



Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



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



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



Товариство з обмеженою відповідальністю
та іноземними інвестиціями "Ай Ес Ді"

XVIII міжнародна науково-практична конференція

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
(МПЗІС-2020)
*ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ***

**MATHEMATICAL SUPPORT AND SOFTWARE
FOR INTELLIGENT SYSTEMS
(MSSIS-2020)
*ABSTRACTS***

18-20 листопада 2020 року

Дніпро, Україна

Міжнародний науковий комітет

I.B. Сергієнко	– академік НАН України, Україна
М.З. Згуровський	– академік НАН України, Україна
А.О. Чикрій	– академік НАН України, Україна
Ю.В. Крак	– член-кореспондент НАН України, Україна
Н.Д. Панкратова	– член-кореспондент НАН України, Україна
V. Deineko	– професор, Англія
Y. Melnikov	– професор, США
A.F.del Moral Bueno	– професор, Іспанія
P. Pardalos	– професор, США
А.М. Пасічник	– професор, Україна
С.В. Яковлев	– професор, Україна
M. Polyakov	– засновник компанії Noosphere Ventures USA, Inc, США

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (МПЗІС-2020): Тези доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, Дніпро, 18-20 листопада 2020 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової. – Дніпро: ДНУ, 2020. – 288 с. – Текст: укр., англ., рус.

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

М 34 Mathematical support and software for intelligent systems (MSSIS-2020): Abstracts of the XVIII International scientific and practical conference, Dnipro, November 18-20, 2020 / Under the general editorship of E.M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2020. – 288 p. – Text: Ukrainian, Russian, English.

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

Оргкомітет:

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

Тези пленарних доповідей**ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ УКЛАДКИ
В ПЛОСКУЮ ПОЛОСУ****Козин И.В., ainc00@gmail.com***Запорожский национальный университет*

Рассматривается общая постановка задачи плоской упаковки в прямоугольную полубесконечную полосу [1,2]. Задан набор фигур $P = \{p_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ произвольной формы, которые необходимо разместить без пересечений в полубесконечной прямоугольной полосе ширины M . Критерием в задаче является длина части полосы, занятая фигурами множества P . Показано, что рассматриваемая задача может быть представлена как оптимизационная задача на фрагментарной структуре.

Для каждой фигуры p_i задается множество допустимых поворотов на угол кратный заданному базовому углу α_i и, соответственно, множество положений каждой фигуры $P_i = \{p_{ik}\}_{k=1,2,\dots,K_i}$ $i = 1, 2, \dots, n$. Каждая из фигур p_{ik} множества $P = \bigcup_{i=1,2,\dots,n} P_i$ аппроксимируется фигурой $\tilde{p}_{ik}$, составленной из квадратов заданного размера $\varepsilon \times \varepsilon$. Множество таких аппроксимаций обозначим через $\tilde{P}$. Далее для построения допустимого размещения фигур используется следующий фрагментарный алгоритм [3,4].

В каждой фигуре $\tilde{p}_{ik}$ отметим верхнюю левую клетку (квадрат). Выберем произвольную упорядоченную последовательность фигур базового множества. Фигуры последовательности рассматриваются поочередно в заданном порядке. На очередном шаге выбирается первая по порядку фигура $\tilde{p}_{ij}$, такая, что в упаковке отсутствует фигура из набора положений фигуры p_i . Разместим фигуру $\tilde{p}_{ij}$ в упаковке с соблюдением следующих правил:

- а) фигура целиком расположена в полосе, причем клетки фигуры совпадают с клетками полосы;
- б) внутренность фигуры не пересекается с внутренностями уже упакованных фигур;
- в) отмеченная клетка фигуры занимает место, соответствующее наиболее высокой и наиболее левой свободной клетке полосы.

Процесс упаковки заканчивается, когда все фигуры последовательности будут просмотрены. Значение целевой функции для заданной последовательности фигур – это высота построенной упаковки.

К сожалению, предложенный алгоритм может не приводить к оптимальному решению для всех перестановок фигур. Однако имеет место следующая теорема.

Теорема. Всегда существует число k , такое что при добавлении к множеству $\tilde{P}$ множества из k одноклеточных фигур найдется такая перестановка фигур, для которой предложенный выше фрагментарный алгоритм приводит к оптимальной упаковке фигур множества $\tilde{P}$ в полубесконечную полосу.

Список использованной литературы

1. Романова Т.Е., Ступак Е.А., Злотник М.В. Математическая модель и метод решения задачи оптимизации упаковки произвольных двумерных объектов в прямоугольных областях. *Доповіді Національної академії наук України*. 2009. № 1. С. 48-53.
2. Стоян Ю.Г., Злотник М.В. Размещение кругов и невыпуклых многоугольников с поворотами в прямоугольнике минимальной длины. *Доповіді Національної академії наук України*. 2007. № 2. С. 37-42.
3. Козин И.В., Перепелица В.А., Максишко Н.К. Фрагментарные структуры в задачах дискретной оптимизации. *Кибернетика и системный анализ*. 2017. № 6. С. 125-131.
4. Козин И.В., Полюга С.И. Эволюционно-фрагментарная модель задачи упаковки пентамино. *Дискретный анализ и исследование операций*. 2014. Т. 21, № 6. С. 35-50.

СИНТЕЗ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОВЫШЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Корчинский В.М., korchins50k@i.ua

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Многоспектральные растровые изображения дистанционного зондирования (МРИ) образованы множествами распределений яркости, сформированных в ряде непересекающихся спектральных интервалах электромагнитного излучения – носителя видовой информации. Пространственное разрешение составляющих МРИ тем выше, чем меньше соответствующий частотный интервал фиксации [1].

В качестве формального описания таких изображений, заданных на растре $n \times m$ принято множество векторов $\mathbf{X}_{n \cdot m \times 1}^{(i)}$, $i = \overline{1, N}$ (N – количество спектральных интервалов). В работе показано, что сопряженные по Гильберту составляющие аналитических сигналов (ортогональные функциям распределения яркости зафиксированных изображений) имеют расширенный диапазон цифровых уровней и тем самым обладают увеличенным пространственным разрешением.

Как известно, если сигнал имеет вид произведения $X(z) \cdot U(z)$, где спектры сомножителей не пересекаются и сигнал $X(z)$ является низкочастотным, то $\mathbf{H}[X \cdot U] = X \cdot \mathbf{H}[U]$, где $\mathbf{H}[\cdot]$ оператор преобразования Гильберта [2]. Вследствие этого возможно разделение пространственных частот векторов $\mathbf{X}_{n \cdot m \times 1}^{(i)}, \mathbf{X}_{n \cdot m \times 1}^{(j)}$ ($i \neq j$) на основе гомоморфного преобразования $\ln(X \cdot X) = \ln(X) + \ln(\mathbf{H}[X])$ с последующим выделением высокочастотной составляющей.

Распределения яркостей синтезированных изображений с повышенным пространственным и радиометрическим разрешением имеют вид $f(z) = a \cdot X(z) + b \cdot Y(z)$, где весовые коэффициенты a, b определены в

результате решения оптимизационной задачи максимизации энергетической информационной энтропии распределения $f(z)$.

Изложенный способ синтеза многоспектральных растровых изображений был реализован применительно к многоспектральным изображениям земной поверхности, сформированным сканером Aster в шести спектральных интервалах с длинами волн 0.52 мкм до 2.360 мкм.

На рисунке 1 представлено первичное изображение спектрального канала 2.235 мкм – 2.285 мкм. Для сравнения на рисунке 2 приведено синтезированное изображение.

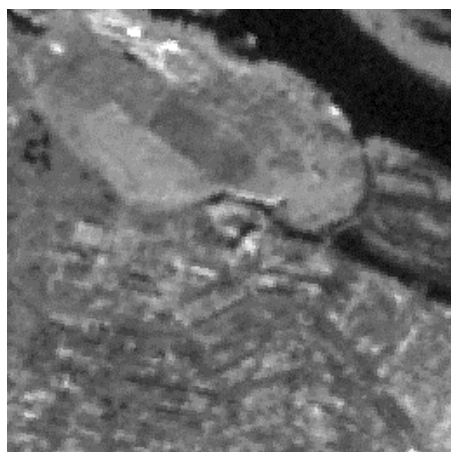


Рис. 1. Первичное изображение



Рис. 2. Синтезированное
изображение

Приведены сравнительные оценки информационной энергетической энтропии индекса структурной схожести первичных и синтезированных изображений.

Список использованной литературы

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2010. 556 с.
2. Вайнштейн Л.А., Вакман Д.Е. Разделение частот в теории колебаний и волн. М.: Наука, 1983. 288 с.

ПРО ОБРОБКУ, АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЮ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ З ЕКГ-СИГНАЛІВ

Крак Ю.В., krak@univ.kiev.ua

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України*

В доповіді приведені результати по дослідженню інформації, яка міститься в електрокардіограмах (ЕКГ). Досліджуються статистичні алгоритми обробки сигналів ЕКГ, такі як оцінка кореляційної функції, спектральна щільність (перетворення Фур'є), оцінка розподілу інтервалів R-R та різні варіанти вейвлет-перетворення [1]. Також була досліджена динаміка зміни дисперсії довжин інтервалів R-R. Для розрізнення інтервалів R-R було застосовано наближення ЕКГ за допомогою розробленої неперервної кусково- поліноміальної та диференційованої кривої, яка має першу неперервну похідну [1]. Розроблено алгоритм оцінки першої похідної на основі запропонованих сплайнів. Досліджено виявлення значення порогів сплайну для ефективного виділення R-піків у сигналі ЕКГ. Використання похідної сплайн-апроксимації дозволило підвищити точність вибору інтервалів R-R до 6% порівняно з відомими чисельними методами. Для просторово-часового аналізу сигналу ЕКГ використовувались вейвлет-перетворення, які дозволяють використовувати частини сигналів у системах оперативного дослідження сигналів. Також на основі зворотного вейвлет-перетворення сигнал ЕКГ очищений від шуму[2]. Ці методи будуть покладені в основу створення інтелектуальної системи моніторингу та оперативної оцінки серцевих режимів. Поєднання різних підходів до аналізу ЕКГ підвищило надійність системи розпізнавання.

Серед алгоритмів машинного навчання згорткові нейронні мережі (CNN) досягли значної ефективності у багатьох завданнях розпізнавання шаблонів, поряд із традиційними підходами, такими як Random Forest або

Gradient Boosting. Вейвлет-перетворення дозволяють використовувати спектральні компоненти, які корисні в задачах обробки сигналів ЕКГ [3]. Оцінювали ефективність вейвлет-додатків для класифікації сигналів. Експерименти показують, що вейвлет-перетворення можуть досягти кращої точності, ніж існуючі алгоритми, маючи значно меншу кількість параметрів, ніж звичайні CNN [4]. Експерименти показують, що використання смартсистеми дозволяє оперативно і ефективно діагностувати відхилення в роботі серця.

Подальші дослідження будуть спрямовані на виділення характеристичних ознак з ЕКГ-сигналів, шкалювання цих ознак, побудові лінійних класифікаторів для розпізнавання відхилень роботи серця при виявленні різних захворювань.

Список використаних джерел

1. **Krak I.** Electrocardiogram Classification Using Wavelet Transformations / I. Krak O. Stelia, A. Pashko, M. Efremov, O. Khorozov // 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2020, pp. 930-933, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235573.
2. **Krak I.** Physiological Signals Analysis, Recognition and Classification Using Machine Learning Algorithms / I. Krak, A. Pashko, O. Khorozov, O. Stelia // Proceedings of The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Zaporizhzhia, Ukraine, April 27-May 1, 2020, pp.955-965
3. **Krak I.** Selection Parameters in the ECG Signals for Analysis of QRS Complexes / I. Krak, A. Pashko, O. Stelia, O. Barmak, S. Pavlov // Proceedings of the 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security, Khmelnytskyi, Ukraine, June 10-12, 2020, pp.1-13. UR - <http://ceur-ws.org/Vol-2623/paper1.pdf>
4. **O.A. Khorozov, I.V. Krak, A.I.Kulias, V.S.Kasianiuk, W.Wojcik, A.Tergeusizova.** Monitoring vital signs using fuzzy logic rules. In monograph: Information technology in Medical Diagnostics II. Ed. by Waldemar Wojcik, Sergii Pavlov, Maksat Kalimoldaev. CRC Press. 2019. pp.237-243.

STRATEGY OF UNDERGROUND URBANISM DEVELOPMENT BASED ON FORESIGHT AND COGNITIVE MODELING METHODOLOGIES

Pankratova N.D., Pankratov V.A.

natalidmp@gmail.com, pankratov.volodya@gmail.com

Institute for Applied System Analysis Igor Sikorsky

Kyiv Polytechnic Institute Kyiv, Ukraine

The development of megacities currently actualizes the problems of underground urbanism. One of the main among them is the problem of choosing a construction site and assessing its suitability for many indicators[1]. The strategy of socio-economic systems development based on the mathematical support of foresight methodology with the aim of scenarios alternatives creating and cognitive modeling to build scenarios for the development of the desired future and ways of their implementation is presented [2,3]. It is proposed to use these methodologies together: at the first stage, apply the foresight methodology and use the obtained results at the second stage as initial data for cognitive modeling. Using the foresight process at the first stage of modeling allows with the help of expert assessment procedures to identify critical technologies and build alternative of scenarios with quantitative characteristics.

For the justified implementation of a particular scenario, cognitive modeling is used, which allows to build causal relationships based on knowledge and experience, understand and analyze the behavior of a complex system for a .strategic perspective with a large number of interconnections and interdependencies. The possibilities of the methodology of foresight and cognitive modeling combining for complex systems are illustrated by an example of assessing the choice of a site in the underground construction of a metropolis. To analyze the favorableness of urban areas for underground construction the modified method of morphological analysis was selected, which proved to be quite effective in modeling problems whose objects can have a large number of

alternative configurations by combining various parameter values. It allowed, relying on the identified groups of geological and technogenic factors, to consider a number of decisions and risk groups to assess the feasibility of developing underground urbanism in the areas under consideration[4]. The obtained results are used as initial ones in cognitive modelling for constructing scenarios of evaluating and developing underground urban studies. The corresponding cognitive maps are developed, their structural analysis and stability analysis are carried out, which made it possible to judge the compliance of the cognitive model of reality. The modelling of scenarios for possible processes of the events development in the analyzed complex system is carried out under the influence of various internal and external disturbances and control impulse effects.

The results of scenario based cognitive modeling, taking into account the impulse impact, are used to assess the suitability of the selected site for underground construction. The proposed systematic approach to solving the problems of developing underground construction in the form of a two-stage model based on foresight and cognitive modeling methodologies allows to offer a scientifically based strategy for implementing a priority alternative to the development scenario of underground construction of various nature and opens up a unique opportunity to solve within the framework of a single program-analytical complex strategic planning and operational response tasks.

References

1. Gayko G.I.: Developing underground space in the concept of sustainable development for large cities. *Geotechnologies*. 1. 60-64 (2018)
2. Gorelova G.V., Pankratova N.D.: Scientific Foresight and Cognitive Modeling of Socio-Economic Systems. 18 th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS-2018, IFAC. Volume 51, Issue 30, pp. 145–149 (2018).
doi:10.1016/j.ifacol.2018.11.264
- 3 Innovative development of socio-economic systems based on foresight and cognitive modelling methodologies. In editors Gorelova G.V., Pankratova N.D. Kiev, Naukova Dumka (2015).
4. Pankratova N, Savchenko I, Haiko H., Kravets V.: System approach to planning urban underground development. *Int. Journal "Information Content and Processing"* 6(1), 3-17 (2019).

ЗАДАЧІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ ДУГ ВІДМОВОСТІЙКОЇ МЕРЕЖІ

Стецюк П.І., Лиховид О.П., Омеляненко А.М.

stetsyukp@gmail.com

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Вступ. Задачі знаходження як структур, так і параметрів стійких і безвідмовних мереж (телекомунікаційних, комп'ютерних, транспортних, енергетичних та ін.) є актуальними. Оптимізаційним задачам для цих проблем присвячена книга [1], де наведено опис математичного та програмного забезпечення для ряду задач оптимального проектування та маршрутизації в мережах з врахуванням можливого виходу з ладу окремих компонент мережі та зміни вимог до потоків. Тут розглянуто такі важливі з точки зору практичних потреб задачі на мережах: проектування мережі мінімальної вартості за умови виходу з ладу окремих ланок, знаходження пропускних здатностей дуг надійної орієнтованої мережі, проектування оптимальної логічної структури надійної мережі, задача модернізації надійної мережі, задача оптимізації мереж з урахуванням неповної інформації, перспективне планування перевезень, знаходження оптимальної номенклатури рухомого складу.

В [1] розглядаються два сімейства задач лінійного програмування (ЛП-задачі) для знаходження оптимальних пропускних здатностей дуг відмовостійкої орієнтованої мережі. У першому сімействі ЛП-задач (задача А) для передачі потоків можуть використовуватись всі можливі шляхи в мережі. У другому сімействі ЛП-задач (задача Р) для передачі потоків задіяні тільки шляхи із наперед заданої множини шляхів.

ЛП-задачі А та Р узагальнюються на випадки задач нелінійного опуклого програмування [2] та булевого лінійного програмування [3]. В роботі розглянемо математичні моделі задач А та Р для модернізації

пропускних здатностей дуг відмовостійкої мережі. Вони представлені задачами лінійного та булевого програмування з мережевою структурою матриці обмежень.

Пошкодження мережі. Нехай $N(V, A)$ – орієнтована мережа з множиною вершин V та множиною дуг A . Пропускну здатність дуги $a = (i, j) \in A$, спрямованої з вершини $i \in V$ у вершину $j \in V$, позначимо y_a .

Пошкодженням мережі $N(V, A)$ назвемо такий її стан, що пропускні здатності дуг мережі змінюються за правилом:

$$y'_a = \mu_a y_a, \forall a \in A,$$

де хоча б один із коефіцієнтів $\mu_a \in [0, 1]$. Якщо $\mu_a = 0$, то це рівнозначно відмові дуги a . Якщо $\mu_a = 1$, то це означає, що дуга a не має пошкоджень.

Для мережі $Net(4, 4)$ (рис. 1) в таблиці 1 приведено два сценарії відмов: сценарій 0,5F, коли одна, але будь-яка дуга зменшує свою пропускну здатність у два рази ($\mu_a = 0,5$), та сценарій 1F, рівносильний повній відмові тільки однієї будь-якої дуги в мережі ($\mu_a = 0$).

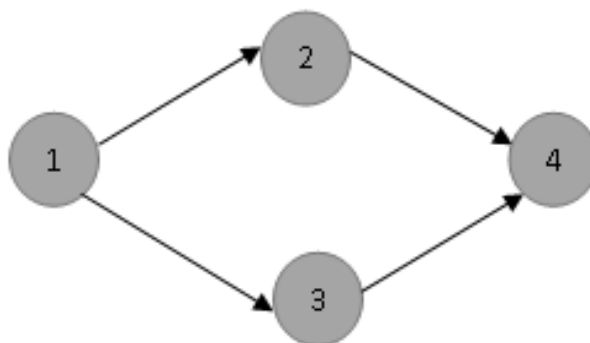


Рисунок 1 – Мережа $Net(4, 4)$, містить 4 вершини та 4 дуги

Таблиця 1 – Сценарії 0,5F та 1F для мережі $Net(4, 4)$

№	Дуги	Сценарій 0,5F				Сценарій 1F			
	(i, j)	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7	μ_8
1	(1,2)	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0
2	(1,3)	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0

№	Дуги	Сценарій 0,5F				Сценарій 1F			
	(i, j)	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7	μ_8
1	(1,2)	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0
3	(2,4)	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0
4	(3,4)	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0

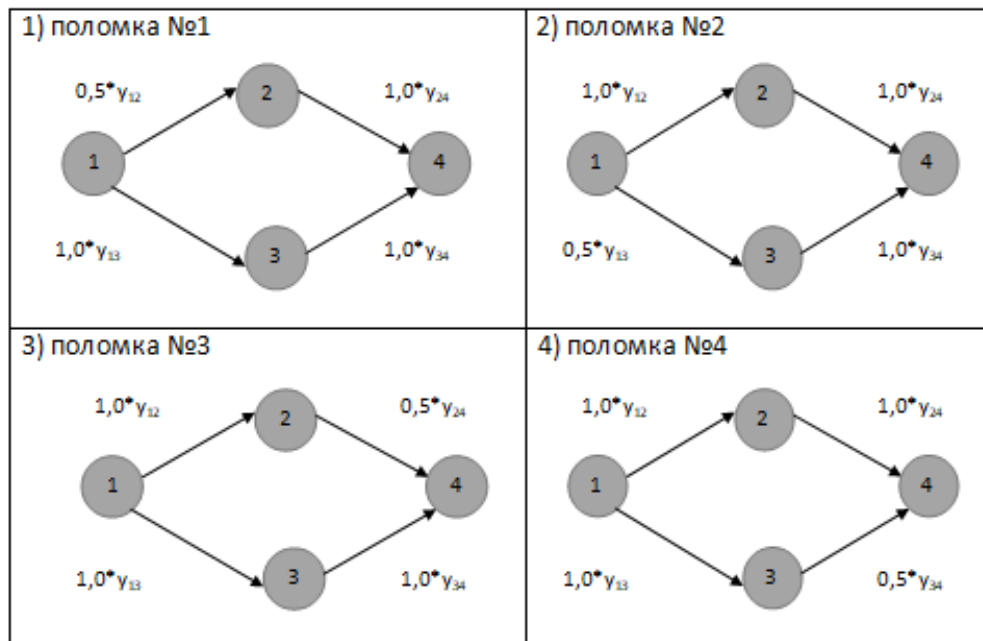


Рисунок 2 – Сценарій 0,5F для мережі $Net(4,4)$

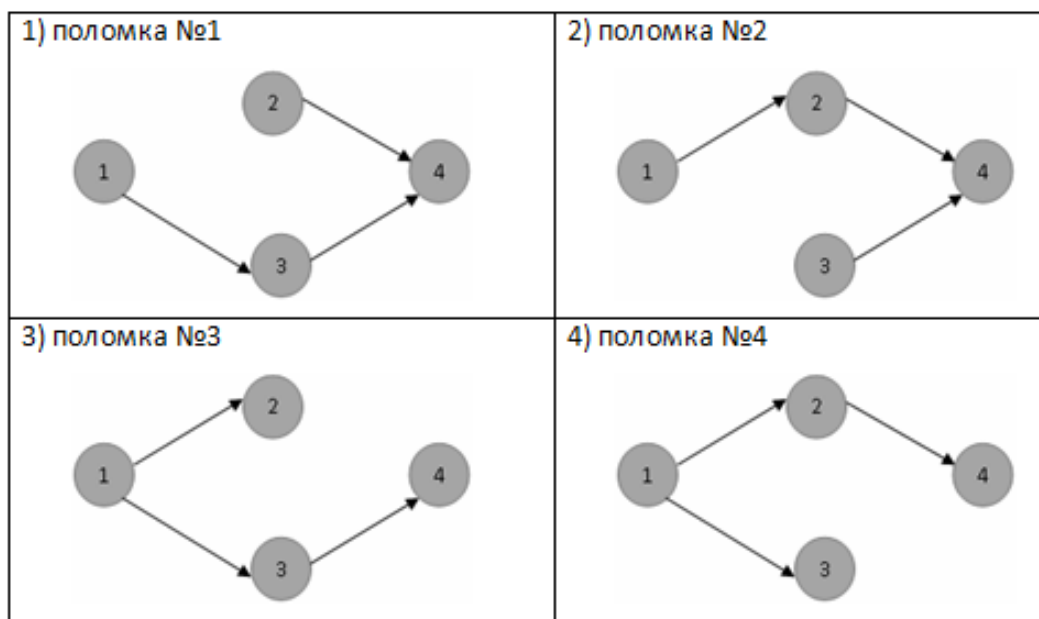


Рисунок 3 – Сценарій 1F для мережі $Net(4,4)$

Модернізація відмовостійкої мережі. Зміст задач для модернізації пропускних здатностей для відмовостійкої мережі полягає в наступному.

