{h}), P_q(\bar{h})]$. Будемо використовувати евклідову метрику

$$D[A, B] = \sqrt{\frac{(\underline{a} - \bar{b})^2}{2} + \frac{(\bar{a} - \bar{b})^2}{2}}, \text{ де } A = (\underline{a}, \bar{a}), B = (\underline{b}, \bar{b}).$$

Тоді агреговані оцінки експертів першої та другої підгруп можна знайти шляхом розв'язання таких двох ідентичних оптимізаційних задач. Знайти мінімум функціонала $f_1(h) = \sum_{m=1}^M D[P_{ag}(h), P_m(h)]$, за умов $0 \leq \underline{x}_{ag} \leq \bar{x}_{ag} \leq 1$. Та мінімум функціонала $f_2(\bar{h}) = \sum_{q=1}^Q D[P_{ag}(\bar{h}), P_q(\bar{h})]$, за умов $0 \leq \underline{y}_{ag} \leq \bar{y}_{ag} \leq 1$. Для знаходження мінімальних значень цих функціоналів застосовано алгоритм градієнтного спуску, реалізований в програмному середовищі MathCad.

На першому етапі отримуємо агреговані інтервальні оцінки ймовірностей відповідних гіпотез: $P_{ag}^*(h) = \left(\underline{x}_{ag}^*, \bar{x}_{ag}^* \right)$ та $P_{ag}^*(\bar{h}) = \left(\underline{y}_{ag}^*, \bar{y}_{ag}^* \right)$.

На другому етапі отримані результати порівнюють і визначають пріоритетну оцінку, яку запропоновано розраховувати за таким правилом: якщо маємо два інтервальні числа, то ймовірність того, що найбільшим серед них є число $P_{ag}^*(h)$, може бути обчислена так:

$$possib(P_{ag}^*(h) \geq P_{ag}^*(\bar{h})) = \max \left\{ 1 - \max \left(\frac{\bar{y}_{ag} - \underline{x}_{ag}}{\bar{a}_{ag} - \underline{a}_{ag} + \bar{y}_{ag} - \underline{y}_{ag}}, 0 \right), 0 \right\}.$$

Наведений метод групових інтервальних експертних оцінок може бути корисним інструментом для вирішення задачі прийняття рішень в умовах невизначеності і конфлікту, де точні числові оцінки складні або неможливі. Використання інтервальних оцінок дозволяє краще враховувати ризики і зменшувати вплив неоднозначності на процес прийняття рішень.

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЩОДО
РОЗПІЗНАННЯ ЗІТКНЕНЬ НАДВЕЛИКОЇ МНОЖИНИ ТІЛ НА
ПРИКЛАДІ КОСМІЧНОГО СМІТТЯ**

Невкритий I.O., nevkrityi@gmail.com, Антоненко С.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розпізнавання зіткнень між великою множиною тіл в тривимірному просторі - це складна завдання, особливо коли маємо справу з масивною кількістю об'єктів, які рухаються в космічному просторі. Використання відповідних алгоритмів[1] для прискорення розпізнавання зіткнень є важливим аспектом забезпечення безпеки в космосі та оптимізації ресурсів.

Алгоритм сортування тіл (Sweep and Prune):

Алгоритм сортування тіл дозволяє різко зменшити кількість можливих зіткнень, фільтруючи тіла, які точно не зіткнуться у майбутньому. Це допомагає зосередити увагу на областях, де ризик зіткнення високий. Великий плюс цього алгоритму полягає в його відносній простоті та швидкодії. Він дозволяє відфільтрувати тіла за певним напрямком, а потім перевірити тільки тіла, які можуть перетинатися в цьому напрямку.

Алгоритм розпізнавання зіткнень на основі геометричних ознак:

Цей алгоритм використовує геометричні обмежуючі об'єкти (наприклад, сферичні оболонки), щоб швидко визначити можливі точки зіткнення. Він дозволяє швидко відфільтрувати тіла, які точно не зіткнуться, і зосередити увагу на потенційних контактах.

Метод об'єднаних сіток (Grid-Based Methods):

Цей метод дозволяє розділити простір на області, полегшуючи визначення того, які тіла перетинають певні області. Використання сіток зменшує кількість пар тіл, які потрібно перевірити на зіткнення, що полегшує розпізнавання зіткнень для великої множини об'єктів.

Алгоритм розпізнавання зіткнень на основі графів:

Графові методи дозволяють моделювати складні сценарії зіткнень та враховувати взаємодію об'єктів. Вони особливо корисні для ситуацій, де об'єкти взаємодіють динамічно та можуть відштовхуватися один від одного.

Алгоритми оновлення об'єктів в режимі реального часу:

Оновлення параметрів об'єктів в режимі реального часу важливо для постійного відстеження їхньої динаміки та взаємодії. Оновлення параметрів об'єктів в режимі реального часу зазвичай використовує диференціальні рівняння для визначення руху об'єктів. Наприклад, такі як рівняння Кеплера для обчислення орбітального руху.

Комбінація алгоритмів:

Комбінування цих алгоритмів[2] дозволяє забезпечити надійне та ефективне розпізнавання зіткнень в космічному просторі. Сортування тіл та використання геометричних обмежень допомагають відфільтрувати можливі зіткнення на ранніх етапах, зменшуючи кількість пар для подальшої перевірки. Метод об'єднаних сіток розподіляє об'єкти в просторі, зменшуючи кількість обчислень. Графові методи та алгоритми оновлення дозволяють враховувати динаміку та взаємодію об'єктів. Ця комбінація забезпечує надійність та продуктивність в системах відслідковування космічного сміття та супутників.

Список використаних джерел

1. Огляд існуючих алгоритмів розпізнання зіткнень множини тіл між собою: <https://gamma-web.iacs.umd.edu/papers/COLLISION/wafr.pdf>
2. Методи та підходи по розпізнаванню колізій в 3Д просторі. Режим доступу: <https://www.gamedeveloper.com/programming/advanced-collision-detection-techniques>

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ СТВОРЕННЯ НЕФОТОРЕАЛІСТИЧНИХ ЕФЕКТІВ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Опекаловська Д.О., Гук Н.А., natalygu29@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Сьогодні бурхливо розвивається розділ комп’ютерної графіки, що пов’язаний зі створенням нефотореалістичних графічних зображень на основі цифрових фотографічних зображень. Для нереалістичної стилізації застосовуються різні художні ефекти та стилі, серед яких є абстракція за таблицями кольорів, перетворення фото на картини у графічному стилі або у стилі масляного живопису.

В роботі розглянуто методи програмної реалізації фільтра масляного живопису на цифрових зображеннях та принцип фільтрації. Матриця зображення перетворюється задля здійснення розмиття з ефектом масляної фарби.

Зображення розглядається як двовимірна дискретна функція $I=f(x, y)$, де I – інтенсивність або яскравість зображення у точці на площині піксельної сітки з координатами x, y . Сітка зображується у вигляді матриці розміром $W \times H$. В разі, якщо зображення виконано у відтінках сірого, то I описує рівень (яскравість) сірого кольору в напівтонових зображеннях. Для кольорових (RGB) зображень функція I буде залежати від трьох каналів, а зображення може бути представлено вектором ($I_r(x, y), I_g(x, y), I_b(x, y)$).

Задача полягає в знаходженні перетворення

$$g(x, y) = T(f(x, y))$$

де $f(x, y)$ – вихідне зображення, $g(x, y)$ – результатуєше зображення, а T – деякий оператор (перетворення) над f , який визначено у деякому околі точки (x, y) . Перетворення має бути таким, щоб надати результатуочому зображеню вигляд малюнка з ефектом масляної фарби.

Для надання зазначеного художнього ефекту в роботі застосується фільтрація зображення фільтром, який має забезпечити розмиття зображення з наданням ефекту масляного малюнку. Фільтр для малювання

зображення маслом складається з двох основних компонентів: градієнтів кольору та інтенсивності кольору пікселів.

Для накладання фільтру масляного живопису виконано такі кроки: здійснено ітерацію кожного пікселя вхідного зображення на основі значень сусідніх пікселів з використанням заданого розміру/діапазону фільтра; обчислено інтенсивність кольору кожного пікселя, що ітерується, та сусідніх пікселів, причому значення інтенсивності для сусідніх пікселів повинні належати діапазону, що визначається вказаним розміром фільтра; визначено максимальну інтенсивність кольору околиць - при розрахунку інтенсивності кольору околиць пікселів визначено максимальне значення інтенсивності; відповідному пікселю в результаточому зображені привласнено значення, що відповідає загальній сумі кольорів пікселів, загальна сума має бути усереднена шляхом поділу загальної суми кольорів на рівень інтенсивності.

Для здійснення фільтрації зображення пропонується застосувати фільтр Кувахари, що використовує еліптичне ядро фільтра. Перевагою структурного тензора є те, що лінійне згладжування структурного тензора призводить до нелінійного згладжування власних векторів. Вектор ознак, що виявиться більшим, найбільше впливає на результат згладжування. Можна отримати тангенціальне векторне поле з гладким краєм шляхом згладжування структурного тензорного поля фільтром Гаусса. Ядро фільтра еліпса отримують зі стандартного раунду фільтру ядра за допомогою перетворень обертання та масштабування.

В роботі виконано програмну реалізацію запропонованого підходу із використанням мови програмування C#. Програмне забезпечення протестовано на зображеннях різних типів, наводяться приклади зображень з результатами їх перетворень. Розроблений метод створення художнього ефекту масляного живопису працює коректно.

**СУЧАСНІ МЕТОДИ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА
ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ПРИНТЕРА ТИПА FUGO**

Орлов С.К, setcat18@gmail.com

Наконечна Т.В., naktanya@ukr.net

Дніпровський національний університет імені О. Гончара

Сучасні методи адитивного виробництва тривимірних об'єктів (наприклад, стереолітографія, 3D-друк тощо) дозволяють виробляти продукцію чудової якості з високою точністю, але такі методи мають суттєві обмеження та недоліки.

На даний момент, існує потреба в системі та способі забезпечення 3D-друку з покращеною якістю деталей та підвищеною швидкістю друку. Команда розробників з США випустили патент 3D принтера Fugo на основі центрифуги, що може значно прискорити друк складних деталей, їх якість та умови застосування. Виробництво на основі центрифуги не потребують впливу гравітації, що є неоціненим проривом і яскравим променем світла в майбутнє людства, адже це дасть змогу друкувати будь-які складні деталі та інструменти в космосі, що, до сьогоднішнього дня, не було можливим для технологій друку з рідкого полімеру. Крім усунення недоліків вже існуючих 3D-принтерів та підходів до виробництва надскладних об'єктів, це дає можливість людям значно спростити друк з металу та інших над твердих матеріалів. Як і для інших систем друку - цей принтер потребує якісного та швидкого програмного забезпечення для перетворення моделей користувача на інструкції принтера. Розробка такого програмного забезпечення для інноваційного циліндричного принтера є надзвичайно важливою задачею, адже напряму впливає на якість та швидкість друку моделей, що є необхідним для багатьох користувачів та цілих підприємств.

Основою майбутніх досліджень є перетворення даних про 3D-модель на послідовний набір шарів для друку на циліндричному принтері, що інтерпретується як набір інструкцій для принтера які виконуються за

допомогою внутрішнього програмного забезпечення який керує основними компонентами принтера типу Fugo. Треба зауважити, що ця робота не відноситься до вбудованого програмного забезпечення принтера Fugo, яке виконує керування мікроконтролерами та іншими компонентами. Робота включає дослідження направлене на перетворення даних зрозумілих кінцевому користувачу на дані зрозумілі принтеру типу Fugo.

Для визначення формату даних шарів для принтера Fugo треба розглянути схему роботи основних його компонентів.

Складовими системи, що забезпечує адитивне виробництво об'єктів на основі центрифуги, є:

- обертовий барабан, що містить фотополімерний матеріал, який твердне під час опромінення джерелом світла;
- фотополімерний матеріал рівномірно розподіляється по виробу під час руху обертового барабану;
- модуль джерела світла що являє собою набір вертикально розташованих лазерів, здатних запекти фотополімерний матеріал;
- набір елементів приводу платформи, з'єднаних з безліччю перфорованих платформ для контролю положення їх всередині барабана, що обертається під час роботи;
- система доставки фотополімерного матеріалу для додавання контрольованої кількості фотополімерного матеріалу в обертовий барабан.

Більш детальний опис роботи принтера типу Fugo планується навести в майбутніх публікаціях.

Отже, однією з основних задач даної роботи є перетворення даних про 3D-моделі на такий формат шарів, що прийнято називати задачею «слайсінгу». Єдиною різницею в даній постановці є необхідність застосовувати циліндричний слайсинг, а не планарний, як це прийнято в більш відомих технологіях друку з рідкого фотополімера (DLP, LCD тощо).

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОГЕОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Охримчук Д.Д., Ємел'яненко Т.Г., den5096@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В умовах сучасних екологічних викликів та зростання індустріальної активності, систематичний моніторинг гідрогеохімічних показників стає особливо актуальним. Враховуючи велику кількість даних, яка збирається в процесі дослідження, існує нагальна потреба в їхньому ефективному та точному аналізі. Розробка автоматизованого інструментарію, який би спростиив процес створення звітів, проведення розрахунків та аналізу гідрогеохімічних показників, є вкрай необхідною для сучасних дослідників у цій сфері [1].

Розроблений програмний інструментарій дозволяє автоматизацію процесів, які раніше вимагали значних зусиль та часу з боку дослідника. Програмне забезпечення, створено на мові програмування C#, представляє собою інструментарій з модульною архітектурою, що дозволяє з легкістю адаптуватися до змінюваних дослідницьких потреб. Кожен з модулів системи є самодостатнім і одночасно тісно інтегрованим з іншими елементами, що забезпечує гнучкість і масштабованість рішення.

Основні компоненти програмного рішення охоплюють:

- Модуль обробки даних: це ядро системи, яке займається попередньою обробкою, нормалізацією та аналітикою вхідних даних. Цей модуль підготовлює інформацію для подальшого аналізу та гарантує її якість.
- Модуль відображення даних: інтерфейс, створений за допомогою Windows Forms, надає користувачам зручний механізм для перегляду та взаємодії з даними, що значно спрощує процес їх інтерпретації.
- Модулі роботи з файлами: вони забезпечують імпорт та експорт даних, уможливлюючи злиття та збереження інформації у

визначених форматах, а також її легку інтеграцію з різними джерелами даних.

- Модуль бази даних: використання MySQL для управління даними забезпечує надійне зберігання і швидкий доступ до обсягів інформації. Цей модуль може бути адаптований для взаємодії з іншими системами управління базами даних за потребою.
- Модуль генерації звітів: автоматизує процес створення детальних звітів, підвищуючи точність інформаційного аналізу та сприяючи кращому розумінню тенденцій і взаємозв'язків у даних.

Створене програмне забезпечення можна порівняти з AQUACHEM - інструментарієм для гідрохімічного аналізу. AQUACHEM є потужним інструментом корпоративного рівня для вимірювання якості і складу води, моделювання, визначення тенденцій, але розроблений застосунок має кілька важливих переваг: дозволяє парсити існуючі звіти по вимірам водних даних, забезпечує більш гнучке формування звітів, дозволяючи користувачам адаптувати документи до конкретних нормативних актів і змінювати формат звітів за індивідуальним запитом, надає можливість вносити модифікації в існуючі формули. Крім того, розроблений застосунок на відміну від AQUACHEM є безкоштовним [2]. Отже, хоча AQUACHEM є потужним інструментом для комерційного використання, та розроблений автоматизований інструментарій більш підходить для досліджень і використання в маленьких наукових лабораторіях, що займаються геогідрохімічним аналізом води.

Бібліографічні посилання

1. Appelo, C.A.J. i Postma, D. Geochemistry, Groundwater and Pollution, 2nd Edition. A. A. BALKEMA PUBLISHERS. 2005. 1-17 p.
2. AQUACHEM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.aquachemme.com/>

**ПРОЄКТУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
ДЛЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТУ**

Павлюк Д.І., coster730@gmail.com

Байбуз О.Г., baibuz_o@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Ключові слова: «кластеризація», «класифікація», «машинне навчання», «розділення патернів», «нейронні мережі»

Семантичний аналіз тексту - це процес визначення змісту та структури тексту, який має велике значення для різних сфер застосування, таких як інформаційний пошук, аналіз соціальних мереж, машинний переклад, сумаризація тексту, генерація тексту тощо. Для виконання семантичного аналізу тексту необхідно мати ефективні методи та інструменти, які дозволяють обробляти великі обсяги текстової інформації, враховувати різноманітність мовних структур та смислових контекстів, адаптуватися до нових доменів знань та вимог користувачів. Одним із сучасних підходів до семантичного аналізу тексту є застосування методів машинного навчання та нейронних мереж.

Конкретним прикладом задачі семантичного аналізу тексту може бути, зокрема, визначення тональності тексту, створеного інтернет-користувачем. При проектуванні та розробці системи, необхідно врахувати та реалізувати наступні аспекти:

- Важливо правильно підібрати джерела для отримання вибірки для подальшої роботи з моделлю (новинні інформаційні портали, соціальні мережі тощо).
- Необхідно розробити методи отримання великої кількості актуальних кластеризованих текстових даних.
- Розробка моделі має відбуватися з урахуванням контексту текстових даних.

Крім того, враховуючи мінливість сфери застосування, наприклад, зміна контекстуальних особливостей текстових даних з плином часу, вимагає від системи необхідність бути адаптивною. Вирішенням даної проблеми може бути версіонування інформаційної системи з використанням підходу навчання з підкріпленням. Оновлення інформаційної системи у реальному часі не може бути реалізованим з урахуванням великого вхідного масиву оновлюваних даних (повідомлення інтернет-користувачів, блоги, новинні публікації тощо).

Наразі існує велика кількість рішень для розробки для реалізації системи семантичного аналізу тексту (бібліотеки sclearn, spaCy для Python; ML. NET) та роботи з даними (Pandas для Python).

Для розробки такої інформаційної системи доцільно використати рішення для Python з огляду на розвинену екосистему існуючих рішень та велику кількість технічної документації.

Список використаних джерел:

1. Мацуга О.М., Шеремет В.С. Кластеризація даних з пропусками методом k-середніх. Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій: зб. наук. пр. Дніпро, 2019. Т. 23. С. 69-77.
2. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі : підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка». Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020.

АЛГОРИТМ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ГІЛОК І ГРАНИЦЬ

Пасічник А. М., e-mail: panukr977@gmail.com,

Худа Ж. В., : khudazhanna@gmail.com, Циба В. В. aksel1455@gmail.com

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Для підвищення ефективності функціонування української транспортної системи важливе значення має її інтеграція в європейську мережу міжнародних транспортних коридорів та оптимізація транспортно-логістичної інфраструктури забезпечення міжнародних вантажних перевезень. Більше 50% обсягів таких перевезень здійснюються морським транспортом і переробляються в портах. Тому важливе значення має удосконалення та оптимізація функціонування транспортних систем, що забезпечують перевезення вантажів та контейнерів за технологічними маршрутами в програмованому автоматичному режимі при їх портовій переробці. У зв'язку з цим розробка алгоритмів структурної оптимізації транспортних систем із використанням програмно керованих транспортних засобів є достатньо актуальною.

При побудові транспортної системи переробки потоку контейнерів і вантажів необхідно визначити оптимальну кількість транспортних засобів, їх тип та розподілити чисельну кількість завдань транспортування вантажів та контейнерів заданими маршрутами. В даній роботі для оптимізації транспортної системи перевезень вантажів і контейнерів технологічними маршрутами портової переробки запропоновано застосувати алгоритм побудований на модифікації методу гілок та границь. У відповідності із запропонованим підходом в якості критерія оптимізації використовується функція мінімізації витрат на формування структури та функціонування елементів транспортної системи. На першому етапі всі типи транспортних засобів сортуються в порядку зменшення продуктивності та вартості. Потім із загального переліку виключаються транспортні засоби, які мають

меншу продуктивність за більшої або рівної вартості. Потім в процесі пошуку оптимального варіанту структури транспортної системи застосовується метод гілок і границь в якому для розбиття поточної множини розв'язків задачі на підмножини розгалуження використовується принцип можливих варіантів. При цьому здійснюється розгалуження та системний аналіз варіантів з виключенням неефективних гілок, які не задовольняють заданим обмеженням щодо заданого часу обслуговування кожного технологічного маршруту. Час обслуговування не може перевищувати допустимого значення для всіх варіантів розподілу технологічних маршрутів між транспортними засобами. Для підмножин розгалуження обчислюються нижні оцінки значень цільової функції вибору оптимальної моделі. За базовий варіант побудови оптимального розв'язку задачі приймається варіант, що забезпечує рівномірне завантаження наявних транспортних засобів з достатньо високим коефіцієнтом 0,85 та дозволяє використовувати мінімальну кількість додаткових регулюючих пристрій. В якості умови виключення неефективних варіантів і припинення розгалуження для задачі структурної оптимізації визначено умову забезпечення максимально можливої продуктивності перевезень обраними транспортними засобами, що мають меншу вартість. Процес подальшого розгалуження продовжується до моменту виконання умови його припинення та визначення оптимального розв'язку за критерієм мінімізації витрат на формування структури та функціонування елементів транспортної системи.

Результати проведених досліджень показують, що розроблений алгоритм дозволяє оптимізувати структуру роботизованої транспортної системи, яка за умови її мінімальної вартості забезпечує максимально можливу продуктивність перевезень. Зазначимо, що такий підхід допускає узагальнення для побудови оптимальної структури транспортної системи з максимальною продуктивністю та мінімальною можливою вартістю.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ У МОБІЛЬНИХ ДОДАТКАХ НА
ПЛАТФОРМІ ANDROID ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ
КОРИСТУВАЛЬНИЦЬКОГО ДОСВІДУ**

Переверзєв Г.А., peglebreverzev@gmail.com

Степанова Н.І., xxxxxxxxx@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В сучасному світі мобільні додатки стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Однак для забезпечення високого рівня задоволення користувачів, важливо розвивати нові технології та підходи. Однією з цих технологій є розпізнавання облич, яка може бути застосована для покращення користувальницького досвіду в мобільних додатках на платформі Android.

Дослідження спрямоване на вивчення математичних аспектів та аналіз можливостей використання технологій розпізнавання облич в мобільних додатках. Однією з ключових задач є розробка математичних моделей, які дозволять ефективно розпізнавати обличчя користувачів з використанням камери смартфона.

У дослідженні описуються математичні аспекти розпізнавання обличчя в мобільних додатках на платформі Android. Основними математичними концепціями, які використовуються у дослідженні, є:

Матричне подання обличчя: У роботі представляється зображення обличчя у вигляді матриці пікселів, де кожен піксель має своє значення. Застосовуючи матричні операції, можна виконувати аналіз та обробку цих зображень для виділення важливих ознак.

Аналіз векторів ознак: Для розпізнавання обличчя визначаються вектори ознак, які описують особливості обличчя. Ці вектори містять інформацію про форму обличчя, розташування основних рис та інші параметри, які допомагають в ідентифікації.

Математичні методи машинного навчання: У роботі використовуються алгоритми машинного навчання, такі як метод опорних векторів (SVM) та нейронні мережі, для навчання системи розпізнавання облича. Ці методи дозволяють автоматично визначати обличчя та вдосконалювати процес розпізнавання через аналіз прикладів.

Математичні алгоритми обробки зображень: У роботі використовуються алгоритми обробки зображень, такі як фільтрація, виправлення освітлення та сегментація, для покращення якості та точності розпізнавання.

Математична безпека і шифрування: У зв'язку з обробкою облич та персональних даних користувачів, докладаються зусилля для забезпечення математичної безпеки і шифрування, щоб захистити приватну інформацію користувачів.

Окрім цього, досліджуються математичні алгоритми для підвищення безпеки процесу розпізнавання обличчя, включаючи використання шифрування та алгоритмів обробки зображень для захисту приватності користувачів.

