

Національна Академія наук України
Національна Академія наук України
Академія технологічних наук України
Інженерна академія України
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та
військової техніки, Україна
Університет Глїндор, м. Рексхем, Великобританія
Інститут оборони ім. С. Лазарова, м. Софія, Болгарія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технологічний університет м. Таллінн, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Інститут проблем математичних машин і систем (ПММС) НАН України
Інститут проблем безпеки атомних електростанцій (ІПБАЕС) НАН України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
ім. І. Сікорського»
Національний університет «Полтавська політехніка імені Ю. Кондратюка»
Черкаський державний технологічний університет
Національний університет «Чернігівська політехніка»

ВІСІМНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ МОДС 2023

Тези доповідей



Чернігів 2023

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук України
Академія технологічних наук України
Інженерна Академія України
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння
та військової техніки, Україна
Університет Гліндор, м. Рексхем, Великобританія
Інститут оборони ім. С.Лазарова, м. Софія, Болгарія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технологічний університет м. Таллінн, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Інститут проблем математичних машин і систем (ІПММС) НАН України
Інститут проблем безпеки атомних електростанцій (ІПБАЕС) НАН України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І.Сікорського»
Національний університет «Полтавська політехніка імені Ю. Кондратюка»
Черкаський державний технологічний університет
Національний університет «Чернігівська політехніка»

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
МОДС 2023**

ВІСІМНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

13 – 15 листопада 2023 р., Україна, м. Чернігів

Тези доповідей



**Чернігів
2023**

УДК 004.94(063)
М34

Друкується за рішенням вченої ради Чернігівського національного технологічного університету (протокол вченої ради Чернігівського національного технологічного університету № 4 від 27.11.2023).

Редакційна колегія:

Казимир В.В., д.т.н., професор, НУ "Чернігівська політехніка"
Білоус І.В., к.т.н., доцент, НУ "Чернігівська політехніка"
Хропатий О.М., викладач, НУ "Чернігівська політехніка"
Войцеховська М.М., д.ф., НУ "Чернігівська політехніка"

Математичне та імітаційне моделювання систем.
М34 МОДС 2023: тези доповідей Вісімнадцятої міжнародної конференції (13 – 15 листопада 2023 р., м. Чернігів) / М-во освіти і науки України ; Нац. Акад. наук України ; Академія технологічних наук України ; Інженерна академія України та ін. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 74 с.

ISBN 978-617-7932-57-3

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2023”. В доповідях розглянуті наукові та методичні питання з напрямку моделювання складних екологічних, технічних, фізичних, економічних, виробничих, організаційних та інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних методів.

УДК 004.94(063)

ISBN 978-617-7932-57-3

© Національний університет
«Чернігівська політехніка», 2023

ЗМІСТ

V.A. Kolesnykov, D.A. Klyushin FULL SATURATED ZONE TRACKING NUMERICAL METHOD FOR THE RICHARDS-KLUTE EQUATION.....	7
Dmytro Khomenko, Maxim Pantin, Maxim Saveliev, Peter G. Martin AUTONOMOUS QUADRUPEL ROBOTIC SYSTEMS FOR RADIATION MAPPING	10
О. С. Ровник, М. С. Дорош ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ В UML ДІАГРАМАХ	13
І.І. Жульковська, О.О. Жульковський, С.П. Пантейков УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ВЕРХНЬОЇ КОНВЕРТЕРНОЇ ФУРМИ	16
Борисова А. Ю. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ПОШУКУ БЕЗВІСТІ ЗНИКЛИХ ОСІБ	18
Demydenko M. B., Luhovskyi V. B., Bilous I. V. REMOTE EDUCATION INFORMATION SYSTEM: SCALABILITY AND RESILIENCE AMIDST VARIABLE LOAD AND CONFLICT SCENARIOS	22

Дифучина О. Ю.
МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПАРАЛЕЛЬНИХ
ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ ПЕТРІ-ОБ'ЄКТНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ 25

Журко Д. О., Білоус І. В.
ОСОБЛИВОСТІ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЮРИДИЧНИХ
ТЕКСТІВ ТА ЙОГО МЕТОДИ 29

Зетченко В.С., Задорожній А.О.
АНАЛІЗ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ОСНОВІ ЗІБРАНИХ ДАНИХ
ПРО ТРАФІК У РЕГІОНІ ЗА ДОПОМОГОЮ GPS 32

A. Iskryzhytskyi, A. Zadorozhnyi
MODELING THE USE OF BLOCKCHAIN SYSTEMS BASED ON
THE DISTRIBUTED LEDGER PLATFORM HYPERLEDGER
FABRIC FOR PUBLIC DATA REGISTRIES 35

Лепіло О. Є.
ВИМОГИ ДО ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЧУТЛИВИХ ДАНИХ В
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ 38

Пархоменко Б. М., Акименко А. М.
ВИКОРИСТАННЯ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВОДЕННЯ
АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ ФІНАНСОВИХ НОВИН З
ЦІЛЛЮ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ 41

Прищеп В. О., Акименко А. М.
СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАЙБУТНІ ВИКЛИКИ МОДЕЛЮВАННЯ
ДАНИХ.....45

**С. О. Коноваленко, А. О. Красенко, С. С. Сезончик, І. В. Білоус,
О. В. Трунова**
МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ МУНІЦИПАЛЬНОЇ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ М. ЧЕРНІГОВА.....47

Б. Г. Андрусенко, О. В. Трунова
МОДЕЛЮВАННЯ СЕРВІСУ БІЗНЕС-ТРЕКЕРУ ДЛЯ МЕДИЧНИХ
КЛІНІК.....51

**Мамчуровський В. С., Прищеп Д. О., Щасна А. П., Трунова
О.В., Дорош М. С.**
АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ
УСПІШНОСТІ СТАРТАП-ПРОЄКТІВ54

К. М. Фокін, М. С. Дорош
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ CASE-BASED REASONING
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ МАСШТАБНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ.....57

О. І. Трунов, М. С. Дорош
ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ РИЗИКУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ60

І.О. Петренко, В.П. Войтенко, Т.Р. Ганєєв
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ
СИСТЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ У 3D-ПРИНТЕРАХ.. 65

Proskurin O., Rusan Y., Saveliev M.
MODELING OF THE LOWER ELEVATION ROOMS OF THE
SHELTER OBJECT FOR CARRYING OUT WORK ON THE
LOCALIZATION OF LFCM 69

A. O. Smirnov
A FRESH APPROACH TO NEURAL RADIANCE FIELD
MODELLING 72

FULL SATURATED ZONE TRACKING NUMERICAL METHOD FOR THE RICHARDS-KLUTE EQUATION

V.A. Kolesnykov and D.A. Klyushin

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

The Richards-Klute equation describes the liquid transfer in the porous medium due to gravity and capillarity. The main instruments for solving Richards-Klute equation are numerical methods. Among the applications, the most common methods are finite elements method (FEM) and finite volume method (FVM) in combination with backward Euler time step procedure. There are a lot of modifications of these methods, which use adaptive spatial discretization [1], adaptive time step [2] or special approximation of equation for heterogeneous medium [3]. An overview of numerical methods can be found in works [4, 5].

By its physical interpretation, the solution of Richards-Klute equation divides the researched area into two non-intersecting parts: unsaturated zone and zone of full saturation, which change in time. Works [6, 7] contains results of continuity and smoothness of boundary between these zones proved in terms of general elliptic-parabolic equations. But when using numerical methods, this area division is ignored, so for every step-in time procedure calculates the numerical solution on the whole area.

The Richards-Klute equation is the equation of the form

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \nabla \cdot (K \nabla h) + \frac{\partial K}{\partial z} + s, \quad (1)$$

where t is time [s], $\theta \in [\theta_{min}, \theta_{max}]$ is a coefficient of volumetric water content [-], h is a pressure head [m], K is the hydraulic conductivity [m/s] and s is the source term [1/s]. z is the vertical coordinate, $(x, y, z, t) \in \Omega \times [0, T]$.

Let $\Omega_u(t) = \{(x, y, z) \in \Omega \mid \theta(x, y, z, t) < \theta_{max}\}$ and $\Omega_s(t) = \Omega \setminus \Omega_u(t)$ for $t \in [0, T]$ be the unsaturated and saturated zones for the solution $\theta(x, y, z, t)$ of (1), respectively. Assuming $s \geq 0$ and the fact that there is no negative liquid flux through the border $\partial\Omega$, from the physical interpretation of Richards-Klute equation we can conclude that $\partial\theta/\partial t \geq 0$ and we have $\Omega_s(t_1) \subseteq \Omega_s(t_2)$ for every $t_1 \leq t_2$. (2) This means that if the solution θ at the point (x, y, z, t_0) equals to θ_{max} , then for every $t_1 \geq t_0$ $\theta(x, y, z, t_1) = \theta_{max}$ and we may exclude full saturated points from the further consideration. For

numerical methods it means that space grid ω divides into two parts ω_u and ω_s on every step according to the same principle as Ω divides into $\Omega_u(t)$ and $\Omega_s(t)$. And for these subgrids we have different rule for finding approximate solution on the next step:

$$\begin{cases} \theta_i^{j+1} = \theta_i^j, \theta_i^j = \theta_{\max}^j, \\ \theta_i^{j+1} = c_i, \text{ otherwise,} \end{cases} \quad (2)$$

where $c \in \mathbb{R}^{|\omega_u|}$ is the solution of linear algebraic system, which is constructed on the current time step.

In the general case s and flux through $\partial\Omega$ can be negative, so the condition $\Omega_s(t_1) \subseteq \Omega_s(t_2)$ is untrue. Thus, for some $i \in \omega_s$ we may have $\theta_i^{j+1} < \theta_i^j$. It is obvious that rule (2) does not realize that changes in the nodes, so this rule must be modified for correct approximation of the solution. To achieve this goal, we will divide ω into the three subgrids:

- 1) $\omega_u = \{i \in \omega \mid \theta_i < \theta_{\max}\}$ (unsaturated nodes),
- 2) $\omega_s = \{i \in \omega \mid \theta_i = \theta_{\max}, \rho(i, \omega_u) > d\}$, (saturated nodes, which are distant from ω_u by at least a constant distance d),
- 3) $\omega_b = \omega \setminus (\omega_u \cup \omega_s)$ (buffer nodes between saturated and unsaturated nodes).

Then we have the next algorithm for finding approximate solution on the next step.

Algorithm 1.

Step 1. Calculate approximate solution θ_i^{j+1} according to the next rule.

$$\begin{cases} \theta_i^{j+1} = \theta_i^j, i \in \omega_s, \\ \theta_i^{j+1} = c_i, i \in \omega_u \cup \omega_b, \end{cases} \quad (3)$$

where $c \in \mathbb{R}^{|\omega_u \cup \omega_b|}$ is the solution of linear algebraic system, which is constructed on the current time step.

Step 2. Modify sets ω_u , ω_b and ω_s according to their definition.

There are only two nodes needed to track the boundary between ω_u and ω_b in one-dimensional case. Boundary of full saturated zone ω_s is calculated at every step using definition. There are a lot of nodes needed to track the boundary between zones in the two-dimensional case. In order to optimize the process of modifying ω_u and ω_b in the next step, we will combine the boundary nodes into a special structure. To do this, we will construct a doubly connected edge list (DCEL) structure on the grid ω . Nodes of ω will be the

vertices and connections between neighbour nodes will be edges of DCEL. Let L be the list of adjacent nodes from ω_b and every node from $\omega_b \notin L$ is lying left while traversing L .

Let

$$F(x) = \mu \left\{ t \in [0, T] \mid \frac{|\Omega_u(t)|}{|\Omega|} \leq x \right\} / T. \quad (4)$$

By its properties, F may be interpreted as the distribution function of some random variable ξ , i.e. $F(x) = F_\xi(x)$. For every $n = |\omega|$ let $P_n = (p_0, p_1, \dots, p_n)$ be a probability distribution, where p_k equal to probability of $|\omega_u(t)| = k$ for approximate solution on $[0, t]$. Then $F_{P_n} \rightarrow F_\xi$ as $n \rightarrow +\infty$.

Theorem 1. Let $\bar{p} = E(\xi)$ and let T_{mod} and T_0 be the average times for calculations of one step of the modified and unmodified numerical methods, respectively. Then

$$\frac{T_{mod}}{T_0} \rightarrow \bar{p}, n \rightarrow +\infty. \quad (5)$$

This article presents a modification for numerical methods for solving the Richards-Klute equation by tracking the full saturation zone. For two-dimensional form of Richards-Klute equation modified method uses a doubly connected edge list structure for tracking the border between saturated and unsaturated zones. Theorem that gives an estimation of efficiency increase of the modeling process is proven. Further research may contain adaptation of proposed modified methods for three-dimensional Richards-Klute equation using special structures for tracking border between saturated and unsaturated zones. Also, there is a problem that consists in choosing the value of the width of buffer zone between full saturated and unsaturated zones using a priori information about equation.

Literature

1. Solin P, Kuraz M.: Solving the nonstationary Richards equation with adaptive hp-FEM. *Advances in Water Resources*. 34(9), 1062–1081 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2011.04.020>
2. Celia M., Bouloutas E., Zarba R.: A general mass-conservative numerical solution for the unsaturated flow equation. *Water Resources Research*. 26(1), 1483–1496 (1990). doi: 10.1007/11823285 121

3. Suk H., Park E.: Numerical solution of the Kirchhoff-transformed Richards equation for simulating variably saturated flow in heterogeneous layered porous media. *Journal of Hydrology*. 579(124213) (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124213>

4. Zha Y., Yang J., Zeng J., Tso C.-H. M., Zeng W., Shi L.: Review of numerical solution of Richardson-Richards equation for variably saturated flow in soils. *WIREs Water*. 6(5) (2019). <https://doi.org/10.1002/wat2.1364>

5. Kolesnykov V.A.: Richards-Klute equation: state of the art. *J. Num. Appl. Math.* 1, 23–34 (2022). <https://doi.org/10.17721/2706-9699.2022.1.02>

6. Degtyarev S. P.: Elliptic-parabolic equation and the corresponding free boundary problem I: Elliptic problem with a parameter. *Ukr. Math. Vystnyk*. 11(1), 15–48 (2014)

7. Degtyarev S. P.: Elliptic-parabolic equation and the corresponding free boundary problem II: smooth solution. *Ukr. Math. Vystnyk*. 11(1), 447–479 (2014)

UDC: 621.039.76:004.3'144

AUTONOMOUS QUADRUPED ROBOTIC SYSTEMS FOR RADIATION MAPPING

^{1,2,3} Dmytro Khomenko, ² Maxim Pantin, ^{1,2} Maxim Saveliev,
³ Peter G. Martin

¹ *Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine,
Str: Kirova, 36-a, 07270 Chornobyl, Ukraine*

² *Institute of Mathematical Machines and Systems Problems, NAS of
Ukraine, Academic Glouchkov Ave., 42, 03187 Kyiv, Ukraine*

³ *HH Wills Physics Laboratory, School of Physics, University of Bristol,
Tyndall Avenue, Bristol BS8 1TL, UK*

INTRODUCTION

The University of Bristol and the Institute for Nuclear Power Plant Safety Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine continue research using robotic systems for radiation mapping of nuclear hazardous facilities.

Information technologies combined with modern robotic systems can help reduce the risk of exposure of operational personnel by providing an accurate assessment of the radiation background and identification of radiation sources.

One of the main technologies is radiation mapping, which allows the creation of maps of radioactive contamination in the work area [1]. For this purpose, radiometric devices are used that can detect various types of radiation and measure their intensity. The obtained data is processed using specialized software that allows for visualization of the result and the creation of contamination maps based on it.

1. DESCRIPTION OF THE EQUIPMENT

Radioactive threats are assessed using the latest technologies and advanced information systems. A prototype of an autonomous system developed because of the Go1 four-legged robotic platform helps in radiation surveys. This technology can replace human labour in the future, reduce the radiation exposure of personnel and improve radiation safety by eliminating the human factor.

The versatility of the system allows the use of different equipment depending on the tasks at hand.

Picture 1 shows the general view of the Go1 quadrupedal robotic platform during tests at the Chornobyl NPP, in the city of Chornobyl and in the city of Slavutych. This robotic system is equipped with a BDMG-96 detection unit connected to a Raspberry Pi single-board computer for reading and storing data from the detector. It is also possible to connect the LIDAR to an NVIDIA Jetson Nano to create 3D models and radiation mapping data.



Picture 1 - General view of the Go1 robotic platform

2. RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH

The search for low-activity sources requires complex manipulations of the detector, each time it is necessary to perform manipulations along a new trajectory that depends on the environment. Installing a multifunctional manipulator on a robotic system leads to stability problems. The task of adapting the manipulator's movement to the radiation environment is a complex scientific task in itself [3].

Nevertheless, such difficulties can be solved at a qualitative level using spatial interpolation and evolutionary algorithms [4].

Determining the exact position of a robot in space remains a practically challenging task, as it requires expensive sensors such as LIDAR, stereo cameras, etc.; as well as sufficient computing power to perform SLAM algorithms. This also increases the cost of the end device.

Working on "large" fields is also currently problematic. This is due to the fault tolerance of electronics and energy efficiency. An additional problem to the above disadvantages is the difficulty of decontamination and safe maintenance of the robotic platform, despite specially designed personal protective equipment.

At this stage, the robotic platform allows for remote surveys of radiation characteristics of personnel movement routes and easily accessible areas.