Задані:

1. Мережа $N(V, A)$; y_a^0 – значення існуючих пропускних здатностей дуг, $a \in A$; y_a^{low} , y_a^{up} , $\forall a \in A_m$ – нижні та верхні межі на пропускні здатності дуг, що модернізуються.

2. Мережевий трафік K – обсяги потоку в мережі; d_k , $k \in K$ – обсяг потоку від вершини $s(k) \in V$ до вершини $r(k) \in V$, які будемо називати джерелом (sender) та стоком (receiver), відповідно.

3. Сценарії відмов T : $\mu_{at}, \mu_{at} \in [0, 1], \forall a \in A, \forall t \in T$. Якщо $\mu_{at} = 0$, то це рівнозначно відмові дуги a . Якщо $\mu_{at} = 1$, то дуга a не має пошкоджень.

Потрібно знайти: оптимальні за критерієм мінімальної вартості значення пропускних здатностей y_a^* , $a \in A_m$ (що додаються до вже існуючих y_a^0 , які підлягають модернізації), при яких забезпечується заданий обсяг трафіку K в мережі $N(V, A)$, якщо станеться одна, але довільна, відмова зі сценарію відмов T .

Для мережі $N(V, A)$ будемо розглядати два типи задач знаходження пропускних здатностей дуг, що підлягають модернізації.

Задача А: для передачі потоків залучаються всі можливі шляхи в мережі.

Задача Р: для передачі потоків залучаються лише шляхи із заданої множини шляхів P . Тут $P = \cup_{k \in K} P_k$, де P_k – множина шляхів для потоку k .

Іншими словами, пересилання потоків в задачі А визначається фізичною структурою мережі (задається вершинами та дугами орієнтовної мережі), а в задачі Р визначається логічною структурою мережі (задається набором можливих шляхів у орієнтованій мережі).

Лінійні задачі А і Р. Нехай c_a – вартість створення одиниці пропускної здатності для дуги a , $a \in A_m$, A_v^+ та A_v^- – множини дуг, що входять і виходять з вершини $v, v \in V$. Тоді задача А має такий вигляд:

$$f_A^* = \min_{x, y} \sum_{a \in A_m} c_a y_a \quad (1a)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{k \in K} x_{akt} \leq \mu_{at}(y_a^0 + y_a), \quad \forall a \in A_m, \forall t \in T, \quad (2a)$$

$$\sum_{k \in K} x_{akt} \leq \mu_{at} y_a^0, \quad \forall a \in A \setminus A_m, \forall t \in T, \quad (3a)$$

$$\sum_{a \in A_v^+} x_{akt} - \sum_{a \in A_v^-} x_{akt} = \begin{cases} d_k, & \text{якщо } v = s(k); \\ -d_k, & \text{якщо } v = r(k); \\ 0 & \text{інакше;} \end{cases} \quad \begin{matrix} \forall v \in V, \\ \forall k \in K, \\ \forall t \in T, \end{matrix} \quad (4a)$$

$$x_{akt} \geq 0, \quad \forall a \in A, \forall k \in K, \forall t \in T, \quad (5a)$$

$$y_a^{low} \leq y_a \leq y_a^{up}, \quad \forall a \in A_m. \quad (6a)$$

Тут змінні x_{akt} позначають потік продукту k по дузі a при пошкодженні t , $s(k) = \text{sender}(k)$, $r(k) = \text{receiver}(k)$.

Формулювання задачі Р має такий вигляд:

$$f_P^* = \min_{z, y} \sum_{a \in A_m} c_a y_a \quad (1p)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P_k} \delta_{kpa} z_{kpt} \leq \mu_{at}(y_a^0 + y_a), \quad \forall a \in A_m, \forall t \in T, \quad (2p)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P_k} \delta_{kpa} z_{kpt} \leq \mu_{at} y_a^0, \quad \forall a \in A \setminus A_m, \forall t \in T, \quad (3p)$$

$$\sum_{p \in P_k} z_{kpt} = d_k \quad \forall k \in K, \forall t \in T, \quad (4p)$$

$$z_{kpt} \geq 0, \quad \forall k \in K, \forall p \in P, \forall t \in T, \quad (5p)$$

$$y_a^{low} \leq y_a \leq y_a^{up}, \quad \forall a \in A_m, \quad (6p)$$

де

$$\delta_{kpa} = \begin{cases} 1, & \text{коли шлях } p \in P_k \text{ включає дугу } a; \\ 0 & \text{у протилежному випадку.} \end{cases}$$

Тут змінні z_{kpt} позначають потік продукту $k \in K$ по шляху $p \in P_k$ при пошкодженні $t \in T$.

Зміст обмежень у задачах А та Р такий: обмеження (2a), (3a) та (2p), (3p) означають, що потоки по дугах не повинні перевищувати пропускних

здатностей дуг при довільній одній несправності зі сценарію відмов; обмеження (4а) та (4р) гарантують виконання умов по трафіку; обмеження (5а) та (5р) відповідають за невід'ємність потоків, а нерівності (6а) та (6р) накладають двобічні обмеження на вибір пропускних здатностей дуг.

Висновки. Наведено опис математичних моделей для двох класів задач модернізації пропускних здатностей дуг відмовостійкої орієнтованої мережі. У першому класі задач (**задача А**) для передачі потоків задіяні всі можливі шляхи в мережі. У другому класі задач (**задача Р**) для передачі потоків задіяні тільки шляхи із наперед заданої множини шляхів. Математичні моделі задач представлені задачами лінійного програмування з мережевою структурою матриці обмежень.

Математичні моделі відповідних задач булевого лінійного програмування легко отримати, якщо цільові функції (1а) і (1р) замінити на цільові функції

$$F_A^* = \min_{x,y,u} \sum_{a \in A_m} C_a u_a + \sum_{a \in A_m} c_a y_a, \quad F_P^* = \min_{z,y,u} \sum_{a \in A_m} C_a u_a + \sum_{a \in A_m} c_a y_a, \quad (7)$$

а обмеження (6а) та (6р) замінити на обмеження

$$y_a^{low} u_a \leq y_a \leq y_a^{up} u_a, \quad \forall a \in A_m, \quad (8)$$

де C_a – витрати на створення доданої пропускної здатності, а булеві змінні $u_a = 0 \vee 1$ дорівнюють одиниці, якщо дуга $a \in A_m$ додається до мережі, і нулю в протилежному випадку.

Список використаних джерел

1. Задачі оптимального проектування надійних мереж / **Н.З. Шор, І.В. Сергієнко та ін.** – К.: Наук. думка, 2005. – 230 с.
2. **Стецюк П.И., Жидков В.А.** О двух задачах оптимизации пропускных способностей дуг отказоустойчивости сети // Материалы V-ой международной научной конференции "Транспортные системы и логистика", Кишинэу, 11-13 декабря 2013 г., – С. 300–309.
3. **Сергиенко И.В., Стецюк П.И.** Две ЛП-задачи с булевыми переменными для отказоустойчивой сети // Інформатика та системні науки (ІСН-2014): матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Полтава, 13-15 березня 2014 року). – Полтава: ПУЕТ, 2014. – С. 284–287.

SPARSE PACKING OF 2D OBJECTS

Stoyan Yu., Romanova T., Pankratov A., Maximov S.

stoyan@ipmach.kharkov.ua, tarom27@yahoo.com,

pankratov2001@yahoo.com, maksimovsergey08@gmail.com

*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of
Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

In most of optimized packing approaches, the objective is to find the dense packing. That is, the packing resulting in the smallest unused space of the container or, in the case of an open problem, giving the minimal cross section area or volume of the container. However, there are many modern industrial technologies where the concept of the dense packing is not suitable. Placing an object at a certain distance from the walls of the working domain arises in various manufacturing technologies. One of the most interesting applications arises in aerospace industry for repairing large dimensions and complex parts (see, e.g., [1], [2]). The sparse packing problems appear in the manufacture of multi-hole extrusion dies [3] to obtain small and precise products in the automotive, aviation, food and medical industries. Modern technologies of shock-wave treatment [4] use simultaneous processing for groups of parts. To ensure uniform distribution of thermal and power effects, the parts have to be maintained as distant as possible one from another.

This research introduces the concept of the sparse packing aimed to place the objects in the given domain as distant as possible. More specifically, the minimal Euclidean distance between the objects as well as between the objects and the walls of the container is maximized. The sparse packing of two-dimensional objects in a circular container is considered subject to balancing conditions. This statement is motivated by modern clean and energy saving technologies such as ultrasonic hardening and thermal deburring. The objects may have irregular shapes and can be continuously rotated and translated. A mathematical model for the sparse balance packing problem is formulated in the form of a nonlinear

programming problem based on the phi-function technique [5]. A solution algorithm is proposed to search for local optimal solutions. The algorithm involves the following general stages: 1) Generate a number of feasible starting points. 2) For each starting point find a local extremum to the problem using a modification of the optimization procedure described in [6] for optimal packing concave polyhedra. 3) Choose the best local minimum found at the previous stage. Computational results are provided to illustrate the work of our approach.

An interesting direction for the future research is considering optimized sparse packing of 3D objects with balancing conditions. Some results in this direction are on the way.

- [1] Flynn, J.M., A. Shokrani, S.T. Newman, and V. Dhokia. 2016. “Hybrid additive and subtractive machine tools – research and industrial developments.” *International Journal of Machine Tools and Manufacture* 101: 79–101. doi:10.1016/j.ijmachtools.2015.11.007.
- [2] Fang, W., D. Tang, H. Wang, D. Li, and Y. Peng. 2020. “Optimization of die design for thin-walled flat multi-port tube with the aid of finite element simulation.” *Journal of Materials Processing Technology* 277, 116418. doi:10.1016/j.jmatprotec.2019.116418.
- [3] Grzesik, W. 2018. “Hybrid additive and subtractive manufacturing processes and systems: a review.” *Journal of Machine Engineering* 18 (4): 5–24. doi: 10.5604/01.3001.0012.7629.
- [4] Yin, F., M. Rakita, Sh. Hu, and Q. Han. 2017. “Overview of ultrasonic shot peening.” *Surface Engineering* 33 (9): 651–666. doi:10.1080/02670844.2017.1278838.
- [5] Chernov, N.; Stoyan, Y.; Romanova, T. “Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem”. *Computational Geometry*, 2010, 43(5), 535–553.
- [6] Romanova, T., Bennell J., Stoyan, Y., & Pankratov, A. (2018). Packing of non-convex polyhedra with continuous rotations using nonlinear optimization. *European Journal of Operational Research*, 268, 37-53.

Тези секційних доповідей**ВЛАСТИВОСТІ СІМЕЙСТВА А-РОЗПОДІЛІВ**

Авраменко В.І., avicx@i.ua, Стросва Г.В., stroeveva_anna@ukr.net

Дніпровський державний технічний університет

Для моделі точкового джерела отримано вираз розподілу інтенсивності випромінювання вздовж прямої у вигляді розподілу Коші з параметром $a > 0$ [1, с. 73]. Крім того, якщо розглядати вираз вертикальної складової гравітаційного тяжіння горизонтального циліндру як закон розподілу НВВ, то після нормування отримуємо також розподіл Коші з параметром a .

Для іншої моделі – сферичного розподілу мас – формула вертикальної складової після нормування може розглядатись як щільність розподілу НВВ у вигляді

$$f_a(x) = \frac{a^2}{2} \frac{1}{(a^2 + (x - x_0)^2)^{3/2}} \quad -\infty < x < \infty \quad (1)$$

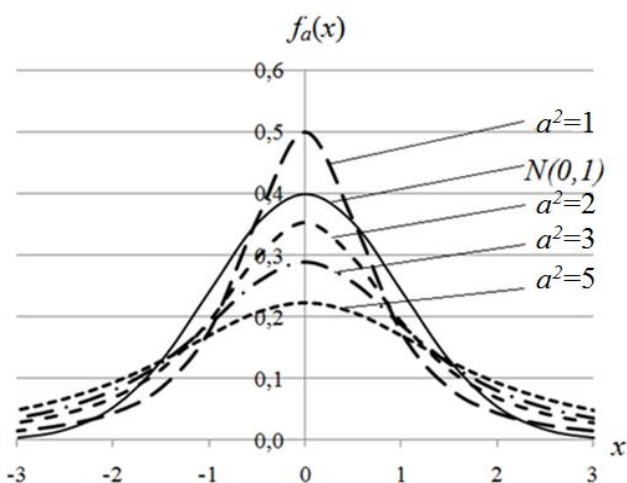


Рисунок 1. Графіки щільностей $f_a(x)$

На рисунку 1 наведені графіки щільностей розподілу для різних значень параметра a^2 ($x_0=0$). Розподіли симетричні, у порівнянні з нормальним розподілом є гостро вершинними. Дисперсія не визначена, а пів широта розподілу – відстань між кuartілями розподілу – $d = 2a/\sqrt{3} = 1,155a$.

Узагальненням наведених розподілів може бути сімейство розподілів з параметрами a та k виду

$$f_{a,k}(x) = C_{a,k} \frac{1}{(a^2 + (x - x_0)^2)^k} \quad -\infty < x < \infty \quad (2)$$

В загальному випадку нормуючий множник $C_{a,k}$ виражається через га-

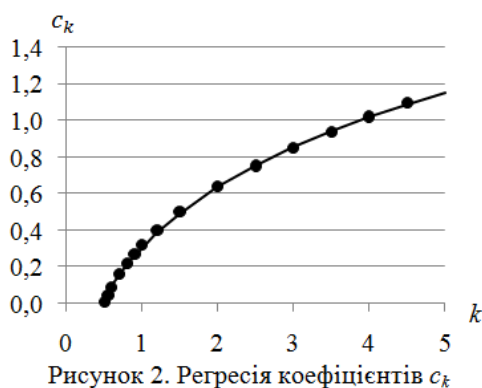


Рисунок 2. Регресія коефіцієнтів c_k

мма-функції, але параметри регресії $C_{a,k} = \varphi(a, k)$ можна відшукати числовими методами, представивши коефіцієнти у вигляді $C_{a,k} = c_k \cdot a^{2k-1}$, де коефіцієнти c_k залежать тільки від показника степеню k . На рисунку 2 наведені обчислені значення c_k і лінія регресії, параметри якої знайдені

методом найменших квадратів на інтервалі $(0,5, 5,0)$. Зокрема, наведена регресія має рівняння виду $c_k = 0,0336 + 0,6577 \cdot \ln(k + 0,500)$ (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,998$), можна скористатись також більш простою формулою $c_k = 0,6667 \cdot \ln(k + 0,500)$ ($R^2 = 0,991$).

Максимальні значення щільності $f(x)_{max} = f(0) = c_k \cdot a^{-1}$. Всі розподіли симетричні, для значень $k > 1,5$ може бути обчислена дисперсія за формулою $D_{a,k}(x) = a^2 \cdot \frac{1}{2k-3}$, $k > 1,50$. Таким чином, для розподілів з різними параметрів можуть бути однакові дисперсії. Якщо $a^2 = n$ – ціле, і показник степеню $k = \frac{a^2+1}{2}$, то розподіл співпадає з розподілом Стюдента з n степенями свободи.

При збільшенні показнику степеню k розподіли зі щільністю $f_{a,k}(x)$ наближаються до нормального, але при малих значеннях k використання цих розподілів може бути виправданим для опису гостро вершинних розподілів. Зокрема, якщо аналізуються результати спостережень, які є сумою розподілів з однаковим математичним сподіванням і різними дисперсіями, сумарні розподіли є досить гостро вершинними і краще апроксимуються розподілами зі щільністю $f_{a,k}(x)$. Наприклад, сума двох розподілів $N(0, 1)$ та $N(0, 3)$ задовільно апроксимується розподілом з параметрами $k=1,780$, $a^2=2,104$ (оцінка значень параметрів виконана МНК).

1. Гихман И. И. и др. Теория вероятностей и математическая статистика. / И.И.Гихман, А. В. Скороход, М. И. Ядренко – 2-е изд. – К.; Выща шк., 1988 – 439 с.

РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ СИМУЛЯТОРА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Акулов Б.В., akulovbog@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У наш час штучні нейронні мережі використовуються для математичного моделювання у багатьох галузях науки. Симулятори нейронних мереж – це програмні додатки, які використовуються для моделювання поведінки штучних або біологічних нейронних мереж та зосереджені на одному або обмеженій кількості конкретних типів нейронних мереж.

Для побудови нейронних мереж існує багато програм, які надають можливість створення початкової структури мережі, її оптимізації, навчання і тестування. Ці програми можна поділити на такі категорії: універсальні (охоплюють широкий спектр найчастіше розв’язуваних задач, але зазвичай мають високу вартість та потребують значних зусиль для освоєння), спеціалізовані (розв’язують конкретні класи задач у достатньому обсязі, але також має місце обмеження на методи, за допомогою яких може бути розв’язана задача) і додатки для розширення програм прикладних обчислень. Додатки зазвичай відрізняються багатофункціональністю та простою інтеграцією з продуктами, для яких ці додатки створені, але через це вони мають обмеження у графічному інтерфейсі.

Ми проводимо розробку інтерфейсу симулятора нейронних мереж, що позбавлений наведених вище недоліків, а саме – не обмежуємося графічним інтерфейсом програми, для якої створюється стимулятор, намагаємося забезпечити розширення програмного продукту та зрозумілість для користувача.

Для досягнення цілей робота з нейронною мережею та графічним інтерфейсом розділена таким чином, щоб у будь-який момент розробки є можливість додавати нову функціональність шляхом змінення конфігурації додатку.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ З СУХИМ ВІДПРАЦЬОВАНИМ ЯДЕРНИМ ПАЛИВОМ

Альохіна С.В., Чугай А.М.

svitlana.alyokhina@gmail.com, chugay.andrey80@gmail.com

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного

НАН України

На сьогоднішній день важливою науковою проблемою є проблема створення умов для безпечного зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП). Найбільш розповсюдженою та економічно виправданою є технологія так званого "сухого" зберігання, яка передбачає розміщення відпрацьованих тепловиділяючих збірок у спеціальних контейнерах, заповнених інертним газом, та подальше зберігання їх на відкритих чи закритих майданчиках сховищ. У процесі створення будь-якого сухого сховища відпрацьованого ядерного палива можна виділити наступні основні етапи: вибір майданчика розташування, проєктування сховища, будівництво, експлуатація та зняття з експлуатації. Сховище, яке створюється, повинно відповідати усім нормам безпеки, що прийняті для об'єктів такого типу. Зокрема, неперевищення загального рівня іонізуючого випромінювання та, як показують останні дослідження, дотримання теплових режимів зберігання відпрацьованого ядерного палива. Повна перевірка на відповідність сховища та його елементів зазначеним нормам зазвичай розпочинає здійснюватись на етапі проєктування. На етапі ж вибору майданчика розташування перевірка на дотримання норм безпеки здійснюється лише з точки зору впливу сховища у цілому на навколишнє середовище. Такий підхід не можна вважати у повній мірі доцільним, адже, врахувавши, наприклад, усі кліматичні особливості території розташування майбутнього сховища, можна корегувати теплові режими зберігання відпрацьованого ядерного палива. Аналогічно можна вважати необхідним аналіз та вибір форми майданчика зберігання з метою розміщення максимально можливої кількості контейнерів з ВЯП. Такий вибір, вочевидь, повинен здійснюватись із врахуванням норм ядерної та теплової безпеки, а також із дотриманням технологічних обмежень.