Результати дослідження мають потенціал покращити користувальницький досвід в мобільних додатках, забезпечити більшу точність та швидкість розпізнавання обличчя, а також підвищити рівень безпеки даних користувачів.

Бібліографічні посилання

1. Face Recognition: A Biometric Approach", автор: A. K. Jain, A. Ross, S. Prabhakar.
2. Face Recognition: Theory and Practice", автор: D. Zhang, Z. Lin, Y. Qiao.

РОЗРОБКА АВТОКОДУВАЛЬНИКА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР

Подоляк Б.Ю., b.podolyak.fit.122.20@knute.edu.ua

Філімонова Т.О., t.filimonova@knute.edu.ua

Державний торговельно-економічний університет

Автокодувальник - це спеціальний тип нейронної мережі, який використовується в глибокому навчанні для зменшення розмірності даних шляхом створення компактного представлення (коду) вхідних даних [1]. Складається він з двох головних частин: кодувальника та декодувальника. Кодувальник відповідає за отримання та перетворення вхідних даних в результаті чого зменшується розмірність та виявляються особливості цих даних. Декодувальник в свою чергу отримує вихідні дані шляхом зворотнього перетворення коду.

Розробимо архітектуру автокодувальника для розпізнавання рукописних цифр [2]. Мета такого автокодувальника полягає в тому, щоб збільшити якість зображень та покращити точність їх розпізнавання мережою. Його використання найбільше полегшує роботу саме даними, які мають велику розмірність, або які мають бути стисненими для подальшої обробки та аналізу.

При створені такого автокодувальника спочатку потрібно імпортувати всі необхідні бібліотеки, після чого завантажити набір даних MNIST (саме в ньому знаходяться зображення рукописних цифр) та нормалізувати дані. Наступним кроком є створення самої моделі автокодувальника (Рис. 1) з використанням Dense-шарів.

```
#Побудова кодувальника
encoded = Dense(128, activation='relu')(input_img)
encoded = Dense(64, activation='relu')(encoded)

#Побудова декодувальника
decoded = Dense(128, activation='relu')(encoded)
decoded = Dense(28 * 28, activation='sigmoid')(decoded)
```

Рис. 1. Архітектура автокодувальника

Фінальним кроком є навчання автокодувальника та відображення результатів, а саме: оригінальних та реконструйованих зображень (Рис. 2), графіку функції втрат і розподілу векторів прихованого шару (Рис. 3).

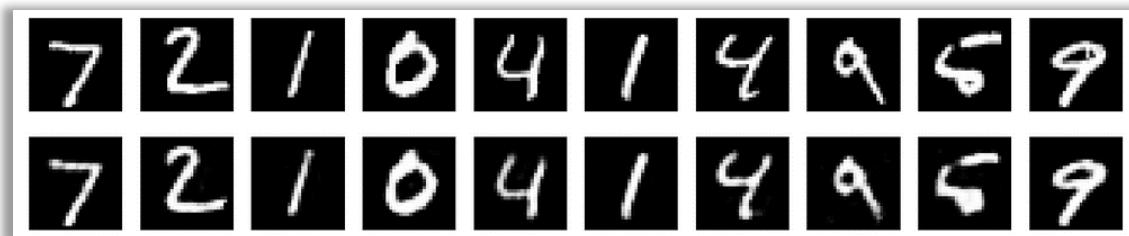


Рис. 2. Оригінальні та реконструйовані зображення

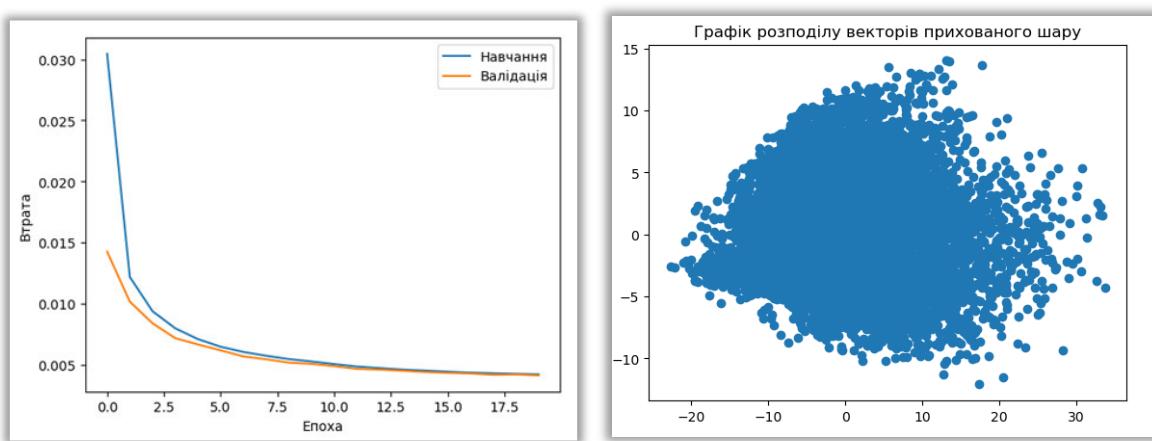


Рис. 3. Графік функції втрат (а) та розподілу векторів прихованого шару (б).

Отже, автокодувальник для розпізнавання рукописних цифр є досить ефективним інструментом для оптимізації роботи нейроних мереж з зображеннями. Завдяки ньому відбувається покращення зображень та точність їх розпізнавання, що має позитивний вплив на швидкість роботи нейронної мережі, особливо при великих обсягах даних.

Список використаних джерел

1. Чару С. Агарвал. Нейронні мережі та глибоке навчання. Підручник. – Вид.-во «Діалектика», 2020. - 752 с.
2. MNIST digits classification dataset [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://keras.io/api/datasets/mnist/>

**ПОБУДОВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ
ОПТИМІЗАЦІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

Позняк А., arseniy.poznyak.1999@gmail.com

Наконечна Т.В., naktanya@ukr.net

Дніпровський національний університет імені О. Гончара

У створені технічних систем виникає проблема розробки деякої стратегії технічного обслуговування, яка дозволила б отримати від експлуатації системи максимально можливий ефект. Тому задачі профілактики розглядаються як екстремальні, і їх назвати оптимальними задачами надійності. Зазвичай при постановці задачі профілактики припускають заданими характеристики надійності системи: функцію розподілу часу безвідмовної роботи системи $F(x)$ або окремих її частин і функцію розподілу часу самостійного прояву відмови $\Phi(x)$ та характеристики ремонтопридатності: функції розподілу часу різних відновлювальних робіт, які можна проводити у системі. Ці характеристики, а також правило (стратегія), відповідно до якого призначаються строки проведення відновлювальних робіт, визначають стани системи та еволюцію цих станів з часом.

Вважатимемо, що множина E можливих станів системи є скінченою $E=\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$. У такому випадку траекторії процесу $x(t)$, який описує еволюцію станів системи у часі, є східчастими функціями. На траекторіях цього випадкового процесу визначимо функціонал, який за фіксованих характеристик надійності буде характеризувати стратегію обслуговування досліджуваної системи. За скінчений відрізок часу $[0, t]$ траекторія процесу $x(t)$ задається кількістю переходів, моментами переходів $t_0 = 0 < t_1 < t_2 < \dots < t_m \leq t$ та наборами станів $E=\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$, у яких процес знаходиться між моментами переходу.

Зазвичай при постановці задачі вибору оптимальної стратегії обслуговування технічної системи припускають, що повністю відомі її

характеристики. Однак функція розподілу часу безвідмовної роботи $F(y)$ здебільшого визначається статистично і відома лише у окремих точках.

Тому при підстановці задачі більш природнім є припущення про те, що функція $F(y)$ належить класу $\Omega(n, y, p)$ функцій розподілу, які у заданих точках $y = (y_0 = 0, y_1, \dots, y_n)$ приймають задані значення $p = (p_0 = 0, p_1, \dots, p_n)$.

Були розглянуті 2 методи визначення оптимальних характеристик стратегій обслуговування складних систем: розрахунок характеристик за допомогою попередньо відомої функції розподілу часу безвідмовної роботи системи $F(y)$; розрахунок за допомогою статистичних даних, отриманих у результаті роботи системи протягом деякого часу.

Дані методи базуються на наступних стратегіях.

Стратегія А – повне відновлення системи проводиться тільки після самостійного прояву відмови.

Стратегія В – повне відновлення системи проводиться або у момент відмови, або у заздалегідь призначений календарний момент часу.

Стратегія С – відновлення системи проводиться тільки у заздалегідь призначенні моменти часу незалежно від відмов системи.

Стратегія D – повне відновлення системи проводиться або у момент самостійного прояву відмови, або у заздалегідь призначений календарний момент часу.

Отже, у ході роботи були вивчені математичні методи оптимізації обслуговування систем. Оптимізація обслуговування розраховувалась за чотирима критеріями: коефіцієнт готовності; середні питомі втрати; середній питомий прибуток, ймовірність виконання задачі.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ РОЗМІТКИ ПУХЛИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ НА МРТ-ЗНІМКАХ

Приходько М.О., maxymprikhodko@gmail.com,

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Мета роботи полягала в автоматизації процесу розмітки пухлин головного мозку за допомогою методів сегментації.

Для досягнення поставленої мети у роботі було розроблено вебдодаток, в якому реалізовано завантаження файлів МРТ-знімків та їх зберігання на сервері, перегляд різних зрізів МРТ-знімку та сегментування зображення зrzу одним з трьох методів (розростання областей [1], Conditional Random Fields (CRF) [2] та Grabcut [3]). Для сегментації за допомогою методу розростання областей користувач повинен обрати довільну точку в області пухлини на зображенні. Для сегментації за допомогою методу CRF або Grabcut необхідно обрати прямокутну зону на зображенні, в якій знаходитьться пухлина. В результаті буде отримано зображення із сегментованою і помічену пухлиною. Сам вебдодаток складається з HTML-сторінок з CSS, для створення яких використано мову Javascript та бібліотеку JQuery. Бекендову частину вебдодатку було написано на мові Python з використанням Flask для побудови REST API вебсервісу та багатопоточної обробки http-запитів.

Для практичної апробації розробленого вебдодатку було використано реальний медичний набір даних [4–6]. Він містить результати обстеження 1666 пацієнтів. Для кожного пацієнта наявний набір МРТ-знімків головного мозку, отриманих у різні періоди часу. У ході апробації проводилося виділення області з пухлиною на різних зрізах МРТ-знімків за допомогою трьох методів сегментації та порівняння результатів шляхом візуального аналізу точності сегментації. Для розглянутої задачі метод розростання областей виявився найбільш ефективним. Гірші результати

методів CRF та Grabcut обумовлені тим, що на зображеннях область, яку треба розмітити, не є достатньо контрастною у порівнянні з фоном. Також варто зазначити переваги використання методу розростання областей з точки зору дій користувача, які мають бути виконані перед сегментацією. Вибір довільної точки в області пухлини вимагає від користувача менше зусиль, ніж вибір прямокутної області з пухлиною.

Таким чином, у роботі було розроблено та апробовано вебдодаток для автоматизації процесу розмітки пухлин на МРТ-знімках головного мозку із використанням трьох методів сегментації зображень.

Список використаної літератури

1. Pratondo A., Ong S.H., Chui C.K. Region Growing for Medical Image Segmentation Using a Modified Multiple-seed Approach on a Multi-core CPU Computer, 2014. DOI: doi.org/10.1007/978-3-319-02913-9_29 (дата звернення 22.10.2023)
2. Plath N., Toussaint M., Nakajima S. Multi-class image segmentation using Conditional Random Fields and Global Classification. 2009. URL: <https://argmin.lis.tu-berlin.de/papers/09-plath-ICML.pdf> (дата звернення 22.10.2023)
3. Prost J. GrabCut for Automatic Image Segmentation. 2022. URL: <https://www.sicara.fr/blog-technique/grabcut-for-automatic-image-segmentation-opencv-tutorial> (дата звернення 22.10.2023)
4. Menze B. H., Jakab A., Bauer S., Kalpathy-Cramer J., Farahani K., Kirby J., et al. The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS). *IEEE Transactions on Medical Imaging* 34(10), 1993-2024 (2015) DOI: 10.1109/TMI.2014.2377694
5. Bakas S., Akbari H., Sotiras A., Bilello M., RozyckiM., Kirby J. S., et al. Advancing The Cancer Genome Atlas glioma MRI collections with expert segmentation labels and radiomic features. *Nature Scientific Data*, 4:170117 (2017) DOI: 10.1038/sdata.2017.117
6. Bakas S., Reyes M., Jakab M., Bauer S., Rempfler M., Crimi A., et al., Identifying the Best Machine Learning Algorithms for Brain Tumor Segmentation, Progression Assessment, and Overall Survival Prediction in the BRATS Challenge. arXiv preprint arXiv:1811.02629 (2018).

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛОВАННЯ ДИНАМІЧНИХ І МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ

Прозор Д.Є., prozor.d18@fpm.dnu.edu.ua, Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В даній роботі розглядається задача про взаємодію забрудненого потоку ґрунтових вод з потоком чистої води від нагнітальних свердловин. Вважається, що товщина водяного пласта мала в порівнянні з його довжиною і шириною і течія рідини не залежить від вертикальної координати (планова задача). Для математичного моделювання процесу розповсюдження забруднень застосовується конвективно-дифузійна модель переносу, заснована на рівняннях фільтрації та перенесення забруднень: Диференціальні рівняння, що описують цей процес, мають вигляд

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = 0,$$
$$D \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) - V_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} - V_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} = n \frac{\partial \varphi}{\partial t},$$

де H – п'єзометричний напір, φ – концентрація домішок, V_x , V_y – компоненти вектора швидкості $\bar{V} = -k \operatorname{grad} H$, k , D – коефіцієнти фільтрації і дифузії, n – ефективна пористість. Система диференціальних рівнянь доповнюється початковою умовою та краївими умовами первого і другого роду на межі розрахункової області.

Для чисельного інтегрування рівнянь застосовувались скінченно-різницеві методи з використанням математичного пакету Matlab. Розрахункова область включала джерело забруднення, водозабірну свердловину та розташований між ними гідродинамічний бар'єр, який уявляв собою одну або декілька свердловин, через які закачувалась незабруднена вода. Проведені розрахунки при різній кількості нагнітальних свердловин і при різному їх розташуванні відносно джерела забруднення та водозабірної свердловини.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЕФОРМУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ЗАГОТОВОВОК

Проянік О.В., Кузьменко В.І.

peaky9966blinders@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядається математична модель технологічної операції формування металевих заготовок між двома паралельними плитами.

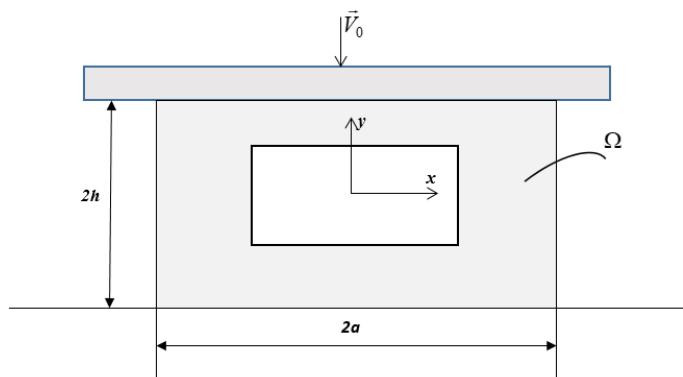


Рисунок – Схема постановки задачі

За рисунком нижня плита нерухома, а верхня опускається вниз зі швидкістю \vec{V}_0 . Задача полягає у визначенні швидкості у перерізі заготовки:

$$\vec{V}(x, y) = \{V_x(x, y), V_y(x, y)\} . \quad (1)$$

Задача зводиться до задачі мінімізації функціоналу:

$$J(\vec{V}) = \tau_s \int_{\Omega} H d\Omega + p \cdot \int_{\Omega} (div \vec{V})^2 d\Omega \quad (2)$$

на множині $V = \{V(x, y), (x, y) \in \Omega \mid V_y(x, 0) = 0, V_x(x, +h) = -V_0\}$, де τ_s -межа пластичного матеріалу, p - достатньо велике число. Параметр H має вигляд:

$$H = \sqrt{\left(\frac{\partial V_x}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial V_y}{\partial y}\right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x}\right)^2} . \quad (3)$$

Дискретизація задачі мінімізації була здійснена за допомогою методу скінченних елементів [1,2], а розв'язання скінченно - виміркої задачі – методом локальних варіацій.

Метод скінчених елементів (МСЕ) – це метод наближеного чисельного розв'язання фізичних завдань. У його основі лежать дві основні ідеї: дискретизація об'єкта, що досліджується, на кінцеве безліч елементів і шматково-елементна апроксимація досліджуваних функцій. Головні переваги МСЕ: досліджувані об'єкти можуть мати будь-яку форму; кінцеві елементи можуть мати різну форму, зокрема криволінійну; можна дослідити однорідні та неоднорідні об'єкти; можна вирішувати як стаціонарні та нестаціонарні завдання; можна вирішувати контактні завдання; можна моделювати будь-які граничні умови; на одній і тій самій сітці кінцевих елементів можна розв'язувати різні фізичні задачі [3].

За поставленою проблемою виконано скінченноелементну дискретизацію задачі, використовуючи прямокутні елементи з білінійною функцією форми, розроблено чисельний алгоритм мінімізації функції багатьох змінних, досліджено практичну збіжність методу при квадратній формі Ω та оцінено точність виконання природних краївих умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьменко, В.І. Варіаційні методи аналізу математичних моделей. В.І.Кузьменко. – Д.: ДНУ, 1997. – 120 с.
2. Кузьменко, В.І. Вступ до методу скінчених елементів: Навч. Посіб. – Д.: РВВ ДНУ, 2002. – 84с.
3. Черноусько Ф. Л., Банчук Н. В. Вариационные задачи механики и управления (Численные методы). М., «Наука», 1973.

**ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЛОГІКО-АЛГОРИТМІЧНОЇ МОДЕЛІ
ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ, ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ**

Ракитянська Г.Б., rakit@vntu.edu.ua

Прус Б.В., bohdan.prus.vntu@gmail.com

Вінницький національний технічний університет

Розглядається обернена задача надійності програмного забезпечення (ПЗ), яка полягає в розподілі ресурсів для забезпечення заданого рівня безпомилковості та витрат. Валідація кожного етапу полягає у перевірці відповідності стану проекта вимогам. У разі невідповідності необхідно спрямувати зусилля для виявлення і видалення дефектів. Причини відмови ПЗ визначаються шляхом розв'язання оберненої задачі [1]. Традиційні моделі зростання надійності прогнозують відмови ПЗ, але не передбачають розподіл зусиль з метою їх попередження [2]. Інтелектуальний аналіз процесів спрямований на здобування знань із процесів і розуміння взаємозалежності подій [3]. Вплив невизначеності та врахування факторів ризику зумовлює використання нечітких моделей надійності [4].

Модель надійності ПЗ будується на основі логіко-алгоритмічного опису процесу розроблення. Послідовність подій, що пов'язані з внесенням, виявленням і видаленням помилок описується за допомогою алгебри алгоритмів В.М. Глушкова [4]. Послідовність робіт без зворотних зв'язків описується лінійною структурою. Процес тестування (контролю) і доробки, коли виявлені помилки одразу видаляються, а нові помилки не вносяться, описується альтернативною структурою. Процес налагодження, під час якого можуть бути внесені нові помилки, описується ітераційною структурою. Логіко-алгоритмічний опис є аналогом нечіткої бази знань [4]. Рівні правильності виконання робочих, контрольних і доробочих операторів є входами процес-орієнтованої моделі надійності. На виході моделі визначається ступінь належності до двох класів рішень відповідно

до правильного (μ^1) і неправильного ($\mu^0=1-\mu^1$) виконання задачі. В логіко-алгоритмічну модель вводяться поліпшувальні підстановки, які визначають розподіл зусиль для підвищення надійності ПЗ та інтерпретуються як кратність або ретельність виконання робочих, контрольних та доробочих операцій. Із логіко-алгоритмічної моделі випливає система нечітких логічних рівнянь (СНЛР), яка зв'язує міри нечіткої правильності операторів і логічних умов. Задача аналізу надійності ПЗ зводиться до задачі оберненого виведення, яка потребує розв'язання СНЛР [4, 5]. Множина розв'язків СНЛР дозволяє відновити послідовність подій, що спричинили наявний стан, та встановити пріоритет факторів ризику відмови ПЗ.

Список літератури

- [1] Libotte B., Lobato S., Neto D., Platt M. Adaptive second order step length algorithm for inverse reliability analysis. *Advances in Engineering Software*, Vol. 146, 2020, 102831.
- [2] Pradhan V., Kumar A., Dhar J. Emerging trends and future directions in software reliability growth modeling. In: Ed(s): H. Garg, M. Ram, In *Advances in Reliability Science, Engineering Reliability and Risk Assessment*, Elsevier, 2023, P. 131-144.
- [3] Macak M., Daubner L., Sani M.F., Buhnova B. Process mining usage in cybersecurity and software reliability analysis: A systematic literature review, *Array*, Vol. 13, 2022, 100120.
- [4] Rotshtein A. System Reliability Analysis. In: *Fuzzy evidence in identification, forecasting and diagnosis / Rotshtein A., Rakytynska H. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Vol. 275, Springer: Heidelberg, 2012.
- [5] Rakytynska H. Inverse inference based on interpretable constrained solutions of fuzzy relational equations with extended max–min composition. *Soft Computing*, Springer, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-09301-7>

**ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ МЕТОДОМ
SYNDY У ВИПАДКУ РАЦІОНАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОСТІ**

Рябов А.Д., Зайцев В.Г.

snowkimm12345@gmail.com, vadymzaytsev65@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Побудова моделей динамічних систем на основі експериментальних даних - це ключова проблема математичної фізики. За сучасних умов, коли є величезна кількість даних та надзвичайно потужні обчислювальні ресурси, виникла нова наукова парадигма, яка дозволяє автоматизовано виявляти рівняння, що описують динамічні системи. Одночасна ідентифікація нелінійної структури і параметрів моделі на основі даних є значно важчим завданням, оскільки кількість можливих структур моделі зростає комбінаторно.

Розріджена ідентифікація нелінійної динаміки (SINDy) - це метод отримання динамічних систем з даних, таких як часовий ряд, який уникає неефективного комбінаторного перебору різних структур моделей. Цей метод ґрунтується на тому, що для багатьох динамічних систем

$$\frac{dx}{dt} = f(x)$$

динаміка f містить лише декілька активних членів в просторі можливих функцій у правій частині. Метод SINDy спрямований на виявлення нелінійних диференціальних рівнянь, які моделюють динаміку змінних з використанням лише даних про їх значення та похідних.

Алгоритм implicit SINDy розширює SINDy для визначення неявних диференціальних рівнянь типу

$$f(x, \dot{x}) = 0$$

Проблеми методу SINDy у разі раціональної нелінійності:

1. У методі SINDy складно ідентифікувати раціональні функції.

2. Задля ідентифікації раціональних функцій, потрібно використовувати доповнену бібліотеку функцій, яка враховує чисельник і знаменник раціональних виразів, і ця бібліотека вдвічі більша за вихідну бібліотеку поліномів.
3. Для кожного рівняння в нелінійній динамічній системі можна помножити обидві частини на поліном знаменника, в результаті чого отримаємо рівняння:

$$f_N(x) - f_D(x)\dot{x}_k = 0, \quad (1.10)$$

Неявна форма рівняння (1.10) мотивує узагальнення бібліотеки функцій, функцій Θ , через стан x і похідну \dot{x}_k :

$$\Theta(X, \dot{x}_k(t)) = [\Theta_N(X), \text{diag}(\dot{x}_k(t))\Theta_D(X)], \quad (1.11)$$

Для ідентифікації найбільш розрідженоого вектора коефіцієнтів не можна використовувати той самий метод розрідженої регресії, що в оригінальному алгоритмі SINDy, оскільки найбільш розріджений вектор буде нульовим.