REFERENCES

1. Radiological Mapping of Post-Disaster Nuclear Environments Using Fixed-Wing Unmanned Aerial Systems: A Study from Chernobyl. Dean T. Connor, Kieran Wood, Peter G. Martin // Front. Robot. AI, 17 January 2020, Sec. Robotic Control Systems Volume 6 - 2019 - <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00149>.
2. Validation of a novel radiation mapping platform for the reduction of operator-induced shielding effects. P G Martin, C Hutson, L Payne. // Published 14 August 2018. Journal of Radiological Protection, Volume 38, Number 3. - DOI 10.1088/1361-6498/aad5f2.
3. Radiation Mapping and Laser Profiling Using a Robotic Manipulator. Samuel R. White, David A. Megson-Smith, Kaiqiang Zhang. // Front. Robot. AI, 26 November 2020 Sec. Smart Sensor Networks and Autonomy Volume 7 - 2020 - <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.499056>.
4. Implementation of Novel Evolutional Algorithm for 3-Dimensional Radiation Mapping and Gamma-Field Reconstruction within the Chernobyl Sarcophagus. Maxim Saveliev, Maksym Pantin, Igor Skiter, Peter Martin, and Thomas B. Scott – MDPI Algorithms 2023 (Scopus Q2), 16, 204. <https://doi.org/10.3390/a16040204>.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ В UML ДІАГРАМАХ

О. С. Ровник, М. С. Дорош

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Вже багато років UML-діаграми є невід'ємною частиною процесу розробки програмного забезпечення (ПЗ). З їх допомогою можна відобразити структуру проекту, компоненти, відношення між об'єктами, це дозволяє зрозуміти їх взаємодію та зберегти інформацію для подальшої роботи. Однак, процес побудови UML-діаграм може бути складним та вимагати часу. Значний потенціал у полі автоматизації процесу розробки ПЗ, а саме у процесі розпізнавання UML-діаграм, мають нейронні мережі [1].

Проте, існують певні проблеми, щодо їх використання, пов'язані з навчанням нейронних мереж для розпізнавання UML-діаграм.

Однією з головних проблем є недостатня кількість даних для навчання моделі. Це може ускладнити тренування моделі та призвести до недостатньої точності розпізнавання. Для побудови якісної моделі необхідно мати достатню кількість UML-діаграм різних типів та складності, що може бути проблемою.

Проблеми та складність розмітки та класифікації даних. Може бути обмежений доступ до добре розмічених UML-діаграм. Розмітка даних для нейронної мережі у сфері UML може бути трудомісткою задачею. Визначення об'єктів, взаємозв'язків і їхніх атрибутів на діаграмі вимагає спеціальних знань та великої кількості ресурсів. Також в UML існують різні типи взаємозв'язків (наприклад, асоціація, композиція, узагальнення тощо). Деякі зв'язки дуже схожі за графічним представленням та контекстом і розпізнавання цих різних типів може бути проблемним. Наприклад в діаграмах класів дуже важко розпізнати реалізацію і залежність.

Складність технічної реалізації навчання нейронної мережі. Однією з найскладніших частин при розробці нейронної мережі є вибір типу, архітектури, моделі та параметрів нейронної мережі.

Вибір нейронної мережі для розпізнавання рукописних стрілок в діаграмах залежить від різних факторів, таких як кількість запропонованих для навчання даних, складність діаграм та інші особливості задачі.

Для розпізнавання зв'язків в UML діаграмах, найбільш корисними можуть бути три типи нейронних мереж [2]:

1. Згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNN):

- зазвичай використовуються для завдань візуального розпізнавання, таких як розпізнавання зображень;
- добре підходять для аналізу структурних елементів, таких як рукописні стрілки в діаграмах;
- вимагають великої кількості навчальних даних для успішного навчання;
- можуть використовуватися як частина складних архітектур для вирішення завдань сегментації та класифікації.

2. Рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks, RNN):

- використовуються для роботи з послідовностями даних;
- можуть бути корисними, якщо ви маєте послідовності стрілок у діаграмах і хочете враховувати контекст при розпізнаванні;
- зазвичай вимагають менше навчальних даних, ніж CNN, але можуть бути менш точними у визначенні глибоких залежностей.

3. Трансформери (Transformers):

- потужні моделі, які демонструють вражаючі результати в обробці послідовностей та тексту;
- можуть бути корисними для роботи з рукописними стрілками в діаграмах, якщо вони представлені у вигляді послідовностей або текстових описів;
- трансформери можуть бути вимогливими до обчислювальних ресурсів але навчання може вимагати велику кількість даних.

Враховуючи наявні вхідні дані та особливості архітектури та алгоритмів для розпізнавання зв'язків в UML діаграм було обрано згорткову нейронну мережу, оскільки вона вимагає мінімального розміру пакету для навчання при вирішенні цієї задачі.

Розглянемо вхідні дані які необхідні для мережі:

1. Зображення рукописних стрілок. Вхідні дані повинні бути представлені у вигляді зображень. Кожне зображення повинно містити рукописну стрілку, яку потрібно розпізнати. Зазвичай ці зображення мають двовимірний формат (наприклад, ширина, висота, кількість каналів), де кількість каналів для зображень кольору зазвичай дорівнює 3 (червоний, зелений, синій). Але зважаючи на те, що в нашому алгоритмі присутня попередня обробка зображень та конвертування в

чорно-білий формат, то кількість каналів в нашому випадку дорівнює 1 [3].

2. Мітки або класи. Для навчання моделі потрібно знати, які стрілки на зображеннях представляють які класи або категорії. В нашому випадку має місце бути дворівнева структура з типом стрілки та напрямком. Наприклад, якщо у вас є зображення зі стрілками асоціації, які вказують вліво, вправо, вгору, вниз, то для кожної стрілки ви повинні мати відповідну мітку.

3. Дані для навчання та тестування: Вам потрібно мати два набори даних – навчальний і тестовий. Набір даних для навчання використовується для навчання моделі, тоді як тестовий набір використовується для оцінки точності моделі.

3. Попередня обробка даних: Вхідні зображення можуть потребувати попередню обробку, таку як зміна розміру, нормалізація пікселів, вирівнювання контрасту тощо.

4. Розмір пакета: Вибір мінімального розміру пакета для навчання важливий для оптимізації швидкодії моделі та використання ресурсів.

Згорткові нейронні мережі часто використовуються для роботи з зображеннями, вони можуть ефективно виділяти важливі ознаки з рукописних схем, що допомагає в розпізнаванні об'єктів, включаючи рукописні стрілки. Важливо належним чином підготувати дані та ретельно налаштувати архітектуру мережі для досягнення найкращих результатів.

Використання нейронних мереж для розпізнавання UML-діаграм має потужний потенціал, за умови подолання визначених проблем. Для цього пропонуємо використовувати добре налаштовані гіперпараметри. Саме на них базуються модель перехресної перевірки та процес визначення оптимальних параметрів набору для навчання, тестового набору даних для валідації та оцінки точності моделі. Доцільним буде і використання схожих попередньо навчених моделей, які мають здатність визначати об'єкти на зображеннях.

Література

1. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з проектування UML діаграм в ході виконання курсових робіт з дисципліни "Об'єктно-орієнтоване програмування" для студентів спеціальності 121 - «Інженерія програмного забезпечення» / Уклад.

Кательніков Д.І., Дудник О.О. та Денисюк А.В. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 28 с. Режим доступу: <http://iq.vntu.edu.ua/card.php?id=3562>

2. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

3. Ровник, О., Трунова, О., Войтенко, В. 2021. Технологія обробки та розпізнавання первинної проєктної інформації засобами операційної системи Android. Технічні науки та технології. 2(24) (Лип 2021), 67–74. Режим доступу: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-2\(24\)-67-74](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-2(24)-67-74)

УДК 004.94:669.1

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ВЕРХНЬОЇ КОНВЕРТЕРНОЇ ФУРМИ

І.І. Жульковська¹, О.О. Жульковський², С.П. Пантейков²

¹ *Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна*

² *Дніпровський державний технічний університет, Україна*

У сучасному киснево-конвертерному процесі виробництва сталі верхні фурми використовуються не лише для продування розплаву, а і для проведення гарячого ремонту футерівки конвертера методом ошлакування [1]. Проте стійкість верхніх конвертерних фурм досі залишається невирішеною проблемою як у вітчизняному, так і у світовому виробництві сталі. Фурми достроково виходять з ладу здебільшого через прогари наконечників та зовнішньої труби (стовбура) при недостатньому охолодженні або із-за некваліфікованої обрізки охолоді зі стовбура.

У зв'язку з цим очевидний інтерес становлять дослідження температурного режиму стовбура верхньої конвертерної фурми за різних умов її експлуатації (операції продування ванни, ошлакування футерівки тощо). Проведення таких досліджень у виробничих або лабораторних умовах є важкоздійсненним і можливим лише шляхом оцінки параметрів охолоджувальної води. Отже розроблення математичної моделі з подальшим комп'ютерним моделюванням теплового режиму верхньої фурми в умовах сучасного киснево-конвертерного процесу є актуальною задачею.

Розроблення адекватного математичного опису теплового режиму стовбура фурми ґрунтується на повному і коректному описі складного радіаційно-конвективного теплообміну робочих поверхонь конструкції під час технологічних операцій.

Так, на протязі усього процесу експлуатації фурми на внутрішній поверхні її стовбура має місце конвективний теплообмін з потоком охолоджувача. Під час продування на зовнішній поверхні стовбура фурми здійснюється конвективний теплообмін з високотемпературними потоками відхідних конвертерних газів, випромінювальна здатність яких близька до одиниці. Протягом усієї операції ошлакування футерівки конвертера на зовнішній поверхні стовбура фурми має місце складний радіаційно-конвективний теплообмін із випромінюючими високотемпературними поверхнями футерівки стін агрегату і шлаку, а також із рухомими потоками відхідних газів. Під час міжплавочного простою поверхня фурми випромінює на конструкції, що її оточують, та остигає за рахунок вільної конвекції.

В роботі виконано удосконалення раніше запропонованої математичної моделі теплового режиму верхньої конвертерної фурми [2], доповнюючи її математичним описом умов теплообміну конструкції під час операції ошлакування футерівки агрегата.

Зважаючи на відому складність чисельної реалізації задач теплоперенесення, розрахунки складного теплообміну проводилися на основі принципу адитивності – окремо та незалежно обчислювалися теплові потоки внаслідок радіаційного теплообміну та конвекції, а результати підсумовувалися [3].

Вихідні рівняння тепловіддачі та їх розв'язки стосовно поставленої задачі представлялися як залежності між безрозмірними числами подібності. Розрахунок радіаційної складової теплообміну виконано зональним методом.

Консервативна різницєва схема рівняння теплопровідності, що зв'язує часове та просторове змінення температури стовбура фурми, отримана інтегро-інтерполяційним методом у циліндричних координатах. Система рівнянь теплового балансу вирішена методом прогонки з розпаралелюванням алгоритму розрахунку на два обчислювальні потоки.

Комп'ютерна реалізація розробленої математичної моделі виконувалася в IDE Microsoft Visual Studio C++ 2022, у тому числі з використанням паралельних обчислень на сучасній мультипроцесорній комп'ютерній архітектурі і SIMD-інструкцій CPU.

Отримані результати будуть використовуватися при проектуванні та модернізації верхніх конвертерних фурм, у тому числі й таких, що застосовуються для гарячого ремонту футерівки агрегатів, а також при розробці та/або оптимізації технології експлуатації продувних пристроїв.

На основі представленої математичної моделі розроблено нову інформаційно-моделюючу систему прогнозування стійкості верхніх

фурм, що сприяє розвитку та вдосконаленню систем автоматизованого управління сучасним киснево-конвертерним процесом виробництва сталі.

Література

1. S. Panteikov. Stages of improvement for welded structures with five-nozzle lance heads in the converter shop of public joint stock company “Dneprovsky Metallurgical Combine” // Steel in Translation. - USA : Springer. – vol. 50, no. 11, Nov. 2020. - P. 756 - 761. DOI: 10.3103/S0967091220110108

2. O. Zhulkovskii, S. Panteikov, I. Zhulkovskaya. Information-modeling forecasting system for thermal mode of top converter lance // Steel in Translation. - USA : Springer. - vol. 52, no. 5, May 2022. - P. 495 - 502. DOI: 10.3103/S0967091222050138.

3. O. Zhulkovskiy, Iu. Savchenko, I. Zhulkovska etc. Features of mathematical simulation of the processes of combined heat transfer in waveguides // Proc. 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES 2022), Oct. 2022. - P. 452 – 456. DOI: 10.1109/MEES58014.2022.10005676.

УДК 004.4`2

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ПОШУКУ БЕЗВІСТІ ЗНИКЛИХ ОСІБ

Борисова А.Ю.

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Люди зникають щодня, і це дуже поширене явище в нашому суспільстві. Міжнародний комітет Червоного Хреста заявив, що понад 100000 людей у всьому світі вважаються зниклими безвісті, що спричинило глобальну кризу [1].

Зокрема, постійно зникають діти, люди похилого віку та люди з вадами психологічного розвитку. Також люди стикаються з багатьма проблемами, коли їхні знайомі або родичі зникають безвісті, наприклад, подання заяв до поліції, розміщення оголошень та в цілому нерозумінні дій, які потрібно виконати для розшуку [2]. Через це виникає потреба у нових сучасних засобах, які мають спростити та прискорити знаходження людей, адже на рахунок дуже часто кожна хвилина. У багатьох країнах світу є велика кількість веб-додатків для розшуку безслідно зниклих громадян.

Для створення таких застосунків аналіз вимог до веб-додатків для пошуку зниклих безвісті осіб є важливою задачею, оскільки вони ставлять перед собою завдання знайти і допомогти віднайти людей, які могли опинитися у небезпеці.

На рисунку 1 зазначені ключові вимоги до таких веб-додатків:

- глобальний доступ;
- база даних;
- пошуковий функціонал;
- можливість завантаження інформації;
- інформаційні повідомлення;
- спільнота;
- статистика;
- конфіденційність даних;
- співпраця з правоохоронними органами;
- інформаційна сторінка.



Рисунок 1 – Аналіз вимог до веб-застосунків для пошуку безвісті зниклих людей

Глобальний доступ. Веб-застосунок повинен бути доступним для користувачів з будь-якої точки світу, тобто веб-додаток має підтримувати різні мови та регіональні налаштування. Також інтерфейс застосунку повинен бути простим та доступним для користувачів, щоб веб-додаток був охоплював більшу категорію осіб.

База даних зниклих людей. Веб-додаток повинен мати добре організовану базу даних, в якій буде зберігатися інформація та фотографії зниклих безвісті осіб. Ця інформація повинна бути легко доступною для пошуку та перегляду.

Надання користувачам можливість завантаження інформації. Користувачі повинні мати можливість додавати інформацію про зниклих людей, включаючи фотографії, особисті описи, місця зникнення, час зникнення та інше.

Пошуковий функціонал. Наявність пошукового інструмента дозволить користувачам швидко знаходити інформацію про зниклих людей за різними параметрами, такими як ім'я, вік (дитина чи дорослий), місце зникнення тощо.

Інформаційні повідомлення. Веб-застосунок може надсилати повідомлення про нові випадки зникнення людей, а також оновлення щодо вже відомих випадків.

Спільнота та зворотній зв'язок. Створення можливості користувачів ділитися інформацією, обговорювати випадки зникнення та надавати допомогу в пошуку є перспективою для прискорення знаходження зниклих людей. Може бути створена спільнота волонтерів та професіоналів, які готові допомагати в пошуку.

Конфіденційність даних та безпека. Важливо забезпечити конфіденційність і безпеку персональних даних користувачів, а також інформації про зниклих людей. Захист даних від несанкціонованого доступу і зловживання даними є критично важливим.

Наявність статистики про зниклих людей. Забезпечення статистичних даних про кількість зниклих осіб в країні та областях та знайдених з них є досить важливим для швидкого отримання загальної інформації про зниклих та розповсюдженню проблеми зникнення людей.

Інформаційна сторінка про дії при зникненні особи. Надання інформації про дії, які потрібно зробити близьким особам зниклих людей може бути корисною та дуже необхідною для швидкої подачі заяви. Також є важливим надавати інформацію користувачам про те, як допомагати в пошуку зниклих людей, як правильно збирати та подавати інформацію, і як уникнути надмірної публікації конфіденційних даних.

Співпраця з правоохоронними органами. Веб-застосунок може співпрацювати з правоохоронними органами та службами розшуку, щоб

використовувати інформацію, зібрану в системі. Також для ефективної інтеграції з базами даних та ресурсами, які використовуються організаціями, які займаються пошуком людей.

Аналіз вимог до веб-застосунків для пошуку безвісті зниклих людей повинен враховувати всі ці аспекти, щоб забезпечувати ефективну інструментальну базу для пошуку та допомоги в таких важливих ситуаціях. Технології вирішення даних вимог до зберігання даних – це використання систем управління базами даних (PostgreSQL, MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server), мови запитів SQL (Structured Query Language), хмарні системи управління базами даних (Amazon RDS, Microsoft Azure SQL Database) та регулярне резервне копіювання бази даних. Для захисту облікових записів користувачів використовувати JWT (JSON Web Tokens) для авторизації та аутентифікації. Для розробки інтуїтивного та динамічного інтерфейсу веб-застосунку використовувати фреймворки React, Angular або Vue.js.