Задачу пошуку оптимального розміщення контейнерів з урахуванням заданих технологічних обмежень можна сформулювати у вигляді задачі оптимізаційного геометричного проектування.

Постановка задачі. Нехай задано набір з N циліндричних контейнерів K_i , $i \in I_N$, з ВЯП та майданчик M , визначений для розміщення заданих контейнерів. Геометрична форма майданчика M визначена згідно з топографічними умовами у обраній зоні розміщення. Аппроксимуємо границю майданчика набором відрізків прямих та дуг кіл. Враховуючи, що контейнери з ВЯП мають циліндричну форму, однакові геометричні характеристики та за вимогами мають розміщуватись тільки на одному рівні, задамо контейнери K_i , $i \in I_N$, набором кругів C_i радіусу r , $i \in I_N$. Оскільки кожен контейнер з ВЯП характеризується власними фізичними властивостями (температура та рівень іонізуючого випромінювання), які необхідно враховувати для виконання умов безпечного розміщення на сховищі ВЯП, то кожному C_i поставимо у відповідність коефіцієнти k_i фізичної активності контейнера, який визначатиме рівень впливу контейнера на загальний тепловий рівень в межах сховища. У відповідності до значень k_i , $i \in I_N$, контейнери згруповано у Q груп. Між кругами кожної групи задано мінімально допустимі відстані d_{ij}^q , $i < j \in I_Q$, які забезпечують умови для необхідного теплового режиму зберігання відпрацьованого ядерного палива. Крім того для забезпечення обслуговування контейнерів (обертання, переміщення на інше місце в межах майданчика) необхідно, щоб коло C_i , $i \in I_N$, торкалось полоси заданою ширини d .

Задача. Необхідно розмістити максимальну кількість кругів з набору C_i , $i \in I_N$, в області M таким чином, щоб виконувались усі задані технологічні обмеження на розміщення кругів.

Згідно з наведеною постановкою задачі в роботі побудовано математичну модель та досліджено її властивості.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com,

Батурінець А.Г., Мащенко Л.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Дисципліна «ООП» викладається для студентів спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології» факультету прикладної математики ДНУ два семестри та передбачає прослуховування лекційного матеріалу, виконання студентами лабораторних робіт, курсової роботи та самостійну роботу.

Навчальна дисципліна «Об'єктно-орієнтоване програмування» є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця з об'єктно-орієнтованого програмування в області інформаційних технологій. Базовою мовою програмування при викладанні дисципліни обрано мову C++.

Метою та завданням викладання дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок необхідних для створення програмних засобів, а також оволодіння навичками роботи з новими технологіями проектування та розробки програмних засобів мовою програмування C++.

Мета лекційного курсу – ознайомити студентів з теоретичними основами проектування та розробки програмних засобів з застосуванням об'єктно-орієнтованого підходу мовою програмування C++.

Мета лабораторних занять – закріпити знання, отримані на лекційних заняттях. Привити студентам навички проектування та створення програмних засобів мовою програмування C++.

Теми дисципліни, що винесено на вивчення студентами в першому семестрі, забезпечують освоєння здобувачами вищої освіти загальних теоретичних та практичних засад об'єктно-орієнтованого підходу розробки

програмних засобів. Розглядаються такі теми: парадигми програмування; посилення та вказівники; класи; статичний поліморфізм; перевантаження операторів; спадкування класів; динамічний поліморфізм; множинне спадкування; альтернативи спадкування; параметризація; шаблони функцій та класів; погодження з написання коду; принципи об'єктно-орієнтованого дизайну.

Другий семестр вивчення дисципліни передбачає засвоєння студентами теоретичних та практичних навичок з наступних тем: узагальнене програмування; огляд бібліотеки STL; послідовні, асоціативні контейнери, контейнерні адаптери; ітератори; операції STL; утиліти та функціональні об'єкти; розширене введення і виведення; паттерни проектування; лямбда вирази; багатопоточне програмування; метапрограмування; технологія SFINAE.

Контрольні заходи охоплюють поточний та підсумковий контроль. Поточний контроль здійснюють під час проведення лабораторних у формах опитувань та/або перевірки результатів виконання здобувачами вищої освіти окремих видів індивідуальних завдань, захистів лабораторних робіт, виконання тестів, експрес-контролю, перевірки уміння публічно чи письмово подавати певний матеріал (презентація) тощо. Підсумковий контроль проводять у формі семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти у формах семестрового екзамену або заліку з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, визначеного в навчальній програмі.

Освоєння дисципліни дозволить майбутнім фахівцям отримати необхідні знання об'єктно-орієнтованого програмування, застосовувати на практиці ефективні підходи проектування та розробки програмних засобів мовою C++.

При викладанні дисципліни використовується різне програмне забезпечення для організації дистанційного навчання та віддаленої взаємодії зі студентами: MS Teams, Google Classroom, Discord, Skype, Telegram тощо.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КРОСПЛАТФОРМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com,

Машенко Л.В., lvmas@email.dp.ua, **Павлов М.С.**, mykytapavlov@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Дисципліна «Кросплатформне програмування» викладається для студентів спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 126 «Інформаційні системи та технології» факультету прикладної математики ДНУ один семестр та передбачає прослуховування лекційного матеріалу, виконання студентами лабораторних робіт та самостійну роботу.

Навчальна дисципліна «Кросплатформне програмування» є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця з кросплатформного програмування в області інформаційних технологій. Базовою мовою програмування при викладанні дисципліни обрано крос платформну мову Java.

Метою викладання дисципліни «Кросплатформне програмування» є формування знань, вмінь та навичок, необхідних для створення кросплатформних додатків мовою програмування Java. Освоєння дисципліни дозволить майбутнім фахівцям отримати необхідні навички з кросплатформного програмування.

Мета лекційного курсу – ознайомити студентів з теоретичними основами розробки та проектування кросплатформних додатків мовою програмування Java.

Мета лабораторних занять – закріпити знання, отримані на лекційних заняттях, привити студентам навички роботи з сучасними технологіями при проектуванні та створенні кросплатформних додатків.

Розглядаються наступні теми:

1. Основні відомості про кросплатформне програмування
2. Системи контролю версій

3. Автоматизація зборки проектів
4. Основний синтаксисJava. ООП в Java
5. Модульне тестування в Java
6. Обробка рядків. Регулярні вирази
7. Лямбда-вирази
8. Колекції та Stream API
9. Бази даних в Java
- 10.Робота з файлами в Java
- 11.Серіалізація. Логінування
- 12.Багатопоточне програмування
- 13.Сервлети.Технологія JSP / JSTL
- 14.Сесії та cookies. Локалізація

Контрольні заходи охоплюють поточний та підсумковий контроль. Поточний контроль здійснюють під час проведення лабораторних у формах опитувань та/або перевірки результатів виконання здобувачами вищої освіти окремих видів індивідуальних завдань, захистів лабораторних робіт, виконання тестів, експрес-контролю, перевірки уміння публічно чи письмово подавати певний матеріал (презентація) тощо. Підсумковий контроль проводять у формі семестрового контролю знань здобувачів вищої освіти у формах семестрового екзамену або заліку з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, визначеного в навчальній програмі.

При викладанні дисципліни використовується різне програмне забезпечення для організації дистанційного навчання та віддаленої взаємодії зі студентами: MS Teams, Google Classroom, Discord, Skype, Telegram тощо. Перші лабораторні роботи пропонується здавати у сервісі <https://leetcode.com/> з можливістю вибору завдань рівнів Easy / Medium / Hardy залежності від оцінки, на яку претендує студент. Лабораторні роботи студенти здають з використанням системи контролю версій GitLab. Спілкування відбувається виключно англійською мовою.

ПРОГНОЗ ЦУНАМІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОБУДОВАНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ

Байбуз О.Г., obaybuz@ua.fm, Корочанський С.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Прогноз появи цунамі – велетенської хвилі, що виникає від раптових переміщень великих ділянок дна океану під час підводних землетрусів, є важливою та складною проблемою сучасної гідродинаміки.

В даній роботі запропоновано застосувати до прогнозу появи цунамі побудовану авторами математичну модель руху збуреної рідини, який виникає під час різних фізичних дій на її поверхню, а також в результаті руху тіла в цій рідині та побудова програмного продукту, за допомогою якого здійснюється реалізація та дослідження запропонованої моделі, в залежності від різноманітних фізичних факторів.

В математичній моделі було обрано один з найбільш точних методів розрахунку плоских потенційних течій – чисельний метод граничних інтегральних рівнянь.

Були розроблені наступні модулі в середовищі Delphi 5.0:

1. Апроксимація вільної поверхні(лінійна)
2. Чисельне обчислення інтегралів та інтегралів з логарифмічними особливостями
3. Розв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса
4. Моделювання руху вільної поверхні рідини

Задача прогнозу цунамі залежить від вибору початкових умов стану збудженої океанської водної маси та форми її вільної поверхні. Математично початкові умови зводяться до визначення двох функції, одна із яких є гармонічна, а інша повинна бути неперервна, і які будуються на основі експериментальних даних за допомогою кластерного аналізу.

Проведено обчислювальний експеримент короткострокового прогнозу цунамі, яке відбулося 4-5 вересня 1952 року в Охотському морі. Результати обчислювального експерименту порівнювалися з історичними даними натурних спостережень та показали їх задовільне узгодження.

Розроблений програмний продукт може бути використаний в практичних та навчальних цілях, та при подальшому його вдосконаленні може бути використаний для короткострокового прогнозу появи цунамі в конкретному районі.

АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ЛЮДИНО-МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Бармак¹ О.В., Манзюк¹ Е.А., Крак^{2,3} Ю.В., Кудін^{2,3} Г.І., Куляс³ А.І.
krak@univ.kiev.ua

¹*Хмельницький національний університет*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

³*Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України*

В доповіді наведені дослідження орієнтовані на застосування в системах, які працюють з текстовими документами, графічною інформацією, неструктурованою інформацією та іншими її поданнями [1]. Використання сучасних підходів машинного навчання дозволяють, на певному рівні, вирішувати поставлені проблеми за якісними показниками і дають можливості покращення та вдосконалення існуючих методів. Шляхи покращення результатів машинного навчання досить різноманітні та залежні від специфіки даних стосовно яких використовуються, що свідчить про те, що необхідно застосовувати набори підходів, поєднуючи їх в одну систему та розробляючи інформаційні технології, які б дозволили використовувати належним чином інформативність, яку несуть дані. Відзначимо, що елементи інформативності, які поєднують дані за ознаками використання, складно піддаються виявленню методами машинного навчання та вимагають використання інтелектуальних здібностей людини, тоді як обчислювальні можливості людини не порівняльні з машинними за швидкодією. Тому поєднання переваг людини та обчислювальних алгоритмів у ефективній системі взаємодії є продуктивним напрямком, який на сьогоднішній день набуває активного розвитку [2].

Зауважимо, що візуальне подання інформації є найбільш інформативним та ефективним з точки зору сприйняття та обробки її людиною. Візуалізація даних з системою інтерактивної взаємодії з обчислювальними ресурсами машини дозволяє проводити аналіз даних, визначати характерні зв'язки, взаємодії тощо. Така система візуального

аналізу дозволяє не тільки проводити дослідження даних, а також реалізовувати процес ітеративного покращення систем машинного навчання, ефективно інтегруючи людину. Це дозволяє використовувати інтелектуальні можливості людини та поєднувати з можливостями машини в процесі включення людини в цикл прийняття рішень [2,3]. Тоді навчання набуває гібридного характеру ефективно інтегруючи переваги машини та людини в напрямку реалізації інтелектуальних систем.

В доповіді пропонується більш ефективніша інтеграція людини в систему машинного навчання за якої вона безпосередньо приймає участь у побудові та навчанні моделі. Це дозволить ефективніше використати інтелектуальні можливості людини та розробити більш досконалу модель за показниками якості. Для демонстрації практичної реалізації запропонованого підходу розроблено інформаційну технологію класифікації текстових даних згідно якої навчання моделі здійснює людина, використовуючи трансформацію даних і переносючи модель класифікації даних на машинний рівень [4]. Надалі отримана модель використовується комп'ютером для подальшої класифікації даних. Проведені експерименти, за допомогою реалізованої інформаційної технології, показали ефективність запропонованого підходу і подальші дослідження будуть спрямовані на його удосконалення та практичну реалізацію.

Список використаних джерел

1. **Manziuk E.A.** Definition of information core for documents classification / Manziuk E.A., Barmak A.V., Krak Yu.V., Kasianiuk V.S. // Journal of Automation and Information Sciences. – 2018. - Vol. 50(4). - PP. 25-34.
2. **Endert A.** The human is the loop: new directions for visual analytics / Endert A., Hossain M. S., Ramakrishnan N., North C., Fiaux P., Andrews C. // Journal of Intelligent Information Systems. – 2014. - Vol. 43(3). - PP. 411–435.
3. **Krak I.** Using visual analytics to develop human and machine-centric models: A review of approaches and proposed information technology / Krak I., Barmak O., Manziuk E. // Computational Intelligence. 2020; pp. 1– 26. <https://doi.org/10.1111/coin.12289>.
4. **Krak I.** Approach to Piecewise-Linear Classification in a Multi-dimensional Space of Features Based on Plane Visualization /Krak I., Barmak O., Manziuk E., Kudin H. // Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, Cham, Vol. 1020, 2020, pp.35-47.

ПРО АТОМАРНУ МОДИФІКАЦІЮ ДЕРЕВА РЕСУРСІВ У МІКРОСЕРВІСНІЙ АРХІТЕКТУРІ

Білецький А. С., antonbeletsky@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сучасні тенденції у сфері інформаційних та комунікаційних систем вимагають певної гнучкості у представленні інформації. Так, серед клієнтів сучасного веб-сервісу часто можна зустріти десктоп клієнт у вигляді браузера, мобільний клієнт у вигляді мобільного додатку, машинний клієнт у вигляді веб-сервісу та інші. Кожен з цих клієнтів потребує різну інформацію та форму її представлення. Тому, що б не створювати окремий API під кожен клієнт, можна представити єдиний гнучкий API для всіх клієнтів.

Для операцій зчитування даних клієнтом, наприклад надання колекції ресурсів, гнучкість інтерфейсу забезпечується використанням реляційної теорії. Проте для забезпечення гнучкості інтерфейсу необхідно мати і зручний механізм оновлення даних. Найчастіше клієнту необхідно оновити не цілий ресурс даних, а тільки його частину. Крім того, клієнт часто має справу не з одним конкретним ресурсом, а із цілим деревом пов'язаних між собою ресурсів з батьківсько-дочірніми зв'язками. Тому операції модифікації даних часто потребують змін не лише у батьківському ресурсі, а і у дочірніх також. Тобто для гнучкості інтерфейсу оновлення даних необхідно в рамках однієї операції описати які дії необхідно виконати над кожним елементом дерева ресурсів.

На прикладі веб-сервісу магазину, ресурс покупця та його замовлення можна представити наступним JSON об'єктом:

```
{  
  "customerName": "John", "address": { city: "City1" },  
  "orders": [ {"orderName": "Order1" }, {"orderName": "Order2" } ]  
}
```

Цей об'єкт можна розглянути як дерево, кожна з вершин якого описує назву атрибуту одного із ресурсів та його значення. Тобто для позначення який саме атрибут необхідно оновити достатньо описати шлях до нього у дереві. Наприклад для того щоб оновити місто покупця необхідно вказати шлях `/address/city`.

Для оновлення даних одного ресурсу тільки шляху та значення, але для оновлення колекції ресурсів і забезпечення достатньої гнучкості інтерфейсу необхідно також вказати як само необхідно оновити дані: додати нові, видалити зайві, або оновити поточні. Розглянемо такі операції: `add`, `replace`, `remove`.

Наприклад, для додання нового замовлення покупцю клієнту веб-сервісу необхідно описати `add` операцію за шляхом `/orders`. А для видалення замовлення – операцію `remove`.

Таким чином можна сформувати гнучкий інтерфейс оновлення дерева ресурсів вказавши за допомогою шляху атрибут для оновлення, операцію оновлення та за необхідності параметри операції. Так операції `add` та `replace` потребують конкретного значення, а операція `remove` – ні. Операцію оновлення дерева ресурсів можна представити наступним JSON об'єктом:

```
[{ "op": "replace", "path": "/customerName", "value": "Barry" },  
{ "op": "add", "path": "/orders/", "value": { "orderName": "Order2" } }]
```

Даний об'єкт вказує набір операцій які необхідно виконати над кожним елементом дерева ресурсів як одну операцію оновлення. У наведеному прикладі ми оновимо дані ресурсу покупця та додаємо дані до ресурсу замовлень. Такий підхід окрім гнучкості надає ще властивість атомарності до операції модифікації даних. Тобто або кожен атрибут дерева ресурсів буде оновлено, або ні один не оновиться зовсім. Це може бути дуже важливим для консистентності даних для багатьох систем.

NETWORK ANALYSIS FOR PREDICTING COVID-19 OUTCOMES

Blyuss O.¹, Nazarenko T.¹, Timms J.¹, Zaikin A.¹, Whitwell H.J.²

o.blyuss@ucl.ac.uk

¹ *Departments of Mathematics and Women's Health, University College London*

² *Department of Metabolism, Digestion and Reproduction, Imperial College London*

Background. Starting from the end of 2019, when the first patients with pneumonia of unknown cause were found and reported in Wuhan, China, the new coronavirus, now known as SARS-CoV-2 or COVID-19, has spread worldwide. One of the fundamental problems that still remains unsolved is predicting the course of the disease for patients with positive COVID test. This prediction has to be extremely accurate in order to appropriately stratify patients into risk groups thus decreasing the workload of hospitals.

Methods. A lot of proteomic data has been collected around the world characterizing patients with different outcomes at different time points. As such data is truly high-dimensional with at least hundreds of analytes, it is crucial that all these features are analysed by an approach capable of dealing with such a high number of dimensions. We believe, an approach called parenclitic networks that have been previously used to build classifiers for ovarian cancer detection may be particularly useful in such a unique setting [1]. This approach allows to represent a multi-dimensional dataset as complex network that could then be further analyzed using well-established topological indices. These networks are constructed for every patient and once this step is performed, corresponding indices may be used for building a classifier. As the number of dimensions is likely to be comparable to the sample size, it is important to use cross-validation approach such as leave-one-one cross-validation in order to avoid overfitting.

Conclusion. We are currently investigating the potential of the parenclitic networks approach to stratify patients with confirmed by a PCR test COVID-19 into those with predicted low WHO grade and thus mild course of the disease and those with high grade who are most likely to end up at intensive care unit. This analysis is done in close collaboration with Charite University Hospital, Berlin, Germany where protein biomarkers and clinical parameters are collected for all hospitalized COVID-19 patients. We hope to present the results of this analysis shortly.

1. H. Whitwell, O. Blyuss, U. Menon, J.F. Timms, A. Zaikin, Parenclitic networks for predicting ovarian cancer. *Oncotarget* 9(32), doi: 10.18632/oncotarget.25216, (2018).

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ

***Богомаз В.М., **Коцюрuba В.І., ***Іванський В.М.,**

wbogomas@i.ua

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна,*

***Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,
м. Київ*

****Національна академія Сухопутних військ імені Гетьмана Петра
Сагайдачного, м. Львів*

Залізнична та інженерна техніка є основними видами техніки для забезпечення виконання завдань за призначенням Державної спеціальної служби транспорту. Забезпечення зразків інженерної техніки запасними частинами та відповідними ремонтними комплектами є складним завданням логістичного забезпечення, яке відіграє важливу роль при експлуатації основних зразків техніки та суттєво впливає на ефективність їх використання при виконанні завдань за призначенням. При витрачанні запасних частин для приведення несправної техніки до ладу виникає необхідність поповнення ремонтних комплектів (групових та одиночних). Отже, задача побудови раціонального складу та вибору оптимального напрямку поповнення (періодичне поповнення; періодичне поповнення з екстреними доставками; безперервне поповнення; поповнення по рівню незнижуваного запасу) запасних частин в ремонтних комплектах є актуальною.

Для розрахунків раціональних запасів в ремонтних комплектах залучаються два показники достатності – середній час затримки у задоволенні заявок на запасну частину та коефіцієнт готовності ремонтного комплексу. Задача оптимізації запасів в ремонтному комплекті має дві постановки: пряма – мінімізація затрат на запасні частини при забезпеченні

заданого рівня показника достатності; зворотня - максимізація рівня показника достатності при забезпеченні заданого рівня витрат на запасні частини.

Для знаходження раціонального складу ремонтних комплектів окремих одиниць інженерної техніки Держспецтрансслужби використано реальну статистику виходу з ладу її елементів та побудовано алгоритм покрокової оптимізації, який полягає в додаванні лише однієї запасної частини і лише в той запас на кожному наступному кроці розрахунку, збільшення якого на цьому кроці дає найбільший приріст показника достатності з розрахунку на одиницю витрат. Для розрахунків залучався метод найскорішого покоординатного спуску.

Для реалізації побудованого алгоритму розроблено програмне забезпечення в пакеті прикладних програм для розв'язування задач технічних розрахунків MatLab. В результаті залучення такого алгоритму отримано раціональні склади ремонтних комплектів для окремих одиниць інженерної техніки Держспецтрансслужби.