У даній роботі із використанням модифікованого методу SINDy для раціональних нелінійностей для конструювання систем диференційних рівнянь першого порядку, була обчислена модель моделі кінетики ферментів. Результати показали, що базова система була успішно відновлена у всіх випадках з похибкою менше 2% від початкових значень. Ці результати підтверджують, що модифікований метод є ефективним інструментом для конструювання систем диференційних рівнянь першого порядку із раціональними нелінійностями.

Перелік використаних джерел

1. Brunton S. L., Proctor J. L., Kutz J. N. Discovering governing equations from data by sparse identification of nonlinear dynamical systems. [Text] Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(15):3932–3937, 2016.
2. Mangan N. M. Inferring biological networks by sparse identification of nonlinear dynamics [Text]/Niall M. Mangan, Steven L. Brunton, Joshua L. Proctor, J. Nathan Kutz. //IEEE Transactions on Molecular, Biological, and MultiScale Communications, 2(1): 52–63, 2016.

СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА СЕРВЕРАХ

Рябоволенко В.А. v.a.ryabovolenko@gmail.com, Байбуз О.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розподілені системи зазвичай мають багато процесорів і ресурсів, які можуть бути використані для виконання завдань. Однак, для забезпечення оптимального використання цих ресурсів необхідно розподіляти завдання між процесорами з максимальною ефективністю.

Система розподілення навантаження (англ. Load Balancing) – це технологія, яка дозволяє розподіляти навантаження між різними серверами, щоб забезпечити ефективне виконання завдань. Вона використовується для зменшення часу очікування, покращення продуктивності та забезпечення стабільності системи [1].

Розглянемо деякі з них:

1) Round Robin – в цьому методі сервери в системі приймають запити по черзі тобто кожен сервер отримує рівну кількість запитів, що дозволяє рівномірно розподіляти навантаження між ними.

2) Weighted Round Robin – використовує ваги для різних серверів, щоб розподілити навантаження. Цей метод дозволяє надавати перевагу потужнішим серверам або серверам з вищою пропускною здатністю [2].

3) Least Connection – метод розподіляє навантаження між серверами, які мають найменшу кількість відкритих з'єднань. Це означає, що нові запити будуть надсилятися на сервер, який має найменшу кількість відкритих з'єднань, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів.

4) IP Hashing – використовує IP-адресу клієнта для створення хеш-значення, яке визначає, до якого сервера буде направлено запит. Цей метод може бути корисним у випадку, коли більшість запитів надходять від користувачів з одинаковими IP-адресами.

5) URL Hashing – використовує хеш-функцію для генерації хеш-значення з URL-адреси запиту. Це дозволяє розподілити навантаження між серверами на основі конкретної сторінки, яку користувач запитує. Однак, якщо користувачі запитують різні сторінки з одного сайту, то може виникнути нерівномірне розподілення навантаження між серверами [3],[4].

6) Нейронні мережі – використання нейронних мереж дозволяє побудувати модель, яка здатна прогнозувати, який процесор буде найбільш ефективним для обробки конкретного завдання. Це дозволяє системі розподілу навантаження швидко та ефективно розподіляти завдання між процесорами, забезпечуючи найкращу продуктивність системи, але вони досить складні в розробці і потребують певного підходу для реалізації. [4].

Для забезпечення оптимального використання системних ресурсів необхідно розподіляти завдання між процесорами з максимальною ефективністю. У цьому контексті методи машинного навчання можуть бути використані для вирішення проблеми керування навантаження в розподілених системах, де важко знайти оптимальний алгоритм. Із застосуванням методів машинного навчання можна автоматизувати процес розподілу завдань та забезпечити кращу продуктивність.

Список використаної літератури

1. Anjum A., Umar, I. (2019). Cloud computing resource management techniques. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 10(10), 2019. 3901-3919.
2. Coulouris G. F., Dollimore J., Kindberg T. Distributed Systems: Concepts and Design. Addison-Wesley Professional, 2011. 1080p.
3. Brikman Y. Terraform: Up & Running: Writing Infrastructure as Code 2nd Edition. O'Reilly Media, 2019. 368 p.
4. Biggs J., Salanov J. Building Intelligent Cloud Applications: Develop Scalable Models Using Serverless Architectures with Azure 1st Edition. O'Reilly Media, 2019. 154 p.

МОДЕЛЮВАННЯ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ЇЇ ЗОБРАЖЕННЯМ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ EIGENFACE

Сафіюлін О. О. rootalfa4@gmail.com, **Степанова Н. І.** nist66@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розвиток технологій біометричної ідентифікації став актуальним завданням у сучасному суспільстві. Завдяки постійному росту кількості даних та інформації, а також зростанню загроз безпеці, забезпечення ідентифікації особи знаходиться в центрі уваги. Біометричні технології надають таку можливість. Вони базуються на фізіологічних та поведінкових характеристиках особи, забезпечуючи при цьому достовірну ідентифікацію.

Системи біометричної ідентифікації знаходять своє застосування в різних галузях життя, починаючи від охорони особистої безпеки та контролю доступу у сфері медицини, фінансів, подорожей тощо. Розпізнавання особи на основі біометричних даних дозволяє забезпечити швидкість та зручність процесу автентифікації, а також підвищити рівень безпеки та запобігти шахрайству та несанкціонованому доступу. Оскільки біометричні характеристики особи є унікальними та їх важко фальсифікувати, системи біометричної ідентифікації стають надійним засобом забезпечення безпеки та конфіденційності в сучасному світі [1].

Застосування алгоритму Eigenface для моделювання біометричної ідентифікації особи є ефективним підходом у цій галузі. Цей алгоритм є одним з найпоширеніших і успішних методів в задачі розпізнавання облич. Він базується на принципі аналізу головних компонентів зображенів облич, що дозволяє побудувати компактну та репрезентативну модель обличчя [2]. Одним з головних переваг алгоритму Eigenface є його здатність враховувати варіації у зовнішньому вигляді особи, такі як зміни в освітленні, масштабі, поворотах та виразах обличчя. Це робить його ефективним при розпізнаванні облич в різних умовах та ситуаціях. Крім того, алгоритм Eigenface володіє високою швидкістю роботи, що робить його придатним для використання в реальному часі.

Застосування алгоритму Eigenface у біометричній ідентифікації дозволяє створити унікальну модель обличчя дляожної особи, що

відрізняється від інших і має високу розпізнавальну здатність. Цей підхід забезпечує точність та надійність процесу ідентифікації, а також зменшує ризик помилкового визначення особи. Тому використання алгоритму Eigenface в сферах безпеки, контролю доступу та автоматизованої ідентифікації є ефективним і перспективним рішенням.

Принципи роботи методу Eigenface базуються на математичному аналізі та обробці зображень облич. Спочатку збирається набір тренувальних зображень облич, які представлені у вигляді векторів. Потім проводиться побудова векторного простору, в якому кожне зображення розкладається на лінійну комбінацію головних компонентів [3].

Для отримання головних компонентів застосовується метод головних компонентів (PCA), що дозволяє зменшити розмірність даних та відібрати найважливіші ознаки зображень. У результаті проведення PCA отримуємо вектори, які називаються "eigenfaces" або "власні обличчя". Ці власні обличчя представляють собою базові шаблони, що описують різні зміни в обличчі, такі як пози, освітлення, вирази тощо.

Після отримання власних облич, проводиться розпізнавання нового зображення обличчя. Це зображення розкладається на лінійну комбінацію власних облич, а потім порівнюється з тренувальними зразками для визначення найбільш подібного обличчя. В результаті отримується відповідь, що вказує на ідентифікацію або невідповідність особи на зображені. Принципи роботи методу Eigenface засновані на використанні статистичних методів та аналізі головних компонентів. Цей підхід дозволяє зменшити складність задачі розпізнавання облич та забезпечує високу швидкість та точність ідентифікації. Завдяки своїм особливостям, метод Eigenface знаходить широке застосування в біометричній ідентифікації та допомагає забезпечити ефективну та надійну систему розпізнавання особи за зображенням обличчя.

Бібліографічні посилання

1. Ross A. Handbook of multibiometrics / A. Ross, A. K. Jain, K. Nandakumar., 2010.
2. Turk M. Eigenfaces for recognition / M. Turk, A. Pentland., 1991
3. Pissarenko D. Eigenface-based facial recognition [Електронний ресурс] / Dimitri Pissarenko. – 2003. Режим доступу до ресурсу: <https://openbio.sourceforge.net/resources/eigenfaces/eigenfaces-html/facesOptions.htm>

**ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА
КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГОМ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ
ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ІСНУЮЧИХ
БУДИНКАХ**

Сафонов М. Р., nickita.saf@gmail.com, Зайцев В.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Метою даної роботи є дослідження вже існуючих рішень щодо керування системами тепlopостачання, задля підвищення енергоефективності існуючих систем теплопередачі.

У статті [1] розглянуті такі напрямки як технічний, економічний, законодавчий та організаційний. У рамках дослідження зосередимося саме на перших двох пунктах та розглянемо основні характеристики.

Почати треба з огляду проведених досліджень відносно аналізу фактичної температури подачі та зворотної води в систему опалення залежно від зовнішньої температури, за результатами яких наведено графік. Як зазначено, висновки є достатньо невтішними, і що в більшості досліджуваних об'єктів є недотримання температурних графіків згідно з нормою, і що теплоносії майже в 1,2 рази менш ефективні ніж проектні, що є фактичної їх не ефективністю за для чого потрібно встановлювати нові опалювальні пристрої або покращувати ефективність існуючих. Для цього була сформована математична модель для визначення проблемних частин та енергоефективних частин систем опалення та опалювальних пристроїв. Як результат були сформовані математична модель, яка враховує основні параметри, що впливають на питомий опалювальний прилад і систему взагалі, з основних можна занести номінальний тепловий потік, середню температуру та температуру теплоносія на вході та виході.

Результати дослідження підтверджують, що некоректна експлуатація при порушенні проектних умов може привести до значного зменшення

теплового потоку в житлових будинках. Зокрема, зниження теплового потоку від 18% на 12-му поверсі до 21% на 1-му поверсі, свідчить про серйозні проблеми. У разі середніх температур опалювального сезону відносне значення проектного теплового потоку збільшується до 5% на 1-му поверсі в порівнянні з 12-м. Більше того, зниження температури подачі теплоносія призводить до відчутного зменшення теплового потоку, особливо на першому поверсі, де середнє зменшення складає близько 17%.

І що для витрати теплоносія, зменшеної відносно проектної в 1,5 рази, що на тих самих умовах складе від 25% до 40%. І, як висновок, запропонували, що загальне підняття потужностей опалювальних пристрій на 30%, значно підвищить комфортний рівень.

Таким чином запропоновану математичну модель з основними факторами можна використовувати для знаходження проблемних областей в системах опалення. На базі цих досліджень можна розробити модель непрямого керування опалення для підвищення питомої енергоефективності об'єктів. Також треба намагатися наблизити енергоефективність опалювальних пристрій до 30% відсотків задля забезпечення більш комфортних умов, без додавання та повної перебудови вже існуючих опалювальних систем.

Список використаної літератури

1. Дешко, В. І., Білоус, І. Ю., & Максименко, О. Е. (2019). Сучасні проблеми системи опалення багатоквартирних житлових будинків. Технічні науки та технології, 1(15), 267-277. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1\(15\)-267-277](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1(15)-267-277)

АЛГОРИТМИ ЕКСТРАГРАДІЄНТНОГО ТИПУ ДЛЯ ВАРІАЦІЙНИХ НЕРІВНОСТЕЙ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Семенов В.В., semenov.volodya@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Варіаційні нерівності дають універсальний засіб формуллювання багатьох актуальних задач математичної фізики, оптимального керування та дослідження операцій [1]. окремі задачі негладкої оптимізації можна ефективно розв'язувати, якщо їх формулювати у вигляді сідлових задач і застосовувати алгоритми розв'язання варіаційних нерівностей. Зауважимо, що з початком широкого використання генерувальних змагальних нейронних мереж та інших моделей змагального навчання інтерес до алгоритмів розв'язання сідлових задач та варіаційних нерівностей з'явився серед спеціалістів з машинного навчання [2].

У доповіді розглядається задача:

$$\text{знати } x \in C : \langle Vx, y - x \rangle \geq 0 \quad \forall y \in C, \quad (1)$$

де C – непорожня замкнена опукла множина гільбертового простору H , V – монотонний оператор, що діє з простору H в H [1].

Мета роботи – дати спираючись на роботи [1–9] огляд екстраградієнтних методів розв'язання варіаційних нерівностей (1). Від класичних результатів ми перейдемо до результатів деяких нових робіт [6–9].

Нагадаємо, що найпростішим методом розв'язання (1) є аналог методу градієнтного спуску, що у випадку сідової задачі відомий як метод градієнтного спуску-підйому. Але даний метод може не збігатися для нерівностей з монотонним оператором. Відомою модифікацією методу градієнтного спуску для варіаційних нерівностей є екстраградієнтний метод:

$$\begin{cases} y_n = P_C(x_n - \lambda_n Vx_n), \\ x_{n+1} = P_C(x_n - \lambda_n Vy_n). \end{cases}$$

Його ітерація якого вимагає двох обчислень значення оператора задачі та двох метричних проєктувань на допустиму множину. «Обчислюально дешеві» варіанти екстраградієнтного алгоритму з одним метричним проєктуванням на допустиму множину пропонувались у [3, 4].

У роботі [5] запропонована відмінна від екстраградієнтного алгоритму модифікація методу градієнтного спуску-підйому:

$$\begin{cases} y_n = P_C(x_n - \lambda_n V y_{n-1}), \\ x_{n+1} = P_C(x_n - \lambda_n V y_n). \end{cases}$$

Ітерація даного алгоритму дешевша за ітерацію екстраградієнтного алгоритму за кількістю обчислень значень оператора: одне проти двох. Цей алгоритм став відомим під назвою «Extrapolation from the Past» [2]. Принципові результати, пов'язані з данным алгоритмом, отримано у роботах [4, 6, 7].

Подальший розвиток даного кола ідей та спроби зменшити складність виконання ітерації з збереженням характеру збіжності привели до появи «forward-reflected-backward algorithm» [8]:

$$x_{n+1} = P_C\left(x_n - \lambda_n V x_n - \lambda_{n-1}(V x_n - V x_{n-1})\right).$$

За об'ємом необхідних для ітераційного кроку обчислень алгоритм має перевагу над екстраградієнтним методом та методом екстраполяції з минулого. Данна схема відома під назвою «optimistic gradient descent ascent» та «алгоритм операторної екстраполяції» [2, 9].

Робота виконана за підритмки МОН України (проєкт «Обчислювальні алгоритми і оптимізація для штучного інтелекту, медицини та оборони», 0122U002026).

Література

1. Семенов В.В. Варіаційні нерівності: теорія та алгоритми. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 167 с.
2. Gidel G., Berard H., Vincent P., Lacoste-Julien S. A Variational Inequality Perspective on Generative Adversarial Networks. arXiv preprint arXiv:1802.10551. 2018.
3. Lyashko S.I., Semenov V.V., Voitova T.A. Low-cost modification of Korpelevich's methods for monotone equilibrium problems. Cybernetics and Systems Analysis. 2011. V. 47. Iss. 4. P. 631-639.
4. Malitsky Yu.V., Semenov V.V. An Extragradient Algorithm for Monotone Variational Inequalities. Cybernetics and Systems Analysis. 2014. V. 50. Issue 2. P. 271-277.
5. Popov L.D. A modification of the Arrow-Hurwicz method for search of saddle points. Mathematical notes of the Academy of Sciences of the USSR. 1980. V. 28. Issue 5. P. 845-848.
6. Semenov V.V., Denisov S.V., Kravets A.V. Adaptive Two-Stage Bregman Method for Variational Inequalities. Cybernetics and Systems Analysis. 2021. V. 57. Issue 6. P. 959-967.
7. Vedel Y.I., Denisov S.V., Semenov V.V. An Adaptive Algorithm for the Variational Inequality Over the Set of Solutions of the Equilibrium Problem. Cybernetics and Systems Analysis. 2021. V. 57. Issue 1. P. 91-100.
8. Malitsky Y., Tam M.K. A Forward-Backward Splitting Method for Monotone Inclusions Without Cocoercivity. SIAM J. on Optim. 2020. V. 30. P. 1451-1472.
9. Semenov V.V., Denisov S.V., Sandrakov G.V., Kharkov O.S. Convergence of the Operator Extrapolation Method for Variational Inequalities in Banach Spaces. Cybernetics and Systems Analysis. 2022. V. 58. Issue 6. P. 740-753.

ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ НЕЛІНІЙНОЇ 6D ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ З ПРИХОВАНИМИ АТРАКТОРАМИ

Середняк А.Б., anastasiaserednyak@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дослідження хаотичних явищ стає все більш важливим в останні роки через зростання діапазону хаотичних застосувань у наукових і технічних системах. Хаотичні явища виникають через реакцію супротивників на зміни структурних параметрів і початкових умов деяких типів динамічних систем.

В даний час, теорія хаосу продовжує бути дуже активною областью досліджень, в багатьох галузях, таких як математика, топологія, фізики, біологія, метеорологія, астрофізика, теорія інформації. Також, хаотичну поведінку можна спостерігати в різних системах, наприклад, в електричних схемах, лазерах, хімічних реакціях, динаміці рідин і магнітно-механічних пристроях.

Хаотичні системи з прихованими атракторами отримують все більше уваги в останні роки, тому що вони мають великий вплив як на теоретичний аналіз, так і на інженерні застосування. Дослідження показали, що динамічні системи з прихованими атракторами можна вважати джерелом непередбачуваності, і вони мають деякі потенційні застосування, наприклад, у комунікаціях, у механічній динаміці та в екології.

Дослідники приділяють все більше уваги управлінню хаосом через його синхронізацію та керованість, що свідчить про те, що воно буде корисним у ряді проектів, таких як біометрична ідентифікація, штучний інтелект і безпечний зв'язок. Останнім часом відновився інтерес до хаотичних систем з прихованими атракторами.

Нелінійні динамічні системи з прихованими атракторами знайшли застосування в багатьох областях, зокрема в телекомунікаціях,

криптографії, системах управління та моделюванні біологічних процесів. Вони є потужним інструментом для дослідження складних систем, які можуть проявляти нелінійну динаміку.

Хаотична поведінка інших систем, подібних до нової, корисна для генерування апаратних псевдовипадкових чисел, керування рухами автономних мобільних роботів або використання в безпечних комунікаціях.

При виконанні даної роботи, були досліджені дві системи: шестивимірна, яка має приховані атрактори та чотирьох вимірна гіперхаотична система. Були розв'язані дані системи, побудовані графіки з різними параметрами та проаналізована поведінка систем з різними параметрами та початковими умовами.

Також, був проведений аналіз стійкості двох систем диференціальних рівнянь. Спочатку, була розв'язана система та знайдені особливі точки. Далі – побудована матриця Якобі, яка складається з похідних цієї системи. Після цього, було проведено дослідження на стійкість цих особливих точок.

**ВИЯВЛЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БПЛА
ЗА ДОПОМОГОЮ ЗІСТАВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ
З ВИКОРИСТАННЯМ КЛЮЧОВИХ ТОЧОК**

Сизоненко О.Д., fedii_o@fpm.dnu.edu.ua

Божуха Л.М., bozhukha@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

З кожним днем дедалі більше зростає кількість сфер діяльності, у яких істотну допомогу надають безпілотні літальні апарати (БПЛА). Точність і надійність GPS є важливими факторами будь-якого польоту БПЛА. Виявлено, що несприятливі погодні умови, такі як дощ і сніг, можуть спричинити спотворення та ненадійність сигналів GPS, що призводить до помилок навігації.

Для вирішення цієї проблеми розроблено технології для підвищення точності та надійності сигналів GPS у БПЛА. Однією з таких технологій є використання «гібридної навігації», яка поєднує сигнали GPS із зображеннями камери для забезпечення більш точної та надійної навігації. Дано технологія повинна дозволяти БПЛА виявляти завади, уникати перешкод та інші небезпеки, а також чітко виявляти своє місцезнаходження.

Застосування технологій машинного зору для навігації літальних апаратів в основному зводиться до того, що необхідно в той чи інший спосіб зіставити дані поточної відеозйомки з отриманими наперед еталонними зображеннями місцевості. Через велику розмірність зображень таке зіставлення, зазвичай, пов'язані з істотним обсягом обчислень. Крім того, значні області зображень часто виявляються малоінформативними або залежать від умов спостереження. Тому пропонується виділяти на еталонних зображеннях опорні ділянки – характерні об'єкти, які меншою мірою зазнають змін. Це дозволяє, як скоротити обчислювальні витрати, так і підвищити надійність зіставлення за рахунок використання найбільш інформативних та стійких до змін фрагментів зображень.

Для проведення дослідження визначені наступні етапи: підготовка еталонних знімків території; підготовка маршрутів польоту; розмітка опорних ділянок на еталонних знімках; імітація польоту з оцінкою розташування та курсу БПЛА; статистична обробка результатів польотів, кількісна оцінка працездатності алгоритмів аналізу зображень та навігації

БПЛА; аналіз статистичних даних, модернізація алгоритмів аналізу зображень та навігації БПЛА. Створення еталонних зображень, що імітують аерофотозйомку або супутникову фотозйомку місцевості, а також формування даних поточної відеозйомки з борту БПЛА виконується за допомогою авіасимулатору з відкритим вихідним кодом FlightGear.

На кожному знімку можуть бути задані опорні ділянки - характерні об'єкти місцевості. Маршрут визначається як послідовність ключових точок. Ключові точки задаються своїми географічними координатами. Однією з вимог до роботи БПЛА є стійкість до перешкод до впливу різних видів оптичних завад. Оптичні завади можуть бути як природні: пил чи туман, так і штучні: випромінювання, засвічені або затемнені знімки. Одне з можливих рішень ґрунтуються на удосконаленні навігаційної системи БПЛА з використанням алгоритму: при роботі БПЛА використовується сигнал GPS, при зникненні сигналу GPS та при наявності завади (наприклад, БПЛА залітає в тучу) – відпрацьовує метод яскравості пікселів. При використанні методу яскравості пікселів можна отримати інформацію про наявність корисних даних (немає «референс поінтс»). При наявності завад БПЛА може піднятися угору для очікування сигналу та подальшої обробки даних. Тим часом, в окремому процесі проводимо відмотку відео ряду до моменту, коли зображення на фреймі буде дозволяти використання методу різниці кадрів та Faster R-CNN [1] для визначення опорних точок. Комбінація наведених методів може надати можливість знайти «референс поінтс», що були передані. Знаючи траекторію та відстань пройдену за час, який рівний часу відмотаного відео ряду, можна визначити поточні координати нашого БПЛА. Проектуємо ці координати на offline мапу та синхронізуємо рух БПЛА відносно offline карти.

Запропонована система замінює сигнал GPS, поєднуючи метод яскравості пікселів, метод різниці кадрів та Faster R-CNN. Карта з якою порівнюється поточне зображення повинна бути заздалегідь доступна на борту БПЛА.

Бібліографічні посилання

1. Сизоненко О.Д., Божуха Л.М., Підвищення точності геолокації об'єкта на цифровому зображені при використанні комбінованих технологій аналізу даних, Дніпропетровськ: Ліра, 2022.

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ У ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ

Симонов Д.І., denys.symonov@gmail.com, **Семикопна Т.В.**, semtv@ukr.net

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ

Онтологічний підхід до управління Знаннями у телереабілітації є важливою складовою в сучасній медичній практиці. В процес телереабілітації задіяні різні фахівці, з різних локацій. Фахівці мають різні компетенції, а це створює низьку складнощів, пов'язаних з управлінням Знаннями. Для ефективної співпраці між ними необхідно мати спільне розуміння мети, завдань і методів реабілітації. Онтологічний підхід до управління знаннями може допомогти вирішити ці проблеми.