Використання веб-застосунків для пошуку осіб, які безслідно зникли, є гарним засобом для ефективного та зручного знаходження таких людей. Так як родичі та друзі не тільки зможуть швидко публікувати заяви, а й будь-який користувач додатку, який має корисну інформацію про зниклу особу, писати відгуки до заяви, що збільшить шанси на знаходження безвісті зниклого. На жаль, в Україні мало таких веб-застосунків, то подальші дослідження будуть пов'язані з проектуванням та створенням веб-застосунку для пошуку безвісті зниклих людей в Україні.

Література

1. Lederer, E.M. Red Cross: Over 100,000 Missing People Is a Global Crisis. // Ap News. – 2018. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://apnews.com/article/efa2b8e6d21e42c9ae06e7787f18fc49>
2. Suchana, Khairunnahar & Alam, Syed Md & Meem, Anika & Turjo, Manoshi & Khan, Mohhamad. Development of User-Friendly Web-Based Lost and Found System. // Journal of Software Engineering and Applications. – 2021. – №14. – p. 575–590. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/355384108_Development_of_User-Friendly_Web-Based_Lost_and_Found_System

REMOTE EDUCATION INFORMATION SYSTEM: SCALABILITY AND RESILIENCE AMIDST VARIABLE LOAD AND CONFLICT SCENARIOS

Demydenko M. B., Luhovskyi V. B., Bilous I. V.

Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine

In the evolving landscape of global education, there is a growing recognition of the utility and necessity of remote learning systems. Amidst varied student-teacher ratios worldwide, with a highest ratio 26.9:1 [1], what is shown on figure 1, the development of a course and assessment micro-service system can provide a viable solution. This is particularly relevant in the context of non-traditional students, working adults, and those living in conflict zones such as Ukraine, where traditional classroom learning may not always be feasible [2].

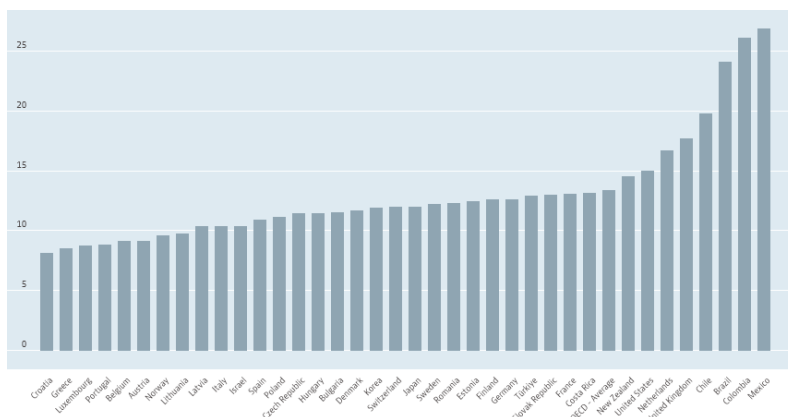


Fig. 1 – How Student-Teacher Ratios vary

Estimating system load is a crucial aspect of architectural planning for such a system. Given the substantial number of students and teachers globally, and the significant daily interactions (e.g., uploading work, verifying work, administering tests), the system is expected to handle a substantial and variable load. This variability is influenced by factors such as school holidays and vacations, as well as the ongoing war in Ukraine.

To estimate the system load, we can use the average student-teacher ratio and the frequency of interactions to calculate the total number of interactions per day. For instance, assuming an average of 20 teachers and 270 students per school (based on the EU student-teacher ratio of 13.5 [3]) and as for cap ratio (what is 26.9:1 ceiled to 30:1) 20 teachers and 660 students. Considering one new school coming onboard every two days, we get approximately 183 schools per year. This translates into around 3,660 teachers and 49,410 students per year for EU average ratio and around 3,660 teachers and 120,780 students for cap ratio. If each teacher verifies work five times a day and each student uploads work or does tests three times a day, the system should be able to handle around 148,230 for students and in total 296,460 interactions per day for student and teacher and 1,778,760 interactions per day in total for cap ratio.

However, when considering holidays and vacations, particularly in Ukraine where the school year typically runs from September 1 to June 1 with several vacation periods, the number of school days in a year reduces to approximately 196 days, while minimum in case of Ukraine is 175 days. Consequently, the total number of interactions per year for ratio 13.5:1 decreases to around 58,106,160, and for ratio 30:1 to around 348,636,960.

The ongoing conflict in Ukraine introduces additional variability in the system load. School operations may be disrupted due to conflict-related incidents, leading to irregular attendance patterns and potentially a higher reliance on digital learning platforms. This could result in higher system load during conflict periods, but the effect is difficult to quantify without specific data.

Given the significant and non-constant load, a microservices architecture is a suitable choice for the system. This architectural style offers several advantages, including scalability, resilience, and flexibility [5]. Each microservice can be independently scaled based on demand, allowing the system to efficiently handle varying load. Furthermore, the independence of microservices enhances system resilience, as a failure in one service doesn't directly impact the others. Also, worth to note that the flexibility of microservices allows independent development and deployment using different technologies, thereby enabling the use of the most suitable technology for each service, as for example Green Blue deployment technic can be used to deliver new features without system downtime, which is critical. Green Blue deployment technic schema shown on figure 2.

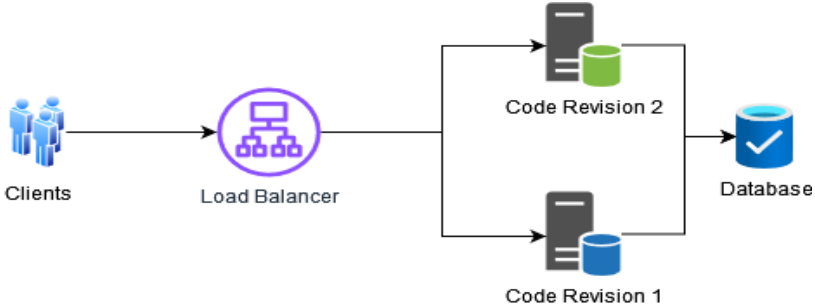


Fig. 2 – Green Blue deployment technic

This resilience is further augmented when the architecture is deployed in a cloud environment. Cloud platforms offer high availability and durability, which further ensure the uninterrupted operation of the system. For instance, if a hardware failure or a service disruption occurs in one location, the cloud platform can automatically reroute the traffic to another location, minimizing the downtime and the impact on the users [6].

The selection of the database is crucial to the system's performance and scalability. There are several options available, such as NoSQL databases (like Cassandra), database that scales using Read Write Replica (like PostgreSQL), or PostgreSQL-compatible databases like YugabyteDB. Each of these databases offers unique advantages. For example, NoSQL databases like Cassandra are known for their scalability and distributed architecture. PostgreSQL, on the other hand, is known for its robustness, support for a wide range of SQL features and ACID compliance.

After considering these factors, the PostgreSQL-compatible YugabyteDB was selected for its unique advantages. YugabyteDB is a distributed SQL database that combines the scalability of NoSQL databases like Cassandra with the ACID transactions and SQL support of PostgreSQL [7]. It also provides a high degree of resilience, which is crucial for handling the variable load of the system.

In conclusion, given the significant and non-constant load on the system, a microservices architecture, particularly when deployed in a cloud environment, offers a suitable solution. The scalability, resilience, and flexibility offered by this architecture can effectively handle the variable load and ensure the smooth operation of the system.

Literature

1. OECD Data - Students per teaching staff [Electronic resource]. - Access mode: <https://data.oecd.org/teachers/students-per-teaching-staff.htm>.
2. Distance Learning vs. Traditional Learning: Pros and Cons [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.wgu.edu/blog/distance-learning-traditional-learning-pros-cons2210.html#openSubscriberModal>.
3. Almost 14 pupils per teacher in EU primary schools [Electronic resource]. - Access mode: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210907-1>.
4. Стаття 10. Організація освітнього процесу [Electronic resource]. - Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#n135>.
5. Education data highlights [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.globalpartnership.org/results/education-data-highlights>.
6. Cloud-native resiliency [Electronic resource]. - Access mode: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/cloud-native/resiliency>.
7. How YugabyteDB Brings Together SQL & NoSQL on a Common Database Core? [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.yugabyte.com/blog/data-modeling-basics-postgresql-vs-cassandra-vs-mongodb/#how-nosql-differs-from-sql-in-data-modeling>.

УДК 004.41::004.94

МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ ПЕТРІ-ОБ'ЄКТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Дифучина О.Ю.

*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна*

На сьогоднішній день без використання паралельних обчислень важко уявити розробку навіть простих інформаційних систем. Адже сучасні інформаційні технології вимагають високої швидкодії алгоритмів, яка може бути забезпечена паралельним програмуванням. Разом із популярністю використання паралельних обчислень виникають питання пов'язані із надійністю та коректністю використання інструментів паралелізму, із зростанням складності розробки та тестування програм, із

вибором оптимальних варіантів використання обчислювальних ресурсів.

Ефективність функціонування паралельних програм суттєво залежить від обчислювальних ресурсів, які задіюються при їх виконанні. Ця особливість значно ускладнює процес тестування, внаслідок чого стають під питання гарантії щодо коректності та ефективності роботи програми. Окрім цього, недетермінований порядок виконання інструкцій потоками, що характерний для багатопотокових програм, також спричиняє ряд проблем та помилок. До того ж, швидкодія алгоритмів залежить від таких параметрів як кількість потоків і розмір підзадач, виконуваних потоками. Не слід забувати й про синхронізовані процеси та вартість підтримки багатопотоковості, які визначають доречність використання паралельних обчислень в тому чи іншому випадку. Отже, параметрів, що впливають на ефективність паралельної програми немало і налаштування їх вручну є досить ресурсовитратним процесом. Розробники паралельних програм повинні шукати баланс між розподілом ресурсів, складністю розробки, та витратами на взаємодію між потоками. І при цьому їм необхідно бути впевненими, що переваги від багатопотоковості більші за витрати на неї [1]. Більшість існуючих засобів налагодження, на жаль, орієнтовані лише на однопотокові програми. Що ж стосується багатопотокових програм, у дослідженнях та розробках розглядають найчастіше лише проблему взаємоблокувань [2, 3] у той час, як багато інших проблем паралельного програмування залишаються не розглянутими. Тож, створення методу спрямованого на підвищення ефективності використання паралельних обчислень та пришвидшення процесу тестування паралельних програм є актуальним завданням.

У даному дослідженні пропонується використання імітаційного моделювання для відтворення складної взаємодії між потоками у програмі. Петрі-об'єктне моделювання дозволяє досить точно відтворити роботу програми з урахуванням часу виконання дій потоками та спростити процес побудови та дослідження моделі. Розроблена Петрі-об'єктна модель багатопотокової програми має можливість варіювання параметрів, що в свою чергу надає можливість проводити пошук та дослідження оптимальних параметрів паралельного алгоритму, що забезпечують його високу ефективність.

Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень складається з низки етапів. На *першому етапі* відбувається побудова моделі паралельного алгоритму за допомогою методу Петрі-об'єктного моделювання паралельних обчислень [4] та програмного забезпечення

Parallel Program Simulation (PPS). На *другому етапі* використовується метод збору даних для моделі та встановлюються параметри часових затримок. *Третій етап* полягає у проведенні експериментів для визначення набору параметрів, що впливають на ефективність алгоритму. Це може бути обсяг обчислювальних ресурсів, розмір підзадач, кількість потоків тощо. На *наступному етапі* проводиться підготовка до експериментів. Спеціальний клас налаштовується під конкретну серію експериментів, внаслідок яких будуються графіки результатів. Після цього, на *n'ятому етапі* відбувається безпосередньо проведення експериментів на моделі. У результаті отримуємо графіки залежності спостережуваної величини від параметра, що змінюється. *Шостим етапом* є аналіз результатів експериментів. Тут приймається рішення про завершення чи продовження експериментів в залежності від того чи відслідковується мінімальне значення спостережуваної величини. На *останньому етапі* проводиться аналіз графіків, побудованих за результатами експериментів на попередніх етапах, та визначається оптимальне значення параметру (мінімальне значення спостережуваної величини).

Ефективність описаного методу була експериментально доведена на прикладі паралельного алгоритму імітації дискретно-подійної системи [5]. Розглядалась система з кількістю послідовних подій від 200 до 2000. Для розпаралелювання весь обсяг роботи розбивався на однакові частини, які окремо виконуються потоками. Спершу була побудована Петрі-об'єктна модель даного алгоритму. Для дослідження впливу складності дій виконуваних потоком на час виконання алгоритму проведено експеримент із встановленням параметрів моделі, близьких до спостережуваних в експерименті з комп'ютером. На рисунку 1 (а) представлені результати моделювання для пошуку оптимальної складності у випадку використання 2 ядерного процесору. На рисунку 1 (б) зображені результати отримані експериментальним шляхом.

Найменший час виконання досягається, якщо кількість подій, що обробляються одним потоком, дорівнює 10 для складності моделі, що збільшується з 200 до 1000 подій (послідовність СМО). Отриманий результат збігається з тим, що було отримано при реальному запуску на комп'ютерних ресурсах. Таким чином, модель була використана для пошуку найкращих параметрів для паралельного алгоритму.

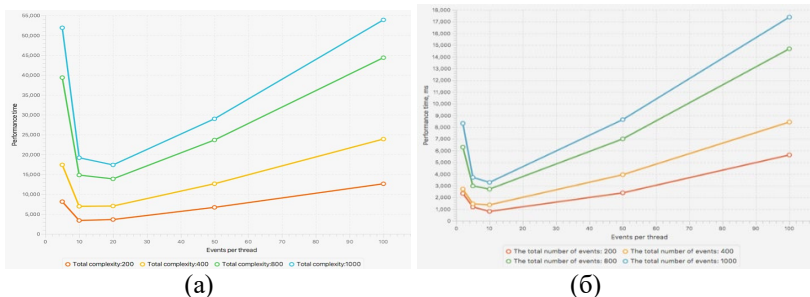


Рис.1 Вплив складності обчислювальних дій у потоці на час виконання алгоритму: а) результати моделювання, б) результати виконання паралельного алгоритму [5].

Отже, запропоновано метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання. Застосування методу продемонстровано на прикладі паралельного алгоритму імітації дискретно-подійної системи. Знайдені оптимальні значення достатньо точно відповідають таким, що були виявлені при експериментуванні з паралельним алгоритмом в реальних умовах. Отримані результати свідчать про коректність пошуку оптимальних параметрів на моделі. Тож даний метод сприяє підвищенню ефективності використання паралельних обчислень в інформаційній технології.

Література

1. Jenkov.com. Jenkov J. (2021) Multithreading Costs. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://tutorials.jenkov.com/java-concurrency/costs.html>.
2. O. Owe, I.C. Yu. Deadlock detection of active objects with synchronous and asynchronous method calls. // Norsk Informatikkonferanse (NIK). – Halden, Norway, 2014.
3. Software Verify LTD. Smarter tools for better software. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.softwareverify.com/products/#threads>.
4. I.V. Stetsenko, O. Dyfuchyna. Simulation of multithreaded algorithms using Petri-object models // Advances in Intelligent Systems and Computing. – Springer, Cham, 2019. – vol. 754. – P.391-401.
5. I.V. Stetsenko, O.A. Pavlov, O. Dyfuchyna. Parallel algorithm development and testing using Petri-object simulation // International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems. – 2021. – №36(6). – P.549-564.

ОСОБЛИВОСТІ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЮРИДИЧНИХ ТЕКСТІВ ТА ЙОГО МЕТОДИ

Журко Д.О., аспірант гр. АСД-122-22
Науковий керівник: Білоус І.В., к.т.н., доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Семантичний аналіз тексту – це процес встановлення зв'язків між синтаксичними структурними елементами тексту (словами, словосполученнями, реченнями, абзацами) з їхніми незалежними від мови значеннями з метою встановлення загального сенсу тексту на основі його змісту та контексту. Семантичний аналіз полягає у встановленні безпосередніх смислових зв'язків між словами, реченнями і абзацами в тексті, а також у виявленні інформації, яка не виражена безпосередньо, але може бути виведена із зв'язків між різними частинами тексту [1].

Семантичний аналіз тексту включає в себе наступні аспекти:

- Розуміння значення слів – визначення смислового значення кожного слова в тексті, включаючи урахування можливих синонімів, антонімів і інших лексичних відношень;
- Розуміння синтаксису – встановлення синтаксичних зв'язків між словами у реченнях, а також визначення загальної структури тексту;
- Виявлення контексту – аналіз внутрішнього і зовнішнього контексту тексту для розуміння того, на що саме вказують слова та вирази в даному контексті;
- Виявлення інформаційних зв'язків – встановлення зв'язків між різними частинами тексту, включаючи причинно-наслідкові зв'язки, порівняльні відношення та інші типи взаємодій;
- Визначення загального сенсу – здатність розуміти загальний сенс тексту, зокрема виділяти його намір, основні ідеї та головні аргументи.

Семантичний аналіз тексту є важливим етапом обробки природної мови, він застосовується пошуковими системами, у машинному навчанні, для аналізу даних, автоматизованої обробки текстової інформації та у багатьох інших сферах [1].