ПРО МЕТОДИ ОБРОБКИ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В задачах машинного навчання (supervised learning, unsupervised learning) необхідно побудувати алгоритм, здатний класифікувати довільний об'єкт з початкової множини. Текстова інформація відноситься до нечислових та дискретних ознак, що вимагає попередню обробку даних. При розв'язанні задачі семантичного аналізу (класифікації об'єктів на позитивні та негативні відгуки) проведено дослідження методів попередньої обробки природної мови. В роботі використовувався набір даних (74849 ознак), який містить тексти відгуків, а також мітки, які вказують тональність відгуку.

Для підготовки даних до навчання використаний «мішок слів» та за допомогою методу логістичної регресії отримана якість класифікації на тестовому наборі (88.12%). При застосуванні підходу, який не включає слово до словника при наявності його менш ніж в п'яти документах, якість класифікації на тестовому наборі склала 87.92 %. У роботі перевірений метод позбавлення неінформативних ознак (318 стоп-слів), при якому якість класифікації склала 87.92 %, що привело тільки до зменшення простору ознак без покращення якості класифікації. При використанні методу масштабування даних за допомогою TF-IDF (надання великої ваги терміну, який часто зустрічається) якість класифікації становить 89.39%. Для обробки текстових даних додатково використані методи N-грам, стоп-слівваріації стемінгу Портера та Ланкастера, лематизації. При використанні підходу «мішка слів» на наборі даних 10000 відгуків побудовані повнозв'язна та рекурентна штучні нейронні мережі.

Список використаних джерел

1. LargeMovieReviewDataset. URL: <http://ai.stanford.edu/~amaas/data/sentiment/> (дата звернення: 04.06.2019).

НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЯКІСНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Боклаг О.В., oleksandr.boklah@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

З кожним роком зростає зацікавленість вирішення більш складних задач розпізнавання об'єктів, що обумовлена автоматизацією, необхідністю образних процесів комунікації в інтелектуальних системах. Один з перспективних напрямків вирішення даної проблеми ґрунтується на застосуванні штучних нейронних мереж, як найбільш прогресивних щодо вирішення задач класифікації.

Актуальність досліджень в цьому напрямку підтверджується наявністю потреби у створенні різноманітних нейронних мереж, які можуть бути застосовані для вирішення задач розпізнавання образів на зображеннях.

Метою даної роботи є розробка програмного продукту, який дозволив би вирішувати задачу розпізнавання з якнайбільшою точністю.

Після детального аналізу наявних інструментів для роботи з нейронними мережами було прийнято рішення використати для створення програмного забезпечення хмарний сервіс Google Colaboratory, набори даних CIFAR-10 та CIFAR-100, мову програмування Python, а також її найефективніші та найзручніші бібліотеки – Keras і TensorFlow.

Результатом є створена згортова нейронна мережа, навчена та протестована на обраних наборах даних.

Також планується налаштувати параметри нейронної мережі таким чином, щоб досягти якнайвищої точності розпізнавання образів на зображеннях.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ФІНАНСОВОГО РИНКУ

Бондаренко А.Ю., masteryoda2014@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Вступ. Досліджувана протягом декількох десятиків років проблема прогнозування біржових показників та аналізу фінансового ринку, виникла з самого часу появи ринку фінансів та не втрачає своєї актуальності і в наш час.

Так, в останні роки в прикладних економічних дослідженнях широкого поширення набула модель «хижак-жертва».

До теперішнього моменту вже розглянуті деякі узагальнення і модифікації класичної моделі «хижак-жертва», а також здійснена емпірична перевірка працездатності даної моделі для ринків праці кількох країн. Отримані позитивні результати припускають подальший розвиток інструментальних можливостей моделі «хижак-жертва».

Постановка задачі. Базуючись на системі «хижак-жертва» побудувати математичку модель фінансового ринку.

І.Рішення задачі. Для початку розглянемо класичний вид моделі «хижак-жертва» для двох популяцій. При описі двухсекторного ринку праці в якості популяцій виступають контингенти зайнятих в державному і приватному секторах економіки[1]:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = bX + cXY \\ \frac{dY}{dt} = b * Y + c * XY \end{cases}, \quad (1)$$

де X - чисельність зайнятих в державному секторі економіки; Y - чисельність зайнятих в недержавному секторі економіки; t - час; b , c , $b *$ і $c *$ - параметри моделі.

Нескладно бачити, що модель (1) має одну точку рівноваги: $X = -b^* / c^*$; $Y = -b / c$. Щоб визначити характер даного рівноваги, можна скористатися рішенням квадратного рівняння щодо характеристичного значення k , яке виходить в результаті лінеаризації нелінійної системи (1): $k^2 - Dk + J = 0$, де D і J - дивергенція і якобіан системи (1) відповідно. Рішення даного рівняння дозволяє отримати досить просту формулу для характеристичного числа: $k = \pm \sqrt{bb^*}$.

В подальших розрахунках, на основі цих формул будується модель фінансового ринку.

Висновки. В статті було досліджено статистичні данні фінансового ринку для подальшого аналізу.

Список використаних джерел

1. Економіко-математичні методи і прикладні моделі / Під ред. В.В. Федосєєва. - М.: ЮНІТИ, 2001. - 391 с.

МІНІМІЗАЦІЯ ЗАГАЛЬНОГО РОЗМІРУ КОЛЕКЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДОМ КОМБІНАЦІЇ ФРАГМЕНТІВ

Бузовський Є.О., eug6n6@gmail.com

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Формат зображень gif має вбудовану підтримку^[1] алгоритму стиснення даних Лемпеля-Зіва-Велча, що базується на створенні таблиці перетворення рядків. Розглядаючи цей алгоритм на загальних даних, представлених у вигляді послідовності символів, очевидно, що більш ефективний результат буде досягнуто на даних, в яких зустрічається більше однакових комбінацій символів^[2]. В контексті зображень, більшу степінь стиснення можна досягнути за умови наявності більшої кількості пікселів однакових кольорів.

До колекції нестиснених зображень розміром n можна застосувати перетворення, в результаті якого буде отримано набір нових зображень розміром n , кожне з яких - це комбінація фрагментів зображень з початкової колекції, згрупованих в новому за певною властивістю (наприклад, за найбільшою кількістю спільних кольорів). Для вихідної колекції застосування алгоритмів стиснення може бути більш ефективним, ніж застосування такого ж алгоритму для початкової колекції.

В проведеній роботі в якості властивості для групування фрагментів було взято схожість середнього кольору. Для кожного фрагменту було отримано це значення як середнє за кожним каналом (red, green, blue) кожного пікселя фрагменту.

В результаті тестування на декількох наборах даних, було отримано різні результати – в одних випадках загальний розмір файлів суттєво не відрізнявся, в інших розмір стиснених файлів після перетворення був менший.

Найкращий результат показала колекція з 50 фотографій квітів, де кожне зображення мало розмір 300x300 пікселів, а розмір кожного фрагменту – 10x10 пікселів. Загальний початковий розмір колекції складав 7.26МБ, а розмір колекції перетворених зображень – 3.52МБ (рис. 1).



Рисунок 1.

Звичайно, комбінація фрагментів за схожістю середніх кольорів не гарантує збільшення кількості однакових і часто використовуваних кольорів у новоутвореному зображенні (і відповідно збільшення ступеня стиснення), але в майбутньому можна модифікувати цей принцип, що забезпечить виконання даної умови і кращої мінімізації розміру файлів.

Список використаних джерел

1. LZW and GIF explained [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eecis.udel.edu/~amer/CISC651/lzw.and.gif.explained.html>
2. Алгоритмы LZW, LZ77 и LZ78 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/132683/>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Бузько Я., Наконечна Т., Балейко Н.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Успішне функціонування економіки в умовах ринку не можливе без розвиненого і стійкого фондового ринку. Для стабілізації фінансового становища у зв'язку з обмеженістю фінансових ресурсів держави постає необхідність забезпечити розширене відтворення шляхом залучення та “переливу” коштів через фондовий ринок. Розвиток ринку цінних паперів є своєрідним індикатором лібералізації економіки й успішного проведення ринкових реформ.

Аналіз поведінки курсу акцій характеризується неоднозначною поведінкою процесу який зазвичай має тренд та сезонні впливи. Прогнозування – це ключовий момент при прийнятті інвестиційних рішень. Можливість передбачити поведінку курсу акцій для прийняття кінцевих рішень дозволяє зробити найкращий вибір, який в іншому випадку міг бути невдалим.

Окрім традиційних статистичних методів в системах підтримки прийняття рішень для фінансового аналізу використовують різноманітні математичні підходи та напрямки. В даній роботі розглядається авторегресійний аналіз економічних даних та побудова моделей на основі методу групового врахування аргументів. Для обчислення коефіцієнтів АР рівнянь використовувався метод найменших квадратів.

Для вирішення задачі прогнозування курсу акцій була запропонована система підтримки прийняття рішень (СППР), в якій було розроблено та реалізовано метод групового врахування аргументів. Для підвищення наочності результатів роботи СППР, на кожному етапі обробки часових рядів будуються графіки даних, це надає можливість користувачу візуально визначати особливості моделей (яку вибирати базисну функцію).

Також були розглянуті деякі з питань фінансової математики, що стосуються ринків цінних паперів, а саме акцій – один з основних видів цінних паперів. В обіг, фірмами та фінансовими посередниками з метою акумуляції коштів, або капіталу випускають цінні папери двох основних видів: акції та облігації. Існує фундаментальна залежність між ціною (вартістю) цінних паперів та прибутком (доходом) від них. Є багато методів, які допомагають прийняти рішення щодо купівлі-продажу цінних паперів.

Побудовані моделі AR, ARMAX для прогнозування курсу акцій підприємства в залежності від поведінки індексу першої фондової торгової системи України, та курсу долара США. Розроблена інформаційно-аналітична система (ІАС) для прогнозування та моделювання поведінки курсу акцій. При аналізі даних було встановлено, що найбільш адекватною моделлю для статичного прогнозування на один крок являється модель множинної регресії із урахуванням авторегресійної складової п'ятого порядку, ковзним середнім з другим лагом, індексу ПФТС з першим лагом, та курсом долара США з першим та восьмим лагом. А для динамічного прогнозування на п'ять кроків найкращою являється модель авторегресії дванадцятого порядку.

Список використаних джерел

1. Павлов, В. І. Цінні папери в Україні: Навчальний посібник/ В. І. Павлов, І.І. Пилипенко, І.В. Кривов'язюк.— Видання 2-ге, доповнене. – К.: Кондор, 2004. – 400 с.
2. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень/В.Ф. Ситник . – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ ЗГІДНО З ТЕХНОЛОГІЄЮ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

Бурбило А.В., a.burbylo1512@gmail.com,

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua,

НУ «Львівська політехніка»

Технологія інтернет речей – це концепція обчислювальної мережі, що з'єднує пристрої, які мають автономне забезпечення, керуються інтелектуальними системами та можуть виконувати власні або хмарні додатки й аналізувати зібрані дані. Технологія підтримує виконання рішень в режимі реального часу на основі використання математичних алгоритмів, зокрема алгоритмів штучного інтелекту, збору і обробки «великих даних», ідентифікації всіх об'єктів, що беруть участь в процесах[1].

Проведений аналіз відомих систем (Things Board, Freeboard.io) показав, що наявні продукти характеризуються множиною недоліків [2], основними з яких є комерційність використання та громіздкий функціонал, який в більшості випадків потребує спеціалізованої підготовки користувача. З огляду на те, актуальною задачею є створення максимально зручної та інтуїтивної панелі для моніторингу потрібних даних. Платформа, що розробляється в даній роботі, є приладовою панеллю яка здатна відображати дані з пристроїв та датчиків підключених до мережі. Основною метою виготовлення даного продукту є підтримання оптимальних для користувача параметрів мікроклімату.

На початку розробки було здійснено системний аналіз об'єкта дослідження, який полягав в побудові дерева цілей та визначення на основі методу аналітичної ієрархії типу систему яку необхідно розробити. Подальша робота була спрямована на здійснення етапу проектування інформаційної системи згідно з об'єктно-орієнтованим підходом. Для відображення сценаріїв використання системи та користувачів системи, які використовують її функції було побудовано діаграму варіантів використання, яка представлена на рис.1.

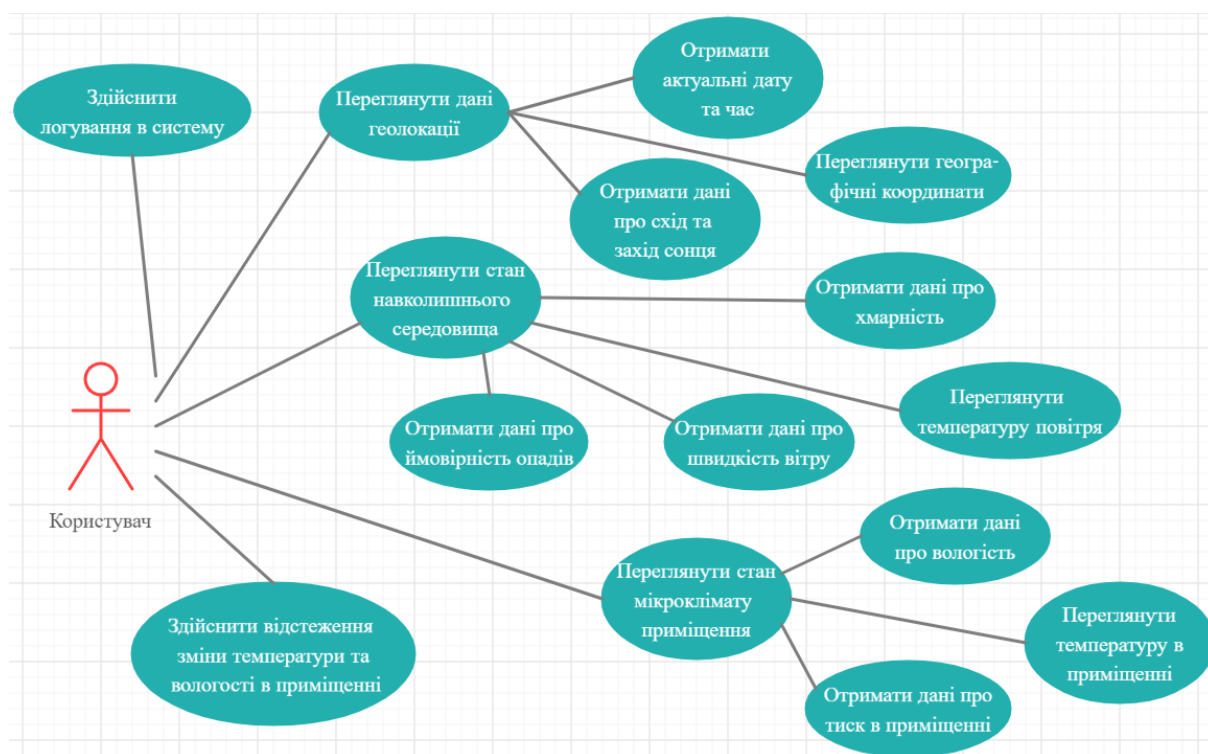


Рис.1. Діаграма варіантів використання

В межах даної системи користувач може переглянути дані своєї геолокації, а саме: актуальні дату та час, його географічні координати, дані про схід та захід сонця; переглянути стан навколишнього середовища: дані про хмарність, температуру повітря, швидкість вітру, ймовірність опадів; переглянути стан мікроклімату приміщення: дані про вологість, температуру в приміщенні, дані про тиск в приміщенні; відстежувати зміну температури та вологості в приміщенні.

Завершальним етапом роботи стала практична реалізація системи. Використання даної системи надасть засоби із контролю мікроклімату приміщення, що сприятиме комфортній життєдіяльності індивіда.

Список використаних джерел

- 1.The Internet of Things, Legal Aspects: What Will Change (Everything)... / EricBarbry., 2012.
2. freeboard.io [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://freeboard.io/> – Дата доступу: 26.09.2020.

ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВЧАННЯ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

Ведмідь С.А.,SvyatoslavVedmid1997@gmail.com,

Дзюба П.А.,avatarrr@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кожного року перед абітурієнтами постає задача обрати подальший напрямок навчання та майбутню спеціальність і професію. Перед тим, як прийняти рішення, їм необхідно отримати інформацію стосовно університетів, спеціальностей, а також навчальних дисциплін, які необхідно буде вивчати. Вищі навчальні заклади зацікавлені у тому, щоб набрати якомога більше студентів, а навчальна програма в зрозумілому форматі майже не представлена університетами України, через що є необхідність у створенні зрозумілої та інформативної структурно-логічної схеми навчання.

В поданій роботі проведено аналіз інформації, яка є необхідною для розробки веб-додатку, сформульовано критерії, та створено сам веб-додаток, який являє собою структурно-логічну схему, яка складається з назв дисциплін, кількості кредитів, форми звітності, а також інформації в яких семестрах проводяться заняття. Також до кожної дисципліни додається анотація в якій міститься інформація про мету викладання дисципліни, а також інформація про те що студент буде вміти та знати після вивчення дисципліни. З часом в навчальну програму можуть вноситися зміни, як в структуру так і в зміст. Через це було створено спеціальний інтерфейс адміністратора, який дозволяє вносити зміни в структуру відображення навчальної програми, такі як зміна назви дисципліни, форми оцінювання, анотації та іншої інформації. На структурно-логічній схемі за допомогою виділення кольорів та рамок надається інформація про обов'язкові та вибіркові дисципліни. Для спрощення редагування адміністратором такого

веб-додатку через інтерфейс, було виділено ключові та спільні властивості його структурних елементів. Кожна навчальна дисципліна в веб-додатку розглядається як окремий об'єкт, який має такі властивості:

- Назва навчального дисципліни;
- Кількість кредитів за навчальний дисципліни;
- Анотацію дисципліни;
- Форму оцінювання дисципліни;
- Позиція зображення дисципліни на структурній-схемі;
- Колір рамки зображення дисципліни;
- Колір заливки зображення дисципліни.

Одним з критеріїв при розробці даного веб-додатку була, щоб він був як простим в підтримці його програмної складової, так і простим в використанні, щоб у разі необхідності його було легко оновити, покращити, так і щоб він як можна краще вирішував поставлені завдання.

В результаті даної роботи було розроблено веб-додаток, який надає інформацію про структуру навчальної програми і навчальні дисципліни у зрозумілій формі, та легка для сприйняття абітурієнтами а також який дозволяє викладачам-адміністраторам редагувати його структуру та наповнення.

ON THE METHODS' IMPLEMENTATION FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF LINEAR VOLTERRA INTEGRAL EQUATIONS OF THE 1ST KIND

Hart L. L., Vasilchenko V. A.

Oles Honchar Dnipro National University

Volterra integral equations (IE) of the 1st kind are of frequent occurrence in the mathematical models' specification taking into account physics, geophysics, mechanics, medicine, astronomy, measuring instruments' input signals' recovery, filtration theory and other fields of science and technology. A great deal of solutions containing any singularities (discontinuities of the solution or its derivatives) can only be described using integral equations, for instance, shock waves and other discontinuous solutions.

The one-dimensional linear Volterra IE of the 1st kind is written as follows:

$$\int_a^t K(t, s)x(s)ds = f(t), \quad a \leq t \leq b, \quad (1)$$

Where $K(t, s)$ is a known function for all $a \leq s \leq t$, $a \leq t \leq b$ (the equation's kernel); $f(t)$ is a known function on $[a, b]$ (the equation's right-hand side); $x(t)$ is a sought solution on $[a, b]$. The problem of solving equation (1) can be well-posed or ill-posed [1].

The Volterra IE (1) analytical solution is feasible only in a very limited number of cases. Thereby, there is a high demand for the use of numerical methods giving a great opportunity to obtain approximate solutions of equation (1) with an adequate degree of accuracy.

For the numerical solution of the ill-posed linear Volterra IE of the 1st kind, the quadrature method and methods of reducing this equation to the Volterra IE of the 2nd kind are widely used [1–3]. Notwithstanding, there is a lack of research and an urgent need for both computational schemes' engineering and software implementation for Volterra IE of the 1st kind approximate solution.

The work represents a numerical analysis of the ill-posed linear Volterra IE (1), namely: the computational schemes of the quadrature method and one method of reducing equation (1) to the Volterra IE of the 2nd kind are developed and implemented in software; the practical convergence of these schemes is investigated and their effectiveness is analyzed using the example of solving specific problems. The software product is developed using the C# programming language. It allows the user to monitor the basic parameters of each of the above methods.

As a result of the software product operation, the user receives both tabular and graphical images of approximate solutions and the operating time of each method. Taking into account all the numerical experiments' results, it was concluded that the quadrature method usage is more expedient, so far as it has been implemented to greater accuracy and shorter calculation time. The work also demonstrates the developed software product scopes with specific reference to solve the problem of recovering the input signal of the measuring device.

The overall objective of further topic research is the development, software implementation and analysis of the grid computational algorithms' efficiency for solving the ill-posed linear Volterra IE (1), which are built on the basis of the regularization methods of A.N. Tikhonov and A.M. Denisov. To incarnate this goal, both the computational schemes and functionality of the developed software product require further development and improvement in accordance with the specifics of solving ill-posed Volterra IE's, increasing the accuracy and speed of obtaining numerical results.

Bibliographic references

1. Verlan'A.F., Sizikov V.S. Integral'nye uravneniya: metody, algoritmy, programmy: spravochnoe posobie [Integral equations: methods, algorithms, programs: handbook]. – K.: Naukova dumka, 1986. – 544 p.
2. Manzhairov A.V., Polyanin A.D. Spravochnik po integral'nyim uravneniyam: Metody resheniya [Handbook of Integral Equations: Solution Methods]. – M.: Faktorial Press, 2000. – 384 p.
3. Polyanin A.D., Manzhairov A.V. Handbook of integral equations. – Boca Raton–London: Chapman & Hall/CRC Press, 2008. – 1144 p.