Онтологія – це форма метаданих, яка описує Знання про певну предметну область. Знання — це інформація в певному контексті, яка містить набагато більше, ніж проста інформація. Інформація стає знанням лише в тому випадку, якщо розпізнається прикладне або ситуаційне значення інформації, і якщо відповідна інформація відфільтрована та організована відповідним чином. Процес створення Знань завжди починається з очікувань, заснованих на минулому досвіді.

Онтологічний підхід до управління знаннями у телереабілітації може включати такі компоненти, як:

- *онтологія предметної області*: описує основні поняття, відносини та властивості в галузі телереабілітації;
- *онтологія реабілітаційних послуг*: вона описує різні типи реабілітаційних послуг, які можуть бути надані за допомогою телереабілітації;
- *онтологія фахівців*: описує характеристики фахівців реабілітаційної команди, які можуть забезпечити процес телереабілітації;
- *онтологія пацієнтів*: описує характеристики пацієнтів, які можуть впливати на процес реабілітації та користуються послугами реабілітації.

Ці онтології можуть бути використані для створення спільної інформаційної платформи для фахівців і пацієнтів (користувачів) у галузі телереабілітації. Така платформа може допомогти їм координувати свої дії, обмінюватися інформацією та спільно приймати рішення про реабілітацію.

Однією з основних переваг онтологічного підходу є структурованість та семантична ясність. Вони дозволяють однозначно визначити поняття та їхні взаємозв'язки в контексті телереабілітації. Наприклад, можна створити онтологію, що описує різні види фізичних вправ, їх властивості та вплив на здоров'я пацієнтів.

Онтології також допомагають у вирішенні проблем інтероперабельності між різними системами та додатками, що використовуються у телереабілітації. Вони стандартизують представлення Знань, що сприяє обміну даними та спільному розумінню між різними медичними фахівцями та програмними системами, використовуються для розвитку інтелектуальних систем підтримки рішень у телереабілітації. Вони допомагають аналізувати дані пацієнтів, рекомендувати вправи та методи лікування на основі індивідуальних потреб та характеристик пацієнтів.

Список використаних джерел

1. Палагін О. В., Семикопна Т. В., Чайковський І. А., Сівак О. В. Телереабілітація: інформаційно-технологічна підтримка та досвід використання. Клінічна інформатика і телемедицина. 2020. Т. 15. Вип. 16. С. 35–44. <https://doi.org/10.31071/kit2020.16.15>
2. Палагін О.В., Петренко М.Г. Знання-орієнтований інструментальний комплекс обробки баз даних наукових публікацій. Control Systems and Computers. 2020. № 5. С. 17-33. <https://doi.org/10.15407/csc.2020.05.017>

РОЗРОБКА МОДЕЛІ NLI ДЛЯ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

Симонович Д.С., dima.simonowich@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Зі зростанням обчислювальних потужностей, дедалі більше з'являється можливостей використовувати прикладні математичні інструменти для розуміння, інтерпретації, аналізу та генерації тексту.

Проведене дослідження зосереджене на обробці природної мови (Natural Language Processing, NLP), субдисципліні машинного навчання. Включає огляд наукових джерел, а також визначення основних викликів, які може вирішити це дослідження.

Моделі для вирішенні задачі NLI мають широке застосування, завдяки своїй гнучкості та багатофункціональноті. Зокрема, NLI модель може використовуватись у якості Zero-Shot Classifier, тобто класифікувати текст на необмеженій кількості класів без додаткового на те тренування [4]. Подібний підхід має свої обмеження [7], однак є ефективним навіть за умови відсутності тренувальних даних для конкретної задачі.

Оскільки для української мови не існує наборів даних для задачі NLI, для створення моделі було перекладено англомовні датасети SNLI [6] та MNLI [1], а також додано україномовний SQuAD [3]. Переклад був виконаний за допомогою мовної моделі для перекладу SeamlessM4T [2].

Було створено валідаційну вибірку, що є незалежною від тренувальної для оцінки розроблених моделей на трьох основних практичних задачах для NLI моделей: «Textual Entailment», «Zero-Shot Classification», «Q&A».

Валідаційна вибірка складається з 900 екземплярів (по 300 екземплярів на задачу), що були згенеровані за допомогою генеративної мовної моделі GPT-4 [5] англійською мовою, перекладені українською за допомогою мовної моделі для перекладу SeamlessM4T [2] та у подальшому перевірені вручну.

Для вирішення задачі NLI було обрано дві початкові моделі, які вже були натреновані для української мови. Обрані моделі було дотреновано на створеній тренувальній вибірці. З метою підтвердження їх ефективності було проведено порівняльний аналіз з іншими моделями на прикладних задачах з валідаційної вибірки. Створено порівняльну таблицю, що враховує точність класифікацій, швидкодію та обсяг займаної пам'яті. Проведено аналіз отриманих результатів та виокремлено подальші напрямки досліджень.

Список використаних джерел

1. Adina Williams, Nikita Nangia, and Samuel Bowman. 2018. A Broad-Coverage Challenge Corpus for Sentence Understanding through Inference. In Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers), pages 1112–1122, New Orleans, Louisiana. Association for Computational Linguistics.
2. Barrault, Loïc, et al. "SeamlessM4T-Massively Multilingual & Multimodal Machine Translation." arXiv preprint arXiv:2308.11596 (2023).
3. Ivanyuk-Skulskiy, Bogdan and Zaliznyi, Anton and Reshetar, Oleksand and Protsyk, Oleksiy and Romanchuk, Bohdan and Shpihanovych, Vladyslav, ua_datasets: a collection of Ukrainian language datasets, [Електронний ресурс] GitHub, - Режим доступу : <https://github.com/fido-ai/ua-datasets> (дата звернення: 28.10.2023)
4. Ken Barker, Parul Awasthy, Jian Ni, and Radu Florian. 2021. IBM MNLP IE at CASE 2021 Task 2: NLI Reranking for Zero-Shot Text Classification. In Proceedings of the 4th Workshop on Challenges and Applications of Automated Extraction of Socio-political Events from Text (CASE 2021), pages 193–202, Online. Association for Computational Linguistics.
5. OpenAI. Gpt-4 technical report, 2023. arXiv preprint arXiv:2303.08774
6. Samuel R. Bowman, Gabor Angeli, Christopher Potts, and Christopher D. Manning. 2015. A large annotated corpus for learning natural language inference. In Proceedings of the 2015 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP).
7. Tingting Ma, Jin-Ge Yao, Chin-Yew Lin, and Tiejun Zhao. 2021. Issues with Entailment-based Zero-shot Text Classification. In Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 2: Short Papers), pages 786–796, Online. Association for Computational Linguistics.

РОЗГОРТАННЯ ТА ПІДТРИМАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ MLOPS

Соколовський Г. О., george.sokolovsky2001@gmail.com

Мацуга О. М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Автоматизація і комп’ютеризація багатьох сфер людської діяльності дозволила накопичити значні обсяги даних і впровадити моделі машинного навчання на основі цих даних. Але подальше зростання обсягів даних призводить до необхідності масштабувати операції машинного навчання. Вирішує цю проблему MLOps (ML – Machine Learning, Ops – Operations). MLOps являє собою набір підходів та практик для автоматизації розгортання, масштабування та підтримування ML моделей. Перевагами MLOps є продуктивність, здатність до відтворення та моніторингу, надійність і зменшення витрат [1].

Існує багато різних інструментів і платформ, які дозволяють повністю автоматизувати процес створення й розгортання ML моделей. У роботі розглянуто та порівняно можливості з MLOps двох end-to-end платформ – Amazon SageMaker і Databricks Lakehouse.

Amazon SageMaker надає дуже високий рівень контролю на кожному етапі підготовки моделі до розгортання. У Amazon SageMaker пайплайн створення моделі виглядає як DAG (Directed Acyclic Graph), побудувати який можна за допомогою SageMaker Pipelines SDK. Це дозволяє дуже зручно організувати end-to-end процес від початкової обробки даних до оцінки моделі і відстежувати кожен крок процесу. Процес може включати також реєстрацію власної моделі у SageMaker Model Registry для майбутнього повторного використання. Деплой моделі може бути виконано через створення endpoint-у.

На відміну від Amazon SageMaker, яка дозволяє використовувати значну кількість функцій за допомогою SDK, Databricks Lakehouse

використовує багато різних сервісів для різних цілей. У Databricks існує 3 типи операцій, які є складниками MLOps – DataOps (забезпечення безпеки та надійності даних), ModelOps (розроблення моделей), DevOps (автоматизація та використання моделі у production). Прикладами сервісів, використовуваних у DataOps є Unity Catalog (безпека та контроль над даними), Databricks Workflows (автоматизація процесів початкової обробки даних), Databricks Feature Store (сховище наборів даних після початкової обробки для подальшого побудування моделі). Прикладами сервісів, що використовуються у ModelOps, виступають Databricks AutoML (розроблення моделі без коду), Databricks Model Registry (версіювання моделі). DevOps включає в себе такі можливості як інтеграція з Git, автоматизація розгортання інфраструктури у хмарних середовищах, створення й автоматизація ML процесів. З метою деплою моделей можна використовувати сервіс Model Serving для створення endpoint-у, що дуже схоже на принцип деплою ML моделей у SageMaker.

Головна відмінність між Databricks і SageMaker полягає в наступному. Databricks надає розробнику більший контроль над інфраструктурою, а SageMaker керується, головним чином, з боку Amazon, що робить цю платформу простішою у використанні, але з іншого боку вона є дорожчою. Також ці платформи мають деякі відмінності в зберіганні й отриманні доступу до даних [2].

Список використаної літератури

1. Dilmegani C. 5 Key Benefits of MLOps Practices for Businesses in 2023. URL: <https://research.aimultiple.com/mlops-benefits/>
2. A comparison of SageMaker and Databricks for machine learning. URL: <https://dev.to/pinei/a-comparison-of-sagemaker-and-databricks-for-machine-learning-2pfj>

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МЕЖ ОБ'ЄКТІВ ЗОБРАЖЕННЯ

Соловйов П.С., nohopeinsight.paradiselost@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Кожного дня ми стикаємось з комп’ютерним навчанням. Автопілоти, визначення хвороби на рентгені, фільми та вирізання об’єктів на відео використовують комп’ютерний зір. Задача семантичної сегментації є одною з основних задач комп’ютерного зору. Найчастіше семантичну сегментацію використовують для спрощення зображення з камери. Автопілоту зображення з великою кількістю деталей, більшість з яких є несуттєвими для визначення об’єкту (кольори, матеріал та інше), не має значення. Йому необхідно розпізнати свою полосу та знайти дорожні знаки для подальшого розпізнання на спеціалізованій нейронній мережі. Тому нейрона мережа повинна розпізнавати тільки потрібні класи. Вся інша інформація потребує ігнорування. Задача семантичної сегментації є відносно новою задачею в машинному навчанні, достатньо ефективні архітектури з’явилися тільки у 2015 році.

Семантична сегментація зображень – це поділ зображення на окремі групи пікселів, області, відповідні одному об’єкту з одночасним визначенням типу об’єкта у кожній області. Завдання семантичної сегментації є високорівневим завданням обробки зображень, що належить до групи завдань слабкого штучного інтелекту. Вона є навіть складнішою, ніж завдання класифікації зображень та пошуку об’єктів, що зумовлено не лише необхідністю визначення класів об’єктів, але й виявлення їх структури, правильного виділення частин об’єктів на зображені.

Конкретним додатком, для якого важливі методи семантичної сегментації, є завдання аналізу аерофотознімків високої роздільної здатності з метою автоматичної побудови на їх основі детальних карт місцевості або міста. При створенні карт необхідно точно визначити межі об’єктів на знімку поверхні землі, а також вказати їх клас: будинок,

водоймище, дорога, річка, автомобіль, рослинність. Алгоритми автоматичної семантичної сегментації дозволяють суттєво спростити задачу картографів під час побудови карт і скоротити час на обробку даних.

Було розроблено та навчено тестову модель семантичної сегментації для визнання деяких об'єктів на знімку поверхні землі за такими класами:

- Будівлі - позначені кольором #3C1098.
- Неасфальтована земля - позначена кольором #8429F6.
- Дорога - позначена кольором #6EC1E4.
- Рослинність - позначена кольором #FEDD3A.
- Вода - позначена кольором #E2A929.
- Всі невідомі класи позначені #9B9B9B.

Також було проведено деякі тести, та оцінено результати роботи моделі. Ось деякі приклади роботи моделі:



Рисунок 1 – Оригінальне зображення для сегментації

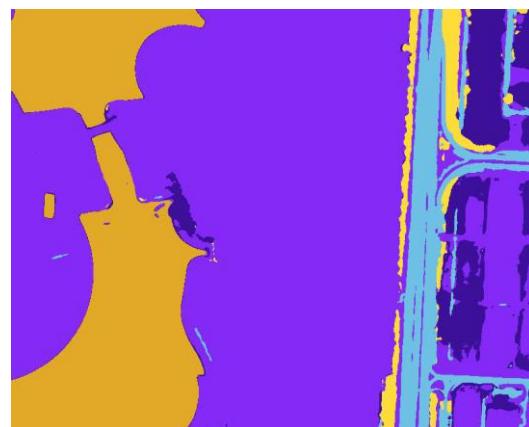


Рисунок 2 - Сегментоване зображення за допомогою навченої моделі

Для тесту було реалізовувано архітектуру Unet. Для покращення моделі я також планую використати інші моделі семантичного сегментування.

Бібліографічні посилання

1. A. Chaurasia, E. Culurciello LinkNet: Exploiting encoder representations for efficient semantic segmentation / A. Chaurasia, E. Culurciello // IEEE Visual Communications and Image Processing (VCIP). 2017. C. 1–4.
2. M. Tan, Q.V. Le EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks / M. Tan, Q.V. Le // International Conference on Machine Learning (ICML). 2019. C. 6105–6114
3. J. Long, E. Shelhamer, T. Darrell Fully convolutional networks for semantic segmentation / J. Long, E. Shelhamer, T. Darrell // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2017. Vol. 39, Issue 4. C. 640–651.

СТВОРЕННЯ ДАТАСЕТУ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ

Соломатін В.А., *mcsol2018@gmail.com*, Ємел'яненко Т. Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Інформація для формування датасету отримана з Дніпропетровського обласного клінічного центру кардіології та кардіохірургії, де були зібрані та оброблені рентгенівські зображення з метою створення набору даних для виявлення ішемічної хвороби серця.

Датасет складається з 700 рентгенівських зображень, які були розподілені на навчальну та тестову вибірки. Навчальна вибірка складається зі 600 зображень, які розділені на два класи: 300 зображень із ознаками ішемічної хвороби серця та 300 зображень здорових осіб. Для тестування було відібрано 100 зображень розподілених аналогічно – по 50 зображень в кожній категорії. Створений датасет є збалансованим, оскільки містить однакову кількість зображень, що належать до двох основних класів: пацієнтів із ішемічною хворобою серця та здорових осіб. Кожне зображення було аnotatedовано для вирішення задачі класифікації, спрямованої на виявлення ішемічної хвороби серця. Розміри зображень датасету становлять 225x225 пікселів (рис. 1).

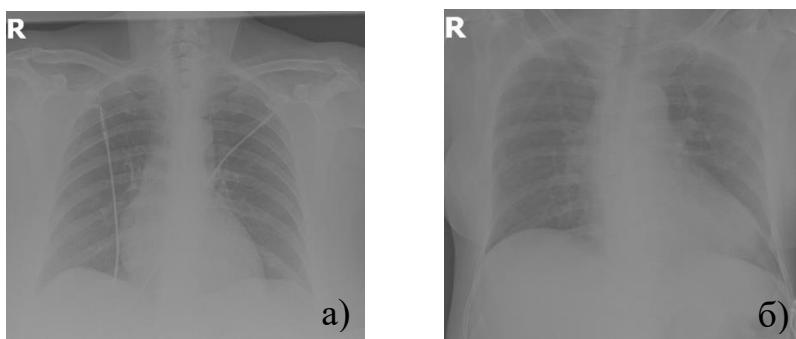


Рис.1. Рентгенівські знімки здорової особи а) та з ішемічної хворобою серця б)

Створений датасет надає можливості для навчання та перевірки різних моделей машинного навчання для виявлення ішемічної хвороби серця і може бути корисним як під час проведення наукових досліджень, так і під час підготовки студентів, які навчаються за напрямами підготовки з інженерії програмного забезпечення та інформаційних систем та технологій.

ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕЯКИХ КЛІМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДАМИ MACHINE LEARNING

Старов М. І., starovnikita15@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Кліматичні зміни стали однією з найбільших глобальних проблем сучасності, і точні прогнози є важливими для прийняття стратегічних рішень та адаптації до змін. Існує безліч математичних моделей, які дозволяють будувати такі прогнози, але найбільш цікавими зараз є моделі з використанням методів Machine Learning. При їх використанні необхідно враховувати різні аспекти застосування методів машинного навчання в кліматичних дослідженнях та їх вплив на точність та надійність кліматичних прогнозів [1].

Машинне навчання дозволяє аналізувати великі обсяги кліматичних даних, включаючи температуру повітря, вологість, швидкість віtru та багато інших параметрів. Застосування алгоритмів глибокого навчання, таких як рекурентні нейронні мережі, дозволяє отримувати більш точні та надійні прогнози [4, 5].

Розглянуті приклади досліджень, де застосування методів машинного навчання привело до успішних прогнозів кліматичних параметрів, включаючи зміни температури та опадів. Ці дослідження показують потенціал машинного навчання у цій області [2]. Проте використання машинного навчання в кліматичних дослідженнях вимагає великих обсягів даних та оптимізації моделей [3].

В результаті проведених досліджень були розглянуті та обрано методи Machine Learning для прогнозування деяких кліматичних характеристик. Розроблене програмне забезпечення та проведені чисельні експерименти дозволяють зробити висновки про адекватність обраних методів. Проведені дослідження підкреслюють, що машинне навчання є потужним інструментом для покращення прогнозів кліматичних змін та забезпечення точних та надійних даних. Воно відкриває нові можливості для дослідження та адаптації до кліматичних викликів.

Список використаної літератури

1. Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J. L., Fichefet, T., Friedlingstein, P., ... & Wehner, M. (2013). Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility. In Climate change 2013-the physical science basis (pp. 1029-1136). IPCC.
2. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444.
3. Seneviratne, S. I., Donat, M. G., Mueller, B., & Alexander, L. V. (2018). No pause in the increase of hot temperature extremes. Nature Climate Change, 8(3), 222-226.
4. Rasp, S., & Lerch, S. (2018). Deep learning for weather forecasting. Journal of the Royal Society Interface, 15(144), 20180206.
5. Schleussner, C. F., Rogelj, J., Schaeffer, M., Lissner, T., Licker, R., Fischer, E. M., ... & Knutti, R. (2016). Science and policy characteristics of the Paris Agreement temperature goal. Nature Climate Change, 6(9), 827-835.

МЕТОДИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЦИФРОВИХ СИГНАЛАХ

Стружко В.Р. struzhko.vadym@gmail.com, Антоненко С.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Оскільки за останні роки був швидкий ріст інформаційних та комунікаційних технологій як у різноманітних галузях, так і в повсякденному житті, існує дуже поширенна проблема, проблема безпеки передачі інформації. Стеганографія є способом вирішення задачі. Завдяки стеганографії можна досягти секретності у спілкуванні, використовуючи методи та алгоритми приховування інформації в звукових сигналах і зображеннях.

Приховування інформації в звукових сигналах. Методи і алгоритми приховування даних у звук засновані на недоліках системи слуху людини, а точніше на діапазонах потужності і частот, які людина не може сприймати. Далі описані метод фазового кодування, розширення спектру та приховування відлуння.

Метод фазового кодування. Його виділяють як один із найефективніших методів кодування. Суть полягає у заміні фази оригінального аудіосегменту опорною фазою, що являє собою дані. Фаза сегментів, які йдуть після, регулюється для підтримки відносної фази між сегментами. Для декодування приймач повинен знати довжину сегмента, точки дискретного перетворення Фур'є та інтервал даних.

Розширення спектру. Щоб ускладнити виявлення та вилучення повідомлення шляхом підслуховування, використовується розширеній спектр, головна концепція, що лежить в основі, полягає в трансляції прихованого повідомлення в широкому діапазоні частот із включенням низькорівневого шумового сигналу. Результатом є змінений аудіосигнал, що охоплює як початковий аудіосигнал, так і секретне повідомлення, але він залишається невідрізним від вихідного сигналу.

Приховання відлуння. Широко використовуваний метод вбудування даних у аудіо, загальною концепцією якого є приховання даних у відлунні, мінімізуючи будь-яке погіршення вихідного мультимедійного потоку. Приховання відлуння вносить зміни в аудіосигнал хоста, що відображає характеристики навколишнього середовища, на відміну від випадкового шуму.

Приховання інформації в зображеннях. Поширеною технікою приховання повідомень у сучасну цифрову епоху є вбудування конфіденційних повідомень у цифрові зображення.. Це тому, що він використовує властиві обмеження людської зорової системи. Далі описані метод Least Significant Bit (LSB), частотний діапазон та метод Patchwork

LSB Insertion. Основна концепція цієї техніки полягає в тому, щоб включити дані або приховане повідомлення шляхом зміни найменшого значущого біта піксельних значень у зображенні. Методи перетворення LSB становлять нескладні способи інтеграції інформації, але вони можуть бути дуже чутливим до навіть незначних змін у контейнері.

Частотний діапазон — це техніка для приховання повідомень у зображеннях, яка передбачає маніпулювання співвідношеннями частот зображення за допомогою математичної операції, відомої як перетворення Фур'є. Завдяки маніпулюванню цими співвідношеннями стає можливим інтегрування прихованого повідомлення в зображення.

Patchwork. У цьому підході використовується псевдовипадковий генератор для вибору n пар пікселів і тонкого регулювання їх яскравості, тим самим підвищуючи контраст у цій групі без зміни середньої яскравості зображення. Patchwork можна налаштувати для ефективної роботи навіть при роботі зі стисненням JPEG. У найпростішій конфігурації цей алгоритм може кодувати та декодувати окремі символи або біти в зображенні.

Розглянуті методи є гарним рішенням для подальшої роботи з ними при розробленні інформаційної технології і практичної реалізації.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ФОРМУЛИ КОШІ В ЗАДАЧІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТОЧОК В ДОВІЛЬНОМУ ПОЛІГОНІ

Тітяпкин А.С., tityapkin@ukr.net,

Український науковий центр екології моря

Зайченко М.Д., zaichenkom62@gmail.com,

Тітяпкин С.С., tycoon1990asd@gmail.com

Білгород-Дністровський фаховий коледж природокористування,
будівництва та комп'ютерних технологій

Однією з важливих задач обчислювальної геометрії є розв'язання проблеми локалізації точок в довільному полігоні, як правило, заданої багатокутником на площині. Відомо декілька алгоритмів розв'язання цієї задачі, основні з яких: трасування променя, підсумовування кутів, методи смуг, ланцюгів, трапецій, деталізації тріангуляції, та інші [1]-[2]. Кожен відомий метод поряд з перевагами має свої недоліки та обмеження, як правило, досить суттєві. А саме – виникнення виняткових ситуацій, повільність, вимога опукlosti, складність програмної реалізації.

Новий підхід, заснований на інтегральній теоремі та формулі Коші з теорії функцій комплексного змінного, розглядався в роботах [1]-[2], проте, на відміну від [2], рішення в [1], яке отримане із застосуванням математичних пакетів, є неправильним, можливо через технічні помилки.

Отже, з інтегральної формули Коші випливає, що:

$$K = \int_{\Delta} \frac{dz}{z - z_0} = \begin{cases} 0, & \text{при } z_0 \notin M \\ 2\pi i, & \text{при } z_0 \in M \\ \infty, & \text{при } z_0 \in \Delta \end{cases} \quad (1)$$

де Δ – контур заданого багатокутника M ,

$z_0 = x_0 + iy_0$ – задана точка на комплексній площині.