Зокрема, семантичний аналіз має важливе значення у юриспруденції. Семантичний аналіз юридичних текстів передбачає

виділення значення, контексту та наміру з юридичних документів. Такий аналіз має свої особливості [2]:

- Розпізнавання сутностей – ідентифікація та виділення з тексту сутностей, таких як залучені сторони, нормативні акти та правові концепції;
- Виділення зв'язків – визначення зв'язків між сутностями, зокрема цитувань або посилань на нормативні акти;
- Розпізнавання термінології – розпізнавання та коректне розуміння специфічної юридичної термінології;
- Аналіз настроїв – оцінка настроїв та намірів, висловлених у юридичному тексті, наприклад ставлення судового рішення до справи;
- Ідентифікація тем – визначення основних тем для категоризації та впорядкування інформації;
- Аналіз юридичних прецедентів – розпізнавання правових прецедентів і аналогій, цитованих у документі, для розуміння їхньої актуальності і застосовності у даній ситуації;
- Контекстуальний аналіз – аналіз історичного контексту, актуальних законодавчих норм і суспільних факторів, які впливають на юридичні документи та рішення того часу;
- Розпізнавання метаданих – розпізнавання метаданих у юридичних документах, таких як назви справ, номери реєстрів і назви судів;
- Семіотичний аналіз – аналіз використання символів, знаків і візуальних елементів у юридичних документах, таких як юридичні діаграми та графіки.

Ці особливості є важливими для розуміння та встановлення змісту юридичного тексту. Результати коректного семантичного аналізу можна використовувати для подальших різноманітних завдань у сфері правової інформатики, включаючи аналіз контрактів, пошук пов'язаної судової практики тощо [2].

Семантичний аналіз тексту є складним завданням, для здійснення якого використовується різноманітні методи: векторне представлення слів (Word2Vec, GloVe та FastText), матричні факторизації (Latent Semantic Analysis (LSA) і Latent Dirichlet Allocation (LDA)), розпізнавання іменованих об'єктів (Named Entity Recognition, NER) та маркування семантичних ролей (Semantic role labeling, SRL) [1]. Велику популярність і увагу дослідників наразі отримують нейромереві методи (рекурентні нейронні мережі (RNN), зокрема довга короткочасна пам'ять (LSTM, Long short-term memory), або трансформери, як BERT (Bidirectional Encoder Representations from

Transformers, двоспрямовані кодувальні представлення з трансформерів) і GPT (Generative pre-trained transformer).

Одним із проміжних результатів семантичного аналізу є побудова семантичної мережі тексту – структури даних, яка представляє семантичні зв'язки між поняттями, словами або термінами. Вона використовується для моделювання семантичних відношень між елементами мови або концептами. Семантичні мережі допомагають визначити, як поняття або слова пов'язані між собою з точки зору їхнього семантичного значення [3].

Основними елементами семантичної мережі є вершини (представляють кожне поняття, слово або термін), ребра (показують семантичні відношення між поняттями, такі як синонімія, антонімія, гіперонімія) і ваги (вказують на силу або тип семантичного зв'язку) [3]. Таким чином, семантичну мережу можна представити у вигляді графу (Рисунок 1).

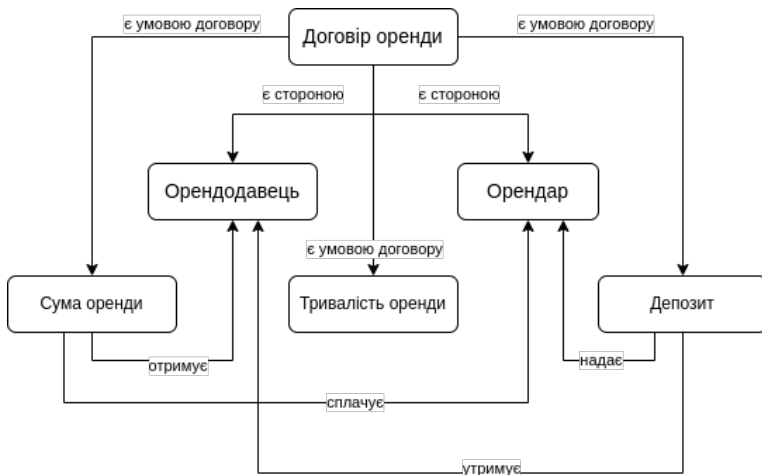


Рисунок 1 – Приклад семантичної мережі для договору оренди

Семантичні мережі допомагають моделювати семантичні зв'язки в текстах, базах даних, документації та інших джерелах інформації для полегшення пошуку, розуміння та аналізу даних [3].

Розмаїття підходів і методів, які використовуються при семантичному аналізі текстів, лише підтверджує комплексність цієї задачі. Вибір найбільш вдалого та ефективного методу для вирішення конкретної задачі залежить від особливостей текстів, що

досліджуються. Зокрема, юридичні тексти містять специфічні сутності та зв'язки між ними, які не властиві текстам з інших галузей. Це потребує від дослідника при виборі методу семантичного аналізу (або їх комбінації) звернути особливу увагу на ефективність застосованого підходу у виявленні цих сутностей та зв'язків.

Окрім того, важливим фактором при виборі методу є його сучасність та актуальність. Зазвичай такі методи є найбільш ефективними, а їх дослідження є вкрай важливими для подальшого вдосконалення. Для семантичного аналізу текстів найбільш актуальними і досліджуваними засобами сьогодення є нейромережеві підходи.

Список використаних джерел

1. Goddard, Cliff. *Semantic Analysis: A Practical Introduction*. – Oxford : Oxford University Press, 2011.

2. Давидова Н. В., Декусар Г. Г. Лінгвостилістичний аналіз юридичного тексту у спеціальному дискурсі. *Науковий огляд*. 2020. Т. 9, № 72. С. 101–111.

3. Winkels, Radboud; Boer, Alexander; de Maat, Emile; van Engers, Tom; Breebaart, Matthijs; Melger, Henr. Constructing a semantic network for legal content. *ICAAIL '05 : Proceedings of the 10th international conference on Artificial intelligence and law, Bologna, Italy, 6—11.06.2005*. / ACM Press the 10th international conference, 2005. С. 125—132.

УДК 004.62

АНАЛІЗ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ОСНОВІ ЗІБРАНИХ ДАНИХ ПРО ТРАФІК У РЕГІОНІ ЗА ДОПОМОГОЮ GPS

Зетченко В.С., Задорожній А.О.

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Зі зростанням урбанізації та автомобілізації, що призводить до заторів і забруднення, достовірні дані про дорожній рух можуть мати вирішальне значення для моніторингу та управління дорожнім рухом.

GPS-технологія вже давно застосовується для визначення місцезнаходження автомобілів та індивідуальних користувачів. Сучасні автомобілі оснащені GPS- приймачами, які постійно передають дані про рух авто. Ці дані включають інформацію про швидкість, маршрут руху, час і багато іншої корисної інформації.

Зібрані дані GPS мають великий потенціал для оптимізації дорожнього руху і зменшення транспортних заторів у регіонах. Використання цих даних для регулювання трафіку і покращення інфраструктури допоможе зменшити час подорожі, сприятиме зменшенню викидів CO2 та поліпшить якість життя мешканців міста. Зростання доступності GPS-технологій та розвиток аналітичних підходів обіцяють нові можливості для ефективного управління транспортним рухом в майбутньому.

Наприклад, такі компанії як: Google, Mapbox, Microsoft, Uber в основному виявляють поїздки транспортних засобів за допомогою GPS-пінгу додатків для смартфонів.

Карти Google мають API для доступу до цих даних. Карти Google також роблять ці дані про трафік загальнодоступними через свій веб-інтерфейс, але з обмеженими функціями та потребують подальшої обробки [1].

Проблему візуалізації даних було вирішено за допомогою інструмента з відкритим доступом (але для роботи з ним необхідні ключі від Google) `googletraffic R` – це бібліотека, яка дозволяє обробляти дані Google Maps з використанням мови програмування R [2]. Після розширення його можливостей та кінцевого налаштування було отримано перші результати (рисунк 1).

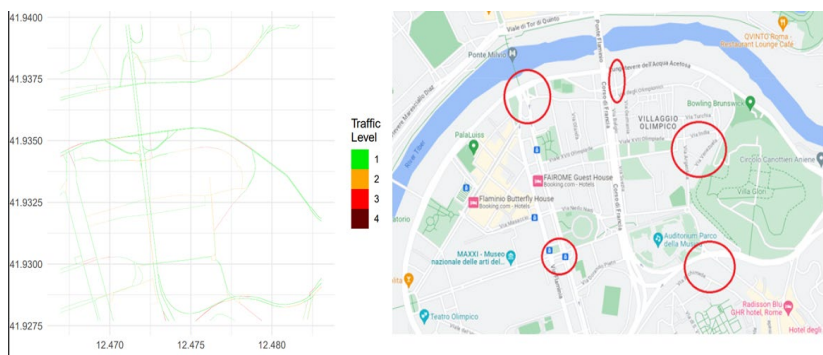


Рис. 1. Візуалізація трафіку (12,475; 41,935)

На даному рисунку відображені дані трафіку одного з районів Італії (Ponte Flaminio – Corso di Francia). Даний набір даних має 4 основні значення, що вказують на рівень заторів (1 = відсутність заторів, позначається зеленим кольором, до 4 = великі затори, позначається темно-

червоним). Вже на даному етапі можна з легкістю проаналізувати отримані дані і дати перший висновок стосовно проблемних місць.

На даних ділянках рекомендується провести заходи по усуненню даних проблемних ділянок [3]:

- Інвестиції у покращення мережі громадського транспорту, включаючи розширення маршрутів, покращення розкладів та зниження вартості проїзду, можуть збільшити його привабливість для пасажирів.
- Встановлення сучасних систем управління трафіком, включаючи світлофори з синхронізацією, системи розпізнавання номерних знаків та системи інтелектуального керування трафіком, може покращити пропускну здатність [4].
- Будівництво нових доріг, об'їзних шляхів та додаткових смуг руху може сприяти поліпшенню пропускну здатності та зменшенню заторів. Пріоритетними слід вважати розширення ділянок зі збільшеною кількістю смуг руху на основних магістралях та ділянок зі значними пробками.
- Сприяння використанню альтернативних видів транспорту, таких як велосипеди та електротранспорт, може допомогти зменшити навантаження.

Також, слід звернути на увагу на ще одну особливість отриманих даних – вони дійсні у момент часу формування запиту на їх отримання, тобто це «свіжий» аналіз трафіку за останню годину. Таким чином можна не тільки виявляти проблемні зони, а й отримувати детальну картину про зміни у заторах.

З огляду на величезний обсяг даних, які Google обробляє, і широку доступність інформації про дорожній рух, показано лише одним із багатьох можливих застосувань даних Google про трафік. Ці дані забезпечують недорогий спосіб відстеження впливу політик і втручань на перевантаження майже в реальному часі.

Список використаних джерел

1. Google Maps API: <https://developers.google.com/maps>. (дата звернення: 03.09.2023).
2. Googletraffic R URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/googletraffic/index.html>. (дата звернення: 11.09.2023).

3. Adaptive traffic control. URL: <https://www.yunextraffic.com/portfolio/smart-intersection/adaptive-traffic-control/>. (дата звернення: 12.04.2023).

4. Oleksandr Chymosh, Adaptive Management of Transport Logistics in Agricultural Enterprises // ARPG. – 2022. – С. 22–26.

УДК 004.62

MODELING THE USE OF BLOCKCHAIN SYSTEMS BASED ON THE DISTRIBUTED LEDGER PLATFORM HYPERLEDGER FABRIC FOR PUBLIC DATA REGISTRIES

A. Iskryzhytskyi, A. Zadorozhnii

Chernihiv Polytechnic National University, Ukraine

Abstract. This article explores and presents the research of the modeling of blockchain systems based on the distributed ledger platform Hyperledger Fabric for enhancing the management and accessibility of public data registries. Highlighting the Modular Architecture, which allows for tailored solutions, Privacy and Permission features ensuring authorized data access, and Extendability and Flexibility for system adaptability to evolving requirements. The proposed model, grounded in these principles, aspires to furnish a scalable, reliable solution for accurate and timely public data dissemination. Through a meticulous examination of the modeling approach, and a discourse on the significance of these attributes in the realm of public data registries, this article augments the burgeoning dialogue on blockchain's potential in public sector data management.

Keywords: Blockchain, Hyperledger Fabric, Public Data Registries, Privacy and Permission

Introduction

A blockchain is an electronic ledger that records transactions in discrete chunks referred to as blocks [1]. This technology has been growing in popularity due to its ability to offer transparency, security, and immutability. Amidst various blockchain platforms, Hyperledger Fabric stands out as an open-source enterprise-grade permissioned distributed ledger technology (DLT) platform [2], designed to provide these blockchain benefits with additional features suited for enterprise use such as privacy and permissioned access control. Public data registries, crucial for government transparency and accountability, have already embraced blockchain technology in countries

like Estonia, showcasing the practical utility and enhanced security of such decentralized solutions for public data management [3].

Downside of centralized classic systems for public data registries

In conventional setups for public data registries, a centralized architectural paradigm prevails, engendering single points of failure and engendering data silos. The access control mechanisms are often rigid, showcasing a lack of adaptability to diverse requirements. Transparency is typically circumscribed, with the possibility of retrospective data alterations, where record A can be replaced with record B, a phenomenon not permitted in blockchain systems but prevalent in traditional data systems, with inadequate audit trails further missing the tractability of such alterations. The integrity of data is susceptible to human errors or system vulnerabilities, potentially leading to data tampering or inaccuracies.

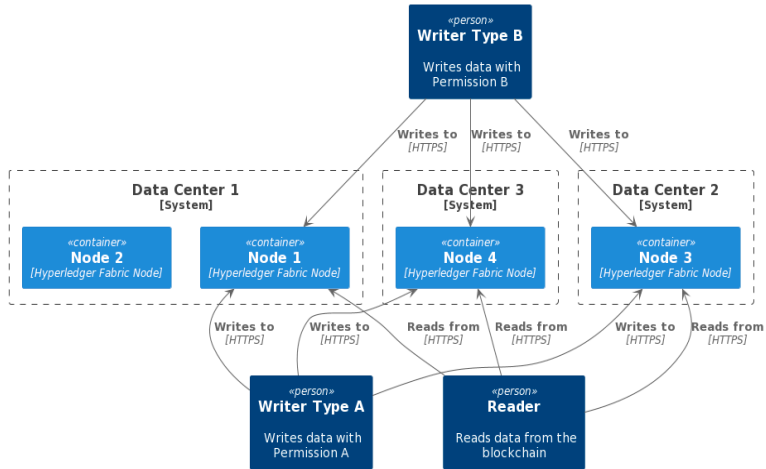
Blockchain based system as alternative for public data registries

In the quest for enhanced data management within public data registries, blockchain technology emerges as a potent alternative. By its inherent design, blockchain decentralized data storage and management, mitigating single points of failure and data silos emblematic of traditional systems. The immutable nature of blockchain forestalls retrospective data alterations, thereby bolstering data integrity. Additionally, the technology engenders verifiable audit trails, promoting transparency and accountability. These attributes, coupled with automated processes via smart contracts, herald a transformative approach to public data registry management, addressing the inefficiencies and vulnerabilities prevalent in centralized systems.

Modeling Approach

In the modeling approach, the consensus mechanism within Hyperledger Fabric is crucial as it ensures transaction validity and system coherence. Utilizing a pluggable consensus protocol, it allows for flexibility in choosing the consensus algorithm that best suits the public data registry's operational context. The deployment of services is streamlined through comprehensive documentation and a rich set of deployment tools provided by Hyperledger Fabric, facilitating a straightforward deployment process. Moreover, containerization technologies like Docker can be employed to encapsulate the Hyperledger Fabric services, promoting a scalable and manageable deployment model. The nodes of the system may be run in different data centers or cloud providers like AWS and GCP. This setup promotes decentralization and resilience by ensuring that the system remains operational even if one data center experiences issues. Hyperledger Fabric's design allows for such distributed deployments, facilitating a blockchain network that spans across various geographical and infrastructural environments. This structured

approach aims to harness the full potential of Hyperledger Fabric's modular architecture for optimizing public data registry management.



Conclusion

This article illuminates the potential of leveraging Hyperledger Fabric for redefining public data registry management. By transcending the traditional centralized model, blockchain technology addresses prevalent challenges while introducing enhanced transparency, integrity, and accessibility. The modular architecture, alongside robust privacy and permission features of Hyperledger Fabric, augments the scalability and adaptability, crucial for evolving public data requirements. The discourse evinced here not only contributes to the burgeoning narrative on blockchain's applicability in the public sector but also beckons further explorations and pragmatic implementations to fully harness the benefits delineated herein.

References:

1. John, Kose & O'Hara, Maureen & Saleh, Fahad. (2022). Bitcoin and Beyond. Annual Review of Financial Economics. 14. 10.1146/annurev-financial-111620-011240.
2. Hyperledger Fabric Documentation [Online Resource]. - Access mode to resource: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/whatis.html>
3. Clare Sullivan, Eric Burger, "E-residency and blockchain", Computer Law & Security Review, Volume 33, Issue 4, 2017, Pages 470-481, ISSN 0267-3649, <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.03.016>

ВИМОГИ ДО ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЧУТЛИВИХ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Лепіло О.Є.

Національний університет «Чернігівська політехніка»

У наш час, коли цифрові технології набули великого значення, захист конфіденційної інформації стає завданням першочергового плану, оскільки сучасні програмні системи розраховані на зберігання та обробку даних у електронному форматі. Обов'язок захищати чутливу інформацію став абсолютною необхідністю, охоплюючи елементи, такі як аудит безпеки, тестування на проникнення, дотримання регуляцій щодо даних, контроль доступу та категоризація. Ці п'ять ключових складових разом утворюють цифрові оборонні структури, які зберігають і захищають важливі дані, які є критичними для підприємств та організацій.