ASYMPTOTIC ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF CERTAIN FUNCTION APPROXIMATION ALGORITHMS

Hart L.L., Kamantsev A.S.

Oles Honchar Dnipro National University

Asymptotic analysis is one of the types of algorithms' analysis. The purpose of asymptotic analysis is to compare the time and other resources spent by various algorithms designed to solve the same problem on a large amount of input data. Estimating the complexity function used in asymptotic analysis, which is called the complexity of the algorithm, allows us to determine how fast the complexity of the algorithm increases with raising data volume [1]. The problem of finding an unknown function or simplifying a difficult function on the information of some of its values has applications in many practical problems. As the volume of data required for processing increases with the development of technologies, the issue of achieving the minimum practical complexity while keeping the accuracy of the function approximation algorithms is very important.

This work is devoted to the study of algorithms' asymptotic complexity of the wide known methods for approximating functions of one variable on a given interval: the interpolation using the Lagrange and Newton's polynomial, cubic splines and the best mean square approximation of a function [2]. A software implementation of the named methods is developed using the Python programming language. A series of computational experiments is carried out, and a qualitative comparative analysis of the efficiency of the implemented algorithms is given on the example of approximating a specific function at a given interval. Calculations are performed for the problem of approximating experimental data on propane conversion depending on the catalyst operation time.

References

1. Wilf H.S. Algorithms and Complexity. – AK Peters/ CRC Press, 2002. – 219 p.
2. Rivlin T.J. Introduction to the Approximation of Functions. – Dover Publications, 2010. – 160 p.

GRID PROCEDURES TO SOLVE OPTIMAL CONTROL PROBLEMS FOR PARABOLIC SYSTEM

Hart L.L., Kovalchuk I.O.

Oles Honchar Dnipro National University

Optimal control problems for processes described by parabolic equations arise when studying controlled nonstationary processes of thermal conductivity, diffusion, filtration, and others. Thermal conductivity problems arise in many fields of science, technology, and industrial production [1]. In particular, such problems are associated with heating metal for rolling or heat treatment, drying and firing of bulk materials in rotary kilns, processing of metal rods for turbines of power plants, agglomeration, distillation, production of single crystals, induction heating, and other production processes.

Formally it is about complex systems, the state of which is characterized by one or more parameters distributed in space and time. Due to the high complexity of technological production processes and features of physical processes of heat propagation that occur during production, mathematical modeling uses boundary value problems of mathematical physics, and control is determined by a special functional, the structure of which depends on control objectives.

In this work we consider the following optimal control problem [2]: it is required to find a control function $u(t)$, $0 \leq t \leq T$ and the corresponding phase trajectory $x(s, t)$, $0 \leq s \leq l$, $0 \leq t \leq T$, that deliver the minimum value to the functional

$$J(u) = \beta \int_0^T |u(t)|^2 dt + \delta \int_0^l |x(s, T) - y(s)|^2 ds \quad (1)$$

under conditions

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial^2 x}{\partial s^2}, \quad (s, t) \in Q = \{0 < s < l, 0 < t \leq T\}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial x(0, t)}{\partial s} = 0, \quad 0 < t \leq T; \quad (3)$$

$$\frac{\partial x(l, t)}{\partial s} = v[u(t) - x(l, t)], \quad 0 < t \leq T, \quad (4)$$

$$x(s, 0) = 0, \quad 0 < s < l, \quad (5)$$

$$u = u(t) \in U = \{u(t) \in L_2[0, T], |u(t)| \leq 1 \text{ for almost all } 0 \leq t \leq T\}, (6)$$

where $l > 0, T > 0, v > 0, \beta \geq 0, \delta \geq 0$ are given constants; $y(s)$ is a given continuous function on the interval $0 \leq s \leq l$.

For the approximate solution of the optimal control problem (1)-(6), the grid method was used: grid analogs of the first order of accuracy were constructed for the original and conjugate initial-boundary value problems, for the input functional and its gradient. The sweep method was used to solve the obtained implicit difference schemes, and the gradient projection method was used to minimize the grid functional under appropriate conditions. To implement these computational schemes, a software product was created, which was used to analyze the obtained results and study the practical convergence of the algorithm.

It should be noted that the optimal control problem (1)-(6) is the well-posed problem in the sense of [3] due to the strong convexity of functional (1) on the closed bounded convex set $U \subset L_2[0, T]$ under conditions (2)-(6).

The purpose of further research on this topic is the construction and software implementation of a grid algorithm of the Tikhonov regularization method [3-5] to solve the optimal control problem of the form (1)-(6) in the ill-posed formulation (for $\beta = 0$), namely the rod's optimal heating problem [2]. The mathematical formulation of such a problem differs from statement (1)-(6) by the expression for the functional: $J(u) = \int_0^l |x(s, T) - y(s)|^2 ds$, which is convex on the set $U \subset L_2[0, T]$ under conditions (2)-(6).

References

1. Podkopayeva Y.N. *Chislennyye metody resheniya zadach optimal'nogo upravleniya parabolicheskimi sistemami* [Numerical methods for solving optimal control problems for parabolic systems]. Moscow: Abstract of the dissertation of the candidate of physical and mathematical sciences Publ., 2006, 20 p.

2. Vasilyev F.P. *Lektsii po metodam resheniya ekstremal'nykh zadach* [Lectures on the methods of solving extreme problems]. Moscow: Moscow university Publ., 1974.

3. Tikhonov A. N., Vasilyev F. P. *Metody resheniya nekorrektnykh zadach optimal'nogo upravleniya* [Methods for Solving Ill-Posed Optimal Control Problems]. Baku: The world conference «Mathematical theory of optimal control», 1972.

4. Budak B.M., Vin'oli A., Gaponenko Y.L. *Ob odnom sposobe regulyarizatsii dlya nepreryvnogo vypuklogo funktsionala* [A regularization method for a continuous convex functional]. Report of the Academy of Sciences USSR, 9, № 5, 1969, 1046–1056 pp.

5. Tagiyev R.K., Gabibov V.M. *Raznostnaya approksimatsiya i regulyarizatsiya zadachi optimal'nogo upravleniya dlya parabolicheskogo uravneniya s integral'nymi usloviyami* [Difference approximation and regularization of the optimal control problem for a parabolic equation with integral conditions]. Tomsk: Magazine of Tomsk State University «Mathematics and Mechanics» Publ., № 50, 2017, 30–44 pp.

GRID ALGORITHMS TO SOLVE ONE COEFFICIENT INVERSE PROBLEM FOR ELLIPTIC EQUATION

Hart L.L., Lobantseva N.A.

Oles Honchar Dnipro National University

Controlled processes described by partial differential equations have a wide range of practical applications. They arise in optimal control problems for such objects as a pass-through heating furnace, a heat exchanger, a coating unit, a drying unit, a chemical reactor, a mixtures' separation unit, a rolling mill, an induction heating furnace, etc. Among these processes, the stationary ones are described by differential equations of elliptic type, for which the optimal control theory is quite developed [1]. In particular, in some simple cases it is possible to obtain an analogue of the famous Pontryagin's maximum principle [2].

In this work, the following optimal control problem for an elliptical system is considered [3]. Let $\Omega = \{x = (x_1, x_2): 0 < x_\alpha < 1, \alpha = 1, 2\}$ be a square in R^2 with the boundary Γ and let $\Gamma_{-1} = \{x = (x_1, x_2): x_1 = 0, 0 < x_2 < 1\}$ be the left vertical side of the square Ω . It is necessary to minimize the functional

$$J(v) = \int_0^1 \left| u(0, x_2; v) - \int_0^1 H(x_1, x_2) u(x_1, x_2; v) dx_1 \right| dx_2 \quad (1)$$

on the solutions $u(x) = u(x_1, x_2) = u(x_1, x_2; v)$ of the boundary value problem

$$-\sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) + v(x_2) u = f(x), \quad x \in \Omega, \quad (2)$$

$$-k_1(x) \frac{\partial u}{\partial x_1} = g(x), \quad x \in \Gamma_{-1}, \quad (3)$$

$$u(x) = 0, \quad x \in \Gamma \setminus \Gamma_{-1}, \quad (4)$$

which correspond to all admissible controls $v = v(x_2)$ from the set

$$V = \{v = v(x_2) \in L_2(0,1): 0 < q_0 \leq v(x_2) \leq q_1 \text{ a. e. on } (0,1)\}. \quad (5)$$

Here q_0, q_1 are given numbers, $H(x) \equiv H(x_1, x_2)$; $k_i(x), i = 1, 2$; $f(x), g(x)$ are given functions satisfying the conditions

$$H(x), k_i(x) \in L_\infty(\Omega), i = 1, 2, \quad f(x) \in L_2(\Omega), g(x) \equiv g(x_2) \in L_2(0, 1);$$

$$0 < v \leq k_i(x) \leq \mu, i = 1, 2, \quad |H(x)| \leq d \text{ almost everywhere on } \Omega,$$

where $\mu \geq v, d > 0$ are given numbers.

For the approximate solution of the optimal control problem (1)-(5), the grid method was used and computational algorithms were developed using iterative procedures for solving the elliptic boundary value problem (2)-(4) with a fixed admissible control from (5), and also the gradient projection method to minimize the functional (1) under conditions (2)-(5). To implement the developed algorithms, a software product was created in the C# programming language, which was used to research the practical convergence of algorithms and analyze their efficiency on example of solving the model problems.

Notably, the optimal control problem (1)-(5) is connected with the coefficient inverse problem, which consists in finding functions $\{u(x; v), v(x_2)\}$ satisfying conditions (2)-(5) and the following additional integral condition

$$u(0, x_2; v) = \int_0^1 H(x_1, x_2) u(x_1, x_2; v) dx_1, \quad 0 < x_2 < 1. \quad (6)$$

The purpose of further research on this topic is the construction and software implementation of a grid analogue of the Tikhonov regularization method [4–6] to solve the coefficient inverse problem (2)-(6). Following this method, the original minimization problem for $J(v)$ on V will be replaced in a special way by a family of minimization problems for auxiliary functionals $J_\alpha(v)$, which depend on the numerical parameter $\alpha \geq 0$ and are defined on appropriate sets $V_\alpha \subseteq V$, at that $J_0(v) \equiv J(v), V_0 = V$. Next, the problem of minimizing $J_\alpha(v)$ on V_α will be approximately solved for each fixed $\alpha > 0$ using the developed grid algorithms with a given calculation accuracy $\varepsilon = \varepsilon(\alpha) > 0$; this approach should provide the formation of a minimizing sequence of approximations for functional (1) under conditions (2)-(5). Research using the developed software product is planned to establish the fact of the practical convergence of the described approach.

References

1. Deyneka V.S. *Optimalnoe upravlenie ellipticheskimi mnogokomponentnymi raspredelennymi sistemami* [The optimal control of elliptical multicomponent distributed systems]. Kiev: Nauk. Dumka Publ., 2005, 362 p.
2. Vasilyev F.P. *Leksii po metodam resheniya ekstremal'nykh zadach* [Lectures on the methods of solving extreme problems]. Moscow: Moscow university Publ., 1974.
3. Tagiev R.K, Kasymova R.S. *Variatsionnyy metod resheniya koeffitsientnoy obratnoy zadachi dlya ellipticheskogo uravneniya* [The variation method for solving the coefficient inverse problem for an elliptic equation]. Baku: Baku National University Publ., 2018.
4. Tikhonov A.N. *O metodakh regulyarizatsii zadach optimal'nogo upravleniya* [About regularization methods for optimal control problems]. Report of the Academy of Sciences USSR, 1965, 162, № 4, 763-765 pp.
5. Tikhonov A.N., Vasilyev F.P. *Metody resheniya nekorrektnykh zadach optimal'nogo upravleniya* [Methods for Solving Ill-Posed Optimal Control Problems]. Baku: The world conference «Mathematical theory of optimal control», 1972.
6. Troltsch F., Yousept I. *A regularization method for the numerical solution of elliptic boundary control problems with pointwise state constraints*. Comput. Optim. Appl., № 42, 2009, 43–66 pp.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ СТЕФАНА МЕТОДОМ «MUSHY_LAYER»

Гарькавський І. В., Книш Л.І., igor.garkavskiy@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задача Стефана описує зміну фазового стану речовини, при якій на границі «тверде тіло – рідина» існує специфічна умова, пов'язана із поглинанням та виділенням теплоти. Ця задача є актуальною для металургії, енергетики та інших галузей. Класичні аналітичні розв'язки задачі Стефана відповідають спрощеній одновимірній постановці та мало корисні на практиці. При побудові числових алгоритмів також існують значні математичні труднощі, пов'язані з наявністю суттєво нелінійної умови на границі розділу фаз, яка змінює своє положення та на якій основні фізичні параметри мають розрив. Проведений аналіз відомих підходів для подолання розрахункових труднощів (підстановки Кіргофа, Гудмена, Больцмана, метод змінних часових кроків, метод вирівнювання фронтів, метод дрібних кроків та ін.) показав, що метод «mushy_layer» є математично найбільш обґрунтованим та таким, що відповідає фізичної сутності процесу.

В розробленій математичній моделі границі «mushy_layer» визначались із умови паралельності ліній ліквідуса та солідуса для відповідної речовини. Для чіткого визначення положення границі розподілу фаз в числовому алгоритмі, що був реалізований в Python-кодi, передбачалось значне згущення сітки біля «mushy_layer».

Верифікація отриманих числових результатів проводилась шляхом порівняння із аналітичним рішенням Стефана для тестової одновимірної задачі, в якій швидкість руху границі розподілу фаз вважалась відомою, та із наближеним рішенням Лейбензона, де передбачається заданим розподіл температур в кожній фазі.

РЕЗОНАНСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ НАГРУЗКИ ПО ОРТОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЕ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Гераскин Б.Д., Годес Ю. Я., mechn@meta.ua

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Рассматривается бесконечная ортотропная упругая пластина толщиной h , лежащая на основании Винклера с коэффициентом постели k . По пластине вдоль некоторой прямой движется с постоянной скоростью v поперечная сила Q . Начало подвижной системы координат $x_1x_2x_3$ совпадает с точкой приложения силы Q , ее оси перпендикулярны плоскостям симметрии упругих свойств, ось x_3 перпендикулярна плоскости пластины, линия движения нагрузки образует угол α с осью x_1 .

Процесс деформирования пластины предполагается установившимся, т.е. в подвижной системе координат $x_1x_2x_3$ поле прогибов пластины явно от времени не зависит, вследствие чего силы инерции могут быть выражены через производные прогиба $w(x_1, x_2)$ по подвижным координатам. Динамическое уравнение изгиба пластины принимает в подвижных координатах следующий вид:

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x_1^4} + 2D_{12} \frac{\partial^4 w}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial x_2^4} + kw + \\ + \rho h v^2 \left(\cos^2 \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x_1^2} + \sin 2\alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x_1 \partial x_2} + \sin^2 \alpha \frac{\partial^2 w}{\partial x_2^2} \right) = Q \delta(x_1) \delta(x_2),$$

где D_1 , D_2 , D_{12} – жесткости ортотропной пластины, ρ – ее плотность.

Применив к этому уравнению интегральное преобразование Фурье по координатам x_1 , x_2 , найдем выражение трансформанты поля прогибов:

$$\frac{D_1 \bar{w}}{Q h^4} = \left((\xi h)^4 \left(\cos^4 \varphi + \frac{1}{2} m_1 \sin^2 2\varphi + m_2 \sin^4 \varphi \right) - (\xi h)^2 \eta \cos^2(\varphi - \alpha) + \kappa \right)^{-1},$$

где ξ , φ – полярный радиус и полярный угол в плоскости $\xi_1 \xi_2$ параметров преобразования, $\kappa = k h^4 D_1^{-1}$, $\eta = \rho v^2 h^3 D_1^{-1}$, $m_1 = D_{12} D_1^{-1}$, $m_2 = D_2 D_1^{-1}$. После

применения формулы обращения получаем поле прогибов в виде двойного интеграла Фурье.

Установлено существование критической скорости v_* движения нагрузки, при достижении которой интеграл становится расходящимся, что указывает на невозможность реализации установившегося процесса деформирования при критической и сверхкритических скоростях. Это явление аналогично резонансу в колебательных системах. Критическая скорость определяется значением параметра $\eta = \eta_*$, $\eta_* = \rho v_*^2 h^3 D_1^{-1}$,

$$\eta_*^2 = 4\kappa \min_{-\pi \leq \varphi \leq \pi} \frac{m_2 + 2(m_1 - m_2)\cos^2 \varphi + (m_2 - 2m_1 + 1)\cos^4 \varphi}{\cos^4(\varphi - \alpha)},$$

т.е. исключительно механическими характеристиками системы.

Разработана программа численного моделирования прогибов ортотропной пластины при докритических скоростях движения нагрузки. Для приближенного вычисления интегралов Фурье использовались адаптивные процедуры на основе квадратурных формул Гаусса и Филона, что обеспечивает получение численных результатов с гарантированной точностью. На рисунке приведены прогибы на линии движения силы (координата s отсчитывается вдоль этой линии от точки приложения силы) для некоторых докритических значений скорости движения нагрузки.



$$\kappa = 4$$

$$m_1 = 3$$

$$m_2 = 4$$

$$\eta_* = 5,336$$

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧА

Герич Н. В., herych.nazar@gmail.com,

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua,

НУ "Львівська політехніка"

Однією з найпопулярніших тенденцій у розвитку технологій є ті, які дозволяють людям більше слідкувати за власним здоров'ям. Такі пристрої стають все більше універсальними та дозволяють моніторити різноманітні фізичні показники. Якщо, до недавнього часу вимірювання артеріального тиску, пульсу чи вмісту кисню в крові вимагали від користувача проведення ручного моніторингу, то тепер дана задача покладена на портативні носимі пристрої, вбудовані датчики в яких дозволять автоматизовано отримати множину показників. Носимі гаджети у виді розумного годинника чи фітнес браслета є простими у використанні та є достатньо точними у порівнянні з професійними пристроями.

В умовах карантину, мабуть кожна людина стикалась з проблемою зменшення фізичної активності. Малорухомий спосіб життя завдає багато шкоди для здоров'я людини. З часом, можуть з'явитись проблеми, які змусять людину звернутись до лікаря. У мережі інтернет можна зустріти безліч програм які б були корисними для користувачів у догляді за власною фізичною активністю. Такі програми можна поділити на певні категорії, одні можуть бути корисними для аналізу даних з пристроїв, інші можуть допомогти у плануванні майбутніх подій, бувають і програми які дозволяють слідкувати за спожитими калоріями та водним балансом.

Особливістю представленої задачі є власне моніторинг та надання рекомендацій щодо фізичної активності. Дослідження показують, що регулярна фізична активність є дуже корисною для тіла людини, натомість сидячий спосіб життя може негативно впливати на тиск та

послаблює м'язи та кістки людини, впливає на здатність регулювати рівень цукру в крові [1]. Проведений аналіз показав, що необхідно здійснювати два типи вправ щотижня - аеробні та силові, які передбачають спалення певної кількості калорій. Отже, шляхом регулярних рекомендацій щодо фізичної активності користувач може зменшити ризик виникнення захворювань. На рис.1. зображена діаграма варіантів використання проектованої системи, основними акторами в якій є: користувач та тренер.

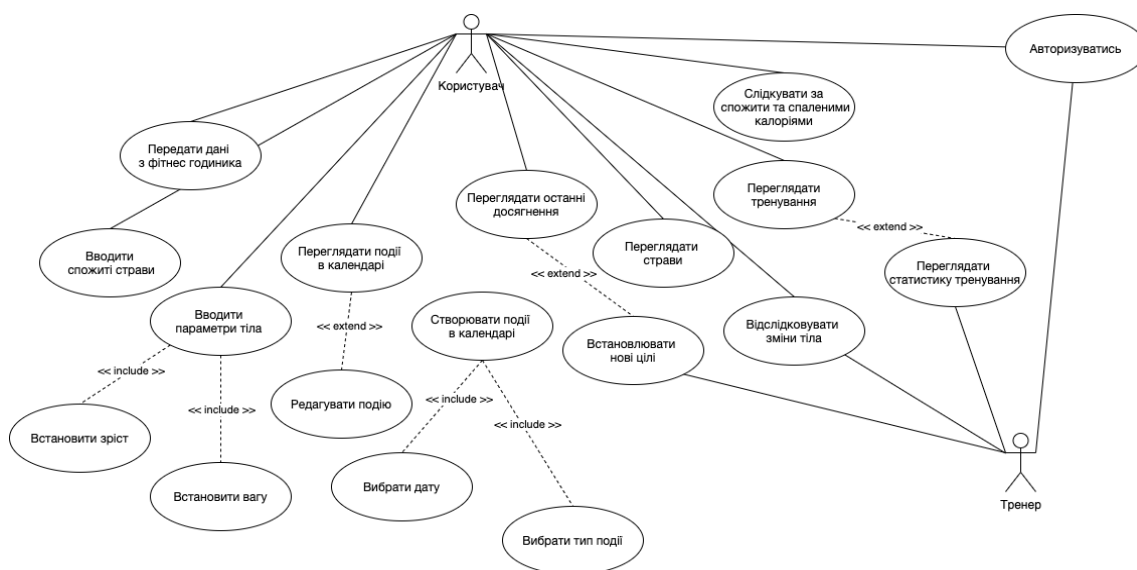


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Підбиваючи підсумки, можна дійти до висновку, що створення інформаційної системи моніторингу та надання рекомендацій щодо фізичної активності буде корисною для користувача і допоможе зменшити ризик виникнення проблем зі здоров'ям та самопочуттям.