Інтеграл в (1) представляється у вигляді суми двох криволінійних інтегралів другого роду:

$$K = \int_{\Delta} \frac{(x - x_0)dx + (y - y_0)dy}{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} + i \int_{\Delta} \frac{(x - x_0)dy - (y - y_0)dx}{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}. \quad (2)$$

Застосовуючи формулу Гріна, перший доданок в (2) дорівнює нулю.

Розглядаючи одну сторону AB контуру Δ з координатами $A(x_1; y_1)$ і $B(x_2; y_2)$ та рівняння прямої, що проходить через дві точки, отримаємо наступне рішення для другого доданку в (2):

$$i \int_{AB} \frac{(x - x_0)dy - (y - y_0)dx}{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} = i \left(\operatorname{arctg} \frac{x_{21}x_{10} + y_{21}y_{10}}{y_{10}x_{21} - y_{21}x_{10}} - \operatorname{arctg} \frac{x_{21}x_{20} + y_{21}y_{20}}{y_{10}x_{21} - y_{21}x_{10}} \right),$$

де $y_{21} = y_2 - y_1$, $x_{21} = x_2 - x_1$, $y_{10} = y_1 - y_0$, $x_{10} = x_1 - x_0$, $y_{20} = y_2 - y_0$, $x_{20} = x_2 - x_0$.

Поширюючи розв'язання на весь контур Δ , отримаємо наступний вираз для розрахунку величини K :

$$K = i \sum_k^n \left(\operatorname{arctg} \frac{x_{k+1,k}x_{k0} + y_{k+1,k}y_{k0}}{y_{k0}x_{k+1,k} - y_{k+1,k}x_{k0}} - \operatorname{arctg} \frac{x_{k+1,k}x_{k+1,0} + y_{k+1,k}y_{k+1,0}}{y_{k0}x_{k+1,k} - y_{k+1,k}x_{k0}} \right).$$

Таким чином, одержано аналітичне розв'язання задачі щодо локалізації точки у довільному багатокутнику методами математичного аналізу на основі інтегральної формулі Коші, розроблено відповідну програму на мові програмування C++, яка успішно застосовувалась для локалізації даних супутниковых спостережень з хлорофілу-а. Програма була доопрацьована і тепер дозволяє локалізувати координати точок та відповідні їм значення гідролого-гідрохімічних параметрів за результатами моніторингових чи супутникових спостережень для подальшого аналізу екологічного стану морських вод у заданих районах.

Бібліографічні посилання:

1. Недошивина А.И. Об алгоритмах локализации точки относительно различных плоских областей / Современные проблемы естественных наук (математика). – Том 1 (2), 2014. – С. 122-128.
2. Tityapkin A. Method of a point localization in a polygon in relation to ecological and geographical problems / ISIT 2021: II International Scientific and Practical Conference «Intellectual Systems and Information Technologies», September 13-19, 2021, Odesa, Ukraine

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИХ ПОЛІВ

Ткачов Є.О., etkacov02@gmail.com

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара

В області Ω площини розподілений електричний заряд з густиною $q(\xi, \eta, S)$.

Елемент заряду $q(\xi, \eta, S)$ у точці $dQ = \rho(\xi, \eta, S) d\xi d\eta dS$ створює у точці $P(x, y, z)$ площини електричне поле потенціал якого у точці $P(x, y, z)$ дорівнює

$$\varphi(P) = \varphi(x, y, z) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{\Omega} \frac{q(\xi, \eta, S) d\xi d\eta dS}{r(P, Q)},$$

де $r(P, Q) = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - S)}$ – це відстань між точками P і Q .

Обчислення напруженості та потенціалу буде обчислено за допомогою моделі, також будуть побудовані еквіпотенціальні лінії.

Еквіпотенціальна поверхня — поверхня, в усіх точках якої одинаковий потенціал. Еквіпотенціальні поверхні перпендикулярні до силових ліній поля. Перетинаючись з площею креслення еквіпотенціальні поверхні дають еквіпотенціальні лінії. Так як усі точки, еквіпотенціальної поверхні дають одинаковий потенціал, то при переміщенні заряду вздовж неї робота електричного поля дорівнює нулю. Це значить, що сила, електричного поля, що діє на заряд, весь час перпендикулярна до переміщення. Звідки ми маємо, що силові лінії завжди перпендикулярні до еквіпотенціальних поверхонь.

Електростатичне поле — поле, створене нерухомими в просторі і незмінними в часі електричними зарядами (за відсутності електричних струмів). Електричне поле є особливим видом матерії, пов'язаної з електричними зарядами та передає дії зарядів один на одного.

Якщо в просторі є система заряджених тіл, то в кожній точці цього простору існує силове електричне поле. Його визначають силою, що діє на

пробний точковий заряд, поміщений в це поле. Пробний заряд повинен бути мізерно малим, щоб не вплинути на характеристику електростатичного поля.

Електричне поле називають однорідним, якщо вектор його напруженості одинаковий у всіх точках поля.

Основні характеристики електростатичного поля:

- Напруженість поля
- Електростатичний потенціал

Силові лінії електростатичного поля мають такі властивості:

1. Завжди незамкнені: починаються на позитивних зарядах (або на нескінченості) і закінчуються на негативних зарядах (або на нескінченості).
2. Не перетинаються і не торкаються один одного.
3. Густота ліній тим більша, чим більша напруженість, тобто напруженість поля прямо пропорційна кількості силових ліній, що проходять через січення одиничної площини розташоване перпендикулярно до ліній.
4. Напруженість та електростатичний потенціал

Напруженість поля – це величина, яка вимірюється відношенням сили, що діє на будь-який пробний заряд з боку електричного поля, до величини цього заряду.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В. Теоритичні основи електростатичного поля (стр. 10-19)
2. Чолпан П.П., 2003р., Фізика, розділ 8, частина 3, Електростатичне поле.

МОДЕЛЮВАННЯ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Третьяк О. П. tretiaklena2001@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Біометрія вже в значній мірі проникає в життя людей і здійснює значний вплив на різні аспекти нашої повсякденної діяльності: медичні застосування, паспорти та документи, фінансові технології, транспортні системи тощо. Відбиток пальця є домінуючою біометричною ознакою в цих програмах порівняно з іншими загальними рисами, такими як обличчя, райдужна оболонка ока та голос, а також новими ознаками, зокрема ходою, вухами та венами на долонях.

Незважаючи на значний прогрес протягом останніх двох десятиліть у розробці систем автоматичної ідентифікації відбитків пальців, існують деякі фактори, які ускладнюють досягнення бажаних результатів. До таких факторів відносяться: недостатня надійність алгоритмів вилучення дрібниць, складнощі у визначенні відповідності між зображеннями відбитків пальців, проблеми з отриманням якісних зображень, низька контрастність зображень, труднощі зчитування відбитків пальців у фізичних робочих умовах тощо. Навіть існуючі методи ідентифікації можуть мати свої обмеження і недоліки. Дослідження дозволяють виявити проблемні аспекти і розробити нові підходи, що покращують точність ідентифікації. Наприклад, деякі методи не можуть виявляти відбитки з низьким рівнем якості, або не досить надійно працювати з відбитками певних груп населення.[1] Такі проблеми вимагають подальших досліджень і розвитку методів ідентифікації, щоб забезпечити більш точну, безпечною та ефективну систему ідентифікації по відбитку пальців.

Метою дослідження є виявлення проблемних аспектів алгоритмів порівняння особливостей (Minutiae based) та SIFT (Scale Invariant Feature Transform). Перший алгоритм зазвичай використовується для аналізу відбитків пальців та інших біометричних зображень, де ключовими є особливі точки - унікальні структурні характеристики, такі як кінці ліній, виделки та петлі, які присутні на відбитках пальців. Другий алгоритм в свою чергу може застосовуватися у різних завданнях комп'ютерного зору, таких як розпізнавання об'єктів, монтаж зображень, панорамна фотографія та інші. Хоч алгоритм SIFT і не спеціалізується тільки на порівнянні відбитків пальців, він може бути більш підходящим, оскільки він знаходить ключові точки, стійкі до змін масштабу, поворотів та освітлення.

У роботі використовуються відбитка пальців одного з чотирьох наборів даних, використаних у конкурсі FVC2004. Цей набір даних є синтетичним і загальнодоступні для використання. Формат: TIFF, 500dpi, 640x480px. Сенсор: оптичний, 500 dpi, V300 від CrossMatch. Вони мають штучні ускладнення, тому проведено обробку зображень відбитків пальців за допомогою методів і алгоритмів комп'ютерного зору, а саме: еквалізації гістограм, бінаризації та скелетонізації зображень за алгоритмом Zhang-Suen [2].

Бібліографічні посилання:

1. Reddy M, Karumanchi S, Anasuya K. A Study of Finger Prints: Bilateral Asymmetry and Sex Difference in the Region of Andhra Pradesh. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2011. Vol. 3, P. 597–600
2. Jain H., Kumar A.P. A Sequential Thinning Algorithm For MultiDimensional Binary Patterns. IEEE Trans. on Image Processing. 2017. Vol.2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗБУТУ КОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Трофимов О.В., Леман Д.К. agritron@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Для кожної компанії економічне зростання є однією з пріоритетних цілей. Як правило, під економічним зростанням розуміють кількісне збільшення і якісне поліпшення виробництва. У більшості випадків корпоративні аналітики вирішують завдання прогнозування продажів за допомогою найпростіших аналітичних інструментів. Однак, беручи до уваги розвиток інформаційних технологій, а також збільшення обсягу даних, швидкість роботи з ними набуває все більшого значення, і в цьому випадку використання стандартних інструментів є неефективним.

Розглянуто традиційні методи прогнозування.

Наївний прогноз – прогноз на даний період рівний фактичному значенню попереднього періоду. Саме останнє значення ряду стає наступним прогнозом.

Ковзне середнє – береться набір даних, визначається їхнє середнє, а потім це середнє застосовується для прогнозування на наступний період інструмент. застосовується для згладжування часових рядів.

Метод експоненційного згладжування – це метод послідовного згладжування параметрів траєкторії руху за допомогою фільтра з постійною пам'яттю.

Модель Бокса-Дженкінса – більш складна модель розроблена на основі ковзнього середнього яка може враховувати тренд, сезонність та випадкові відхилення від них.

Розглянуто ансамблеві моделі.

Ансамблеві моделі є потужним інструментом для аналізу даних. Ідея об'єднання простих моделей дозволяє зробити кращі прогнози. Проте для побудови прогнозів спочатку необхідно застосовувати більш прості моделі,

оскільки використовуючи їх, можна досягти необхідної точності. Гарно проілюструвати як працює методи ансамблю моделей можуть теорема журі Кондорсе та спостереження яке називається мудрістю натовпу.

Було використано наступні підходи для збору ансамблів.

Стекінг - Спершу навчають кілька алгоритмів, потім результати їх роботи показують останньому алгоритму. Саме він і приймає остаточне рішення. Стекінг – хороший, але найменш точний ансамбль серед інших методів.

Бегінг - багато разів навчаемо ансамбль на випадкових вибірках даних. І в кінцевому підсумку усереднююмо відповіді. Це виглядає як голосування за найбільш популярну відповідь, де багато моделей працюють паралельно.

Бустінг - спосіб включає послідовне навчання алгоритмів. Тобто спершу навчаемо перший і відзначаємо місця, де він помилився. Потім навчаемо другий, особливу увагу приділяючи місцям на яких помилявся перший.

Було обрано базу знань обсягу продаж комерційного підприємства, створено прогнози на основі традиційних методів числових рядів а також за допомогою декількох різних створених ансамблевих моделей.

Поріняно результати і обираю найкращу модель для прогнозування подальшого об'єму продаж для підприємства.

Біографічні посилання

1. Leo Breiman and Leo Breiman, “Bagging predictors,” in Machine Learning, 1996, pp. 123–140.
2. Peter Bühlmann and Torsten Hothorn, “Boosting algorithms: Regularization, prediction and model fitting,” Statistical Science, pp. 477–505, 2007
3. Макроекономічне моделювання та короткострокове прогнозування. – Харків : Форт, 2000. – 336 с
4. Frances P. H. Time Series Models for Business and Economic Forecasting / Philip Hans Frances. – Cambridge University Press, 1999. – 280 p.

ОПТИМАЛЬНИЙ ВИБІР ВАРІАНТІВ ДЛЯ МАКСИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКУ ПРИ ЗАПОЧАТКУВАННІ БІЗНЕСУ

Турчина В. А., Гринько Б.А., bgrinko@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В данній роботі розглядається один із підходів, що дозволяють проаналізувати можливі варіанти, які дозволяють визначитися з прийняттям конкретних рішень на етапі започаткування бізнесу. Зокрема досліджувалася задача повязана з сферою що стосується розробки програмного забезпечення. Основана ціль – це вибір тих варіантів, що спрямовані на максимізацію прибутку. В таких задачах можна користуватися набутим попереднім досвідом, використовувати експертні оцінки, або користуватися математичним апаратом теорії прийняття рішення. Саме останній підхід використовувався в задачі, що розв'язувалася.

Нехай ми маємо скінчену кількості варіантів, з яких потрібно зробити вибір; скінченну кількість факторів які ми враховуємо, здійснюючи цей вибір і які не протидіють цьому вибору. З факторами повязані прогнозні показники між якими існує функціональна залежність. Якби ця залежність була детермінованою, то задача розвязувалась би просто, але в реальних задачах ця залежність статистична [1]. Тому необхідний алгоритм, який кожному значенню прогнозу ставить у відповідність деяке рішення.

Враховуючи технології та доменні області які користуються найбільшим попитом, експертами було обрано 60 найперспективніших варіантів вибору; 65 факторів, які мають найбільший вплив на рішення; було обрано три найбільш вірогідних прогнози; визначено матрицю прибутків розміром 60x65; та обрано матрицю умовних ймовірностей розмірності 3x65.

Статистичні нерандомізовані розв'язки були знайдені за наступною схемою [2]:

1. Підрахована кількість M статистичних розв'язуючих функцій $M=216000$.
2. Побудовано відображення цими функціями вірогідних прогнозів на множину розв'язків.
3. Знайдені елементи $q_{i,j}$ матриці Q середніх прибутків тобто $Q = \{q_{i,j}\}_{216000 \times 65}$.
4. Застосовані методи знаходження оптимальних нерандомізованих статистичних розв'язків, що базуються на 5 критеріях.

Була розроблена програма мовою C# з допомогою Visual Studio та Microsoft Console, що реалізує схему данної моделі та обчислює оптимальні розв'язки за наступними критеріями: максимінний критерій, Гурвіца, Байеса, Лапласа, мінімальної дисперсії. Отримані наступні результати:

```
#####
Max(М) рішення:
Розв'язуча функція = 147734,
Для прогнозу: Прогноз МВФ, Рішення: Розробка на мові Python у галузі Охорона здоров'я у домені Робототехніка
Для прогнозу: Прогноз Володимира Стуса, Рішення: Розробка на мові C# у галузі Освіта у домені Штучний інтелект
Для прогнозу: Прогноз Михайла Кухара, Рішення: "Розробка на мові Java у галузі Енергетика, нафта і газ у домені Хмарні технології"

Максимальний мінімальний виграв=0,67
#####
Рішення відповірне до критерію Гурвіца:
Розв'язуча функція = 179447,
Для прогнозу: Прогноз МВФ, Рішення: Розробка на мові TypeScript у галузі Автомобільна промисловість у домені Цифрові платформи
Для прогнозу: Прогноз Володимира Стуса, Рішення: Розробка на мові TypeScript у галузі Охорона здоров'я у домені Сервісний дизайн
Для прогнозу: Прогноз Михайла Кухара, Рішення: Розробка на мові Python у галузі Фінансові послуги у домені Програмне забезпечення

Виграв=1,89
#####
Рішення відповірне до максимального математичного очікування (критерій Лапласа):
Розв'язуча функція = 55247,
Для прогнозу: Прогноз МВФ, Рішення: Розробка на мові Java у галузі Охорона здоров'я у домені Розширення реальність
Для прогнозу: Прогноз Володимира Стуса, Рішення: Розробка на мові Java у галузі Фінансові послуги у домені Кібербезпека
Для прогнозу: Прогноз Михайла Кухара, Рішення: Розробка на мові Python у галузі Фінансові послуги у домені Програмне забезпечення

Математичне очікування =1,47
#####
Рішення відповірне до мінімальної дисперсії
Розв'язуча функція = 50052,
Для прогнозу: Прогноз МВФ, Рішення: "Розробка на мові Java у галузі Енергетика, нафта і газ у домені Хмарні технології"
Для прогнозу: Прогноз Володимира Стуса, Рішення: Розробка на мові TypeScript у галузі Програмне забезпечення у домені Розширення реальність
Для прогнозу: Прогноз Михайла Кухара, Рішення: Розробка на мові Java у галузі Автомобільна промисловість у домені Розширення реальність

Математичне очікування =1,27
#####
```

В таблиці виграв наведений в умовних одиницях.

Результати дослідження можуть бути застосовані при пошуку оптимальних рішень в задачах з багатьма факторами, прогнозами, варіантами вибору та матрицею прибутку.

Перелік використаних джерел

1. Білінський М.А., Брилев О.Г., Бурак В.Є., Кухарчук В.О. "Системний аналіз: Підручник". Київ, 2012. - 320 с.
2. Dennis, Alan; Wixom, Barbara Haley; Roth, Roberta M. "Systems Analysis and Design". Indianapolis, IN: Wiley, 2018. - 544 pages.

КОНТРПРИКЛАД ДО АЛГОРИТМУ ПЕРЕРАХУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНО-ПОСЛІДОВНИХ ГРАФІВ БЕЗ ІЗОМОРФІЗМУ

Турчина В.А., Караваєв К.Д., [karavaiev_k@fpm.dnu.edu.ua](mailto:k@fpm.dnu.edu.ua)

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Вступ. Одразу ж зі свого виникнення у середині минулого століття, задачі теорії розкладів знайшли своє застосування у багатьох практичних сферах. Серед них виділяють задачі, що можна подати у формі оптимізаційних задач на графах, які визначають деякі наявні технологічні обмеження. У загальному випадку більшість таких задач виявилися НР-важкими, тому актуальним залишається дослідження можливості пришвидшити знаходження точних розв'язків, принаймні для деяких спеціальних класів графів, таких як, наприклад, паралельно-послідовні.

Постановка задачі. Розглядається задача побудови розкладу S , що мінімізує загальний час завершення низки робіт у класичній постановці [1]: відома кількість виконавців h , які є універсальними, та ациклічний орграф G , вершини якого відповідають роботам, а дуги задають обмеження на порядок їх слідування. У шуканому розкладі у кожен момент часу може виконуватись не більше, ніж h робіт; і якщо між якимось двома вершинами i та j у G існує орієнтований шлях, то вершина i у розкладі має стояти раніше за j . Час виконання всіх робіт вважається однаковим.

Наведена задача у загальному випадку є НР-важкою, тому для знаходження точних розв'язків найчастіше застосовуються схеми направленого перебору. Точний поліноміальний алгоритм розв'язку відомий для випадку, коли граф G є лісом, проте для класу паралельно-послідовних графів, що включає в себе клас лісів, такий алгоритм отримати доки не вдалося.

Результати. У роботі [2] досліджуються достатні умови взаємозамінності відкритих вершин паралельно-послідовного графу у контексті скорочення перебору у методі гілок та меж за рахунок виключення гілок, що відповідають ізоморфним підграфам.

Цей результат дозволив сподіватися, що для цього класу графів вдасться також довести твердження про можливість переліку без ізоморфізму, що згадується у [2]. Враховуючи можливість визначення вершин, що можуть відображатись одна в одну автоморфізмом, для таких графів, це дало б можливість значно прискорити пошук розв'язків не тільки для класичної задачі, а також і для її узагальнень.

Виявилося, що для такого класу графів твердження також не виконується. Розглянемо приклад графу з Рис. 1. Графи G_1 та G_2 утворені з графу G видаленням вершин 1,2 та 3,5 відповідно. Ці графи також є ізоморфними, відповідність вершин наведена у дужках біля поміток вершин графу G_2 . Отже, маємо два графи, що утворені шляхом видалення пари відкритих вершин з вихідного графу, та є ізоморфними. При цьому неважко перевірити, що серед пар вершин $(1,3), (1,5), (2,3), (2,5)$ немає взаємозамінних.

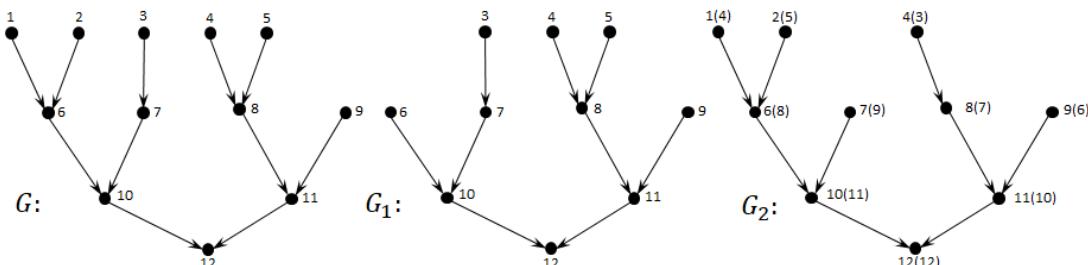


Рис. 1. Контрприклад для випадку видалення двох вершин з бінарного дерева

Оскільки графи у наведеному прикладі є бінарними деревами, які є найпростішими нетривіальними графами, то можна очікувати, що це твердження є хибним для усіх важливих класів графів. Тому у подальших дослідженнях варто зосередитись на кількісному визначенні, який виграш дає такий варіант скорочення перебору.

Бібліографічні посилання

- 1. Танаев В.С.** Теория расписаний. Групповые технологии [Текст] / В.С. Танаев, М.Я. Ковалев, Я.М. Шафранский. – Мн.: Университетское, 1998. – 290 с.
- 2. Караваєв К.** Про необхідні та достатні умови наявності автоморфізму у паралельно-послідовних графах [Текст] / К. Караваєв, В. Турчина // Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXV Міжнародного науково-практичного семінару імені А. Я. Петренюка, (Запоріжжя – Кропивницький, 14-16 червня 2023 року). – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». – 2023. – С. 122-129.

АПРІОРНА ОЦІНКА ДОВЖИНІ УПОРЯДКУВАНЬ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ГРАФІВ

Турчина В.А., Коваленко Є.О. kovalenko.y20@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Аналізуючи вплив переривань на оптимальність в задачах паралельного упорядкування варто зупинитися на питанні апріорного оцінювання довжини упорядкувань для випадків, коли переривання не передбачені. В даній роботі це питання досліджується для спеціальних зважених графів, що відносяться до класу зірок [1]. Нехай кількість вершин вхідної чи вихідної зірки дорівнює $(p+1)$, причому вершина з номером $(p+1)$ є центральною і має довільний натуральний ваговий коефіцієнт c [2]. Розглядається випадок, коли вагові коефіцієнти решти вершин відрізняються на 1 і для зручності вважається, що для i -ої вершини ($1 \leq i \leq p$) він дорівнює i .

Очевидно, що в упорядкуванні або на останньому місці, якщо зірка вхідна, або на першому, якщо вихідна, може бути розміщена лише одна центральна вершина. Розглянемо мінімальну кількість місць, на які можна розмістити решту p вершин. Нехай $p = kh + r$, $0 \leq r < h$, де h — задана ширина упорядкування.

Твердження 1. Для $k > 3$ довжину оптимального упорядкування вершин вхідної чи вихідної зірки l^* можна представити у вигляді $l^* = l_{(p-2h)}^* + l_k + c$, де $l_k = const.$

Доведення. Розглянемо $2h$ вершин із найбільшими ваговими коефіцієнтами $(kh+r)$, $(kh+r-1)$, ... $((k-2)h+r+1)$. Згрупуємо їх попарно таким чином, щоб сума вагових коефіцієнтів в кожній з пар була однаковою. Тоді маємо h пар вершин, кожна з яких займатиме при внесенні в упорядкування місця з первого по $kh+r+(k-2)h+r+1=(2k-2)h+2r+1$.