1. Шифрування

Дані можуть існувати в різних станах, кожен із яких відображає різні способи зберігання, обробки або передачі даних. Два найпоширеніші стани даних:

- Дані в спокої: Дані в спокої вказують на дані, які зберігаються в постійному (неперервному) вигляді, такі як на жорстких дисках, в базах даних або інших носіях зберігання. Ці дані не використовуються активно або не передаються, але залишаються доступними для отримання.
- Дані в русі: Дані в русі вказують на дані, які активно переміщуються з одного місця в інше, зазвичай по мережі або комунікаційному каналу. Ці дані знаходяться в русі під час процесів, таких як відправлення електронної пошти, завантаження файлу або трансляція відео.

Шифрування даних в спокої забезпечує те, що навіть якщо злочинні елементи отримають доступ до носія зберігання, дані залишаються зашифрованими та незчитуваними, зміцнюючи конфіденційність та цілісність чутливої інформації. Тим часом шифрування даних під час руху захищає дані під час перетинання мережі та комунікаційних каналів і унеможливорює їх потрапляння до сторонніх слухачів та злоумисників. Безпечні протоколи зв'язку, такі як Transport Layer Security (TLS) чи Secure Sockets Layer (SSL), шифрують дані перед передачею [1], зробивши їх невіддільною частиною онлайн-транзакцій, електронної пошти та різних цифрових взаємодій.

2. Контроль доступу

Контроль доступу в інформаційній безпеці визначає, хто має доступ до яких даних, систем або ресурсів в цифровому середовищі організації, регулюючи, хто має право отримати доступ і на якому рівні, на основі їхніх ролей та відповідальностей. Основні принципи контролю доступу включають аутентифікацію, авторизацію, облік та списки контролю доступу (ACL), які спільно гарантують, що доступ та можливість маніпулювання інформацією доступні лише авторизованим особам. Принцип мінімальних привілеїв є важливою основою в системах контролю доступу, і він наголошує на необхідності надавати індивідам та системам лише обмежений рівень доступу, який потрібен для виконання їх завдань. Це допомагає обмежити потенційні ризики для безпеки і можливість витоку даних.

3. Проведення аудитів безпеки та тестувань на проникнення

Аудити безпеки – це складний процес, який охоплює глибокий аналіз інфраструктури, правил безпеки та способів, якими організація захищає свою інформацію. Основна мета аудитів – це виявити можливі слабкості та ризики в інформаційній безпеці [2], а також переконатися, що організація дотримується встановлених стандартів та політик. Тестування на проникнення, відоме як етичне взламвання, – це практика, коли експерти з безпеки проводять контрольовані атаки на інформаційну інфраструктуру організації. Вони намагаються використати можливі слабкості та вразливості, щоб оцінити, наскільки великі загрози інформаційній безпеці можуть виникнути в реальному світі. Обидва види оцінок спрямовані на виявлення слабких місць в інформаційній безпеці, оцінку можливих ризиків та перевірку відповідності нормативам та стандартам безпеки. В результаті цих оцінок надаються рекомендації з покращення захисту від кіберзагроз. Ці процеси є постійними, оскільки вони відображають динамічну природу кіберзагроз і технологій.

4. Дотримання регуляцій та місцевих законів

Дотримання регуляцій та місцевих законів [3] передбачає вирівнювання з юридичними та регуляторними вимогами, що стосуються збору, обробки, зберігання та передачі даних, включаючи такі важливі документи, як Загальний регламент про захист даних (GDPR), Закон про мобільність та підзвітність страхування здоров'я (HIPAA) та Стандарт безпеки даних платіжної картки (PCI DSS) (Таблиця 1). Дотримання стандартів та регуляцій відіграє не лише роль юридичного обов'язку, але і є фундаментом репутації та стійкості організації, підкреслюючи важливість приватності даних та заробляючи довіру клієнтів і стейкхолдерів. Організації, що надають перевагу дотриманню цих вимог, показують свою готовність захищати цифрові активи та чутливі дані.

Таблиця 1 – Найпопулярніші регуляції

Регуляції	Опис
GDPR	Всебічне регулювання з питань захисту даних, прийнятим Європейським Союзом для забезпечення конфіденційності та особистих даних громадян ЄС. Він накладає строгі вимоги на організації, включаючи бізнес та публічні установи, з метою забезпечення законної та прозорої обробки особистих даних, надаючи особам більший контроль над їхніми даними та передбачаючи суворі покарання за невиконання вимог.
HIPAA	Федеральний закон США, який встановлює стандарти конфіденційності та безпеки для захисту чутливої інформації про стан здоров'я пацієнтів.
PCI DSS	Набір стандартів та вимог, призначених для захисту чутливих даних платіжних карток та забезпечення, що організації, які обробляють такі дані, забезпечують безпечне середовище. Вони визначають структуру для безпечної обробки платіжних карток, охоплюючи області, такі як шифрування даних, контроль доступу та регулярні оцінки безпеки з метою запобігання порушенням даних і шахрайству.

5. Категоризація

Класифікація даних - це процес категоризації інформації з урахуванням її чутливості та важливості. Вона створює структуровану основу для розуміння різних видів даних, які організація обробляє. Класифікація зазвичай включає три рівні [4]:

- публічні дані (ім'я, прізвище, публічні контакти, адреси тощо);
- внутрішні дані (ідентифікаційний номер користувача сайту, зарплата співробітника, внутрішні документи тощо);
- конфіденційні дані (медичні записи, реквізити банківських рахунків, соціальні номери, паспортні дані тощо).

Важливість класифікації даних проявляється в кількох областях, включаючи зменшення ризику та дотримання вимог щодо захисту даних, а також ефективний розподіл ресурсів і оперативну реакцію на події. Навіть при викликах, які супроводжують впровадження системи класифікації даних, такі як визначення критеріїв класифікації, навчання персоналу та підтримка інвентаризації даних, ці проблеми можна подолати завдяки використанню належних стратегій.

Література

1. What is SSL/TLS Encryption?. F5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.f5.com/glossary/ssl-tls-encryption>
2. Internal audits in the digital era: opportunities risks and challenges / P. Lois et al. EuroMed Journal of Business. 2020. Vol. 15, no. 2. P. 205–217. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1108/emjb-07-2019-0097>.
3. Про затвердження документів у сфері захисту персональних даних : Наказ Уповноваж. Верхов. Ради України з прав людини від 08.01.2014 р. № 1/02-14. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1_02715-14
4. Johnson B. 3 Classes of Data in Your Data Classification Policy | StrongDM. StrongDM | Dynamic Access That Puts Your People First. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.strongdm.com/blog/data-classification-policy>

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВОДЕННЯ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ ФІНАНСОВИХ НОВИН З ЦІЛЛЮ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Пархоменко Б.М., студ. гр. АСД-122-22

Науковий керівник: Акименко А.М., к.фіз.-мат..н., доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна

В сучасному світі, де інформація є ключовим активом, здатність швидко та ефективно аналізувати тональність тексту може бути вирішальною у прийнятті обґрунтованих рішень, особливо в сфері фінансів. Фінансові статті, які часто відображають думки аналітиків, можуть містити важливі нюанси стосовно ринкових перспектив, що може вплинути на стратегії формування портфелю акцій. Прийняття рішень у такому контексті стає ще більш складним, коли враховується теорія ігор, яка досліджує взаємодії між раціональними особами в ситуаціях конфлікту або співпраці. Використання мовних моделей для аналізу тональності фінансових статей може надати інвесторам можливість ліпше розуміти та антиципувати ринкові рухи, оптимізуючи свої портфелі акцій та мінімізуючи ризики.

Сучасний аналіз тональності базується на ряді технічних підходів та моделей, які розроблені для вивчення і розуміння текстових даних:

- Статистичні моделі: Найпростіші підходи до аналізу тональності використовують статистичні алгоритми на основі TF-IDF, n-грамів та інших. Ці методи вимірюють частоту використання певних слів чи фраз у тексті, спираючись на словники з позитивними та негативними словами.
- Моделі на основі машинного навчання: Такі як дерева рішень, опорні вектори, логістична регресія та інші, які використовуються для класифікації текстів за їхньою тональністю на основі навчального набору даних.
- Глибокі нейронні мережі: Зокрема конволюційні та рекурентні нейронні мережі, а також моделі на основі трансформаторів (наприклад, BERT, GPT та ін.), які вивчають контекстуальні залежності у тексті та дозволяють здійснювати більш точний аналіз тональності [1].

Глибокі нейронні мережі використовують багатошарові архітектури для моделювання складних відносин і контексту в даних. Вони особливо ефективні для обробки послідовностей, таких як текст, завдяки своїй спроможності вивчати довготривалі залежності. Конволюційні нейронні мережі (CNN) часто використовуються для аналізу локальних паттернів у тексті, таких як n-грами, і мають успіх в задачах класифікації тональності. Рекурентні нейронні мережі (RNN) здатні обробляти послідовності даних, враховуючи історію попередніх елементів. LSTM (Long Short-Term Memory) та GRU (Gated Recurrent Unit) – це два основних типи RNN, які були спеціально розроблені для подолання проблем з "забуванням" довготривалих залежностей в даних [1]. Трансформатори, зокрема модель GPT (Generative Pre-trained Transformer), вважаються на сьогодні однією з найбільш передових архітектур для обробки тексту.

Аналіз тональності фінансових статей з метою прийняття рішень стосовно інвестування чи управління активами вимагає особливого підходу за допомогою GPT моделей. Фінансовий текст часто наповнений специфічною термінологією, тому виділо наступні кроки [2]:

Підготовка даних. Перш за все, потрібно зібрати релевантний набір даних. Оптимально мати велику кількість фінансових статей, які вже були оцінені за тональністю (наприклад, позитивний, нейтральний, негативний). Ці мітки будуть слугувати "правдою" для тренування та валідації моделі. Зразок даних наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Приклад даних

Текст	Тональність
Акції компанії XYZ показали стабільний ріст протягом року.	Позитивний
Фінансовий звіт компанії ABC виявив значний збиток.	Негативний
Ринок очікує публікації звіту компанії DEF на наступний тиждень.	Нейтральний

Передтренування GPT на фінансових текстах. Хоча GPT вже передтренована на великих об'ємах текстів, її дотренування на специфіці фінансових даних може покращити її продуктивність. Це означає, що модель спочатку адаптується до стилю та лексики фінансових текстів. Щоб модель стала специфічною для фінансових текстів, можна використовувати функцію втрат (loss function) L [2]. Розглядаючи формулу втрати:

$$[L = -\sum_{i=1}^N y_i \cdot \log(\hat{y}_i) + (1 - y_i) \cdot \log(1 - \hat{y}_i)],$$

де N – кількість прикладів у датасеті, y – істинні мітки, а \hat{y} – передбачені мітки. Ця формула використовується для оптимізації параметрів моделі під час передтренування.

Фінтюнінг моделі. Після передтренування модель адаптується до конкретної задачі (у нашому випадку, визначення тональності) за допомогою фінтюнінгу. Математично, процес фінтюнінгу аналогічний передтренуванню, але використовує менший датасет з відомими мітками тональності. Додатково, під час фінтюнінгу може бути застосована регуляризація для запобігання перенаванченню моделі. Один з популярних методів регуляризації – L2-регуляризація, де до функції втрати додається штраф за великі ваги:

$$L = L + \lambda \sum_{i=1}^n \omega_i^2,$$

де (L) – оригінальна функція втрати, (ω_i) – ваги моделі, (λ) – параметр регуляризації.

Оцінка моделі. Важливо використовувати відсутній у навчальному наборі даних набір для тестування продуктивності моделі. Метрики, такі як точність (accuracy), F1-міра, ROC-крива можуть бути використані для цієї мети.

Інтерпретація результатів. З урахуванням специфіки фінансових статей, не завжди достатньо лише класифікації тональності. Важливо також звертати увагу на контекст. Наприклад, слово "збиток" може мати негативне значення, але у контексті "зменшення збитків" воно має позитивний вплив. Тому розуміння контексту є ключовим при інтерпретації результатів.

Використання результатів. Визначення тональності фінансових статей може бути використано для різноманітних цілей: передбачення ринкових трендів, автоматичного створення зведених звітів або підтримки прийняття рішень у портфельному управлінні.

Отже, мовні моделі, такі як GPT, виявились ефективними для аналізу тональності фінансових текстів. Передтренування цих моделей на специфічних фінансових даних забезпечує краще розуміння галузевих нюансів. Фінтюнінг та регуляризація є вирішальними для підвищення точності моделі, і вірна оцінка моделі гарантує її надійність у реальному світі. Ці підходи відкривають перспективи для ефективного прийняття рішень в інвестиційному секторі, зокрема у формуванні оптимізованих портфелів акцій.

Список використаних джерел

1. Sentiment Analysis Using Language Models: A Study [Електронний ресурс] / K.Spraha, P. Nisha, Y. Inna, G. Deepti // 2021 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9377043>.
2. Dogu A. FinBERT: Financial Sentiment Analysis with Pre-trained Language Models [Електронний ресурс] / Arac Dogu. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1908.10063.pdf>.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАЙБУТНІ ВИКЛИКИ МОДЕЛЮВАННЯ ДАНИХ

Прищеп В.О, студ. гр. МПІ-221

Науковий керівник: Акименко А.М., к.фіз.-мат.н., доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна

У сучасному світі моделювання даних, яке включає в себе процес створення концептуального представлення, структури, зв'язків і обмежень, є фундаментальним аспектом управління даними та аналітики. Також воно відіграє життєво важливу роль у проектуванні баз даних, розробці програмного забезпечення та бізнес-аналітики, і тим самим дозволяє різноманітним організаціям ефективно структурувати, зберігати та використовувати свої дані.

До того ж ефективне моделювання даних має вирішальне значення для їх керування. Можна виділити деякі основні переваги, які воно надає:

- Покращення якості даних, яке забезпечує їх точність, послідовність та цілісність.
- Покращення інтеграції даних, яке забезпечує плавну інтеграцію даних із різних джерел. Оскільки в сучасних умовах організації часто мають дані, що зберігаються в різних системах і форматах, то в такому випадку моделі даних виступають мостами між цими розрізненими джерелами даних, забезпечуючи їх інтеграцію між собою.
- Спрощення обслуговування даних, що надає можливість ефективніше керувати змінними структурами даних. Оскільки дані не є статичним і вони розвиваються з часом, то використання моделей даних забезпечує структурований і організований підхід для вирішення цього завдання.
- Прийняття обґрунтованих рішень. Добре структуровані моделі даних забезпечують основу для їх аналізу і звітності, що дозволяє приймати обґрунтовані та продумані рішення.

На сучасному етапі розвитку моделювання даних можна виділити наступні виклики:

- Конфіденційність і безпека даних. Оскільки моделі даних стають все більш складними, забезпечення їх безпеки та конфіденційності даних викликає дедалі більше занепокоєння.

- Моделювання даних у реальному часі. Попит на аналітику в реальному часі вимагає швидкої адаптації моделей даних до змінних джерел даних.
- Інтеграція зі штучним інтелектом та Інтернетом речей (IoT). Сучасні технології даних мають передбачати інтеграцію з джерелами даних штучного інтелекту та Інтернету речей, щоб надати змогу повністю використовувати їхній потенціал.
- Галузеві стандарти. Встановлення універсальних стандартів моделювання даних могло б покращити загальну взаємодію та обмін даними між різними системами.

Таким чином, технології моделювання даних продовжують залишатися наріжним каменем у середовищі управління даними та аналітики. І оскільки організації продовжують боротися з постійно зростаючими обсягами та складністю даних, потреба в ефективному їх моделюванні ніколи не була такою гострою як зараз. Загалом технології моделювання даних утворюють фундамент, на якому створюються надійні, узгоджені та добре структуровані дані, та тим самим слугують важливим каталізатором для інновацій і прийняття обґрунтованих рішень.

Список використаних джерел

1. Data modeling. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_modeling
2. Agile/Evolutionary Data Modeling: From Domain Modeling to Physical Modeling. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://agiledata.org/essays/agileDataModeling.html>
3. What is Data Modelling? Overview, Basic Concepts, and Types in Detail. [Електронний ресурс] / Simplilearn – 2023. – Режим доступу: <https://www.simplilearn.com/what-is-data-modeling-article>
4. What is Data Modeling? Types, Steps and Tools. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.xenonstack.com/insights/data-modelling>

МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ М. ЧЕРНІГОВА

С. О. Коноваленко, А. О. Красенко, С. С. Сезончик, І. В. Білоус,
О. В. Трунова

Національний університет “Чернігівська політехніка”

Інформаційні технології стали невід’ємною частиною сучасного життя і змінюють світ як позитивно, так і негативно [1]. Інформаційні системи відіграють важливу роль у забезпеченні ефективної роботи різних підприємств та організацій, оскільки вони здатні опрацювати великі обсяги даних ефективніше, ніж традиційні людські ресурси. Крім того, поширення мобільних технологій і мобільних застосунків робить інформацію та послуги доступними у будь-який час і з будь-якого місця, що дозволяє людям керувати своїми фінансами, отримувати новини, розвивати навички, планувати поїздки та виконувати безліч інших завдань, використовуючи власні пристрої.

У процесі впровадження інформаційних технологій в життя міста важливо враховувати розвиток нових сфер та соціальні зміни у муніципальному управлінні. Збільшення кількості незалежних суб’єктів та соціальних конфліктів потребують нових алгоритмів реагування. Важливим стає створення геоінформаційного порталу, що полегшить функціонування муніципалітету та допоможе здійснювати оперативне реагування на надзвичайні ситуації.