Список використаних джерел

1. Як фізична активність впливає на здоров'я і які типи навантажень потрібні нам щотижня (2019). <https://moz.gov.ua/article/health/jak-fizichna-aktivnist-vplivae-na-zdorovja-i-jaki-tipi-navantazhen-potribni-nam-schotizhnja>.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ З КУСКОВО-СТАЛИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Годес Ю. Я., Захарченко Е. В., mechn@meta.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядається багатошарова порожниста куля, що складається з N концентричних кульових шарів $r_{n-1} < r < r_n$ ($n = 1, 2, \dots, N$) та знаходиться у зовнішній недеформівній кульовій обоймі. Тут $r\theta\varphi$ – сферична система координат, центр якої співпадає з центром кулі, r_n – зовнішній радіус n -го шару. У процесі деформування шари не відстають один від одного, вектори напруження на їх спільній границі співпадають. Матеріали шарів є пружними, однорідними, ізотропними, механічні властивості n -го шару задаються модулем зсуву G_n та коефіцієнтом Пуассона ν_n . До внутрішньої границі $r = r_0$ багатошарової кулі прикладені рівномірно розподілені радіальні зусилля інтенсивності q . Ставиться задача визначення напружено-деформованого стану системи.

Розглядається центральносиметрична деформація, при якій радіальне переміщення u_r , радіальні і кільцеві деформації ε_{rr} , $\varepsilon_{\theta\theta}$ і напруження σ_{rr} , $\sigma_{\theta\theta}$ є функціями тільки радіуса r , інші компоненти вектора переміщення, тензорів деформації і напружень нульові. У математичному плані поставлена задача зводиться до побудови в областях кожного з шарів розв’язків системи диференціальних рівнянь лінійної теорії пружності, що задовольняють умовам спряження шарів $\sigma_{rr}|_{r=r_n+0} = \sigma_{rr}|_{r=r_n-0}$, $u_r|_{r=r_n+0} = u_r|_{r=r_n-0}$, $n = 1, 2, \dots, N$, умові відсутності переміщення на зовнішній границі кулі $u_r|_{r=r_N} = 0$ та статичній граничній умові на її внутрішній границі $\sigma_{rr}|_{r=r_0} = -q$.

Поля переміщень і напружень в області n -го шару виражено через початкові параметри $\tau_n = \sigma_{rr}|_{r=r_{n-1}+0}$, $s_n = 2G_n \frac{u_r}{r}|_{r=r_{n-1}+0}$, для нормованих розв’язків системи диференціальних рівнянь відомі аналітичні представлення. Умови спряження суміжних шарів призводять до

рекурентних співвідношень, що виражають τ_{n+1} , s_{n+1} через τ_n , s_n . З умови відсутності переміщень на зовнішній границі випливає рівність $s_n = -A_n \tau_n$, де A_n – коефіцієнти податливості багатошарової кулі, які є її механічними характеристиками. Для побудови коефіцієнтів податливості застосовано рекурентний процес, при якому A_n виражається через A_{n+1} . Початковим для цього процесу є коефіцієнт податливості недеформівної обойми $A_{N+1} = 0$. Після визначення коефіцієнтів податливості початкові параметри $\tau_2, \dots, \tau_N$ знаходяться за допомогою рекурентних співвідношень, відправляючись від відомого з граничної умови значення $\tau_1 = -q$.

Описаний алгоритм визначення напружено-деформованого стану багатошарової пружної системи реалізований у програмному застосунку, який написаний мовою C#. На рисунках наведено результати моделювання для шестишарової кулі, властивості шарів якої чергуються: $\frac{G_2}{G_1} = \frac{G_4}{G_3} = \frac{G_6}{G_5}$, $\nu_1 = \dots = \nu_6 = 0,3$, $r_1 = 2r_0$, $r_2 = 3r_0$, $r_3 = 4r_0$, $r_4 = 5r_0$, $r_5 = 6r_0$, $r_6 = 7r_0$.

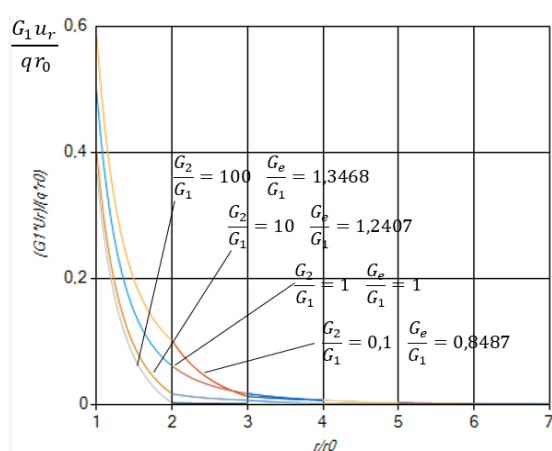


Рис. 1

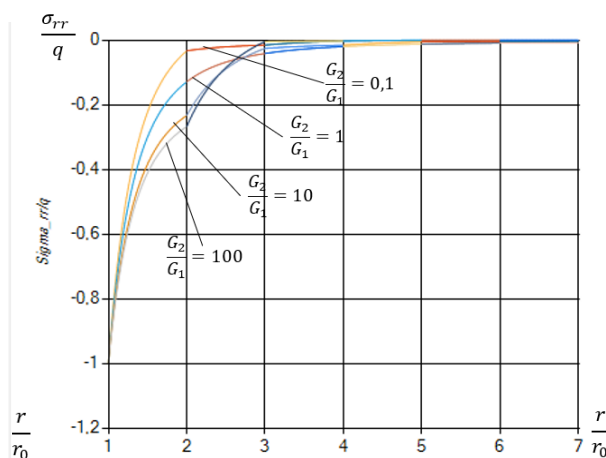


Рис. 2

Рис. 1, 2 ілюструють зміну радіального переміщення та радіального напруження вздовж радіуса кулі для різних значень $\frac{G_2}{G_1}$. Наведені значення модуля зсуву G_e ефективно-однорідної кулі, переміщення внутрішньої границі якої співпадає з відповідним значенням для багатошарової системи.

МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ДЕФОРМІВНОЇ СИСТЕМИ

Годес Ю. Я., Іщенко Є. Д., mechn@meta.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Об'єктом дослідження є пружне багатошарове кільце, що складається з N концентричних кілець $R_{n-1} < R < R_n$ ($n=1,2,\dots,N$) та знаходиться у зовнішній абсолютно жорсткій обоймі. Тут R_n – зовнішній радіус n -го кільцевого шару, $R\varphi z$ – циліндрична система координат, вісь z якої співпадає з віссю симетрії кільця. У процесі деформації шари не відстають один від одного, вектори напруження на їх спільній границі співпадають. Шари є пружними, однорідними, ізотропними, механічні властивості n -го шару задаються модулем зсуву G_n та коефіцієнтом Пуассона ν_n . До внутрішньої границі $R = R_0$ кільця прикладені рівномірно розподілені радіальні зусилля інтенсивності q . Об'ємні сили відсутні. Задача полягає у визначенні полів напружень і переміщень у багатошаровому кільці.

Розглядається випадок плоскої осесиметричної деформації, при якій радіальне переміщення u_R , радіальні і кільцеві деформації ε_{RR} , $\varepsilon_{\varphi\varphi}$, нормальні напруження σ_{RR} , $\sigma_{\varphi\varphi}$, σ_{zz} є функціями тільки полярного радіуса R , інші компоненти вектора переміщення, тензора деформації і дотичні напруження відсутні. У математичному сенсі задача зводиться до побудови в областях кожного з однорідних кілець розв'язків системи диференціальних рівнянь лінійної теорії пружності, які задовольняють умовам неперервності радіальних напружень і переміщень при переході через границю суміжних шарів, умові відсутності переміщень на зовнішній границі $R = R_N$ кільця та статичній граничній умові $\sigma_{RR}|_{R=R_0} = -q$.

Напруження і переміщення в області n -го шару виражено через

початкові параметри $\tau_n = \sigma_{RR}|_{R=R_{n-1}+0}$, $s_n = 2G_n \frac{u_R}{R}|_{R=R_{n-1}+0}$, для нормованих розв'язків системи диференціальних рівнянь відомі аналітичні представлення. Умови неперервності радіальних напружень і переміщень при переході через границю суміжних шарів призводять до рекурентних співвідношень, що виражають τ_{n+1} , s_{n+1} через τ_n , s_n . З умови відсутності переміщень на зовнішній границі випливає зв'язок $s_n = -A_n \tau_n$, де A_n – коефіцієнти податливості багат шарового кільця, які є його механічними характеристиками. Для побудови коефіцієнтів податливості застосовано рекурентний процес, при якому A_n виражається через A_{n+1} . Початковим для цього процесу є коефіцієнт податливості жорсткої обійми $A_{N+1} = 0$. Початкові параметри τ_n для $n > 1$ можуть бути знайдені за допомогою рекурентних співвідношень, відправляючись від відомого з граничної умови значення $\tau_1 = -q$.

Описаний алгоритм моделювання напружено-деформованого стану багат шарової пружної системи реалізований у програмі, яка написана мовою С#. На рисунках наведено результати моделювання для шестишарового кільця, зовнішні радіуси шарів $R_n = (n+1)R_0$, модулі зсуву шарів чергуються трійками: $G_4 = G_1$, $G_5 = G_2$, $G_6 = G_3$, коефіцієнти Пуассона усіх шарів дорівнюють 0,3.

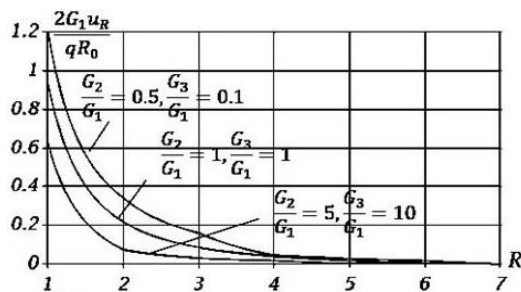


Рис. 1

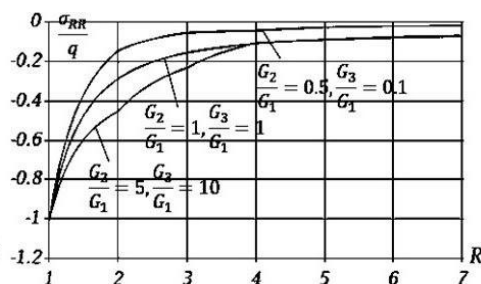


Рис. 2

Рис. 1, 2 ілюструють зміну радіальних переміщень і напружень вздовж радіуса кільця при різних значеннях G_2/G_1 , G_3/G_1 .

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ З НЕПЕРЕРВНО РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Годес Ю.Я., Маслов М. Ю., mechn@meta.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

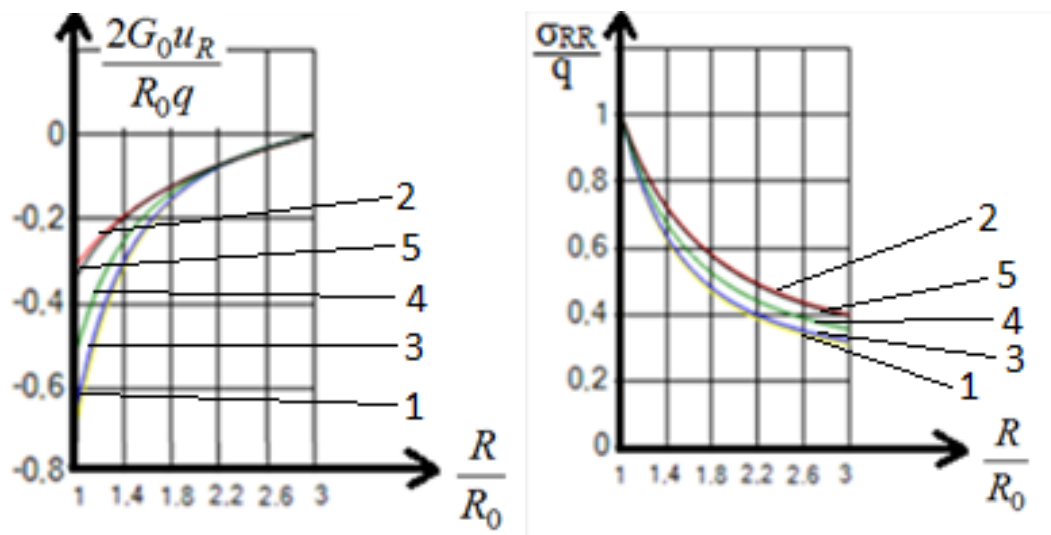
Об'єктом дослідження є неоднорідне пружне кільце, що займає область $R_{n-1} < R < R_n$ ($R\varphi z$ – циліндрична система координат, вісь z якої співпадає з віссю симетрії кільця) та знаходиться у недеформівній обоймі. Матеріал кільця ізотропний, його механічні властивості визначаються модулем зсуву $G(R)$ і коефіцієнтом Пуассона $\nu(R)$, які вважаються неперервно диференційовними функціями полярного радіуса R . До внутрішньої границі кільця прикладено рівномірно розподілене радіальне навантаження інтенсивністю q . Об'ємні сили відсутні. Задача полягає у моделюванні полів напружень і переміщень у кільці.

Деформацію кільця вважається плоскою осесиметричною, в цьому випадку ненульовим є радіальна складова u_R вектора переміщення, компоненти ε_{RR} , $\varepsilon_{\varphi\varphi}$, σ_{RR} , $\sigma_{\varphi\varphi}$, σ_{zz} тензорів деформації та напружень, які є функціями полярного радіуса R . У математичному плані поставлена задача зводиться до побудови в області кільця розв'язку системи диференціальних рівнянь лінійної теорії пружності, який задовольняє граничним умовам $u_R|_{R=R_1} = 0$, $\sigma_{RR}|_{R=R_0} = -q$.

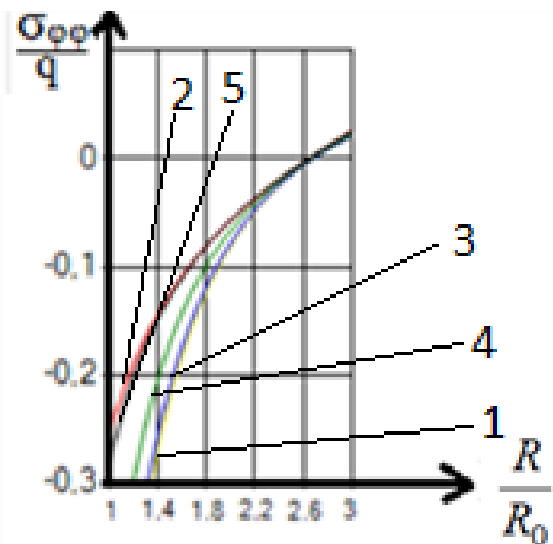
Напруження та переміщення у кільці виражаються через початкові параметри $\tau_0 = \sigma_{RR}|_{R=R_0}$, $s_0 = 2G \frac{u_R}{R} \Big|_{R=R_0}$, які визначаються з граничних умов. Нормовані розв'язки системи диференціальних рівнянь знаходяться аналітично лише в деяких часткових випадках неоднорідності. У загальному випадку вони визначалися у результаті чисельного розв'язання двох задач Коші методом Рунге–Кутти.

Описаний алгоритм визначення напружено-деформованого стану

пружної системи з неперервними параметрами реалізований у програмному застосунку, який написаний мовою C#. Наведені рисунки ілюструють зміну переміщення і напружень вздовж радіуса кільця з постійним коефіцієнтом Пуассона $\nu = 0,3$ для різних типів неоднорідності, що визначається законом зміни модуля зсуву $G(R)$.



1 – однорідне кільце $G(R) = G_0$



$$2 - G(R) = G_0 \left(\frac{R}{R_0} \right)^2$$

$$3 - G(R) = \frac{G_0}{11} \left(\frac{R}{R_0} + 10 \right)$$

$$4 - G(R) = \frac{G_0}{68} \left(20 \left(\frac{R}{R_0} \right)^2 + 5 \frac{R}{R_0} + 43 \right)$$

$$5 - G(R) = \frac{G_0}{28} \left(\left(\frac{R}{R_0} \right)^3 + 20 \left(\frac{R}{R_0} \right)^2 + 7 \right)$$

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ІГРОВОГО СВІТУ

Голуб А.О., andrey.golub97@gmail.com

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Процедурна генерація – це автоматичне створення ігрового контенту за допомогою алгоритмів. Іншими словами, процедурна генерація являє собою програмне забезпечення, яке може самостійно створювати ігровий контент, або при взаємодії з гравцем, або геймдизайнером. Під словом контент мається на увазі створення ігрових рівнів, карти ігрового світу, правил гри, текстур, предметів, сюжетів, завдань, музики, персонажів, транспортних засобів, тощо.

Ключовою особливістю створюваного контенту є те, що він повинен бути іграбельним – гравець повинен бути у стані пройти згенерований рівень, пересуватися по згенерованій карті, взаємодіяти із згенерованим контентом.

Розглядають наступні властивості, яким повинні задовольняти алгоритми процедурної генерації:

- швидкість – в залежності від потреб, ігровий контент повинен бути створений вчасно;
- надійність – створений контент повинен відповідати певним критеріям, наприклад, лабіринт повинен мати вихід;
- контролепридатність – здатність контролювати згенерований контент;
- різноманітність – створений контент повинен бути різноманітним, гравець не повинен відчувати одноманітність;
- правдоподібність – контент повинен виглядати так, ніби його створила людина, а не генератор.

Дипломна робота магістранта присвячена розробці програмного забезпечення для процедурної генерації карти ігрового світу, ландшафту, а також побудові лабіринтів. У роботі розглянуто алгоритми симплекс шуму, алгоритм побудови лабіринтів, ромбовидний алгоритм (Diamond-Square) генерації ландшафту.

ОПТИМІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА РОЗРОБКА СУМІЖНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ФПМ НА IOS

Горбань Б.Д., horban_b@fpm.dnulive.dp.ua, Михальчук Г.Й.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сьогодні мобільні пристрої набувають все більшої популярності завдяки компактним розмірам та багатофункціональності, що призводить до стрімкого розвитку ринку мобільних додатків. Саме тому розробка прикладних програм для мобільних пристроїв є одним із найактуальніших напрямів у програмуванні у наш час [1]. У рамках виконання дипломної роботи бакалавра було розроблено мобільний додаток для факультету прикладної математики ДНУ, який розраховано на користувачів мобільних пристроїв на операційній системі iOS. Додаток дозволяє переглядати розклад занять, знаходити контактні дані викладачів та студентів, читати новини факультету тощо. Подальше вдосконалення програмного продукту пов'язано з оптимізацією архітектурних підходів, що використовуються у додатку, та розробкою супутніх системи для його функціонування.

Виконано рефакторинг у частині застосування архітектури Model-View-ViewModel (MVVM) [2], а саме використано більш глибокі абстракції у ViewModel та виведено частину коду із Controllerta View. Також реалізовано альтернативні методи надсилання та отримання результатів веб-запитів на основі автоматичної генерації об'єктів з JSON даних за допомогою ObjectMapper та механізму Generic-абстракцій RxSwift. Крім того, застосовано механізм ін'єкцій Swinject [3], що поділяє додаток на логічно зв'язані частини. Реалізований підхід значно полегшує подальшу розробку, підтримку та тестування програмного продукту.

Також розроблено супутню систему для функціонування додатку—веб сторінку для автоматичної конвертації розкладу факультету з .xls формату у .json формат із використанням мови програмування PHP 7. Зокрема, ця система забезпечує надсилання результуючого .jsonфайлу на сервер, та його

автоматичне завантаження у мобільний додаток. У додатку реалізовано можливість виведення необхідної частини розкладу на запит користувача. Передбачено можливість виведення розкладу групи, підгрупи, а також надання розкладу обраного викладача.

Список використаних джерел

1. Digitalreport [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – 2018. – Режим доступу: <https://digitalreport.wearesocial.com/> – GLOBAL DIGITAL REPORT.
2. Appcoda [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – 2018. – Режим доступу: <https://www.appcoda.com/mvvm-vs-mvc/> – Introduction to MVVM.
3. Medium[Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – 2020. – Режим доступу: <https://medium.com/onfido-tech/dependency-injection-in-ios-and-swift-using-swinject-and-swinjectstoryboard-e4e59a48c1ce>– DependencyInjectioniniOSandSwiftusingSwinjectandSwinjectStoryboard.

ЛІДЕРСТВО У СУЧАСНИХ ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ**Горбачук В.М., Дунаєвський М.С., Морозов О.О.*, VGorbachuk@nas.gov.ua***Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України***Науково-виробниче приватне підприємство «Гіперон»*

Нехай у двошелонному ланцюзі постачання (роздрібний) торговець, який має обмеження на капітал, здійснює замовлення через опціонний контракт від єдиного постачальника, щоб задовольняти невизначений попит. Цей торговець може подати заявку на отримання банківської позики чи торгового кредиту від постачальника за необхідності. Постачальник бере до уваги не лише свій економічний дохід, але й дохід торговця, тобто враховує взаємозв'язок з торговцем. Для розв'язання проблем фінансування й упорядкування у ланцюгу постачання можна застосовувати поняття лідера і послідовника моделі Штакельберга [1] й доводити, що за наявності ризику банкрутства торговця постачальнику завжди вигідно його фінансувати за безризиковою відсотковою ставкою. Через таку ставку торговець надаватиме перевагу торговому кредиту. При цьому ефективність ланцюга постачання збільшується, коли собівартість виробництва висока, і зменшується, коли така собівартість низька. Врахування взаємозв'язку постачальника з торговцем може поліпшувати ефективність ланцюга постачання та дохід торговця у більшості випадків, але може збільшувати ризик банкрутства торговця, коли собівартість виробництва висока: суспільна взаємодія постачальника і торговця є не тільки важливою, але й взаємно відповідальною [2].