Таким чином, позначивши $l_k = (2k - 2)h + 2r + 1$, одержуємо $l^* = l_{(p-2h)}^* + l_k + c$.

Твердження 2. Для $k > 3$ довжину оптимального упорядкування вершин вхідної чи вихідної зірки l^* можна представити у вигляді $l^* = l_{(2h+r)}^* + L_k + c$ якщо k — парне, і $l^* = l_{(3h+r)}^* + L_k + c$, якщо непарне, а $L_k = \text{const.}$

Доведення. Враховуючи попереднє твердження, довжину оптимального упорядкування можна представити у вигляді

$$l^* = l_{(p-2h)}^* + l_k + c, \quad (1)$$

де $l_k = (2k - 2)h + 2r + 1$. Оскільки $p - 2h = (k - 2)h + r$ бачимо що твердження є істинним у випадках, коли $k - 2 \leq 3$, $L_k = l_k$. В іншому разі $l_{((k-2)h+r)}^* = l_{((k-4)h+r)}^* + l_{k-2}$. Підставивши цей вираз у (1) маємо $l^* = l_{((k-4)h+r)}^* + l_k + l_{k-2} + c$. Якщо $k - 4 \leq 3$, то позначивши $L_k = l_k + l_{k-2}$ одержуємо або $l^* = l_{(2h+r)}^* + L_k + c$, або $l^* = l_{(3h+r)}^* + L_k + c$.

Процес продовжується ітераційно, на кожному кроці до упорядкування заносяться $2h$ вершин так, як описано при доведенні твердження 1, та виокремлюються константні доданки $l_k, l_{k-2}, \dots, l_{k-2q}$ в (1), де $q = \frac{(k-4)}{2}$ якщо

k — парне, і $q = \frac{(k-5)}{2}$ якщо непарне. Тоді $L_k = \sum_{j=0}^q l_{k-2j}$, а $l^* = l_{(2h+r)}^* + L_k + c$

або $l^* = l_{(3h+r)}^* + L_k + c$ відповідно для парних та непарних значень k .

Таким чином показано, що значення довжини оптимального упорядкування вершин зірки можна апріорно уточнити. Розробка алгоритму оптимального розміщення елементів тієї підмножини вершин, які не попали в упорядкування, є предметом подальших досліджень.

Бібліографічні посилання

1. Петренюк Д.А. Граціозні дерева. Аналіз проблеми та перспективи / Управляющие системы и машины. — 2016. — № 1. — С. 16–25.
2. Турчина В.А., Коваленко Є.О. Переривання в задачах упорядкування вершин граціозних дерев. Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – С. 214–219.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ НОВИН

Удалов М.М, Дзюба П.А

misha2001dw@gmail.com, avatarr2282@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Фейкові новини є серйозною проблемою в сучасному світі вони можуть призвести до поширення дезінформації плутанини та навіть насильства тому важливо мати ефективні методи для виявлення фейкових новин. Одним із перспективних напрямків у вирішенні цієї проблеми є використання штучних нейронних мереж нейронні мережі можуть навчитися розпізнавати фейкові новини аналізуючи їхній текст зображення та відео. Алгоритми штучних нейронних мереж для виявлення фейкових новин повинні вирішувати три основні завдання:

- Визначення правдоподібності новини. Нейронна мережа повинна навчитися оцінювати, наскільки новина правдоподібна, виходячи з її змісту. Це завдання можна вирішити, аналізуючи такі фактори, як:
 - Логічність і послідовність викладу інформації
 - Відповідність новини загальновідомим фактам
 - Відсутність суперечностей у тексті
- Виявлення ознак фейкової новини. Нейронна мережа повинна навчитися розпізнавати ознаки фейкової новини, такі як:
 - Використання неправдивих фактів, зображень або відео
 - Використання емоційних заголовків або текстів
 - Використання неіснуючих джерел
 - Відсутність посилань на джерела інформації
- Класифікація новини як фейкової або справжньої. На основі результатів виконання попередніх завдань нейронна мережа повинна класифікувати новину як фейкову або справжню.

Існує кілька типів алгоритмів штучних нейронних мереж, які можуть бути використані для виявлення фейкових новин.

- Алгоритми на основі машинного навчання. Ці алгоритми навчаються на наборі даних фейкових і справжніх новин. Після навчання вони можуть використовуватися для класифікації нових новин.
- Алгоритми на основі розпізнавання образів. Ці алгоритми використовують штучний інтелект для розпізнавання ознак фейкових новин в тексті, зображеннях або відео. Наприклад, вони можуть виявляти неіснуючі предмети або людей на зображеннях, або невідповідність тексту і зображення.
- Алгоритми на основі аналізу тексту. Ці алгоритми використовують штучний інтелект для аналізу тексту новини, щоб визначити її правдоподібність. Наприклад, вони можуть виявляти неправдиві факти, емоційні заголовки або тексти, або неіснуючі джерела.

Дослідження алгоритмів штучних нейронних мереж для виявлення фейкових новин є активною областью досліджень. Вчені розробляють нові алгоритми, які є більш ефективними та точними в виявленні фейкових новин. Алгоритми штучних нейронних мереж мають великий потенціал для виявлення фейкових новин. Вони можуть бути використані для створення ефективних систем, які можуть допомогти людям розпізнавати фейкові новини. Алгоритми штучних нейронних мереж є перспективним напрямком у вирішенні проблеми фейкових новин. Вони можуть бути використані для створення ефективних систем, які можуть допомогти людям розпізнавати фейкові новини.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ,
СПОТВОРЕНІХ ШУМАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Хоменко І. В., ilyakmnk@gmail.com,

Сафронова І. А., safronovainga12@gmail.com,

Сердюк М. Є., me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Дослідження методів покращення якості цифрових зображень, спотворених шумами природного походження, є важливим напрямком у сфері обробки зображень та комп'ютерного зору. У поданій роботі проведено дослідження існуючих методів покращення якості цифрових зображень, розроблено та реалізовано відповідний програмний застосунок.

Однією з головних проблем, які виникають при обробці зображень є покращення якості його різних компонентів. У якості причин можна виділити недостатню освітленість об'єктів, технічні перешкоди пов'язані з яскравістю, замалі розміри деталей зображення, погані погодні умови під час зйомки, тощо. В туманних погодних умовах контраст та колір зображення різко погіршуються. Це може привести до зниження ефективності та безпеки застосування технічних засобів і систем різного призначения, які працюють із зображеннями. Натомість, контраст - чітко виражені відмінності двох кольорів. Використання білого і чорного - базовий і найвиразніший засіб позначення тіні та світла. В [1] автор пропонує використовувати один з найпростіших методів редагування зображення, яке має високі показники контрасту. В [2] запропоновано покращений метод, який базується на інверсному зображені та темному каналі. Також використовується метод головних компонентів, який заснований на багатовимірному статистичному аналізі [3]. Зображення подається у вигляді двовимірної матриці та шляхом перетворення

динамічного діапазону яскравості зображення досягається підвищення значень контрасту.

Розроблено програмне забезпечення реалізовано на мові програмування Java, представлена у вигляді програми з графічним інтерфейсом і надає можливість редагування та порівняння результату роботи кожного з 5 розглянутих методів відносно одного зображення, дозволяє порівнювати гістограми та має додатковий функціонал для зручності користувача. Вхідне зображення залишається незмінним, вся робота проводиться над його копією, екземпляр якої потім зберігається у спеціальний контейнер для змінених зображень. Це дає можливість зручно порівнювати результативні зображення та переглядати їх гістограми. За результатами тестування різних типів зображень (які були створені за наявності таких шумів, як туман та серпанок) за допомогою розробленого програмного забезпечення з використанням реалізованих методів обробки зображень, можна зробити висновок, що не один з розглянутих методів не є універсальним. Кожний метод має свої недоліки та свою складність реалізації, що впливає на її цінність, а отриманий результат - залежить від параметрів вхідного зображення. Використання ж декількох методів для обробки одного зображення та порівняння отриманих результатів дає можливість знайти найкращий результат.

Бібліографічні посилання

1. Михайлук Ю.П., Начаров Д.В. Кількісна оцінка ефективності контрастної корекції цифрових телевізійних зображень // Вісник СевНТУ. 2012. Вип. 131. С.160-163
2. Гонсалес Р. , Вудс Р. Digital Image Processing Using MatLab - : Prentice Hall, 2004
3. Lan, X., Zhang, L., Shen, H. et al. Single image haze removal considering sensor blur and noise. EURASIP J. Adv. Signal Process. 2013, 86 (2013). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1186/1687-6180-2013-86>

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЗСУНЕНОСТІ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА АСИМЕТРІЇ

Чайковський Є.Ю., 12345eug@gmail.com

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Оцінка коефіцієнта асиметрії є зсуненою для більшості розподілів при невеликих розмірах вибірок.

Метою роботи було дослідити можливість одержання незсуненої оцінки коефіцієнта асиметрії для невеликих вибірок. Для досягнення цієї мети було розроблено програмне забезпечення для отримання величини зсуву оцінки за допомогою повнозв'язної нейронної мережі.

Програмне забезпечення розроблено мовою програмування Python 3.9.6. Бібліотекою для роботи з нейронними мережами було обрано Pytorch. Для налагодження процесу навчання було використано бібліотеку Pytorch Lightning. Створене програмне забезпечення включає в себе три основні модулі: модуль для генерації наборів даних, на яких навчаються моделі; модуль для навчання моделей; модуль для отримання величини зсуву.

На даний момент було побудовано модель у вигляді нейронної мережі для передбачення зсуву оцінки коефіцієнта асиметрії для випадку експоненціально розподілених даних. Для тренування моделі використовувався набір даних з трьох показників: кількість елементів у вибірці з експоненціального розподілу, оцінка коефіцієнта асиметрії на цій вибірці та різниця між розрахованою оцінкою коефіцієнту та теоретичним значенням коефіцієнту для даного розподілу. Останній показник виступав в якості цільового. З метою порівняльного аналізу на тих самих даних було побудовано модель логарифмічної регресії методом найменших квадратів. Але якість останньої виявилася незадовільною для передбачення величину зсуву коефіцієнта асиметрії у випадку вибірок малого обсягу.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Чорний М.А., polazaz1111@gmail.com

Дзюба П.А., avatarr@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Враховуючи проблему щорічного зростання обчислювальних потужностей у світі, питання щодо прискорення обчислень є дуже актуальним сьогодні.

Сучасні персональні комп'ютери дуже потужні, особливо якщо порівнювати з їх попередниками 90-х років, проте щороку виходять нові процесори, відеокарти та інші комплектуючі. Ця гонка обчислювальних потужностей пов'язана з першим законом Джекфа Етвуда[1]. Дані робота досліджує саме застосування та ефективність технологій паралельних обчислень у задачах математичного моделювання. Зокрема, дослідження зосереджено на використанні потужності паралелізму для вирішення об'ємних проблем, властивих математичному моделюванню, таких як проблема n-тіл та fannkuch-redux. Обидві задачі мають значні обчислювальні вимоги, це робить їх чудовими кандидатами для демонстрації переваг і потенційних проблем паралельних обчислень.

Під час написання роботи, були розроблені програми з використанням комбінації C++, OpenMPI та CUDA. Для задачі n-тіл були адаптовані алгоритми для моделювання руху та взаємодії n тіл симуляції під дією фізичних сил[2]. У випадку fannkuch-redux фокус був зосереджений на обчисленні кількості перестановок, необхідних для повернення послідовності до її впорядкованого стану[3]. Обидві проблеми вирішувалися за допомогою однопотокового методу в C++ для базового порівняння, паралелізму розподіленої пам'яті за допомогою OpenMPI та паралелізму, прискореного GPU, за допомогою технології CUDA компанії

NVIDIA. Кожна з цих реалізацій була запущена з різними початковими умовами для спостереження та заміру часу на їх виконання.

Результати дослідження підкреслили відносну ефективність кожного методу за різних сценаріїв. Результати виявили значне прискорення при використанні OpenMPI та CUDA порівняно з базовою реалізацією, що підкреслює потенціал паралельних обчислень у математичному моделюванні. Також були зауваження, які вказали на важливість оптимізації передачі даних, та важливості написання безпечноого багатопотокового коду. Змінення часу на виконання програм змінювалося залежно від розміру вхідних даних, що виділяє потребу в адаптивних алгоритмах, які могли б використовувати сильні сторони кожної технології паралельних обчислень.

Список використаних джерел

1. Nathan Myhrvold. Software: It's a Gas [Електронний ресурс] URL: <https://blog.codinghorror.com/software-its-a-gas/>
2. Lubomir Ivanov. The n-body problem throughout the computer science curriculum. J. Comput. Sci. Coll., 22(6):43–52, June 2007
3. [Електронний ресурс] URL: <https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/>

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РАДІОХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ

Чугай А.М.^{1,2}, Яськова Є.Г.³, Старкова О.В.²

chugay.andrey80@gmail.com, yelizavetayaskova@gmail.com,

olha.starkova@hneu.net

¹*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України*

²*Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця*

³*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Сучасна медична практика постійно розвивається, і радіохірургія, як важливий напрямок, не стоїть осторонь. Радіохірургія - унікальний метод лікування пухлин та інших патологій, що дозволяє досягти високої ефективності без хірургічного втручання. Однак успішне радіохірургічне лікування вимагає не лише медичних знань, а й комплексного планування, щоб забезпечити точне постачання дози радіації, мінімізувати ризик пошкодження навколоишніх здорових тканин і забезпечити оптимальне лікування для пацієнта. У цьому контексті розробка інтелектуальних систем для планування радіохірургічного лікування стала надзвичайно важливою, оскільки вони обіцяють значно покращити процес планування та результати лікування.

Інтелектуальні системи в медицині стали надійними партнерами лікарів і спеціалістів у галузі радіохірургії. Вони мають можливість аналізувати великі обсяги медичних даних, включаючи зображення, біометричні дані та дані пацієнтів, що дозволяє їм створювати точні та персоналізовані плани лікування.

Одним із методів неінвазійного лікування пухлин у людському організмі є радіохірургічний метод [1]. Декілька джерел радіації, які випромінюють гамма-промені, спрямовані на спільну точку, утворюючи концентровану високодозову радіаційну кулю. Основна задача геометричного проєктування під час лікування гамма-ножем полягає в оптимальному розташуванні набору куль у тривимірній пухлині довільної форми з максимальним коефіцієнтом заповнення. Значне перекриття

перекриття куль може призвести до зайвих доз радіації, тоді як контролювані невеликі перекриття зазвичай прийнятні.

Радіохіургія гамма-ножем - це малоінвазивна медична процедура, яка використовує радіацію для усунення пухлин в організмі людини. Система Gamma Knife складається з кількох джерел випромінювання, які випромінюють гамма-промені, сфокусовані в центральній точці, створюючи концентровану сферу високої дози випромінювання. Основна геометрична проблема лікування гамма-ножем полягає в точному позиціонуванні серії сфер у тривимірній пухлині змінної форми. Значне перекриття сфер може призвести до надмірних доз, тоді як контролюване, незначне перекриття, як правило, прийнятне.

Система Gamma Knife генерує нерівномірні радіаційні сфери різного радіусу. З практичної точки зору, загальноприйнята стратегія передбачає спочатку визначення розміщення більших сфер і подальше включення менших сфер у доступний простір. Основною метою є мінімізація радіаційного опромінення прилеглих тканин, одночасно максимізуючи дозу радіації на цільову область. Зменшення загальної кількості сфер може призвести до скорочення тривалості лікування.

На практиці часто використовують стратегію, коли спочатку розміщують більші кулі, а потім решту заповнюють дрібнішими кулями. Зменшення загальної кількості куль може скоротити тривалість лікування.

У цьому дослідженні розв'язується задача розміщення куль з контролюваним перекриттям у пухлині, яку задано як опуклий багатогранник. Основна мета – максимальне покриття області пухлини завдяки максимізації щільності розміщення куль. Водночас через обмеження на ступінь перекриття куль гарантується прийнятна доза радіації.

Wang J. Packing of Unequal Spheres and Automated Radiosurgical Treatment Planning. Journal of Combinatorial Optimization. 1999. No. 3. P. 453–463. Doi: 10.1023/A:1009831621621.

ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ПУХЛИН НА БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Шевченко Р.Р., groleore@gmail.com

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У роботі посталено за мету розробити автоматичну систему сегментації пухлин на зображеннях магнітно-резонансної томографії головного мозку. Для розв'язання обрано підхід на основі згорткових нейронних мереж, оскільки він вважається найбільш передовим для даної задачі та не потребує поглибленого аналізу предметної області.

Однією з найбільш вдалих для сегментації саме біомедичних зображень вважають повнозгорткову нейронну мережу U-Net. Вона відрізняється від традиційних тим, що просторова інформація враховується на кожному шарі завдяки відсутності повноз'єднаних шарів. Це дозволяє використовувати мережі з даною архітектурою для сегментації зображення будь-якого розміру. Данна архітектура складається з трьох частин: стиснення, вузького місця і розширення. Розширення є відносно симетричним до стиснення, що і дало назву архітектурі.

У роботі згорткову мережу з архітектурою U-Net було натреновано та апробовано на наборі даних BraTS2020 [1-4]. Він містить серії тривимірних знімків МРТ у форматі .nii, зроблених 4 різними методами (T1, T2, FLAIR, T1c). Файл у цьому форматі представляє з себе тривимірну матрицю та деякі метадані про зображення (значно меншу кількість, ніж у форматі DICOM). Якщо ітеруватися за одним з вимірів матриці, то можна отримати серію двовимірних зрізів певного типу: сагітального – для 1 виміру (розділяє “ліво” та “право”), коронального – для 2 (“перед” та “зад”), осьового або аксіального – для 3 (“верх” та “низ”). Окремий файл містить усю серію знімків, зроблену певним методом для певного пацієнта: приблизно по 250 зображень розміром 180x90 для сагітального та коронального зрізів, з яких перші 50 та останні 30 не містять значущою

інформації, та по 150 зображень розміром 240x240 для аксіального зрізу, з яких незначущими є перші 5-7 та останні 15 зображень.

Для створення та навчання нейронної мережі, подальшого збереження та використання вже навченої моделі, візуалізації отриманих результатів використовувалися бібліотеки keras і nibabel та мова програмування Python.

Тренувальна частина вибірки, для якої лікарями вручну було розмічено пікселі пухлини, складалася із 369 зразків, валідаційна – із 125. Проте у зразків з валідаційної вибірки не було розмітки, тому для навчання моделі зразки з тестової вибірки були поділені таким чином: 250 – навчальна, 74 – валідаційна, 45 – тестова частини.

Для навчання класичної, двовимірної, версії U-Net використовувалися аксіальні зрізи зразків, зроблені методами FLAIR та T1c. Отримані значення показника test loss = 0.0205, коефіцієнта Дайса (Dice) = 0.6008 та MeanIOU = 0.8154 кажуть про те, що модель показує адекватну якість сегментації на тестових даних.

В подальшому планується навчити тривимірну версію архітектури U-Net, використовуючи усі 3 зрізи.

Список використаної літератури

1. Набір даних BraTS2020. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/awsaf49/brats20-dataset-training-validation>
2. Menze B. H., Jakab A., Bauer S., Kalpathy-Cramer J., Farahani K., Kirby J., et al. The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS). *IEEE Transactions on Medical Imaging* 34(10), 1993-2024 (2015) DOI: 10.1109/TMI.2014.2377694
3. Bakas S., Akbari H., Sotiras A., Bilello M., Rozycski M., Kirby J. S., et al. Advancing The Cancer Genome Atlas glioma MRI collections with expert segmentation labels and radiomic features. *Nature Scientific Data*, 4:170117 (2017) DOI: 10.1038/sdata.2017.117
4. Bakas S., Reyes M., Jakab M., Bauer S., Rempfler M., Crimi A., et al., Identifying the Best Machine Learning Algorithms for Brain Tumor Segmentation, Progression Assessment, and Overall Survival Prediction in the BRATS Challenge. arXiv preprint arXiv:1811.02629 (2018).

АЛГОРИТМИ ВІДНОВЛЕННЯ КУСКОВИХ РЕГРЕСІЙ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Шеремет В.С., valerasheremet96@gmail.com

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задача пошуку зв'язків між показниками є типовою задачею аналізу даних і зводиться до відновлення за вибірковими даними моделей регресії, наприклад, лінійної, поліноміальної або кускової регресії. Враховуючи, що обсяги реальних наборів даних постійно збільшуються, існує потреба в швидких алгоритмах відновлення таких регресій.

В рамках роботи розглянуто алгоритми відновлення кусково-лінійних та кусково-нелінійних регресій і запропоновано їх ефективні з точки зору швидкості програмні реалізації.

Класичний алгоритм відновлення кусково-лінійної регресії з одним вузлом описано в [1]. Він базується на переборі усіх елементів відсортованої вибірки й оцінюванні параметрів моделі методом найменших квадратів за фіксованого вузла, в якості якого приймається поточний елемент вибірки. Остаточно за вузол обирається елемент, для якого величина залишкової дисперсії найменша. У роботі запропоновано модифікації даного алгоритму, які дозволяють зменшити кількість обчислень і тим самим підвищити швидкість його роботи. У [2] наведено результати обчислювальних експериментів, що засвідчили ефективність запропонованих модифікацій у порівнянні з класичним підходом повного перебору.

Відновлення кусково-нелінійної регресії з одним вузлом передбачає її приведення до кусково-лінійної, використання запропонованих модифікацій для оцінювання кусково-лінійної регресії й виконання зворотного перетворення. У роботі такий алгоритм розглянутий для 11 кусково-нелінійних регресій [3].

Для кусково-лінійної регресій з невідомою кількістю вузлів склеювання було запропоновано алгоритм, ідея котрого полягає у розбитті відсортованої вибірки на частини, на кожній з яких проводиться оцінювання адекватності лінійної регресії та кусково-лінійної з одним вузлом. Вибір адекватнішої моделі здійснюється на основі інформаційного критерію Акаїке. Якщо адекватнішою виявляється кусково-лінійна модель, то її вузол визначає точку поділу вибірки на частини.

Усі алгоритми було реалізовано у програмному забезпеченні Regression Solver, створеному на мові C# в середовищі .NET Framework 4.6.1. З метою порівняльного аналізу їх роботи проведено обчислювальні експерименти на згенерованих наборах даних, які засвідчили ефективність запропонованих алгоритмів і доцільність їх застосування.

Список використаної літератури

1. **Приставка О. П., Байбуз О. Г., Ємел'яненко Т. Г.** Методи та алгоритми сплайн-регресійного аналізу: монографія. Дніпропетровськ: Вид–во ДНУ. 2012. 144 с.
2. **Мацуга О. М., Шеремет В. С.** Ефективні алгоритми відновлення кусково-лінійної регресії з одним вузлом. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*: зб. наук. пр. Дніпро, 2021. Т. 25. С. 119-130.
3. **Шеремет, В. С., Мацуга, О. М.** Програмне забезпечення відновлення кускових регресій з одним вузлом. *Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення* (випуск 74): матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції, м. Тернопіль, Україна – м. Переворськ, Польща, 6-7 лютого 2023 р. С. 75-79. URL: http://www.konferenciaonline.org.ua/data/downloads/file_1678480112.pdf

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Шолін К.С., kostyasholin@gmail.com,

Козакова Н.Л., kozakova.natali@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сучасні умови управління підприємством істотно підвищують вимоги до процесу прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності. Процесний підхід, заснований на базових принципах, таких як зосередження уваги на бізнес-процесах з використанням інформаційних технологій, вимагає швидкого реагування на зміни навколошнього середовища і бізнес-рішення.