Підґрунтям для дослідження слугували останні роботи з цього напрямку. Зокрема автори Н. Луу, L. Miao, D. Jiao, та Q. Zhong пропонують новий підхід для масштабування Веб-ГІС, використовуючи RESTful API, PostGIS та JavaScript [2]. P. Lisowski, A. Piorkowski, A. Leśniak – розглядають характеристики великих просторових даних та індексування [3]. B. Sadoun, O. Al-Bayagi, S. Al-Tawara [4] – аналізують безкоштовну веб-ГІС-платформу з відкритим кодом, доводячи її переваги над комерційними інструментами ГІС.

З урахуванням попереднього досвіду розробок і існуючих на сьогодні проблем та розглядаючи актуальні потреби муніципального управління міста Чернігів, було запропоновано розробку інноваційної муніципальної геоінформаційної системи (ІМГС). Ця система має на меті вирішити ключові проблеми, які виникають у процесі розвитку міста, забезпечувати швидку та ефективну роботу муніципальних органів та полегшувати взаємодію з громадою. Такого результату можна досягти

використанням передових геоінформаційних технологій та інтеграцією сучасних інструментів для обробки та аналізу просторових даних [5].

Розроблювана ІМГС включає наступні ключові компоненти.

Веб-ГІС інтерфейс: це веб-застосунок, який надає користувачам доступ до геоінформаційних можливостей системи, також дозволяє переглядати і аналізувати геопросторові дані та виконувати дії згідно з правами доступу користувача.

База даних (БД): містить геопросторові дані, які використовуються для відображення та аналізу міської інфраструктури.

Telegram-бот: даний бот дозволяє користувачам взаємодіяти з системою через популярний месенджер Telegram. Він може бути використаний для надсилання повідомлень та надання даних працівникам комунальних служб.

До базових функцій ІМГС можна віднести:

- візуалізацію геоданих: система дозволяє користувачам відображати геопросторові дані на картах та аналізувати їх.

- управління доступом: ІМГС регулює доступ до інформації відповідно до рівнів користувачів та їхніх прав.

- аналіз даних: система надає інструменти для аналізу геопросторових даних, що допомагає вирішувати завдання міського управління.

ІМГС отримує вхідні дані від різних джерел, таких як геодані, повідомлення від користувачів та зовнішні сервіси, такі як БД та файли. Вхідні дані використовуються для оновлення та поповнення БД системи. До вихідних даних входять відображення геоданих на картах, які використовуються муніципальними органами для прийняття рішень та взаємодії з громадою.

На рисунку 1 наведена діаграма інтерактивної системи контролю за станом міської інфраструктури.

Система має 4 основні групи користувачів:

1. Користувач – актор, що не має спеціально виділених прав доступу. Користувачами є звичайні містяни, що користуються веб-сайтом.

2. Користувач-Telegram – користувач, що використовуючи чат-бот залишає повідомлення, надаючи певні дані, для працівників комунальних служб.

3. Працівник комунальних служб – користувач, що має доступ до набору шарів, доступних лише його групі.

4. Адміністратор – користувач, що має доступ до усього функціоналу застосунку.

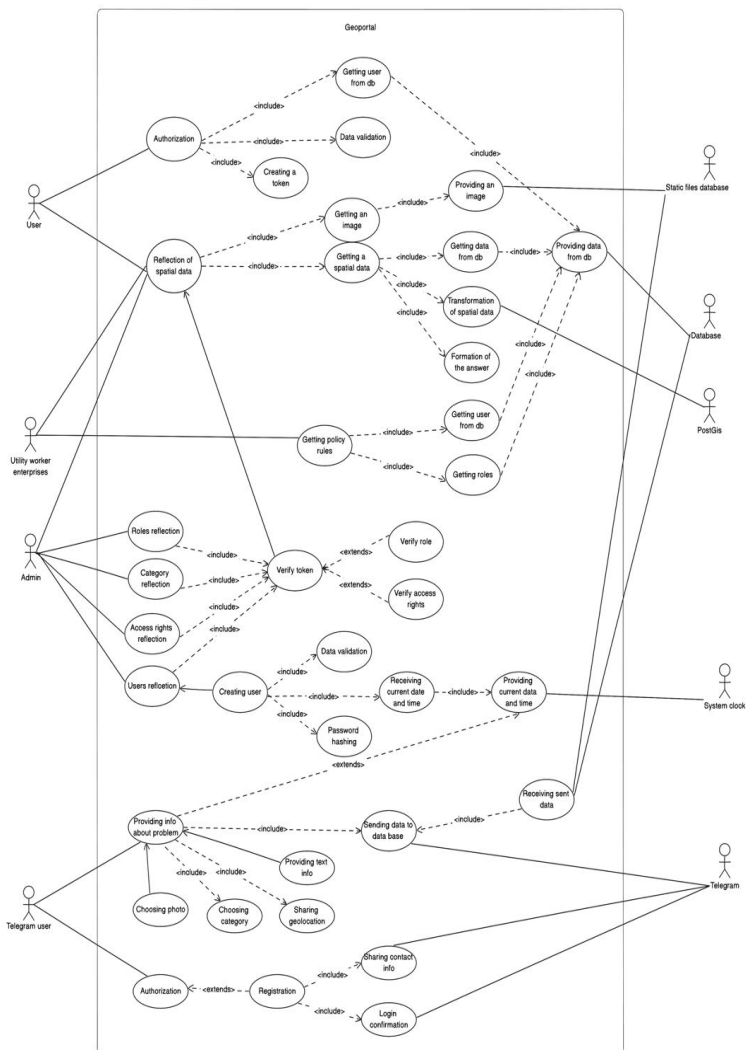


Рисунок 1 – Діаграма використання інтерактивної системи контролю за станом міської інфраструктури

Діаграма наводить зв'язок системи з зовнішніми сервісами, такими як база даних, база статичних файлів, системний годинник, PostGIS та Telegram.

На цьому етапі нашого дослідження та розробки було успішно створено перший мінімальний продукт (MVP) муніципальної геоінформаційної системи. MVP становить важливий крок у вирішенні ключових проблем та можливостей, пов'язаних із розвитком міста Чернігів. Дана система дозволить вирішити питання з муніципальним управлінням та розробити стратегії вирішення важливих проблем міста.

Подальші дослідження будуть пов'язані з: функціональним розширенням системи, зокрема інструментів управління доступом та правами користувачів; покращенням інструментів аналізу даних для прийняття рішень; інтеграцією з додатковими зовнішніми сервісами та джерелами даних для отримання більш повної інформації; оптимізацією швидкодії системи для забезпечення більш ефективного управління містом.

Література

1. Wolff J. How Is Technology Changing the World, and How Should the World Change Technology? Global Perspectives. 2021. Vol. 2, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1525/gp.2021.27353>

2. Lyu H., Miao L., Jiao D., and Zhong Q. The Design of Scalable Web Gis Microservice Framework for Undergraduate Education, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., X-5/W1-2023, 45-49, URL: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-5-W1-2023-45-2023>, 2023.

3. Lisowski P., Piórkowski A., Lesniak A. Tools for the Storage and Analysis of Spatial Big Data. Environmental Engineering, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania, 27-28 April 2017. 2017. URL: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.216>

4. Sadoun B., Al-Bayari O., Al-Tawara S. Open Source GIS Solution: An Overview of the Architecture of Free Open Source Web GIS. Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences (JJEES). 2022. Vol. 13, no. 2. P. 74-81. URL: http://www.jjees.hu.edu.jo/files/Vol13No2/JJEES_Vol_13_No_2_P1.pdf

5. Красенко А.О. Telegram чат-бот муніципальної геоінформаційної системи міста. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : Всеукраїнська науково практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 19- 20 квітня 2023 р.) : збірник тез доповідей. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка» 2023. С. 103-105. URL: <http://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/27776>

МОДЕЛЮВАННЯ СЕРВІСУ БІЗНЕС-ТРЕКЕРУ ДЛЯ МЕДИЧНИХ КЛІНІК

Б. Г. Андрусенко, О. В. Трунова

Національний університет «Чернігівська політехніка»

У сучасному швидкоплинному бізнес-середовищі вміння управляти та оптимізувати фінанси є критично важливою складовою успіху компанії.

Це передбачає багатогранний підхід, який охоплює різні ключові принципи:

- прогнозування грошових надходжень і платежів;
- керівник фінансами має встановити лінії фінансування з інвесторами та банками;
- ефективне управління повсякденними операціями для мінімізації витрат, необхідних для підтримки та розвитку діяльності;
- вибір відповідних інвестиційних можливостей, які призведуть до загального позитивного грошового потоку для бізнесу;
- моніторинг портфоліо продуктів і послуг, щоб переконатися, що вони є прибутковими;
- наявність плану управління надлишком коштів [1].

Мета дослідження полягає у створенні сервісу бізнес-трекеру для медичних клінік, який дозволить спростити ведення фінансової звітності як компанії в цілому, так і її працівників; аналізувати витрати та надходження в різних сферах та проміжках часу.

Вибір правильного бізнес-трекеру має вирішальне значення для ефективного фінансового управління.

Завдання полягає в створенні API бізнес-трекеру для медичних клінік у формі SaaS [3]. Об'єктами такої системи є: стороннє API (платіжна система Stripe; AWS сервіси Cognito, SES, SNS, S3, RDS, CloudWatch), ядро бізнес-трекеру та користувачі системи (за посередництвом користувацького web/android інтерфейсу).

Керуючись бізнес-логікою, система повинна вирішувати наступні завдання: реєстрація та авторизація користувачів; адміністрування користувачів; оформлення підписки; email нотифікації; ручне редагування витрат та надходжень; імпорт

банківських виписок; агрегація інформації для звітів; адміністрування системи; отримання статистичних показників системи.

Системою можуть користуватися користувачі системи, які поділяються за 3-ма ролями: «користувач», «адмін» та «супер-адмін». За допомогою діаграми Use Case [2] продемонстровано основні можливості кожного з них (рисунок 1).

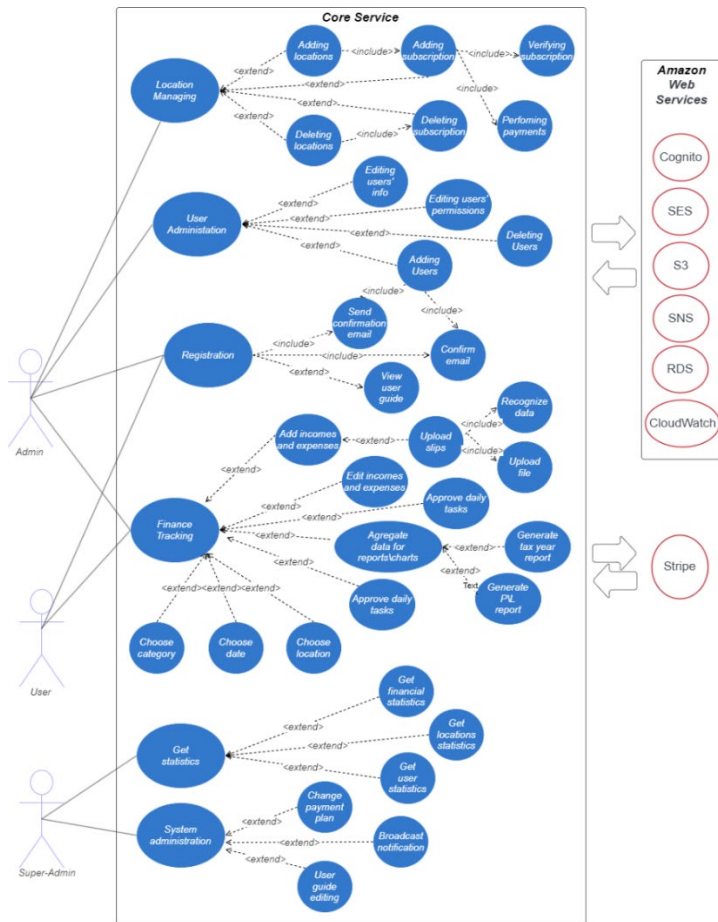


Рисунок 1 – Діаграма Use Case

Звичайний «користувач» представляє найманий персонал, які мають обмежений доступ до даних та функцій системи.

Користувач «адмін» має повний доступ до функціоналу, включаючи створення та налаштування прав доступу звичайних «користувачів», управління локаціями, а також керування передплатами.

Користувач «супер-адмін» уособлює системного адміністратора системи, який має можливість переглядати статистику системи та деякі функції для адміністрування інших користувачів (блокування/розблокування).

Інтерфейс сервісу бізнес-трекеру для медичних клінік повинен відповідати основним критеріям подібних систем: можливостям інтеграції із сторонніми програмними рішеннями, мобільності, технологією оптичного розпізнавання символів, налаштованою категоризацією витрат і глибокою аналітикою, що відповідає конкретним потребам невеликих організацій, які прагнуть орієнтуватися в складних процесах управління бізнесом з обмеженими ресурсами.

Функція управління дозволами користувача додатково гарантує критично важливий аспект для клінік, що розвиваються, а саме, цілісність і конфіденційність даних.

Проект виходить за межі сфери управління медичними клініками та є універсальним зразком сучасних бізнес-інструментів. Пропоноване рішення, адаптоване до різних галузей промисловості, оптимізуючи процеси не лише в сфері охорони здоров'я, а й у будь-якому секторі, де дані керують рішеннями. Тобто, головні користувачі даного проекту – малі та середні підприємства, а використаний що мають свою унікальну специфіку.

Проект втілює передовий підхід до інструментів управління бізнесом, обіцяючи стати цінним надбанням не тільки для медичних клінік, а також масштабованим рішенням для малого та середнього бізнесу, який стикається з труднощами сучасного економічного середовища. Подальша робота буде пов'язана з удосконаленням та розширенням можливостей системи, а також переосмисленням архітектури системи в бік мікросервісів.

Література

1. John Tennent. The Economist Guide to Cash Management: How to avoid a business credit crunch. PROFILE BOOKS LTD, 2012. 224 p.
2. What is Use Case Diagram? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/>

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ УСПІШНОСТІ СТАРТАП-ПРОЄКТІВ

Мамчуровський В.С., Прищепя Д.О., Щасна А. П.,
Трунова О.В., Дорош М. С.

Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна

Тема аналізу та оцінки стартапів не втрачає своєї актуальності вже понад десяток років. Кожного року публікується все більше наукових робіт, як зарубіжними, так і вітчизняними дослідниками, які пропонують різні підходи до створення систем оцінки стартапів, що різняться ступенем автоматизації існуючих рішень. Їх можна поділити на ручні, де обробка усіх інформаційних процесів здійснюється людиною, автоматизовані, де використовується комбінація людини та машини для обробки даних, та автоматичні, де аналіз здійснюється цілком машиною. У процесі дослідження було виявлено, що всі рішення мають свої недоліки, які заважають якісно оцінити стартап-проект, особливо на ранніх етапах його розвитку, отже існує висока потреба у створенні повністю автоматичних систем, які б були позбавлені недоліків, що робить розробку архітектури інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для комплексної оцінки рівня успішності стартап-проектів актуальною [1].

На сьогодні актуальність визначеної проблеми стає більш значущою, у зв'язку з відновлення прикордонних регіонів. Система може бути використана різними групами користувачів: університетами [2], власниками бізнес-шкіл та власниками бізнес-інкубаторів для навчання на реальних проектах та отримання рекомендацій; менеджерами для оцінки проектів та рішень, які вони приймають в управлінні; стартаперами та власниками стартап-платформ для оцінки рівня успішності власних проектів; інвесторами для зменшення ризиків і прийняття обґрунтованих рішень щодо інвестицій.

Рівень веб-інтерфейсу відповідає за взаємодію з користувачем та бізнес-логікою застосунку [3]. На цьому рівні відбувається представлення інформації, обробка введених даних, а також взаємодія з шаром бізнес-логіки для здійснення спілкування користувачів з системою. Рівень веб-інтерфейсу має бути розроблений з урахуванням доступності, інтерактивності, послідовності, збалансованості, адаптивності та

масштабованості. Важливою складовою цього рівня є створення як веб-застосунку, так і мобільного додатку для ширшого охоплення аудиторії.

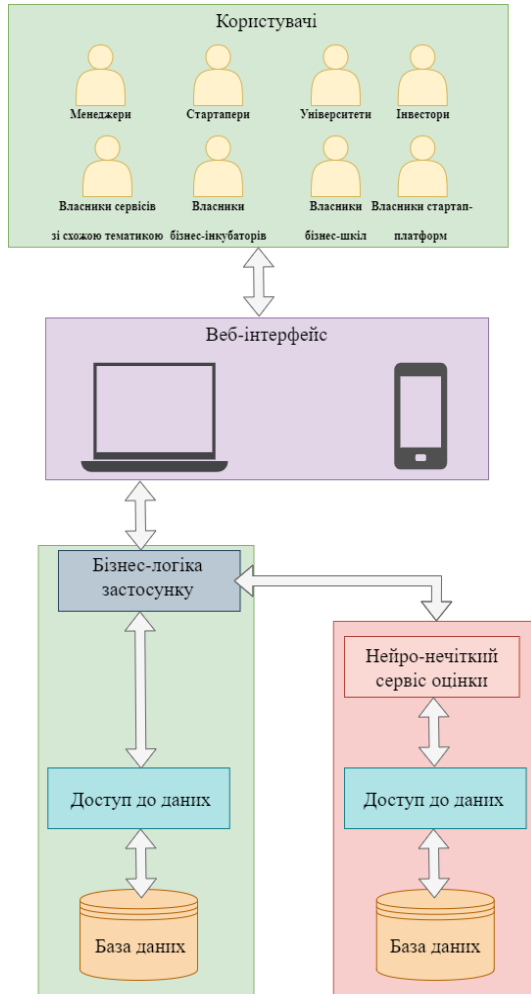


Рисунок 1 – Загальна архітектура інтелектуальної СППР для комплексної оцінки рівня успішності стартап-проектів

Рівень бізнес-логіки відповідатиме за основну взаємодію з веб-інтерфейсом та сторонніми сервісами. На цьому етапі відбувається генерація анкет для оцінки рівня успішності стартап-проектів, збір статистики про роботу сервісу, а також усі дії з обліковими даними. Рівень

бізнес логіки має обмінюватись із сторонніми сервісами запитами, а також вміти обробляти отримані повідомлення. Важливою складовою роботи цього рівня є реалізація обробки набору критеріїв та відповідей користувачів. На противагу користувацьким інтерфейсам, сервісам або базам даних (БД) на даному рівні відбувається визначення загальних закономірностей та обмежень бізнес-процесів.