Обмеження на капітал мають багато фірм, зокрема, малі та середні підприємства (small and medium-sized enterprises, SMEs). Наприклад, за кредитним опитуванням понад трьох тисяч SMEs США, майже половина з них зверталася по фінансування у 2015 р., причому лише близько чверті з них (близько тисячі SMEs) мали достатні грошові потоки. У країнах, що розвиваються, фінансовий стан SMEs не кращий, ніж у США: у таких

країнах SMEs зверталися в 2011 р. по фінансування обсягом понад 2 трлн.дол. Згадані обмеження можуть суттєво звужувати операції фірм, а тому вважаються найбільшою перешкодою для зростання фірм.

Позики комерційних банків – це поширений спосіб для фірм долати обмеження капіталу. Однак через складність процедур подання кредитних заявок і суворість вимог застави SMEs, як правило, відмовляються від фінансування за допомогою банківських позик. Тому в багатьох галузях загальноприйнятними є торгові кредити, особливо для SMEs, де такі кредити поширюються протитечійними (upstream) партнерами [2] вздовж одного й того самого ланцюга постачання: в Канаді у 2004 р. торгові кредити становили майже 23% пасивів нефінансових галузей, а в Китаї у 2012 р. – 20%. У 2007 р. 90% світової торгівлі товарами (загальним обсягом 14 трлн.дол.) було підтримано торговими кредитами. Для сприяння операціям SMEs і підвищення ефективності ланцюга постачання в цілому великі протитечійні постачальники, що мають достатньо капіталу, на практиці часто надають фінансові послуги для торгових кредитів для течійних (downstream) SMEs [2]. Наприклад, Ford Motor Company (заснована у 1903 р.; F у лістингу біржі NYSE) надає оптові позики дилерам для фінансування купівлі частин транспортних засобів, а також позики дилерам для фінансування оборотного капіталу (оборотних коштів) та вдосконалення дилерських спроможностей, фінансування купівлі дилерської нерухомості, фінансування інших дилерських програм для транспортних засобів через свою дочірню компанію Ford Motor Credit Company LLC (заснована у 1959р.).

Список використаних джерел

1. Gorbachuk V.M. Generalized Cournot–Stackelberg–Nash equilibrium. *Cybernetics and systems analysis*. 2006. V. 42. № 1. P. 25–33.
2. Горбачук В.М. *Методи індустріальної організації. Кейси та вправи*. Київ: А.С.К., 2010. 224 с.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПЕРЕШКОД НА ШЛЯХУ РУХУ САМОВРЯДНОГО АВТОМОБІЛЯ

Гордієнко В.О., hord.vlad@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В останні роки виявленню пішоходів приділяли велику увагу в галузі комп'ютерного зору та робототехніки. Але, все ще залишається складним завданням розробити надійний пішохідний детектор, готовий до практичного застосування.

На даний момент запропоновано велику різноманітність пішохідних детекторів видимого каналу, запропоновано модель, яка складається з різних імовірнісних моделей для склеювання 3D-точок та 2D-зображень, розроблено детектор інтегральних функцій каналу, вирішено проблеми неточного візуального спостереження, будуючи нову модель прогнозування на основі регресії Гаусового процесу та поєднуючи загальне виявлення об'єктів із специфічною для конкретного випадку класифікацією для уточненої локалізації.

Для виявлення пішохода на шляху руху самоврядного автомобіля використовується конвеєр з трьох основних етапів:

1. Висувається пропозиція щодо регіону з об'єктом;
2. Виділяються ознаки на знайденому регіоні;
3. Регіон підлягає класифікації.

Для виявлення регіону було перевірено декілька підходів, таких як стратегія ковзаючого вікна, вибіркового пошуку, та метод локально-декорельованої характеристики каналів.

Для виділення ознак і класифікації об'єктів регіону використовується Згорткова нейронна мережа (Convolutional Neural Network), яка контексті виявлення пішоходів з'явилося нещодавно, і потенціал такого підходу все ще не досліджений.

Перші етапи згорткової нейронної мережі зазвичай ідентифікують низькорівневі концепції, такі як краї і деталі, тоді як заключні етапи можуть

комбінувати низькорівневі функції, щоб ідентифікувати складні візуальні концепції.

Процедура навчання спрямована на автоматичне знаходження вагових коефіцієнтів фільтрів, щоб вони могли отримувати візуальні концепції з необробленого вмісту зображення, і відповідного класифікатора.

Згортова нейронна мережа потребує великої кількості анотованих навчальних даних, тому для отримання точних результатів було використано набір даних ImageNet, який складається з 1,2 млн зображень, анотованих обмежуючими прямокутниками для відповідних об'єктів 1000 різних класів.

Попередні тести показують, що нейронна мережа справляється з виявленням ділянок із зображенням пішоходів недостатньо гарно. Для підвищення продуктивності треба перейти до процедури точного налаштування, яка спрямована на адаптацію мережі до конкретного завдання виявлення пішоходів.

Список використаних джерел

1. Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., Fei-Fei, L., 2009. ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database. In: CVPR09.
2. Deep convolutional neural networks for pedestrian detection / D. Tome. – Milan, 2017.
3. Uijlings, J., van de Sande, K., Gevers, T., Smeulders, A., 2013. Selective search for object recognition. International Journal of Computer Vision.
4. Nam, W., Doll'ar, P., Han, J. H., 2014. Local decorrelation for improved pedestrian detection. In: 28th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS).

SIMPLIFICATION OF THE MODEL STRUCTURE USING THE NUMERICAL-ANALYTICAL METHOD

Gorodetskyi V., v.gorodetskyi@ukr.net,

Osadchuk M., 13717421@ukr.net,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic institute

Nowadays, in many areas of science and technology, there is a problem of identifying a system of ordinary differential equations (ODE) by use of the time series of one observed variable. The solution of this problem by means of numerical methods often leads to obtaining an ODE system containing redundant terms in the equations and having no physical meaning. In such cases, it can be useful to simplify the equations of the ODE system. For this purpose, in this study, a numerical-analytical method was proposed, which makes it possible to simplify the structure of the ODE system while maintaining the precision of reproducing the time series within predetermined limits.

As the initial data, the proposed method uses an unoptimized original system (UOS) – a system of ordinary differential equations, which was obtained from a time series by a numerical method and which presumably contains redundant terms in the equations. In accordance with the idea proposed in [1], the UOS can be associated with a differential model (DM). The latter is an auxiliary system of definite type and its observed variable coincides with the UOS observed variable. In addition to that the coefficients of DM can be analytically expressed from the UOS coefficients and calculated numerically using time series.

To simplify the model, we first perform a numerical integration of the UOS and obtain the time series of the observed variable. Further, the DM is identified by the numerical method from the time series, and some of the coefficients are removed from the obtained DM equations using the significance index [2]. Then, an analytical transition is made from the simplified DM to the minimized original system (MOS), which contains fewer terms than the UOS. The numerical identification of the DM and the removal of its coefficients can be performed

several times as long as the DM is able to reproduce the time series with a predetermined precision.

The proposed method was applied to simplify the ODE system (39) from [3], which contains 21 coefficients. For this system, a 20 s time series (10,000 points) was analyzed. To obtain MOS, numerical identification and simplification of DM was repeated while time series reproduction error (which is measured by relative root mean square) was less than 5%. As a result, after analytical transformations the MOS was obtained, containing 9 coefficients. With an appropriate choice of initial conditions, for time interval 19,23 s difference between UOS and MOS time series was less than 10% of UOS time series range.

The advantage of the proposed method is that at the stage of transition from DM to MOS, several different MOS structures can be obtained in general case. Due to this, the researcher can not only obtain a simplified model, but also has the possibility to choose the MOS based on physical considerations. In addition, the method can be useful in a situation where it is necessary to simplify the ODE system obtained by prior researches, and the original time series is not available.

1. Gouesbet G. Reconstruction of the vector fields of continuous dynamical systems from numerical scalar time series // *Phys. Rev. A.* – 1991. – 43. – P. 5321-5331.

2. Lainscsek C., Letellier C., Gorodnitsky I. Global modeling of the Rössler system from the z-variable // *Physics letter A.* – 2003. – 314. – P. 409-427.

3. Lainscsek C., Letellier C., Schürer F. Ansatz library for global modeling with a structure selection // *Phys. Rev. E.* – 2001. – 64. – 016206. – P. 1-15.

ЗАДАЧА ДЕТЕКТУВАННЯ ТІНЕЙ В ЦИФРОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Горянец Д.В., Сердюк М.Є.

XSliperZ@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Інтенсивний розвиток систем штучного інтелекту призводить до необхідності розробки та вдосконалення методів попередньої обробки сигналів, в тому числі і цифрових зображень. Процес виявлення та видалення тіней на кольорових зображеннях представляє актуальну задачу при аналізі, наприклад, космічної інформації. Так, наявність затемнених областей на космічних знімках може створити ряд небажаних особливостей, які значною мірою ускладнюють процес розпізнавання та сегментації розташованих на них об'єктів. Тому у теперішній час розробка методів розпізнавання та видалення тіней є дуже важливою проблемою в області обробки цифрових зображень.

Можна виділити два основні класи тіней: власна тінь та відкидувана тінь. Власна тінь з'являється на частині об'єкта, яка не освітлюється прямим світлом. Відкидувана тінь – це область, яка проектується об'єктом на поверхню в напрямку прямого світла. Видалення тіней з зображень може істотно покращити та спростити виконання ряду завдань комп'ютерного зору. З цих причин постійно розробляються та удосконалюються різні підходи розв'язання даної задачі, які направлені на знаходження способів правильного виявлення та видалення тіней при збереженні незмінними інших деталей вихідного зображення. Наприклад, в [1] задача локалізації тіні розв'язується на основі переходу до колірному простору *Lab*.

Аналізуючи зображення з тінями можна зробити висновок, що основною характеристикою пікселів з тіньовими об'єктами є нижчий рівень яскравості у порівнянні з іншими об'єктами зображення. Тому для ефективного виділення таких пікселів необхідно провести бінаризацію з виділенням ділянок, яскравість яких нижче обраного порогу.

Загальну модель алгоритму виявлення тіней можна представити наступним чином: нехай на кольоровому *RGB*-зображенні розміром $M \times N$ є тіні отримані в результаті зйомки. Для проведення аналізу зображення переводиться в *YUV*-модель, яка складається з наступних компонентів: Y – складова яскравості, U та V – кольорорізницеві компоненти, які містять показники кольору пікселя, необхідні для відновлення кольору при оберненій конвертації. Основною компонентою моделі є складова яскравості Y , яка представляє собою напівтоновий варіант вхідного зображення. Для виявлення тіньових пікселів значення яскравості в кожному пікселі порівнюється з пороговим значенням, яке обчислюється за формулою:

$$P = mean(Y) - K \cdot SD(Y),$$

де $mean(Y)$ – середнє значення складової Y , $SD(Y)$ – її стандартне відхилення, K - коефіцієнт, який обирається емпіричним шляхом. Якщо у пікселі $Y < P$, то він класифікується як тіньовий. Застосування процедури до всіх пікселів зображення дозволяє отримати бінарну маску з ділянками передбачуваних тіней. Для зменшення шуму та видалення помилково отриманих окремих пікселів, ідентифікованих як тіньові, додатково необхідно застосувати згладжуючий фільтр. Медіанний фільтр для цього є найбільш прийнятним.

Даний метод є доволі простим, але працює лише на зображеннях з тінями, які мають різкі границі. В подальшому планується застосувати адаптивний підхід для вибору порогу P для збільшення точності виділення тіньових ділянок зображення.

Список використаних джерел

1. Murali S. Shadow Detection and Removal from a Single Image Using LAB Color Space/ S. Murali, V.K. Govindan //Cybernetics and Information Technologies. – 2013. – Vol. 13, № 1. – P.95-103.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТОКУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Григоренко В.А., Книш Л.І., vladgrigorenko@yahoo.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Реальні процеси в тій чи іншій мірі залежать від часу. Але при їх моделюванні часто існує можливість знехтувати такою залежністю та шукати рішення в стаціонарній постановці, крім того, стаціонарне рішення може бути складовою частиною загального нестаціонарного підходу.

Дослідження стаціонарних процесів різної природи в детермінованій постановці приводить до рівнянь еліптичного типу, серед яких найбільш розповсюдженими є рівняння Лапласа та Пуассона.

В якості об'єкта дослідження було обрано рівняння Пуассона загального виду з нелінійними граничними умовами. Класичні аналітичні підходи до розв'язання рівнянь Пуассона містять нескінченні ряди, невластні інтеграли, спеціальні функції та існують лише для надто простих граничних умов. Як альтернатива пропонується ітераційний числовий метод, який не залежить від розмірності задачі та виду граничних умов.

В роботі проведено порівняльний аналіз можливих ітераційних підходів та обрано метод послідовної верхньої релаксації в якості основного для подальшого дослідження. Окремо було визначено оптимальне значення параметра верхньої релаксації, яке становить 1.82. Таке значення приводить до найбільшої швидкості збіжності результатів.

Числовий алгоритм було складено на мові програмування Java, в якості IDE було вибрано AndroidStudio. Програмний модуль створений для смартфонів з версією Android OS вище 7.В майбутньому передбачається його розміщення у магазині Android-додатків GooglePlayStore.

Зручний інтерфейс користувача, створений мовою розмітки XML, містить поля з підказками для вводу даних, поля керування процесом та візуалізацією результатів.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТОНКОСТІННОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Гук Н.А., Борисков М.Є., bornicita@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розвиток техніки висуває нові завдання в області дослідження стану тонкостінних конструкцій. Підвищення надійності та довговічності забезпечує зростання конкурентоздатності виробів та передбачає своєчасне та достовірне визначення «небезпечних» місць конструкції.

Сьогодні, завдяки швидкому розвитку сучасної комп'ютерної техніки та появи програмних комплексів і продуктів для вивчення поведінки конструкції в умовах різноманітних впливів, виявилось можливим провести віртуальне комп'ютерне моделювання з метою дослідження напружено-деформованого стану тонкостінних конструкцій.

Розглядається тонкостінна пластина, яка має довільно розташоване пошкодження у вигляді наскрізного отвору прямокутної форми. Пластина знаходиться під дією навантаження, яке прикладене до горизонтальних країв пластини, та закріплена вздовж вертикальних країв.

За результатами спостереження за деякими характеристиками напружено-деформованого стану необхідно визначити місце розташування отвору. Така задача є оберненою задачею та може бути розв'язана з використанням нейромережевого підходу. Розв'язком задачі будуть координати положення центру отвору та розміри пошкодження.

В якості вхідної інформації для налаштування нейронної мережі та розв'язання задачі ідентифікації застосовується інформація про напружено-деформований стан пластини, відомими є переміщення $U(X)$ в заданих точках поверхні пластини. Значення переміщень відшукуються з розв'язання прямої задачі із застосуванням методу скінченних елементів. Вважається, що при розв'язанні прямої задачі розташування отвору є відомим. Значення переміщень у точках пластини формують вектор входу нейронної мережі.

Для формування вибірки для навчання мережі створено низку моделей пластини з отворами різного розміру та розташування. Всі параметри, що змінюються при різному розташуванні та розмірі отвору, залежать від координат вершин цього отвору. Тобто знаючи координати цих вершин, можна розрахувати необхідні значення змінних параметрів.

Для побудови нейронної мережі було використано пакет прикладних програм NeuroSolutions та обрано тип мережі – багатошаровий перцептрон. Архітектура мережі складалась з вхідного, вихідного та одного прихованого шарів, кількість нейронів у яких становила 24, 3 та 16 відповідно. Параметри архітектури було налаштовано шляхом проведення обчислювального експерименту. Найбільш вдалим виявився експеримент з шістнадцятьма нейронами у прихованому шарі, та з методом навчання за допомогою обчислення градієнта другого порядку.

Для навчання нейронної мережі ідентифікації отвору у пластині, було сформовано навчальну вибірку обсягом 211 прикладів з приблизно рівною кількістю отворів різного розміру, які було розташовано у різних частинах площини пластини. У якості входу мережі передавалися переміщення по осі ОУ у 24 точках-сенсорах. Виходом мережі служить 3 значення: площа дефекту, положення центру дефекту по осі ОХ, положення центру дефекту по осі ОУ.

За результатами обчислювального експерименту розмір та положення отвору у пластині ідентифікуються із похибкою, що не перевищує 7 %. Координати отворів, що знаходяться поблизу жорстко закріплених кромek пластини, ідентифікуються з похибкою 10-12%, це викликане тим, що на вхід мережі подаються переміщення, які мають невеликі значення. Було досліджено стійкість мережі щодо збурення вхідних даних.

Запропонований підхід до розв'язання оберненої задачі ідентифікації пошкоджень та його програмна реалізація може бути застосована для оцінювання параметрів тонкостінної системи у режимі on-line.

DEVELOPMENT OF AUTOMATED FILE MANAGEMENT SYSTEM FOR UNIVERSITY

Guk N.A., Gerasimov E.A. izanamissues@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University

Currently university already has automated file management, that is written with PHP in couple with MySQL. This realization works not properly now because of some mistakes, what were made at the modeling state.

That are major mistakes: system is unextendible; new features are hard to add and they influence other features; database is not structured; data contains HTML, tables have no relationships; user interface is integrated to backend. It causes errors and difficulties in development and testing. These mistakes make system uncomfortable, hard to develop and maintenance. The solution of this problem is to develop new automated system considering existing mistakes at all stages.

Steps to resolve mistakes:

- Restructure existing database. It can be done with usage of constraints, primary and foreign keys. Data should be cleaned. Database must not know user interface details;
- Separate user interface from backend. This approach is commonly used. Good structure helps to develop and maintain system. Any Client-server architecture will resolve this problem;
- Use new technologies in development. System will be understandable for developers. For example: MSSQL as database server, ASP.NET Core with C# as server-side language, JAVASCRIPT as client-side language is very popular combination.

New system bases on Web API architecture, what helps to build stable, well-structured server. Server separated from client-side, so that it can be reused in future for many clients. Web API is built with REST architecture, that means that server will be used with HTTP requests, what is commonly-used in modern

systems. Moreover, server has online documentation, which is useful for other developers. Documentation lets developers to test all opportunities of server without client implementation, so that modeling of client architecture will be easier. Primary programming language is C#. It is strong typed language with flexible syntax, what commonly used for development of complex system. Furthermore, language is very popular among programmers. Database migrated from MySQL to MSSQL. MSSQL supports more utility and security features, it is easy to work with.

Client-side is written with Angular, which is commonly used for reactive single-page application. Angular – JAVASCRIPT framework, that extends language, provides new features. It supports usage HTML as template. This approach helps to reuse existing HTML code in different places. Also, Angular application has unique route system, which is very useful for developers and understandable for users. Inner implementation of framework has good complexity of algorithms, so user will see very smooth and fast interface.

New system is extendible at all layers. It is possible to switch database, server or user interface without changes in system. Database is well-organized, data is structured. Client side does not have any business logic, so it easy to develop and maintain. Server is stable because of strong error handling middleware, so that system will catch unpredictable errors without falling. New system has rich log system, which provides ability for administrators to quickly find the problem. All these features make new system comfortable for all: users, administrators and developers.

АЛГОРИТМ СКАНУВАННЯ ВЕБ-САЙТУ ДЛЯ ПОБУДОВИ ВЕБ-ГРАФУ

Гук Н.А., Диханов С.В., dykhanovstas@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Аналіз структури веб-сайту широко застосовується під час виконання процедури реінжинірингу, коли необхідно перевірити правильність розташування основних розділів сайту та окремих сторінок відносно один одного, налаштувати логічні зв'язки між ними. Структура суттєво впливає на швидкість сканування сторінок пошуковими системами та на показники ранжування сторінок у пошукової видачі. Крім того, грамотно побудована структура сайту підвищує показник usability, який характеризує зручність використання сайту для відвідувачів, зрозумілий та швидкий доступ до необхідної інформації.

Для зображення та подальшого аналізу структури веб-сайту існує декілька моделей – онтології, семантичні мережі, фрейми, однак їх побудова є трудомістким процесом та не може бути застосована для оперативного аналізу структури сайту. Більш зручною виявляється модель у вигляді веб-графу, вузлами якого є веб-сторінки сайту, а ребрами – гіперпосилання, що подаються у вигляді пар <URL-start, URL-end>. Складові пар відповідають URL-адресам сторінки, з якої зроблено посилання, та сторінки, на яку це посилання веде.

Для побудови моделі у вигляді веб-графу використовується інформація про сторінки та гіперпосилання між ними, яку можна отримати за допомогою процедури веб-краулінгу (Web Crawling). Саме розробці методу сканування сторінок сайту та відповідного програмного забезпечення присвячено цю роботу.

Збір даних для побудови моделі сайту здійснюється шляхом обходу веб-ресурсу у глибину, починаючи з головної сторінки, та пошуку посилань з однієї сторінки на інші. Посилання відшукуються у тексті розмітки сторінки за допомогою регулярних виразів, враховуються лише посилання

на сторінки всередині ресурсу, посилання на інші ресурси ігноруються. За отриманою гіпертекстовою структурою будується список суміжності графу. Процес виконується циклічно доки не буде досягнута одна з умов: вичерпиться обмеження на глибину пошуку або буде знайдено всі посилання для заданого веб-ресурсу.