В даній роботи було запропоновано застосування методу Дельфі для ранжування бізнес-процесів. Метод Дельфі – це процедура, що призначена для отримання узгодженої думки групи експертів. У процесі ризик-менеджменту може бути застосована для ідентифікації та оцінки ризиків, коли потрібна обґрунтована та узгоджена експертна оцінка прийняття рішення.

На кожному раунді методу експертами було оцінено рівень виявленіх ризиків за допомогою методу аналізу ієрархій. Оцінка ризиків може передбачати їх ранжування за частотою або за величиною можливої шкоди методом попарного порівняння. Для оцінки узгодженості думок експертів було використано показники рангової кореляції Кендала.

Процес зупиняється після того, як буде досягнуто заданий критерій зупинки – кількість раундів, досягнення консенсусу (коли оцінки стають однаковими) або отримана стійкість результатів. Потім результат визначається як середня оцінка, отримана на фінальному раунді.

Розроблений алгоритм роботи системи підтримки прийняття рішень було реалізовано мовою C# у середовищі Visual Studio.

**РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ
ЗНАХОДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПОЛЯРИЗАЦІЇ
БІМАТЕРІАЛЬНОГО П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ**

Щербак Р.О., roma.shcherbak1205@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnu.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

П'єзоелектричні матеріали використовуються в широкому колі сфер і сучасних технологій приладобудування, електроніки тощо. Отже, проблема міцності з'єднань таких матеріалів у композити, зокрема, зумовлених наявністю тріщин та/або електродів на межі поділу матеріалів, є та залишатиметься досить актуальною.

У цій роботі розглянуто математичну модель для п'єзоелектричного біматеріалу з електропровідною тріщиною та електродом на межі поділу різних компонент. Аналітичні розв'язки цієї задачі отримані в [1]. На основі цих результатів було розв'язано нелінійну задачу вибору оптимальних напрямків поляризації біматеріальних півпросторів. Розроблено програму мовою Python із використанням алгоритму покоординатного спуску. Створено бібліотеку для отримання даних від користувача та обчислення з їх використанням швидкості вивільнення енергії у вершинах тріщини. Алгоритм покоординатного спуску двовимірної задачі оптимізації реалізовано із застосуванням алгоритму золотого перетину для одновимірної оптимізації. Проведено чисельні експерименти для різних комбінацій п'єзоелектричних матеріалів, механічних та електричних навантажень, кутів поляризації, геометричних характеристик тріщини та електроду.

Бібліографічні посилання

1. Loboda V., Sheveleva A., Chapelle F., Lapusta Y. Impact of an interface electrode charge and materials polarization to a conductive interface crack // Mechanics Research Communications. – 2022. – 124, 103923.
<https://doi.org/10.1016/j.mechrescom.2022.103923>.

**ПРО ПІДХІД ДО ВІДТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ У
ВОКСЕЛЬНОМУ ПРЕДСТАВЛЕННІ ЗА ДОПОМОГОЮ
НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

Щур С.М., shchur_s@fpm.dnu.edu.ua

Божуха Л.М., bozhukha@fpm.dnu.edu.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Воксель – це тривимірний аналог пікселя у двовимірному просторі. Воксель представляє собою кубічний об'єм простору і використовується для представлення тривимірних об'єктів [1].

У цій роботі розглядається актуальний V3DOR [2] підхід до відтворення тривимірних об'єктів з одного вхідного зображення за допомогою нейронної мережі. У цьому підході використовується автономний архітектура нейронної мережі. Ця архітектура складається з двох основних модулів: енкодеру та декодеру. Енкодер відповідає за вилучення ознак із вхідного зображення, а декодер за відтвореного об'єкту у вексельному представленні.

Першим кроком відбувається підготовка вхідних зображень. Для того, щоб уникнути складності обчислення і вкластися у обмеження оперативної пам'яті, усі зображення конвертується у чорно-білий формат і нормалізуються. Розмір зображення змінюється до 128x128 пікселів, оскільки такий розмір вхідних даних очікує нейронна мережа.

Енкодер модуль складається з двох частин. Перша – представляє собою сім шарів двовимірної згортки, за допомогою яких ми вилучаємо приховані ознаки об'єкту на зображені. Друга частина складається з двох повнозв'язних шарів. Вилучені у попередній частині ознаки конвертуються у одномірний вектор та пропускаються через два повнозв'язні шари, які збільшують розмірність вектору вилучених ознак. Це допомагає витягти навіть найдрібніші деталі.

Знайдені енкодером ознаки передається декодеру для відтворення об'єкту у вексельному представленні. Декодер складається з п'яти шарів трьохвимірного транспонування. На виході ми отримуємо вексельне представлення тривимірного об'єкту, яке може бути конвертоване у Polygon Mesh [3] представлення за допомогою методу Marching Cubes [4].

У якості функції оцінки втрат використовується MSFEL [2]

$$MSFEL = FPCE + FNCE$$

$$FPCE = -\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [V_n \log V_{n'} + (1 - V_n) \log(1 - V_{n'})]$$

$$FNCE = -\frac{1}{P} \sum_{p=1}^P [V_p \log V_{p'} + (1 - V_p) \log(1 - V_{p'})],$$

де N – загальна кількість вокселей, P – кількість зайнятих вокселей,

V_n – n-ий зайнятий вокセル, V_p – p-ий зайнятий вокセルей,

$V_{n'}$ та $V_{p'}$ - є передбаченням V_n та V_p відповідно

Отже підхід має три основні етапи. Модель, створена з використанням цього підходу була натренована і протестована на ShapeNet наборі даних [5] і має високу якість та деталізацію. Однак на даний момент не досягнута прийнятна продуктивність при перевірці на інших наборах даних. Це можливий напрям досліджень у майбутньому.

Бібліографічні посилання

1. Voxel [Електронний ресурс] //URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Voxel>
2. Voxel-Based 3D Object Reconstruction from Single 2D Image Using Variational Autoencoders [Електронний ресурс] //URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/9/18/2288#B36-mathematics-09-02288>
3. Polygon mesh [Електронний ресурс] //URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh
4. Marching Cubes - DAAC – hpcmp [Електронний ресурс] //URL: https://daac.hpc.mil/gettingStarted/Marching_Cubes.html
5. ShapeNet [Електронний ресурс] //URL: <https://shapenet.org/>

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ У СФЕРІ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Юдєнцев О.С., dieundead2212@gmail.com

Національний університет «Одеська політехніка» (op.edu.ua)

Транспортна галузь на сьогоднішній день виконує ключову роль у забезпеченні бізнес-процесів зовнішньої економіки. Вантажні перевезення морем являють собою один з найефективніших способів транспортування великого обсягу товарів і вантажів між країнами та континентами. Морські шляхи дозволяють здійснювати перевезення на значні відстані, забезпечуючи гнучкість у виборі маршрутів по всьому світу. Водночас з цим при виконанні морських вантажних перевезень виникають різноманітні випадкові фактори та ризики, спричинені цими факторами.

Методи експертної оцінки широко використовуються у різних сферах діяльності. Вони стають незамінними в умовах обмеженості інформації або її відсутності, зокрема чисельних параметрів роботи, за умови необхідності визначення майбутніх напрямів оптимізації роботи [1]. У сфері морських вантажних перевезень потребується приділяти увагу різним аспектам та ризикам, які можуть приводити до неочікуваних наслідків. Тому метою даної роботи є ідентифікація та аналіз ризиків на кожному з етапів перевезення, а також розробка та дослідження методики експертного оцінювання ризиків у сфері морських вантажних перевезень.

Для підвищення ефективності оцінювання у методі експертних оцінок пропонується поєднати метод Дельфі та метод комісії. У методі Дельфі участники висловлюють свої думки та обґрунтують їх, а в кожному наступному турі опитування їм видається нова, уточнена інформація щодо висловлених думок. Після цього фіксуються думки, які не співпадають. У методі комісії експерти виробляють кращий варіант досягнення поставленої мети впродовж дискусії або наради.

Метод комісії та метод Дельфі мають спільний недолік – як у першому, так і у другому методі на експертів відбувається своєрідний тиск. У методі комісії існує такий недолік, як згідність із думкою більшості. Через таку особливість виникають ситуації, коли експерти відразу відкидають нестандартні рішення, які іноді бувають дуже ефективними. У методі Дельфі недоліком є те, що також існує ризик попасти під вплив думки більшості, оскільки у ітераціях оцінювання після первого туру підвищується вплив думки більшості від експертів, які дали крайні оцінки. До того ж, фінальне рішення за методом Дельфі приймається саме організаторами опитування, що може привести до відсутності експертності у рішенні, а також до відкидання експертами креативних рішень через висловлення подібних думок мінімальною кількостю експертів.

Аби підвищити ефективність експертної оцінки ризиків, пропонується така методика: обираються незалежні експерти, які оцінюють ризики за методом Дельфі з обов'язковим обґрунтуванням виставлених оцінок. Після виникнення спірних питань відбувається збір експертів та відбувається дискусія щодо проблемних питань. Такім чином усі рішення виносяться саме експертами.

Стосовно сфери морських вантажних перевезень, така методика може бути ефективною під час оцінки таких ризиків та факторів, як відмови технічних засобів, погодних умов, помилок судноводіїв. Через необхідність оцінювати подібні ризики можна зробити висновок, що у сфері морських вантажних перевезень винесення рішень організаторами опитування може привести до неочікуваних та небезпечних наслідків.

Бібліографічні посилання

1. Кваско А.В. Використання експертного методу для оцінки конкурентоспроможності поліграфічних підприємств. [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41547/1/Kvasko%20A_Using%20the%20expert%20method.pdf

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПРЯЖЕНОЇ ЗАДАЧІ
СТЕФАНА В ТЕПЛОВОМУ АКУМУЛЯТОРІ З ФАЗОВИМ
ПЕРЕХОДОМ “ТВЕРДЕ ТІЛО - РІДИНА”**

Юрков Р.С., romayurkov@gmail.com, Книш Л.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Пошук нових методів акумулювання енергії є однією із головних проблем сучасної науки. Ця проблема набуває особливої актуальності завдяки широкому впровадженню систем на основі відновлювальних джерел енергії, зокрема, сонячних. В таких системах існує суттєва нерівномірність надходження енергії завдяки кліматичним, географічним та часовим факторам, що потребує обов'язкове використання акумуляторів для безперебійної подачі енергії споживачам. В фотоелектричних установках прямого перетворення сонячної енергії використовуються електрохімічні акумулятори, а в сонячних термодинамічних системах – теплові акумулятори (ТА). Серед нових типів ТА найбільші перспективи мають фазоперехідні ТА “твірдо – тіло – рідина”, в яких теплота запасається не тільки за рахунок теплоємності, а і при фазовому переході. Це значно підвищує енергетичну ємність ТА при зменшенні його фізичного об'єму, що особливо актуально для сонячних термодинамічних систем середньої та великої потужності.

Об'єктом дослідження в даній роботі є процеси енергопереносу, що відбуваються в циліндричному елементі фазоперехідного ТА типу “труба в трубі”. Такий ТА передбачається для використання в сонячних параболоциліндричних станціях, тому в якості теплоакумулюючого матеріалу (ТАМу) обирається нітрат натрію NaNO_3 , температура плавлення ($T_{\text{ph}}=306^{\circ}\text{C}$) якого відповідає температурному режиму цих станцій. Зарядка – розрядка ТА здійснюється через конвективний теплообмін між ТАМом і теплоносієм, який рухається в каналі, що розташований в середині циліндричного елементу. Таким чином, з математичної точки зору в ТА виникають дві взаємопов'язані задачі – задача Стефана для ТАМу та

задача конвективного теплообміну для теплоносія. Ці дві задачі розв'язувались разом у спряженій постановці.

Розроблена спряжена нестационарна 3D математична модель розв'язувалась числовим методом контрольного об'єму. Для моделювання ТАМу застосовувався метод уявленої теплоємності, який передбачає перехід від класичної задачі Стефана із розривом параметрів на границі фазового переходу до неперервної задачі тепlopровідності для багатошарового тіла. Для моделювання конвективного теплообміну між теплоносієм і ТАМом застосовувався квазистационарний метод, який дозволяє визначити розподіл температури в теплоносії в часі в залежності від розподілу температур в ТАMi. Температурна залежність теплофізичних властивостей теплоносія визначалась на основі апроксимації експериментальних даних.

В результаті комп'ютерного моделювання знайдені типові розподіли температур в ТАMi та теплоносії з урахуванням вільної конвекції в розплаві, вплив на ці температури початкової температури теплоносія та його швидкості. Досліджені особливості енергообміну в ТА великої довжини, які використовуються в сонячних параболоциліндричних станціях, запропоновані методи, які мінімізують нерівномірність розподілу температур в ТАMi завдяки змінам швидкості теплоносія в часі або по довжині каналу. Знайдені значення локального коефіцієнту тепловіддачі по довжині каналу та залежність між тепловими (числа Нуссельта) та гідродинамічними (числа Рейнольдса) показниками ТА. Це дозволило провести термодинамічну оптимізації ТА і визначити оптимальні гідродинамічні показники теплоносія, які забезпечують найкращі теплообмінні якості ТА.

Результати комп'ютерного моделювання верифіковані через порівняння з експериментальними даними та аналітичним розв'язком тестової задачі.

ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ

Яськов Г.¹, Романова Т.Є.¹, Чугай А.М.^{1,2}, Стоян Ю.Є.¹

tarom27@yahoo.com, chugay.andrey80@gmail.com, yaskov@ukr.net

¹Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

²Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця

На сьогоднішній день зростає необхідність у розробці ефективних методів оптимізації дизайну деталей, виготовлених за допомогою адитивного виробництва (AB). Оптимізація топології складних виробів є потужним інструментом для повного використання переваг AB, дозволяючи створювати полегшені, структурно ефективні та високопродуктивні промислові деталі.

Досягнення повного потенціалу AB вимагає інтегрованого підходу, який виходить за межі традиційних методів геометричного проєктування та враховує різні критерії оптимізації. Інтегрована оптимізація топології виробів – це сучасний підхід у сфері AB, який надає безпрецедентну свободу у проєктуванні та виробництві деталей, що мають складну геометричну форму.

У роботі запропоновано мультідисциплінарний підхід до оптимізації топології деталей на основі комбінації методів нелінійної оптимізації та числових методів у механіці деформованого твердого тіла.

В даному дослідженні пропонується підхід, спрямований на оптимізацію топології деталі шляхом максимізації площин еліптичних та кругових отворів, враховуючи мінімально допустимі відстані між отворами за дотримання заданого максимально допустимого механічного напруження в деталі.

Запропонований інтегральний підхід до оптимізації топології деталей поєднує методи нелінійної оптимізації та числові методи механіки деформованого твердого тіла.

Побудована математична модель у вигляді змішаної цілочислової задачі оптимізації розміщення еліптичних/кругових отворів у заданій неопуклій багатокутній області (промислової деталі), враховуючи задані мінімально

допустимі відстані між отворами та максимально допустиме механічне напруження за умови постійного навантаження на деталь.

На основі характеристик побудованої математичної моделі розроблено багатоетапну стратегію розв'язання задачі. На першому етапі задля зменшення ваги деталі розв'язується оптимізаційна задача генерації отворів попередньо визначених форм із заданими мінімально допустимими відстанями між ними у визначеній неопуклій багатокутній множині. На другому етапі для отриманої на першому етапі топології деталі з отворами виконується обчислення механічних напружень деталі за заданого навантаження. На відміну від відомого методу скінчених елементів для проведення аналізу напружень використовується теорія R-функцій, що дає змогу перетворити геометричну інформацію у крайовій задачі у точну аналітичну форму. На третьому етапі на основі аналізу механічних напружень проводиться оцінка допустимості використання отриманої топології деталі. У разі порушення обмеження на максимальне напруження, виконується збільшення мінімальних відстаней між отворами та генерація нової топології деталі з отворами.

Проведено обчислювальні експерименти, в яких досліджується вплив відстаней між отворами на максимальне механічне напруження у деталі. Проведена інтегрована оптимізація топології привела до зменшення ваги деталі за прийнятного рівня механічного напруження. Це підкреслює ефективність запропонованої методології.

Отримані результати порівняно з результатами, що наведено у статті [1], в якій досліджуються задача розміщення еліпсів змінних розмірів у незв'язній багатокутній області. Запропонований підхід дозволив покращити результат, наведений у [1] за рахунок збільшення загальної площині отворів у деталі за умови збереження допустимого значення механічних напружень.

Romanova, T. et al. Optimal layout of ellipses and its application for additive manufacturing. International Journal of Production Research 2021, 59 (2). pp. 560-575.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРЕНДИ ТА ПРОДАЖУ НЕРУХОМОСТІ

Яцинич Р.В., rom.yatsynych@gmail.com

Басюк Т. М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка»

У сучасних умовах актуальною стає проблема забезпечення населення житлом, адже зі зростанням чисельності населення та зміною місця проживання збільшується потреба у доступному житлі. Ця ситуація вимагає ефективних рішень, зокрема застосування спеціалізованих інформаційних систем для полегшення процесів купівлі, оренди та продажу нерухомості.

З врахуванням змін у попиті та нових викликів на ринку нерухомості, розробка інформаційної системи стає невід'ємною частиною стратегії вирішення цих завдань [1]. Така система має забезпечити зручний пошук об'єктів нерухомості, взаємозв'язок між продавцями та покупцями, а також надати ефективні інструменти для здійснення угод [2]. Використання передових технологій та навіть мобільних додатків може робити процес ще більш доступним та зручним для всіх зацікавлених сторін.

Таким чином, створення інформаційної системи для купівлі, оренди та продажу нерухомості не лише вирішує актуальну проблему житлового питання, а й сприяє розвитку нових підходів до організації цих процесів у відповідності до вимог сучасності. Основним завданням роботи є створення інформаційної системи оренди та продажу нерухомості. Початковим етапом є проектування системи з використанням об'єктно-орієнтованого підходу. Зокрема, діаграма варіантів використання створена для опису інформаційної системи оренди та продажу нерухомості і являє собою відображення меж системи та її зв'язок зі зовнішнім середовищем. На діаграмі використання зображені такі актори:

- Покупець – користувач який бажає придбати або взяти в оренду нерухомість, не використовує функції зі створення оголошень;

- Продавець – користувач який бажає продати або здати в оренду нерухомість, не використовує підписки на оголошення;
 - Адміністратор – користувач який має доступ до блокування та схвалення створених користувачами «Продавцями» оголошень.

Основний наголос робиться на зручному пошуку потрібних покупцю оголошень та у зручності створення цих самих оголошень для продавця. Створюючи потрібні інструменти для комфортного користування системою такі як фасетна навігація для пошуку чи графіки цін з фільтрами для кращого розуміння ситуації на ринку, виконується основна мета розробленої інформаційної системи.

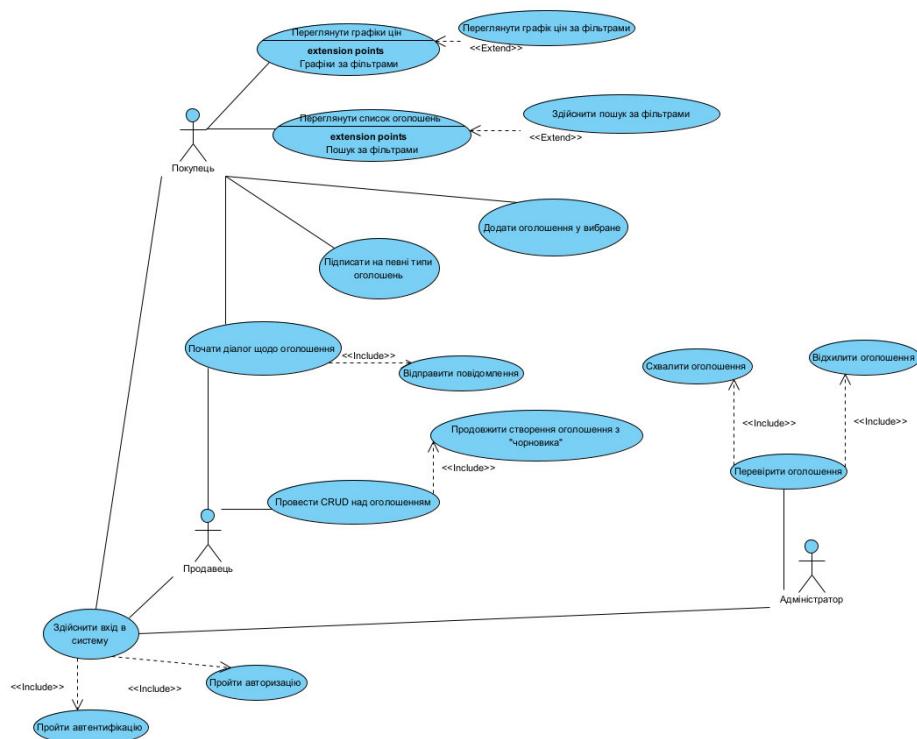


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Як видно з діаграми робота системи ґрунтуються не лише на взаємодії користувачів зі системою, а й на їх взаємодії між собою.