Рівень доступу до БД бізнес-логіки має відповідати за зчитування та запис даних. Кожна БД матиме власний рівень доступу, об'єктами якої вона керуватиме. Основною властивістю даного рівня є необхідність підтримки зв'язку з базою на рівні запитів, конвертація даних інших рівнів у зрозумілий для БД формат та навпаки.

База даних бізнес-процесу повинна містити у собі дані про користувачів, набори критеріїв та інформацію про їх зв'язок, результати оцінок та рекомендації щодо підвищення рівня успішності проєктів, а також дані про ефективність роботи системи. Специфічною властивістю цього рівня є вимога живучості та можливість самовідновлення. Дані повинні зберігатися, розраховуючи на подальше використання. Використання файлової системи для даного функціоналу є ресурсномістким варіантом, а також даний формат значно знизить надійність, тому використовуємо СКБД для побудови бази даних.

Рівень нейро-нечіткого сервісу оцінки у нашому випадку призначений для оцінювання рівня успішності стартапів за допомогою нейро-нечітких методів. Він аналізує вхідні дані та забезпечує послідовне застосування відповідних нейро-нечітких моделей. Особливістю даного рівня є його здатність керувати складними робочими процесами, гарантуючи, що кожен етап нейро-нечіткого оцінювання виконується максимально точно та ефективно.

Рівень доступу до даних сервісу нейро-нечіткого модулю слугує проміжною ланкою між рівнями сервісу та бази даних/сховища. Він відповідає за перетворення даних і виконання запитів. Його ключова особливість – адаптивність, що дозволяє взаємодіяти як з БД (SQL і NoSQL), так і з файловими системами зберігання даних.

Рівень бази даних/сховища виконує подвійну функцію: він містить як базу даних для збереження результатів оцінювання, помилок і даних для навчання, так і файлову систему для зберігання згенерованих нейро-нечітких моделей. Найважливішою вимогою до цього рівня є надійні механізми захисту даних, які забезпечують цілісність і безпеку як структурованих даних, так і таких типів файлів, як нейро-нечіткі моделі.

Таким чином, для розробки інтелектуальної СППР для комплексної оцінки рівня успішності стартап-проєктів було запропоновано

виділити окремий сервіс для оцінювання рівня успішності стартапів за допомогою нейро-нечітких методів.

Такий підхід робить систему готовою до масштабування та інтеграції з різними платформами користувачів, а також дозволяє розділити навантаження на роботу системи. Серед недоліків такого підходу можна виділити складність тестування, відладки та керування транзакціями, подальші дослідження будуть пов'язані з реалізацією системи та усуненням недоліків, які було виявлено при проектування.

Література

1. Мамчуровський В., Павлюк В., Прищеп Д., Трунова О., Дорош М. Нейро-нечітка модель інформаційної технології комплексної оцінки рівня успішності startup-проектів. Технічні науки та технології. 2021. № 4(26). С. 87-96.

2. Tool-Based Support of University-Industry Cooperation in IT-Engineering : monograph / V.V. Lytvynov, V. S. Kharchenko, S.V. Lytvyn, M.V. Saveliev, E.V. Trunova, I.S. Skiter . – Chernigiv, Chernigov National University of Technology. 2015. – 108 p.

3. Моделі та інструментальні засоби підтримки академічного підприємництва / В. П. Клименко, В. В. Литвинов, М. П. Пихтар, М. В. Савельєв, І. С. Скітер, О. В. Трунова. – Київ : ІПММС НАН України, 2023. – 286 с.

УДК: 004.65

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ CASE-BASED REASONING ДЛЯ ВИРІШЕННЯ МАСШТАБНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ

К. М. Фокін, М. С. Дорош

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Проблема розподілення і транспортування ресурсів у напрямку фронту є життєво важливою. Основні перепони вирішення даної проблеми полягають у неефективній координації та комунікації між основними учасниками процесу (волонтери, представники бізнесу та місцевої влади), різні бюрократичні перепони, безпекові питання, нерівномірність залучення волонтерів для різних задач в різних регіонах, фінансові обмеження, недостатня оцінка та моніторинг результатів. Планування

розподілу ресурсів таких масштабів повинно використовувати багато розрізнених систем планування та прийняття рішень над розрізненими базами даних. Складність координації великої кількості систем і користувачів на багатьох різних сайтах є величезною. Тож доцільно в якості зв'язуючого елементу між групами користувачів та безліччю спеціалізованих систем планування, прийняття рішень і баз даних використати CBR (case-based reasoning).

Case-based reasoning (CBR) – це методологія вирішення проблем, яка спирається на минулий досвід для розв'язання нових. Це форма штучного інтелекту, яка зосереджена на використанні знань, отриманих у попередніх випадках, для прийняття обґрунтованих рішень щодо нових ситуацій. CBR передбачає пошук, повторне використання та адаптацію раніше вирішених випадків для розв'язання подібних проблем у майбутньому [1].

Основними перевагами CBR є:

- основна ідея методології полягає у використанні попереднього досвіду для вирішення поточних проблем з наступним включенням нового рішення до бази знань;
- легкий доступ до попередніх знань та рішень прийнятих на їх основі дозволяє структурувати дані з багатьох джерел;
- методологія зосереджена на абстракціях вищого рівня, що надає перевагу перед іншими методологіями, які користуються спеціальними представленнями задач, незрозумілими пересічному користувачу;
- методологія є гнучкою і гарно пристосована для нескінченного поліпшення результатів із часом;
- логістичні задачі великих масштабів зазвичай використовують безліч розрізнених систем планування, баз даних, систем прийняття рішень тощо.

Враховуючи вище перелічені переваги, методологія CBR зможе виступити гарним прошарком між кінцевими користувачами та безліччю технологій, що використанні в складних системах планування, що дозволить знизити ступінь складності входження для пересічного користувача.

- Прошарок на базі методології CBR буде мати наступні особливості:
- нові рішення будуть прийняті на базі попередніх;
- попередні рішення обираються на основі цілей, які вони задовольняли і проблем, яких уникали;

- попередні рішення модифікуються, щоб мати змогу відповідати поточним цілям;
- проблеми, що виникають при прийнятті рішень вирішуються і записуються для майбутнього відбору.

Базуючись на особливостях доцільною є наступна архітектура такої системи (рисунок 1):

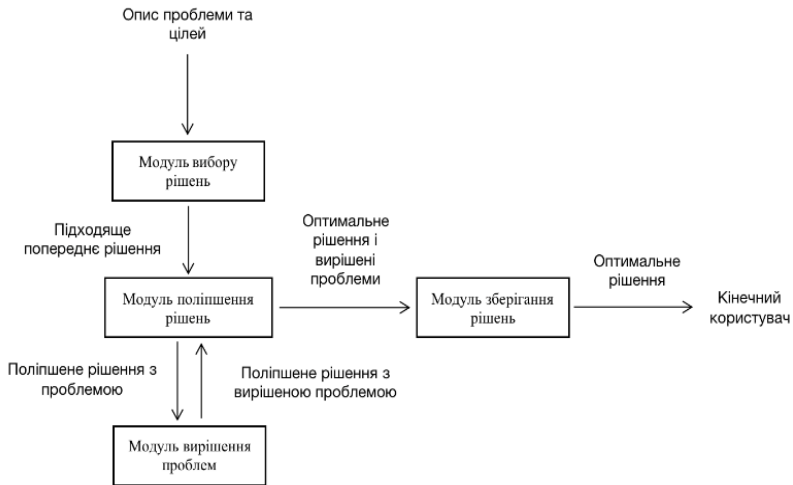


Рисунок 1 – Архітектура прошарку з використанням методології Case-Based Reasoning

1. Модуль вибору рішень – попереднє рішення обирається на основі цілей і проблем.
2. Модуль поліпшення рішень – рішення поліпшується, щоб відповідати поточним цілям.
3. Модуль вирішення проблем – вирішуються і записуються проблеми, які виникли під час поліпшення рішення.
4. Модуль зберігання рішень – індексує прийняті рішення за цілями і проблемами.

Отже, використання CBR (case-based reasoning) в якості зв’язуючого елемента між групою користувачів і безліччю спеціалізованих систем планування, прийняття рішень і баз даних надасть можливість спростити та автоматизувати процес рішення масштабних логістичних задач.

Література

1. Building CBR systems with jCOLIBRI, 16 October 2007. – С. 70-71. – URL: https://www.academia.edu/60779851/Building_CBR_systems_with_jcolibri
2. R. Bergmann, K.-D. Althoff, S. Breen, M. G"oker, M. Manago, R. Traph"oner, and S. Wess. Developing industrial case-based reasoning applications: The INRECA methodology. LNAI 1612. Springer, 2nd Edition, 2003. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/b94998>
3. Kristian J. Hammond Case-based Reasoning for Deployment Transport Planning : Chicago University Artificial Intelligence Lab. Final rept. Feb 1991-Feb 1994. – 66 pp. – URL: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA285564.pdf>

УДК 004.9

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ РИЗИКУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ

О.І. Трунов, М.С. Дорош

Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна

У сучасних реаліях, відновлення регіонів потребуватиме швидкої доставки критично важливих вантажів та відновлення транспортно-логістичних центрів (ТЛЦ), які здатні приймати та накопичувати вантажі, в тому числі з-за кордону. ТЛЦ залишаються основними системоутворюючими елементами транспортно-логістичних систем та забезпечують скоординовану взаємодію всіх учасників, а також інтеграцію транспортних, товаро-матеріальних, сервісних, інформаційних та фінансових потоків [1].

Для забезпечення національної безпеки є актуальним створення інформаційно-аналітичних систем управління логістичними операціями відновлення прикордонних регіонів [2].

Такі системи забезпечуватимуть автоматизацію планування, моніторингу, контролю переміщення вантажу та відобразатимуть поточний стан для прийняття управлінських рішень з урахуванням багаторівневого доступу розподілу ресурсів. У свою чергу, забезпечення інформаційної безпеки (ІБ) такої системи набуває особливого значення в умовах прикордонних регіонів. У ході оцінки ризиків ІБ мають бути визначені основні фактори впливу, а також вектор пріоритетних напрямків з їх опрацювання.

Математичну модель оцінки рівня ризику ІБ ТЛЦ представимо як функцію від шести змінних:

$$R = R(A, P, L, Con, F, Cul), \quad (1)$$

де R – рівень ризику ІБ ТЛЦ;

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_j\}$, $j = \overline{1, J}$ – рівень цінності активів;

$P = \{P_1, P_2, \dots, P_i\}$, $i = \overline{1, I}$ – ймовірність реалізації загрози через задані вразливості;

$L = \{L_1, L_2, \dots, L_i\}$, $i = \overline{1, I}$ – рівень збитків від загрози;

$Con = \{Con_1, Con_2, \dots, Con_n\}$, $n = \overline{1, N}$ – рівень контролю інформаційних ресурсів;

$F = \{F_1, F_2, \dots, F_m\}$, $m = \overline{1, M}$ – рівень витрат на створення та експлуатацію системи ІБ;

$Cul = \{Cul_1, Cul_2, \dots, Cul_k\}$, $k = \overline{1, K}$ – рівень культури ІБ.

Значення всіх цих факторів можуть набувати як кількісні так і якісні значення в проміжку $[0; 1]$. Зазначимо, що запропонована модель потребує визначення взаємної кореляції факторів та можливої їх надмірності. Застосуємо до залежності (1) метод регресійного аналізу. Для цього, представимо рівняння (1) у вигляді рівняння множинної регресії:

$$R = b_0 + b_1 \cdot x_A + b_2 \cdot x_P + b_3 \cdot x_L + b_4 \cdot \frac{1}{x_{Con}} + b_5 \cdot \frac{1}{x_F} + b_6 \cdot \frac{1}{x_{Cul}} + \varepsilon, \quad (2)$$

де x_A – рівень цінності активів; x_P – ймовірність реалізації загрози через задану вразливість; x_L – рівень величини збитків від загрози; x_{Con} – рівень контролю інформаційних ресурсів; x_F – рівень витрат на створення та експлуатацію системи ІБ; x_{Cul} – рівень культури ІБ; b_i – вага факторів $i = \overline{0, 6}$; ε – випадкова величина.

Рівняння (2) зводиться до лінійного виду шляхом заміни:

$$x_1 = x_A, \quad x_2 = x_P, \quad x_3 = x_L, \quad x_4 = \frac{1}{x_{Con}}, \quad x_5 = \frac{1}{x_F}, \quad x_6 = \frac{1}{x_{Cul}}.$$

Отримуємо, лінійне рівняння множинної регресії:

$$R = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_6 + \varepsilon. \quad (3)$$

Для визначення коефіцієнтів b_i , $i = \overline{0, 6}$, застосовуємо метод найменших квадратів (МНК). У якості вхідних даних використовують усереднені у продукційних правилах значення факторів ризику. Достатньо взяти кожен 11-й рядок з 720 продукційних правил, оскільки для побудови рівняння регресії з шістьма змінними, достатньо обсягу досліджуваної сукупності в розмірі $n = 63$. Щоб визначити тісноту зв'язку між

змінними обчислимо множинні коефіцієнти кореляції, які є узагальненням парних коефіцієнтів кореляції (див. табл. 1).

Таблиця 1

Матриця парної кореляції

	R	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
R	1						
x_1	0.471	1					
x_2	0.444	0.027	1				
x_3	0.641	0.089	0.052	1			
x_4	-0.215	-0.120	-0.089	-0.237	1		
x_5	0.368	0.068	0.221	0.227	0.148	1	
x_6	0.359	0.76	-0.012	-0.015	0.226	0.114	1

Аналіз першого рядка кореляційної матриці показує, що всі фактори є значущими, оскільки $|r_{Rx_i}| > 0,05$, отже їх можна включити до моделі. Парний коефіцієнт $|r_{x_1x_6}| > 0,7$, це говорить про мультиколінеарність факторів x_1 та x_6 і необхідність виключення одного з них з подальшого аналізу.

Після знаходження регресійних коефіцієнтів, рівняння (2) набуває наступного вигляду:

$$R = 0,05998 + 0,1479 \cdot x_1 + 0,2354 \cdot x_2 + 0,298 \cdot x_3 - 0,08311 \cdot x_4 + 0,00863 \cdot x_5 + 0,1976 \cdot x_6$$

Найбільший вплив на ризик ІБ (R) здійснює фактор x_3 – рівень збитків від загроз ($a_3 = 0,298$), а найменший вплив надає x_5 – рівень витрат на створення та експлуатацію системи ($a_5 = 0,00863$), і його можна виключити з моделі.

Щоб оцінити спільний вплив шести факторів на значення ризику ІБ необхідно обчислити коефіцієнт множинної кореляції та коефіцієнт множинної детермінації:

$$R_{Rx_1x_2x_3x_4x_5x_6} = \sqrt{1 - \frac{\sum(R_i - \bar{R})^2}{\sum(R_i - \bar{R})^2}}, \quad (4)$$

$$R^2_{Rx_1x_2x_3x_4x_5x_6}, \quad (5)$$

де \bar{R} – середній рівень ризику; R_i – фактичні індивідуальні значення; \hat{R} – розрахункові значення моделі [3].

Коефіцієнт множинної кореляції дорівнює 0,8785, це надає підстави зробити висновок про сильний зв'язок між ризиком ІБ (R) і факторами моделі x_i .

Коефіцієнт детермінації дає оцінку якості побудованої моделі, а саме, вказує, на те що 77,1% зміни ризику ІБ пояснюється зміною факторів, включених до рівняння регресії.

За F -критерієм Фішера перевіримо гіпотезу про загальну значущість: $F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m} = \frac{0,7717}{1-0,7717} \cdot \frac{63-6-1}{6} = 31,547$.

Табличне значення при ступенях волі $k_1 = 6$ і $k_2 = n - m - 1 = 63 - 6 - 1 = 56$, $F_{kp}(6; 65) = 2,25$. Оскільки фактичне значення $F > F_{kp}$, то коефіцієнт детермінації статистично значущий і рівняння регресії статистично надійне (тобто коефіцієнти a_i сукупнозначущі).

Розглянемо прогнозне значення моделі. Нехай значення факторів визначається вектором (0,3; 0,4; 0,8; 0,25; 0,4).