1. How Using Property Management Software Can Increase Your Rental Property Income [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cre.org/real-estate-issues/how-using-property-management-software-can-increase-your-rental-property-income/>
 2. Information Systems for Real Estate [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC25075.pdf

3MICT

1.	Akhmetshina L.G., Yegorov A.A. THE METHOD OF AUTOMATIC FILTERING GRayscale IMAGES	3
2.	Dupanova A., Moroz V. SIMULATION OF CLIMATE CHANGE	5
3.	Forkert P. P., Sydorova M. G. ADVANTAGES OF GOLANG AS A FOUNDATION FOR NEW PROGRAMMING LANGUAGES	7
4.	Hart L. L. ON OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR SOLVING CONTROL PROBLEMS WITH PHASE CONSTRAINTS	9
5.	Hart L.L., Olkhova Y.E. NUMERICAL ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES USING VOLTERRA'S INTEGRAL EQUATIONS	11
6.	Iskandarova-Mala A., Nakonechna T. ENHANCING OBJECTIVITY IN RANKING SYSTEMS THROUGH STATISTICAL METHODS AND OUTLIER DETECTION	13
7.	Kiseleva O., Kuzenkov O., Lozovskyi A. THE RISK MANAGEMENT IN LOGISTICS PROBLEMS	14
8.	Kiseleva O., Kuzenkov O., Feschenko M. ALGORITHMS AND METHODS FOR 3D PRINTING TRAJECTORIES	16
9.	Kiseleva O., Prytomanova O., Lebediev D. OBJECT-ORIENTED APPROACH TO PROGRAMMABLE SOLUTION OF TWO-STAGE LOCATION-ALLOCATION PROBLEMS	18
10.	Kiseleva O., Prytomanova O., Filat O. THE APPLICATION OF SET PARTITIONING THEORY IN SOLVING CLUSTERING ANALYSIS PROBLEMS	20
11.	Koshel E. HYPER NEURAL ODE FOR UNIVARIATE TIME SERIES ANALYSIS	21
12.	Kumar A. J., Sushentsev N., Sanmugalingam N., Zaikin A., Barrett T., Blyuss O. DEVELOPING A PREDICTIVE MODEL FOR BASELINE DETECTION OF THE RISK OF PROSTATE CANCER PROGRESSION ON ACTIVE SURVEILLANCE	23
13.	Kuzenkov O., Masych M., Siryk S. DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE SERVER PART OF THE "SVITLO" – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM	25
14.	Kuzenkov O., Oleshko O. DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE CLIENT PART OF THE "SVITLO" – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM	27
15.	Musiienko D. COGNITIVE MODELING OF ENERGY INFRASTRUCTURE PERFORMANCE ASSESSMENT	29
16.	Pankratova N. FUNCTIONAL SURVIVABILITY OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS. MODELS, METHODS, DIGITAL TWINS	31
17.	Pankratova N., Golinko I. MATHEMATICAL MODELS DEVELOPMENT OF DIGITAL TWIN UNDER CONCEPTUAL UNCERTAINTY CONDITIONS	33
18.	Poslaiko N.I. ABOUT ONE APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF NON-DESTRUCTIVE TESTING	35
19.	Romanova T., Stoyan Y., Bennell J. PACKING AND CUTTING BEYOND AND WITHIN MATHEMATICAL PROGRAMMING	37
20.	Semenova N., Lomaha M., Semenov V. SOLVABILITY CONDITIONS FOR THE VECTOR INTEGER PROBLEMS OF LEXICOGRAPHIC OPTIMIZATION	40

21.	Shekhovtsov S., Stoyan Y., Romanova T., Pankratov O., Chugay A., Yaskov G. METHODOLOGY OF SOLVING PACKING PROBLEMS USING THE PHI-FUNCTION TECHNIQUE	42
22.	Shevelova N.V., Khodanen T.V. AN INTERACTION OF THE INTERFACIAL CRACKS SYSTEM IN PIEZOELECTROMAGNETIC BIMATERIAL	44
23.	Sydorskyi V.S. INTERACTIVE INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR LUNG CANCER DIAGNOSIS	45
24.	Trofimov O.V., Lutsenko O.M. THE CAUSAL EFFECTS OF THE FEDERAL RESERVE'S LARGE-SCALE ASSET PURCHASES ON CORPORATIONS' DEBT FINANCING	47
25.	Tryputen M.M., Kuzenkov O.O. OPTIMIZATION OF COMPUTING PROCESSES IN THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM	49
26.	Tsukanova A. O. SOLVING CLASSICAL LINEAR SYSTEMS WITH THE HELP OF VARIATIONAL METHODS AND COMPUTER ALGEBRA	51
27.	Vorobel R. LINEAR STRETCHING OF THE DYNAMIC RANGE OF COLOR IMAGE COMPONENTS	53
28.	Авраменко В. І., Строєва В. О. МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ПРОМЕНІВ НА ПЛОЩИНІ	55
29.	Акулов А.Ю., Волошко В. Л. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ, ЗАДАНИХ РІВНЯННЯМИ ФРЕДГОЛЬМА ДРУГОГО РОДУ	57
30.	Андросов Д. А. ЧИСЛОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕКЛАСИЧНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ	59
31.	Антоненко С.В., Ізмайлова М.К. ЗАСТОСУВАННЯ СЕРВІСУ CLASSPOINT У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	60
32.	Бажан С.М. ЛІНІЙНІ ОПЕРАТОРИ В ЗАДАЧАХ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМУ ФУНКЦІЇ ТА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ	62
33.	Балейко А.С., Михальчук Г.Й. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ З ПРИСКОРЕННЯМ НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ	64
34.	Басов В.К., Дзюба П.А. РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ “ВИКЛАДАЧ ОЧИМА СТУДЕНТА”	66
35.	Баштовенко Я. Д., Книш Л. І. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РАДІАЦІЙНОГО ПЕРЕНОСУ В СИСТЕМАХ ЗІ СФЕРИЧНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ	68
36.	Бескостний О.К., Шевельова А. Є. РОЗРОБКА АЛГОРИТMU ТА ПРОГРАМНОЇ РеАлізації криптографічного методу на основі фракталів	69
37.	Биченков М.В. до розробки методики визначення рівня економічної безпеки України	71
38.	Богомаз В.М., Бісик С.П., Богомаз О.В. про задачу оптимізації розподілу робіт для комплексів машин підприємства на об'єктах	73
39.	Богуславська І. О., Басюк Т. М. інформаційна система визначення психотипу людини	75
40.	Божуха Д.І., Байбуз О.Г. про узагальнену схему складних обчислювальних систем платформи хмарних послуг	77
41.	Бондаренко Б. Р., Сидорова М. Г. застосування віртуальної реальності при розробленні фітнес додатків	78

42.	Борисенко А.Г., Книш Л.І. ЕТАПИ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ В НАНОРІДИННОМУ ТЕПЛОНОСІЇ СОНЯЧНИХ ПАРАБОЛОЦИЛІНДРИЧНИХ СТАНЦІЙ	80
43.	Борщ К.В., Притоманова О.М. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ DATA SCIENCE ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ЦІН КРИПТОВАЛЮТ	82
44.	Булгаков Є. Д., Білозьоров В. Є. ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКРИЛИХ ХАОТИЧНИХ АТРАКТОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ТИПУ ЛОРЕНЦА	84
45.	Вергелес К.Ю., Ємел'яненко Т.Г. ВИКОРИСТАННЯ АРХІТЕКТУРИ YOLO У ЗАДАЧІ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ	86
46.	Вовк С.М. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СПОТВОРЕНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛА КВАЗІПРОТЯЖНОСТІ	88
47.	Воропаєва Д.О., Наконечна Т.В. РОЗРОБКА СППР В УМОВАХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ВИЗНАЧЕННОСТІ	90
48.	Гайтанов Н.Ю., Гук Н.А. ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ MICROSOFT 365 ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМАНДНОЇ РОБОТИ	92
49.	Ганжа А.С., Антоненко С.В. ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ НА КАФЕДРАХ УНІВЕРСИТЕТУ	94
50.	Гарнага Д.А., Козакова Н.Л. ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ПЛАТФОРМИ DEDUCTOR ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПРИКЛАДНИХ РІШЕНЬ В БІЗНЕСІ	96
51.	Гарт Л.Л., Бобровнікова З.О. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СІТОК ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДІРІХЛЕ ДЛЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА	97
52.	Гарт Л.Л., Крупський С.Л., Ящечко Н.Є. ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ МАКСИМУМУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ВІДПАЛУ ПОЛІМЕРАЗНОЇ ЛАНЦЮГОВОЇ РЕАКЦІЇ	100
53.	Гирман М.Ю., Козакова Н.Л. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДО ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЄКТІВ	102
54.	Гончаренко П.І., Шевельова А. Є. МОДЕлювання процесу написання мелодій з використанням фрактальних рівнянь	104
55.	Гончаров Я.А. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕлювання взаємодії штампу складної форми з пружним півпростором	106
56.	Горбачук В.М., Годлюк В.В., Рибачок Д.О. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ	107
57.	Готвяцька К.П., Золотъко К.Є. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕлювання системи вибору раціонального туристичного маршруту за допомогою методів MACHINE LEARNING	109
58.	Давидов Т.Е., Дзюба П.А. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ І ЗОБРАЖЕНЬ НА СКЛАДНИХ ГРАФІЧНИХ СЦЕНАХ	110
59.	Дегтярьов І.Д., Тонкошкур І.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕлювання течій в'язкої рідини поблизу поверхонь, що обертаються	112
60.	Дженкова М.М., Шевельова А.Є. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ПРИ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ В АЛГОРІТМІ ДЕЙКСТРИ	113
61.	Долотов І. О. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ЗВАЖЕНОГО ГРАФА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЯРНОСТІ	115
62.	Дольнікова Ю.С., Верба О.В., Книш Л.І. РОЗРОБКА АЛГОРІТМУ ПОШУКУ ВІРОГІДНИХ ВАРІАНТІВ РОЗТАШУВАННЯ ВИБІРКОВИХ	117

ДИСЦИПЛІН В СТРУКТУРІ РОЗКЛАДУ

63.	Дробахін О.О., Олевський О.В. ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ МЕТОДОМ ПРОНІ В ПРИСУТНОСТІ ІМПУЛЬСНОГО ШУМУ	118
64.	Дробахін О.О., Чучва В.Д. КЛАСИФІКАЦІЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ЦІЛІНДРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІНТА ВІДБИТТЯ	120
65.	Єгошкін Д. І., Гук Н. А. ВПЛИВ РОЗМІРУ НАВЧАЛЬНОЇ ВИБІРКИ НА ЯКІСТЬ КЛАСИФІКАЦІЇ НЕЧІТКОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ	122
66.	Ємел'яненко Т. Г., Богдан С. В. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБOKOГО НАВЧАННЯ ЗАМІСТЬ ТРАДИЦІЙНИХ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ	124
67.	Жушман В.В., Зайцева Т.А. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОБЕРНЕНИХ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ СТАТИКИ	126
68.	Задорожний Б.О., Стецюк П.І. ПОКРАЩЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ УПАКОВКИ КРУГІВ В КРУГ МІНІМАЛЬНОГО РАДІУСУ	128
69.	Зайцев А.Д., Зайцев В.Г. ПРОБЛЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ МЕТОДАМИ НЕЛІНІЙНОГО РЕКУРЕНТНОГО ПІДХОДУ	130
70.	Захаров Д.В., Книш Л. І. ОСОБЛИВОСТІ МОДЕлювання розподілу температур в сонячний панелі з урахуванням та без урахування охолодження	132
71.	Земляний О.Д., Байбуз О.Г. Аналіз існуючих методів інтелектуального аналізу даних при прогнозуванні ішемічної хвороби серця	133
72.	Зимарьов Є.Д., Тонкошкур І.С. Моделювання гідродинамічних процесів при хірургічній операції на очах	135
73.	Золотько К.Є., Красношапка Д.В. Оптимізація впровадження принципів DevOps у сучасні методи розробки програмного забезпечення	136
74.	Золотько К.Є., Славінська О.П. побудова експертної системи вибору кулінарного рецепту на базі методів нечіткої логіки	138
75.	Івчук О.Д., Книш Л.І. Моделювання швидкості промерзання ґрунту за умовою дріхле на його поверхні	140
76.	Каманцев А.С., Притоманова О.М. Розробка алгоритму навчання точкової моделі ранжування списку, залежної від його контексту	141
77.	Капліна Л.А., Білобородько О.І. створення програмного забезпечення для моніторингу дій користувачів та приховання користувачьких файлів в файловій системі Windows	143
78.	Кісельова О.М., Костенко О.В., Кузенков О.О. алгоритми розв'язання задачі розміщення об'єктів	145
79.	Ковалев С.В., Волошко В. Л. встановлення інтегральних функціональних залежностей за допомогою методу Монте-Карло	147

80.	Козін І.В., Сардак О.В., Алексєєв А.В. ГІБРИДНІ АЛГОРИТМИ НА ОСНОВІ МЕТАЕВРИСТИК ДЛЯ ЗАДАЧІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ З ЧАСОВИМИ ВІКНАМИ	149
81.	Кондаков Г. В. ОПТИМІЗАЦІЯ ФОРМАТУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	151
82.	Корабльов М.М., Стецюк П.І. ПРО ДВІ ДОСЛІДНИЦЬКІ ЗАДАЧІ ДЛЯ ІДЕАТОНУ ВІД ІНСТИТУТУ КІБЕРНЕТИКИ	153
83.	Коренський Я.О., Волошко В. Л. ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОБЧИСЛЕННІ РІЗНИХ ТИПІВ ІНТЕГРАЛІВ	155
84.	Коротунов Г.О., Волошко В. Л. МОДЕЛЮВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПОДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО	157
85.	Корчинський В.М., Нагорний О.С. ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ШВІДКІСТЮ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ ПО ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛАХ З АДИТИВНИМИ ЗАВАДАМИ	159
86.	Крак Ю.В., Трохимчук Р.М. ПРОБЛЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Й МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У НАУКОВІЙ СПАДЩИНІ В.М. ГЛУШКОВА	161
87.	Красковська А.О., Філімонова Т.О. РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР	165
88.	Красношапка Д.В., Золотъко К.Є. РОЗРОБКА WEB-СЕРВІСУ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ШТУЧНОГО СУПУТНИКА ЗЕМЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ JAVA	167
89.	Кривошапка А. Ю., Степанова Н. І. МОДЕЛЮВАННЯ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ ІГОР	169
90.	Криштоп О.С., Козакова Н.Л. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	170
91.	Кузенков О.О., Балейко Н.В., В'язовий О.В., Маслеєв В.А. АЛГОРИТМИ ПРОЦЕДУР ПРЕПРОЦЕСІНГУ ПРИ АНАЛІЗІ ДАНИХ ОТРИМАНИХ В РЕЗУЛЬТАТІ ГРАБІНГУ	172
92.	Кузенков О.О., Балейко Н.В., Тороп К.М. ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ З ВИСОКОЮ СТУПІННЮ НЕПОВНОТІ	173
93.	Кузьменко В.І., Плащенко С.О. МОДЕЛЮВАННЯ ЗВОРОТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ	175
94.	Кутянська Ю. А., Басюк Т. М. ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПО ПІДБОРУ ДОМАШНЬОЇ ТВАРИНИ ІЗ ПРИТУЛКУ	176
95.	Кучерук О. С., Антоненко С.В. УДОСКОНАЛЕННЯ КУРСУ «КОРИСТУВАЦЬКІ ІНТЕРФЕЙСИ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ»	178
96.	Лебеденко А. В., Зайцева Т. А., Лисиця Н.М., Шишканова Г.А. ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФЕКЦІЙНИХ ХВОРОБ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	179
97.	Лебеденко Д. О., Зайцева Т. А., Сірик С.Ф., Фридман О.Д. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗІРОВАНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ	181
98.	Лебедєва Т.Т., Семенова Н.В., Серієнко Т.І. РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ ВЕКТОРНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА ПАРЕТО	183

99.	Ленський М.М., Михальчук Г.Й. РЕАЛІЗАЦІЯ ЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧИ ПРО РОЗБИТТЯ НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ	185
100.	Лєшанов А. В., Верба О.В., Зайцева Т.А. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СТОСОВНО ОБРАННЯ СТУДЕНТАМИ ДИСЦИПЛІН ЗА ВИБОРОМ	187
101.	Лирчиков В.О., Байбуз О.Г. ПЕРСОНАЛІЗОВАНІ ПРОФІЛІ ПАЦІЄНТІВ: ПІДХІД НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	189
102.	Логвин Д.А., Божуха Л.М. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ В ОБРОБЦІ ПРИРОДНОЇ МОВИ	191
103.	Ляшенко П.Т., Трофімов О.В. МЕТОДИ НАВЧАННЯ АНСАМБЛЕВИХ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ ПРОДАЖІВ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	193
104.	Мажара К. О., Волошко В. Л. ПОРІВНЯННЯ НАБЛИЖЕНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ РІВНЯНЬ ФРЕДГОЛЬМА ДРУГОГО РОДУ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ЯДЕР	195
105.	Макренко М.О., Машченко Л.В., Верба О.В. РОЗРОБКА МАКРОСІВ ДЛЯ MICROSOFT EXCEL з МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЇ ЗІ СТУДЕНТАМИ ЩОДО ПЕРЕВИБОРУ ДИСЦИПЛІН	197
106.	Макренко М.О., Машченко Л.В., Верба О.В. ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОВІДОМЛЕНИЬ ЩОДО ВИБОРУ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТАМИ	198
107.	Маліenko О.О. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗБІЛЬШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ЗАДАЧІ НА ДОВЖИНУ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ	200
108.	Мамедов А.Ш., Степанова Н.І. МОДЕлювання росту коралів за допомогою клітинних автоматів	202
109.	Масаликін С.С., Книш Л.І. РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОГО ПІДХОДУ ДО МОДЕлювання переносу сонячного випромінювання в системі “СОНЦЕ – КОНЦЕНТРАТОР – ТЕПЛОПРИЙМАЧ”	204
110.	Масенко А. Э., Золотъко К.Є. МОДЕлювання розвитку споживання електроавтомобілів	206
111.	Мелащенко О.П., Романова Т.Є., Інфанте Л. ПАКУВАННЯ М'ЯКИХ БАГАТОКУТНИКІВ	208
112.	Мешалкіна М. О., Степанова Н. І. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ IMAGE-SPACE ЕФЕКТІВ ДЛЯ ПОСТОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВІДЕО	209
113.	Михайлук О. О., Вершина В.А., Лисиця Н.М., Шишканова Г.А. Особливості використання дилеми снігового замету при моделюванні колективного прийняття рішень у порівнянні з дилемою в'язня	211
114.	Мітков М., Гук Н.А. ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	213
115.	Міщенко А.С. АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ МЕХАНІЗМІВ КОНСЕНСУСА У МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН	215
116.	Молчанов А.О. ОБЕРНЕНІ КОНТАКТНІ ЗАДАЧІ ДЛЯ ПРУЖНОЇ ПІВПЛОЩИНИ	216
117.	Момот Є.В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ДВОВИМІРНОЇ ДИФУЗІЇ	218

118. Мороз А.О., Зайцев В.Г. РОЗРІДЖЕНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ ДРУГОГО ПОРЯДКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТА ЇЇ ПРОБЛЕМИ	219
119. Мосна Ю.О., Турчина В.А. АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ УПОРЯДКУВАННЯ ВЕРШИН ОРГРАФІВ МІНІМАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАСНОВАНОГО НА АНАЛІЗІ СТРУКТУРИ ГРАФІВ	221
120. Моссур Г.С. ПОБУДОВА СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ С/Г ДОСЯГНЕНЬ В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ AGROSTATS	223
121. Наконечна Т.В., Нікулін О.В. ПОБУДОВА СТРУКТУРНО-ДЕСКРИПТИВНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	225
122. Наконечний І.С., Козакова Н.Л. МЕТОД ГРУПОВИХ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК	227
123. Невкритий І.О., Антоненко С.В. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЩОДО РОЗПІЗНАННЯ ЗІТКНЕТЬ НАДВЕЛИКОЇ МНОЖИНИ ТІЛ НА ПРИКЛАДІ КОСМІЧНОГО СМІТЯ	229
124. Опекаловська Д.О., Гук Н.А. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ СТВОРЕННЯ НЕФОТОРЕАЛІСТИЧНИХ ЕФЕКТІВ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	231
125. Орлов С.К., Наконечна Т.В. СУЧASNІ МЕТОДИ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ПРИНТЕРА ТИПА FUGO	233
126. Охримчук Д.Д., Ємел'яненко Т.Г. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОГЕОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	235
127. Павлюк Д.І., Байбуз О.Г. ПРОЕКТУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТУ	237
128. Пасічник А. М., Худа Ж. В., Циба В. В. АЛГОРИТМ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ГІЛОК І ГРАНИЦЬ	239
129. Переверзєв Г.А., Степанова Н.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ У МОБІЛЬНИХ ДОДАТКАХ НА ПЛАТФОРМІ ANDROID ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОРИСТУВАЛЬНИЦЬКОГО ДОСВІДУ	241
130. Подоляк Б.Ю., Філімонова Т.О. РОЗРОБКА АВТОКОДУВАЛЬНИКА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР	243
131. Позняк А., Наконечна Т.В. ПОБУДОВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ	245
132. Приходько М.О., Мацуга О.М. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ РОЗМІТКИ ПУХЛИН ГОЛОВНОГО МОЗКУ НА МРТ-ЗНІМКАХ	247
133. Прозор Д.Є., Тонкошкур І.С. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ І МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ	249
134. Просяник О.В., Кузьменко В.І. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЕФОРМУВАННЯ ПОРОЖНІСТИХ ЗАГОТОВОВОК	250
135. Ракитянська Г.Б., Прус Б.В. ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЛОГІКО-АЛГОРИТМІЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ РОЗРОБКИ, ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ	252
136. Рябов А.Д., Зайцев В.Г. ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ МЕТОДОМ SYNDY У ВИПАДКУ РАЦІОНАЛЬНОЇ НЕЛІНІЙНОСТІ	254

137. Рябоволенко В.А., Байбуз О.Г. СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА СЕРВЕРАХ	256
138. Сафіюлін О. О., Степанова Н. І. МОДЕлювання біометричної ідентифікації особи за її зображенням на основі алгоритму EIGENFACE	258
139. Сафонов М. Р., Зайцев В.Г. ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГОМ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ІСНУЮЧИХ БУДИНКАХ	260
140. Семенов В.В. АЛГОРИТМИ ЕКСТРАГРАДІЕНТНОГО ТИПУ ДЛЯ ВАРИАЦІЙНИХ НЕРІВНОСТЕЙ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	262
141. Середняк А.Б. ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ НЕЛІНІЙНОЇ 6D ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ПРИХОВАНИМИ АТРАКТОРАМИ	264
142. Сизоненко О.Д., Божуха Л.М. ВИЯВЛЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БПЛА ЗА ДОПОМОГОЮ ЗІСТАВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛЮЧОВИХ ТОЧОК	266
143. Симонов Д.І., Семикопна Т.В. ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ У ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ	268
144. Симонович Д.С. РОЗРОБКА МОДЕЛІ NLI ДЛЯ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ	270
145. Соколовський Г. О., Мацуга О. М. РОЗГОРТАННЯ ТА ПІДТРИМАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦІПІВ MLOPS	272
146. Соловйов П.С. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МЕЖ ОБ'ЄКТІВ ЗОБРАЖЕННЯ	274
147. Соломатін В.А., Ємел'яненко Т. Г. СТВОРЕННЯ ДАТАСЕТУ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ	276
148. Старов М. І. ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕЯКИХ КЛІМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДАМИ MACHINE LEARNING	277
149. Стружко В.Р., Антоненко С.В. МЕТОДИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЦИФРОВИХ СИГНАЛАХ	279
150. Тітяпкин А.С., Зайченко М.Д., Тітяпкин С.С. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ФОРМУЛИ КОШІ В ЗАДАЧІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТОЧОК В ДОВІЛЬНОМУ ПОЛІГОНІ	281
151. Ткачов Є.О. МОДЕлювання електростатичних полів	283
152. Третьяк О. П. МОДЕлювання біометричної ідентифікації особи за зображеннями відбитків пальців на основі алгоритмів комп'ютерного зору	285
153. Трофімов О.В., Леман Д.К. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗБУТУ КОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ	287
154. Турчина В. А., Гринько Б.А. ОПТИМАЛЬНИЙ ВИБІР ВАРІАНТІВ ДЛЯ МАКСИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКУ ПРИ ЗАПОЧАТКУВАННІ БІЗНЕСУ	289
155. Турчина В.А., Караваєв К.Д. КОНТРПРИКЛАД ДО АЛГОРИТМУ ПЕРЕРАХУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНО-ПОСЛІДОВНИХ ГРАФІВ БЕЗ ІЗОМОРФІЗMU	291
156. Турчина В.А., Коваленко Є.О. АПРІОРНА ОЦІНКА ДОВЖИНИ УПОРЯДКУВАНЬ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ГРАФІВ	293

157. Удалов М.М., Дзюба П.А. ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ НОВИН	295
158. Хоменко І. В., Сафронова І. А., Сердюк М. Є. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, СПОТВОРЕНІХ ШУМАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ	297
159. Чайковський Є.Ю., Мацуга О.М. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЗСУНЕНОСТІ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА АСИМЕТРІЇ	299
160. Чорний М.А., Дзюба П.А. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	300
161. Чугай А.М., Яськова Е.Г., Старкова О.В. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РАДІОХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ	302
162. Шевченко Р.Р., Мацуга О.М. ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ПУХЛИН НА БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	304
163. Шеремет В.С., Мацуга О.М. АЛГОРИТМИ ВІДНОВЛЕННЯ КУСКОВИХ РЕГРЕСІЙ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	306
164. Шолін К.С., Козакова Н.Л. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ	308
165. Щербак Р.О., Шевельова А.Є. РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПОЛЯРИЗАЦІЇ БІМАТЕРІАЛЬНОГО П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ	309
166. Щур С.М., Божуха Л.М. ПРО ПІДХІД ДО ВІДТВОРЕННЯ ТРИВІМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ У ВОКСЕЛЬНОМУ ПРЕДСТАВЛЕННІ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	310
167. Юденцев О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ У СФЕРІ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	312
168. Юрков Р.С., Книш Л.І. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПРЯЖЕНОЇ ЗАДАЧІ СТЕФАНА В ТЕПЛОВОМУ АКУМУЛЯТОРІ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ “ТВЕРДЕ ТІЛО - РІДИНА”	314
169. Яськов Г., Романова Т.Є., Чугай А.М., Стоян Ю.Є. ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ	316
170. Яцинич Р.В., Басюк Т. М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРЕНДИ ТА ПРОДАЖУ НЕРУХОМОСТІ	318