Стандартна похибка для оцінки ризику ІБ дорівнює: $S = 0,0836$, а довірчий інтервал для прогнозного значення ризику $R_f(0,3; 0,4; 0,8; 0,25; 0,4)$ при заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$ буде наступний:

$$0,52 - 2.299 \cdot 0,0939 < R_f < 0,52 + 2.299 \cdot 0,0939 , \\ 0,3 < R_f < 0,74.$$

Прогнозне значення ризику при зазначених значеннях факторів дорівнює: $R_f(0,3; 0,4; 0,8; 0,25; 0,4; 0,5) = 0,518$.

Аналізуючи отриманий результат і порівнюючи його з діапазоном значень ризику, маємо, що для розглянутого прикладу спостерігаємо високий рівень ризику. Це вказує на те, що вимагається перегляд вхідних допущених умов.

Слід зазначити, що якщо з розгляду було виключено будь-яка змінна, можна знову побудувати рівняння регресії з меншою кількістю змінних і отримати більш точне прогнозне значення ризику. У разі зміни умови необхідно повторно здійснити розрахунок прогнозованого значення ризику та його довірчого інтервалу. Таким чином, процес оцінки ризику проводитиметься за декілька ітерацій.

Запропонована методика, заснована на спільному використанні методів нечіткої логіки та регресійного аналізу, дозволяє при оцінці ризику ІБ ТЛЦ враховувати такі параметри як рівень цінності активів; ймовірність реалізації загроз через задану вразливість; рівень збитків

від загроз; рівень контролю інформаційних ресурсів; рівень витрат на створення та експлуатацію системи ІБ, рівень культури ІБ. Використовуючи цю методику, можна: визначати ступінь впливу різних факторів на рівень ризику ІБ; виключати з моделі параметри, які незначно впливають на рівень ризику ІБ; включати до моделі фактори, які значним чином впливають на рівень ризику ІБ; обчислювати прогнозне значення ризику ІБ, як точкове, так і межах довірчого інтервалу; оптимізувати витрати на створення і експлуатацію корпоративних інформаційних систем ТЛЦ, з можливістю контролювати повною мірою власні інформаційні ресурси.

Література

1. Cheung Kam-Fung, Bell Michael G.H. Bhattacharjya Jyotirmoyee (2021) Cybersecurity in logistics and supply chain management: An overview and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Elsevier, vol. 146 с. DOI: 10.1016/j.tre.2020.102217
2. Law of Ukraine 1882-IX dated October 18, 2022 "On Critical Infrastructure". – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
3. Karabyn O. & Chmyr O. (2018). Викладання багатофакторного кореляційного аналізу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 13, С. 181-190. – URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/369>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ У 3D-ПРИНТЕРАХ

І.О. Петренко, В.П. Войтенко, Т.Р. Ганеєв

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Процес побудови тривимірної моделі вимагає від оператора постійного моніторингу та зміни параметрів друку в залежності від аналізу інформаційної моделі, отриманої від обраної системи відображення інформації 3D-принтера [1].

3D-принтери є складними електромеханічними пристроями, більшість з яких містить такі засоби людино-машинного інтерфейсу, як елементи керування (кнопки, сенсорні панелі тощо), функціональні можливості систем та якість інформаційної моделі є найважливішими факторами при виборі системи відображення інформації 3D-принтера.

Серед сучасних систем відображення інформації у 3D-принтерах можна виділити [2, 3]:

- Системи з вбудованим дисплеєм: Користувачі можуть використовувати вбудований у 3D-принтер дисплей для керування параметрами друку та отримання інформації про процес.
- Системи з використанням віддаленого керування: Деякі 3D-принтери можуть бути керовані через підключення до комп'ютера або іншого пристрою за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. В такому випадку пристрій відображення може не встановлюватися безпосередньо на принтері, і вся інтерактивність відбувається на екрані комп'ютера.
- Системи з використанням веб-інтерфейсу: Деякі 3D-принтери можуть мати веб-інтерфейси, які дозволяють користувачам взаємодіяти з ними через веб-браузер. Це особливо зручно для віддаленого керування і спостереження за процесом друку.

Система виводу інформації визначає те, як дані і результати обробки будуть представлені для користувача або інших систем.

Якщо інформаційна модель враховує спосіб виводу інформації, вона може включати в себе такі аспекти, як формати даних для виводу, дизайн інтерфейсу користувача, мови та символи для представлення інформації та інші параметри, пов'язані з сприйняттям.

Зміна системи виводу інформації може вплинути на те, як користувачі сприймають інформацію та взаємодіють з нею. На основі аналізу основних систем відображення інформації [2, 3], які використовуються

для 3D принтерів, у таблиці 1 наведено порівняння їх функціональних особливостей.

Таблиця 1 – Порівняння функціональних особливостей систем відображення інформації, застосовуваних в 3D-принтерах

	Системи з використанням вбудованого дисплею	Системи з використанням віддаленого керування	Системи з використанням веб-інтерфейсу
Розмір інформаційної моделі	Інформаційна модель обмежена розмірами вбудованого дисплею	Інформаційна модель не має обмежень і є масштабованою	
Автономність роботи	Зчитування команд з фізичного носія (CD-карти, флеш-карти)	Потребує постійного підключення до комп'ютера для передачі команд	Файл завантажується з веб-ресурсу до пам'яті принтера та зчитується у відповідній послідовності
Відображення статусу друку	Відсоткове відображення, час друку, значення висоти деталі на даному етапі		
Візуалізація друку	Тільки на дисплеях з діагоналлю від 5 дюймів	Тривимірне відображення побудованої моделі на даному етапі	Відсутнє
Меню і керування	Керування базовими параметрами: температура, швидкість, потік	Керування базовими параметрами. Можливість внесення будь яких корективів за допомогою G-коду	
Виведення помилок	Відсутнє	Виведення помилки з описом, можливість перегляду логів	

Закінчення табл. 1			
Попередження і безпека	Відсутнє, одразу зупинка процесу друку	Виведення попереджень з описом, можливість маніпуляцій на основі отриманої інформації	Виведення попереджень без опису, одразу зупинка процесу друку
Відображення параметрів друку	Вивід показників температури, швидкості охолодження, стану друку.	Вивід показників температури, швидкості охолодження, прискорень, помилок, стану друку, графіків температури, тощо	Вивід показників температури, швидкості охолодження, прискорень, помилок, стану друку, графіків температури, тощо
Відновлення друку на основі збереженої інформаційної моделі при помилках	Запам'ятовування останньої прочитаної строки G-коду, без збереження положення головки друку		
Інформація про матеріали	Відсутня	Назва матеріалу, техніко-фізичні параметри	
Спеціалізовані функції	Повна автономність	Функція керування 3D-ферою	Можливість керування через веб-камеру

Висновки: Порівняння систем відображення інформації, проведене у рамках даної роботи, показало, що всі системи надають можливість моніторингу прогресу побудови моделі, параметрів температури та швидкості друку. Найбільш надійною системою є система з використанням вбудованого дисплею. Адже вона не потребує ніяких допоміжних апаратів для керування процесом друку, але, в одно час, є найбільш обмеженою. Найбільш зручною є система з використанням веб-інтерфейсу, яка дає можливість керувати принтером без будь-якого

фізичного втручання. Головний недолік такої системи - це потреба у стабільному інтернет-зв'язку. Найбільшою функціональністю вирізняється система з використанням віддаленого керування. Така система охоплює спектр необмежених можливостей у керуванні, маніпуляції та моніторингу принтера, але має такий серйозний недолік, як необхідність у постійному підключенні до зовнішнього апарату керування, що робить принтер неавтономним.

Системи, які були описані, не здатні зберігати інформаційну модель під час друку, що ускладнює відновлення процесу при помилках чи відмовах. Важливо зауважити, що системи відображення та управління інформаційними моделями також не мають і механізму реагування на попередження, які виникають, чи некоректну зміну параметрів друку. Тому вони не здатні приймати рішення щодо їх зміни для мінімізації відмов у процесі друку.

Введення функції збереження інформаційної моделі під час друку дозволить вирішити ці проблеми, а також відкрити можливість використовувати збережені профілі налаштувань для друку інших деталей.

Запровадження функції аналізу інформаційних моделей на етапі виникнення попереджень чи зміни параметрів друку та функції збереження інформаційної моделі під час друку дозволить автоматизувати керування параметрами моделі та мінімізувати ситуації переривання процесу друку. Постановка завдань для подальших досліджень пов'язана з розробкою описаних функцій.

Література

1. Адитивні технології : навч. посіб. / Т. Р. Ганєєв, І. О. Прибитько, М. М. Руденко, І. О. Петренко – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 104 с.
2. Системи відображення інформації. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 171 "Електроніка". – Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2020. – 86 с.
3. Моделі та інформаційні технології синтезу мікроелектромеханічних систем: Монографія. – Львів: Видавництво ПП «Вежа і Ко», 2008 –192 с.

**MODELING OF THE LOWER ELEVATION ROOMS
OF THE SHELTER OBJECT FOR CARRYING OUT WORK
ON THE LOCALIZATION OF LFCM**

Oleksandr Proskurin, Yuri Rusan, Maxim Saveliev

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS of Ukraine
Institute of Mathematical Machines and Systems Problems NAS of Ukraine*

As a result of the accident at Unit 4 of the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP), about 200 tons of nuclear fuel formed more than 2000 m³ of fuel-containing materials (FCM), which, at the moment, are mainly located at the lower elevations of the Shelter facility (SO). Despite the fact that the accumulations themselves are not directly nuclear hazardous materials, they nevertheless have a significant impact on environmental and radiation safety, including on plant personnel. Degradation and natural destruction of FCM leads to the formation of radioactive aerosols. Changes in flux density observed after the installation of the NSC accelerate these processes and actualize the problem of FCM materials.

To solve the problem, localization, fragmentation, collection and sorting for further storage of existing accumulations of FCM at the lower levels of the OS is required. The pilot project for the extraction of FCM materials will require the development of remotely controlled systems for performing operations and the introduction of radioactive waste management technologies. The following modeling tasks are covered in the process:

- Environment modeling. Simulation modeling methods for constructing a working environment and localizing accumulations, creating a map of radiation fields will allow constructing a work plan and programming routes.
- Robot modeling includes the development of 3D models, analysis and simulation of robot mechanisms, as well as programming of controllers and systems.
- Modeling robot behavior in the context of creating the capabilities of inertial coordinate systems and developing an inertial navigation system.
- Modeling of applied problems requires detailed development of algorithms for searching, selecting images, fragments and other

operations with field materials. Creating scenarios in the robot and programming systems, such as overcoming obstacles.

Localization tasks are inextricably linked with environmental modeling. Radiation safety standards limit human access to rooms with accumulations of FCM materials for route planning, operations and determination of room parameters. Creating such a 3D model allows us to carry out detailed planning of work. At the first stage, modeling takes place in traditional CAD systems using available data, room scheme, photos, plans, blueprints etc. In the future, it is planned to create an interactive BIM object-oriented model of the lower elevations using parameters obtained from the robotic complex and the created network of sensors for taking parameters.



Figure 1. 12/07 room modeling

Conventional fragmentation methods used when dismantling building or other structures lead to significant dust formation, contamination of the working tool and require powerful cooling with significant liquid consumption. In the case of fuel-containing materials, it is necessary to comply with radiation safety standards, prevent the formation of aerosols and minimize the amount of radioactive waste. The relevance of developing dry laser fragmentation technology arises, foremost, due to the advantages of radiation safety over other methods. A promising approach for the fragmentation of lava-like fuel containing materials (LFCM) is the use of dry fragmentation technology, which uses a high-power solid-state laser developed at the Fraunhofer IWS laboratory in collaboration with ISP NPP and Plejades GmbH. This technology offers benefits such as minimizing dynamic and static loads on local structures, efficient energy (heat) transfer and reduced dust generation.

The research carried out to develop the technology made it possible to determine the optimal modes of the laser system and identify a list of requirements for cutting LCCM. The formation of various methods for the formation

of a system-wide approach to the fragmentation of LPVM has begun. The key operations of the technology are non-through laser cutting and drilling operations. Technologies for controlled cracking and creation of weak zones, taking into account factors such as the type of molten material and the influence of moisture, will allow us to formulate approaches to the fragmentation of specific accumulations, depending on the nature of the accumulation itself. Finally, an integrated approach is considered that combines laser fragmentation techniques with additional mechanical action, which should ensure fragmentation of the accumulation for subsequent containerization of materials with minimal generation of waste and aerosols.

The current task of this project is the development of a mobile remote complex necessary to perform basic exploration operations, as well as the delivery and positioning of a laser cutting head, auxiliary tools for crushing and collection. The concept of the proposed complex is a modular design, providing wide versatility of the system and variability of use. As an executive tool, the platform has a 6-axis manipulator with high lifting capacity. The entire system is designed to operate in highly contaminated environments while complying with radiation safety requirements.

Literature

1. Dr Norbert Molitor, Zoran Drace, Cécile Javelle, Plejades GmbH, “Achievements and Remaining Challenges for the Conversion of Chornobyl NPP Unit 4 into Ecologically Safe Conditions,” in Publication 30 anniversary ChNPP Accident (in Russian), 140-159.

2. Study of the influence of changes in the properties of fuel-containing materials of the Shelter on its nuclear, radiation and radioecological safety. T. 1 “Analysis of the processes of formation and behavior of lava-shaped fuel-containing materials in the Chernobyl accident”: (Research Report (Final)) / ISP NPP NAS of Ukraine. - Arch. No. 4003. – Chernobyl, 2011. - 124 pp. (in Russian).

3. Pazukhin E. M., “Lava-like fuel-containing masses of the 4th block of the Chernobyl NPP: topography, physicochemical properties. Formation scenario,” Radiochemistry. - 1994. T. 36, no. 2. 97-142 (in Russian).

4. Bogatov S. A., Borovoy A. A., Gavrilov. S. L., Lagunenka A. S., et al., “Database on the location and condition of nuclear fuel of the 4th power unit of the ChNPP before and after the accident,” Project No. 2916, “Development of a Model of Nuclear Fuel Behavior During the Active Stage of an Accident,” Moscow, 2007, 147 p.- (Prep. / RRC “Kurchatov Institute,” No. 130-11 / 2) (in Russian).

5. B. S. Weil, "A laser cutting system for nuclear fuel disassembly," Proc. of the Int. Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics," CALEO 1985, San Francisco (CA, USA), November 11-14 (1985).
6. B. Lopez, "Laser cutting in decommissioning of Nuclear Power Stations," MS thesis, Técnico Lisboa, May 2015 (106 pp) (2015).
7. T. Yamada, T. Hanari, T. Takebe, Y. Matsunaga, N.P. Long, T. Muramatsu (2014), Evaluation of fiber laser cutting and crushing applied to the removal technology of fuel debris and in-vessel structures, Proc. ICALEO 2014, Paper 103, 303-307.
8. A. Wetzig, P. Herwig, A. Mahrle, N. Molitor, V. Krasnov: Laser cutting – An option for segregation of corium and lava type FCM - International Conference on Nuclear Decommissioning and Environment Recovery (INUDECO), 27-29 April 2020, Slavutyich – Chernobyl, Ukraine.
9. A. Wetzig, M. Saveliev, V. Krasnov, A. Mahrle, P. Herwig, C. Javelle, C. Leyens, N. Molitor / Prospects of Laser Cutting for Lava- like Fuel-containing Materials (LFCM) Management at the Chernobyl Nuclear Power Plant / デコミッションング技報 Journal of RANDEC ISSN 1343-3881 N62(2020).
10. Kai Velten (2009). Mathematical modeling and simulation. WILEY-VCH Verlag GmbH& Co. KGaA, Weinheim.
11. Nirmalakandan, N. (2002). Modeling tools for environmental engineers and scientists, CRC Press LLC.

UDC 004.9

A FRESH APPROACH TO NEURAL RADIANCE FIELD MODELLING

A.O. Smirnov

International center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Ministry of Education and Science of Ukraine

This work presents Nerf.jl, a novel approach to Neural Radiance Field [1] modeling using Julia programming language. Current research is stuck in a cycle of quick prototyping in high-level dynamic languages followed by the offloading of performance-critical parts to lower-level statically typed languages. This creates an entry barrier and hinders the progress as well as increases the complexity of the codebase.

Julia programming language is a fast dynamic programming language developed originally with the goal of offering a high-level programming model while being as performant as statically typed languages. Relying on LLVM compiler framework for generating highly efficient machine code in a Just-in-Time manner, rich type system and aggressive code specialization, Julia is able to provide support for a wide range of different accelerator backends (CPU, GPU, APU).

Nerf.jl contains direct kernel programming in the Julia language itself, targeting multiple platforms and multiple accelerator backends, integration with different Automatic Differentiation systems using a single stack of technologies while delivering real-time performance.

Literature

1. Mildenhall, B., Srinivasan, P., Tancik, M., Barron, J., Ramamoorthi, R., Ng, R. NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
МОДС 2023**

**ВІСІМНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**
(13 – 15 листопада 2023 р., Україна, м. Чернігів)

Тези доповідей

Казимир В.В., д.т.н., професор, НУ "Чернігівська політехніка"
Білоус І.В., к.т.н., доцент, НУ "Чернігівська політехніка"
Хропатий О.М., викладач, НУ "Чернігівська політехніка"
Войцеховська М.М., д.ф., НУ "Чернігівська політехніка"

Підписано до друку 28.11.2023. Формат 60×84/16.
Умов. друк. арк. 4,63. Тираж 100 пр. Зам. № 29/23.

Редакційно-видавничий відділ
Національного університету «Чернігівська політехніка»
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 7128 від 18.08.2020 р.