Побудовано алгоритм краулінгу веб-ресурсу та відповідне програмне забезпечення. Для здійснення сканування сторінок сайту використовується Python-фреймворк Scrapy, який є вільно поширюваним. Для зберігання даних використано бібліотеку CSV, за допомогою якої компоненти матриці суміжності зображуються у зручному форматі. Візуалізація побудованого графу здійснюється з використанням GUI (Graphical user interface) додатку Gephi, у якому передбачено обчислення деяких метричних характеристик графів (діаметр графу, середня степінь вершини, середня довжина шляху, коефіцієнт щільності графа) та коефіцієнтів модулярності та кластеризації графу. Зазначені показники можна застосовувати для аналізу зв'язності отриманої структури веб-сайту.

Запропонований підхід застосовано для аналізу веб-графів існуючих сайтів, характеристики яких набували значень: кількість унікальних сторінок (вершин веб-графу) належала діапазону 470 - 25000, кількість гіперпосилань між сторінками (ребер веб-графу) – 12000 - 205000. Час сканування наведених ресурсів коливався у діапазоні 40 – 180 хв. Із застосуванням метричних характеристик здійснено аналіз структурної зв'язності досліджуваних графів. Із застосуванням алгоритму укладання графу на площині Yuifan Hu, який реалізовано у Gephi, отримано графічні зображення веб-графів. Аналіз зображень показав гетерогенність структури побудованих графів веб-ресурсів, що свідчить про наявність груп сторінок.

Для отриманих у такий спосіб веб-графів зручно виконувати процедури кластеризації сторінок та класифікації сайтів, проводити аналіз схожості сайтів, отримувати статистичні данні про поведінку користувачів.

ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВ РІШЕНЬ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ ПОШУКОВОЇ ВИДАЧІ

Гук Н.А., Євлаков В.І., yevlakov@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Пошукова система на сьогоднішній день є найважливішою складовою інтернету, та невід'ємною частиною інформаційного простору. Процес взаємодії з такими системами відбувається наступним чином: користувач вводить певний запит, після чого отримує список посилань на матеріали, що відповідають його запиту. За результатами аналізу компанії Google, яка розробила та підтримує найвідомішу пошукову систему, середня довжина запиту користувача становить 3 слова. Результати пошуку не можуть бути переглянути користувачем у повному обсязі враховуючи значну кількість документів у пошуковій видачі. Тому з'явився цілий клас задач, пов'язаний з ранжуванням інформації за ступенем її релевантності.

Однім з підходів до ранжування інформації є дерева прийняття рішень.

Нехай вхідні данні подаються векторами ознак $(X_1, \dots, X_n)$. Тоді дерево прийняття рішень являє собою бінарне дерево, в листях якого зберігається значення необхідної змінної. В інших же вузлах дерева буде зберігатись номер ознаки та число з діапазону значень цієї ознаки. Сама ж класифікація нового об'єкту буде здійснюватися за допомогою рекурсивного алгоритму перебору: відбувається порівняння значення k -ої ознаки нового об'єкту зі значенням z у поточній вершині, якщо воно менше, то не переходити до правого піддерева, якщо ні, то переходити до лівого піддерева, а якщо попали в лист, то повернути відповідне значення шуканої змінної.

Більшість дерев прийняття рішень мають досить просту структуру, але автоматизований спосіб їх побудови дозволяє застосовувати алгоритми машинного навчання для налаштування. Існує багато методів та схем навчання дерев, до них застосовуються алгоритми на основі гіпотез, сформульованих за результатами спостережень.

Основою більшості сучасних методів є алгоритм рекурсивного секціонування [1], який передбачає поетапну побудову дерева з врахуванням пакетної обробки великої кількості даних.

Щоб створити вузли прийняття рішень та відповідні перевірки використовуються статичні набори даних. Вибірка даних являє собою множину атрибутів, кожен з яких може бути числовим, символьним або булевим. У вибірці використовуються також додаткові атрибути, які мають назву змінних відклику та слугують у якості критеріїв для прийняття рішень.

Але при створенні дерева фінальний результат досить сильно залежить саме від цих статичних наборів, і це не є доброю практикою, оскільки потрібно, щоб результат відображав властивості задачі, а не характеризував використані дані. Тому для покращення результату весь набір даних поділяється на три підмножини: підмножина даних, на якій навчається алгоритм рекурсивного секціонування; атестаційна підмножина даних, за рахунок якої відбувається покращення дерева рішень після навчання, та підмножина, яка використовується для фінальної перевірки результатів навчання.

При побудові дерева кожен з листових вузлів відповідає окремій підмножині значень вибірки даних. Спочатку необхідно знайти атрибут, за значенням якого можна здійснити секціонування даних. Обраний атрибут повинен створювати вузол прийняття рішень. Для задач класифікації змінна відклику відповідає певній категорії.

Під час застосування дерева обробка кожної вибірки даних і, зокрема, визначення класу, до якого належить вибірка, здійснюються шляхом обходу дерева, починаючи від кореневого вузла, в напрямку до листових вузлів. Кожен етап переходу здійснюється з урахуванням результатів перевірки умов, а вибір напрямку переходу здійснюється з урахуванням змінних відклику.

Список використаних джерел

Quinlan, J. R., (1986). Induction of Decision Trees. Machine Learning 1: 81-106, Kluwer Academic Publishers.

МЕТОДИ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕНАВЧАННЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Гук Н.А., Малишко Д.С., gumpel@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сьогодні нейронні мережі набули широкого застосування у різних сферах людської діяльності. Глобально зв'язок між входом та виходом, який моделює нейронна мережа, можна зобразити системою рівнянь заданого вигляду із невідомими коефіцієнтами. Алгоритми, які розв'язують таку задачу, широко застосовуються у популярних топологіях мереж. Однак під час застосування вони стикаються із проблемою перенавчання (overfitting), коли мережа починає відтворювати тренувальні дані замість узагальнення.

До способів, що дозволяють запобігти перенавчанню, відносять батч-нормалізацію; розширення множини значень, на яких навчається мережа; дострокове зупинення навчання; ансамблювання мереж; регуляризацію.

Розглянемо підґрунтя до регуляризації навчання нейронних мереж на прикладі методу найменших квадратів. Очевидно, що лінія найкращої відповідності, яка побудована за цим методом, за нетипово великих значень точок із вхідної послідовності зміщується в їх напрямку. Поширюючи приклад на ваги нейронної мережі, отримаємо зміщення до надвеликих вагових коефіцієнтів, а значить надмірну чутливість до певних рис вхідних даних тренування. Тобто нейронна мережа тренується класифікувати лише зображення, які було надано їй під час навчання і втрачає здатність до узагальнення рис інших зображень.

Означену проблему можна подолати за допомогою так званої L2 регуляризації, яка передбачає обмеження на нетипові значення коефіцієнтів шляхом накладання штрафів та реалізована у методі апостеріорного максимуму (ММА) [1]. Тобто модифіковану функцію витрат буде зображено у вигляді: $J = \sum_n (y_i - \hat{y}_i)^2 + a||w||^2$; $||w||^2 = w^T w = w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_D^2$, де a – коефіцієнти, w – вектор ваг шару нейронів, y_i та $\hat{y}_i$ – вектори шуканих та фактичних даних відповідно.

Розглянемо приклад застосування даного методу для двовимірного випадку, коли вхідні дані для навчання генеруються вздовж прямої із невеликою дисперсією, декілька з них штучно збільшено (Рис. 1). Для

порівняння на рис. 1 наведено результат, отриманий із застосуванням класичного методу максимальної правдоподібності (ММП). З аналізу залежностей можна бачити, що ММА ігнорує екстремальні дані, у той час як ММП має очевидне відхилення у бік викидів.

Аналогічне порівняння було зроблено для згорткової нейронної мережі, яка має таку топологію: два згорткові шари, шар максимальної підвибірки, шар розгладження, прихований повнозв'язний шар, вихідний повнозв'язний шар. У якості вхідних даних було обрано базу рукописних цифр Mnist. З наведених на рис. 2 залежностей видно, що мережа із використанням L2 регуляризації виявилася стійкою до перенавчання незважаючи на перевищення необхідної кількості епох, у той час як класична мережа демонструє осцилюючу поведінку та дає зростання похибки.

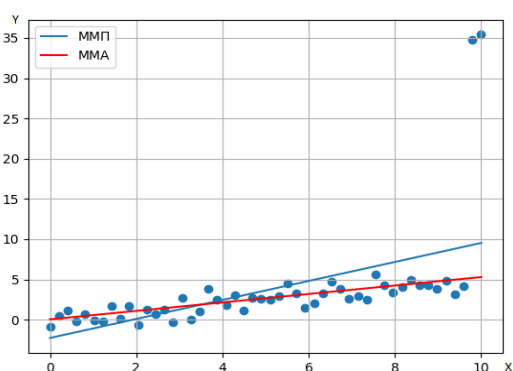


Рис. 1 Порівняння ММП та ММА для штучних даних

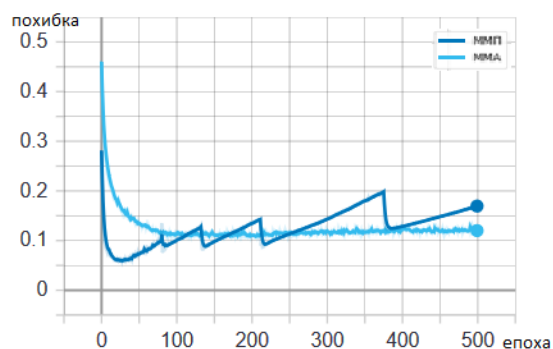


Рис. 2 Порівняння ММП та ММА для нейронних мереж

З аналізу результатів обчислювальних експериментів можна зробити висновок, що використання методу апостеріорного максимуму ефективно запобігає перенавчанню нейронної мережі. Складність алгоритму методу порівняна із методом найменших квадратів, що робить L2 регуляризацію доцільною для використання.

Список використаних джерел

1. Lee, C.: "Maximum a posteriori estimation for multivariate Gaussian mixture observations of Markov chains". IEEE Trans. Speech Audio Process. 1994, Pages 291-298

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ВЕБ-СТОРІНОК САЙТУ НА ОСНОВІ СХОЖОСТІ СТРУКТУРИ ТА СТИЛЮ

Гук Н.А., Усанов А.С., a.usanov998@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В умовах сучасних темпів розвитку веб-технологій, що забезпечують функціонування сфери електронної комерції, успіх функціонування окремих інтернет-проектів, пов'язаних з реалізацією різних товарів і послуг, багато в чому залежить від їх забезпечення ефективними інструментами для збору й обробки інформації з веб-джерел. При цьому важливим фактором, що визначає можливості практичного застосування систем вилучення даних, є рівень їх автоматизації.

Необхідність вдосконалення методів вилучення даних на основі керованої екстракції інформації з веб-сторінок викликана низкою причин. По-перше, необхідністю аналізу переваг та недоліків існуючих підходів до інтелектуального вилучення даних з веб-джерел. По-друге, потребою в підвищенні ефективності збору даних про товари в мережі Інтернет шляхом застосування сучасних методів пошуку значимої інформації на веб-сторінках.

Усі сайти використовують DOM-структуру, як основу побудови сторінки. DOM (модель об'єктної документації) – це стандартна і незалежна від мови модель, яка використовується для представлення документів HTML або XML.

Запропонована методика базується на поєднанні таких методів, як:

- аналіз об'єктної моделі документів (побудова DOM-дерева веб-сторінки і аналіз структури його окремих елементів);
- семантичний аналіз фрагментів тексту веб-сторінок, які містять значущу інформацію та відокремлюються відповідними ділянками HTML-коду;

- кластеризація веб-сторінок, яка заснована на аналізі шляхів в деревовидної DOM-структурі веб-сторінок, семантичної близькості елементів веб-сторінок.

У роботі представлено алгоритм кластеризації сторінок веб-сайту, який використовує данні, отримані зі структури сторінки. Структурна схожість сторінок визначена щодо їх дерев DOM. Алгоритм ідентифікує основні класи сторінок, якими керує сайт, шляхом відвідування невеликої, але репрезентативної кількості сторінок. Отримана кластеризація може бути використана для побудови моделі, яка описує структуру сайту з точки зору класів сторінок та посилань між ними, допомагає покращити методи пошуку інформації у мережі Інтернет, дозволяє швидко знаходити потрібний контекст, мати уявлення про будову сайтів, як динамічних так і статичних.

Отримані в експерименті результати підтверджують, що, завдяки використанню структурно-семантичної кластеризації веб-сторінок, у великій кількості випадків для створення правил вихідних даних, що мають загальний набір атрибутів, достатньо одного прикладу веб-сторінки. Такий метод здатний знижувати затрати ручної праці збоку користувача; скорочувати час, необхідний для налаштування системи вихідних даних на конкретному веб-сайті, а також підвищувати рівень автоматизації процесів, розроблених інформацією з веб-сторінок.

Список використаних джерел

1. K. Zhang and D. Shasha. Simple fast algorithms for the editing distance between trees and related problems. SIAM J. Comput., 18(6):1245–1262, Dec. 1989.
2. Z. Liu, W.K. Ng, E.-P. Lim, An automated algorithm for extracting website skeleton, in: Proceedings of the 9th International Conference on Database Systems for Advanced Applications, Jeju Island, Korea, March 17–19, 2004, pp. 799–811.

АНАЛІЗ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖ, ЩО КОНКУРУЮТЬ МІЖ СОБОЮ

Гулий Т.О., guliutaras@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У сучасному світі аналізу цифрових зображень з метою виявлення фальсифікацій присвячено багато наукових робіт, але в той же час методи фальсифікації за допомогою нейромереж стають, ще більш ефективними, а отже необхідний новий підхід до аналізу виявлення фальсифікацій за допомогою непоривного змагання.

Існує багато робіт з виявлення фальсифікацій за допомогою викриття неточностей у форматі цифрового зображення або у неконсистентної зображення за деякою оцінкою фізичних явищ на фотографії[1], але універсального методу не існує адже різні оцінки можуть давати протилежні результати в залежності від природи походження цифрового зображення.

Дану проблему можна усунути, якщо ввести елемент змагання між двома нейромережами з протилежними цілями. Генеративна-змагальна мережа (GAN) для аналізу складається із наступних елементів:

- Генератор, який має доступ до бази даних аутентичними фотографіями намагається підробити зображення за різними відомими йому методами (сплайсинг та заміщення)[2].
- Дискримінатор, який на вхід отримує фактичні і згенеровано-фальсифіковані фотографії з оцінками та намагається визначити яка з оцінок є генерованою генератором.

У запропонованій GAN ми розглядаємо три основні етапи:

1. На першому кроці генератор створює фальсифікацію з випадкового введення шуму.
2. Зображення подається дискримінатору, разом із кількома зображеннями, отриманими з одного набору даних.

3. Після пред'явлення дискримінатора з реальними результатами та фальсифікованими, він надає ймовірності у вигляді числа від 0 до 1, включно. Тут 0 вказує на фальсифіковане зображення, а 1 - на велику ймовірність автентичності.

Зауважимо, що дискримінатор слід перевірити перед генератором, оскільки це створює чіткіший приріст ефективності. Важливо зберегти постійні значення як для дискримінатора, так і для генератора при навчанні їх протилежними (тобто значення для дискримінатора стійкі при навчанні генератора, і навпаки).

Тримання значень постійної дозволяє мережам краще розуміти градієнт, що є джерелом її навчання. Однак, оскільки GAN були розроблені як тип гри між протилежними мережами, підтримка їх балансу може бути складним завданням.

На жаль, навчання для GAN важко, якщо дискримінатор або генератор занадто вмілий, оскільки GAN загалом вимагають тривалого періоду навчання. Так, наприклад, GAN може зайняти кілька годин для одного GPU, тоді як для одного процесора GAN може знадобитися кілька днів[3]. Тому на першому етапі у створенні системи була використана база зображень розміром 128x128 для ефективного виконання.

Список використаних джерел

1. Johnson M. Exposing digital forgeries by detecting inconsistencies in lighting / M. Johnson, H. Farid. // Proc ACM Multimedia and Security Workshop. New York, 2005.
2. Ng T.-T. A model for image splicing / T.-T. Ng, S.-F. Chang// IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Singapore, October 2004.
3. A. Brock, J. Donahue, and K. Simonyan, "Large Scale GAN Training for High Fidelity Natural Image Synthesis," ICLR, 2019.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДВОВИМІРНИХ РІВНЯНЬ ГЕЙМГОЛЬЦА

Гуляєв О.Є., Книш Л.І., gulaev37399@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Моделювання хвильових процесів є ключовим елементом дослідження в багатьох галузях науки та техніки. В таких процесах фізичні механізми розповсюдження хвиль абсолютно різні, тому системи рівнянь, що їх описують, значно відрізняються одна від одної.

Такі моделі, як правило, зводяться до стаціонарних шляхом формулювання додаткових умов, а саме - частота та амплітуда зовнішніх збурень є періодичними. Ці умови перетворюють хвильове рівняння в еліптичне рівняння Гельмгольца, аналітичний розв'язок якого можна отримати класичними методами (зведенням до інтегрального рівняння, варіаційними методами та ін.) лише для обмеженого кола задач. Тому побудова коректних, універсальних та зручних у використанні числових розв'язки рівняння Гельмгольца є актуальною задачею комп'ютерних обчислювальних технологій.

В якості об'єкта дослідження було обрано двовимірне нелінійне рівняння Гельмгольца з нелінійними граничними умовами. Для такого узагальненого випадку побудувати аналітичний розв'язок неможливо, а прямі числові алгоритми, що базуються на системах лінійних алгебраїчних рівнянь, є громіздкими та незручними. Більш того, наявність нелінійності в основному рівнянні або в граничних умовах, приводить до необхідності лінеаризації, що додатково ускладнює числовий алгоритм. Цих недоліків позбавлені ітераційні методи, яким надано перевагу в даній роботі.

Для порівняльного аналізу числових розв'язків двовимірного нелінійного рівняння Геймгольца з нелінійними граничними умовами було обрано три ітераційних метода – метод простої ітерації, метод Гауса-Зейделя та метод послідовної верхньої релаксації. Серед цих методів

найменшу швидкість збіжності має метод простої ітерації, який вважається еквівалентним явній схемі метода установлення. Стійкість методу простої ітерації також умовна, тому при створенні числового алгоритму було передбачено виконання достатньої умови збіжності для ітераційного процесу.

Більш досконалим виявився метод Гауса-Зельделя, яким, для збільшення швидкості збіжності, передбачається додатковий розрахунок значення невідомої функції на обраном ітераційному шарі.

Швидкість збіжності ітераційного процесу досягає свого найбільшого значення при застосування методу послідовної верхньої релаксації, який за допомогою введення спеціального параметру оптимізує метод Гауса-Зейделя. Значення цього параметру знаходиться в проміжку від 1 до 2 та залежить від спектру різницевого оператора.

Побудований числовий алгоритм було реалізовано на основі платформи **.NET** для ОС Windows. Для зручності користувача було створено віконне програмне забезпечення на основі мови програмування C# та **Windows Forms (.NET Framework)**. Вікно діалогу передбачає поля для введення необхідних коефіцієнтів та функцій для загального рівняння та граничних умов, поля для вибору геометричних показників та кроку розрахункової сітки, початкове наближення та значення точності. В програмі передбачена можливість виведення результатів числового розрахунку у вікні програми у вигляді графіка поверхні або у вигляді двовимірних параметричних графіків.

Верифікація числових результатів проводилась шляхом їх порівняння з аналітичним рішенням тестової однорідної одновимірної задачі.

ІМІТАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ХОСТИНГОВІЙ КОМПАНІЇ

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

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Системи масового обслуговування в наш час зустрічаються скрізь: в супермаркетах, call-центрах, державних організаціях, тощо. З точки зору бізнесу та взагалі галузевого ринку, дуже важливою є оптимізація робочих процесів цих систем для досягнення поставлених цілей та виходу компанії на перші позиції. Іноді оптимізацію системи масового обслуговування доречно провести використовуючи методику симуляції роботи цієї системи. Завдяки симуляції, роботу системи масового обслуговування можна роздивитися в пришвидшеному темпі та зробити висновки, щодо коректності та оптимальності її роботи.

Ми розглядаємо систему масового обслуговування в хостинговій компанії, яка має наступні характеристики: система включає в себе відділ технічної підтримки, системних інженерів, скарг, розробників, менеджерів; вхідний потік заявок клієнтів має пуассонівський розподіл, час обслуговування визначається експоненціальним законом; доступно від 5 до 10 працівників відділу технічної підтримки паралельно, для опрацювання черг інших відділів доступно від 2 до 10 одночасно працюючих співробітників; всі черги системи мають дисципліну «перший прийшов – перший обслуговується», а з початкової черги можуть формуватися черги до інших відділів; після опрацювання заявки іншим відділом, заявка повертається працівнику відділу технічної підтримки та потрапляє в його особисту чергу (особиста черга виникає, оскільки наступні заявки продовжують опрацьовуватися, якщо поточна потрапила в чергу іншого відділу); всі черги в системі необмежені, а вхідний потік клієнтів є нескінченним. Також використовується наступна схема роботи: при виникненні питань з роботи послуг компанії клієнти мають змогу

звернутися до служби технічної підтримки, заявки клієнтів потрапляють в чергу та опрацьовуються поступово, при цьому, деякі заявки можуть бути виконані відразу, а деякі можуть бути передані до іншого відділу.

Для моделювання системи масового обслуговування було розроблено програму за допомогою мови програмування С#. Програмна розробка дозволяє імітувати роботу системи масового обслуговування, а також виводити рекомендації по збільшенню кількості працівників, якщо заданий параметр «Дозволений час (сек.)», який описує максимальний дозволений час знаходження заявки в системі. В програмі також можна виводити функціональні характеристики системи.

При тестуванні програми і проведенні дослідження швидкість роботи системи було збільшено в 60 разів. Початкові дані включали в себе наступну кількість співробітників: 5 працівників служби технічної підтримки та по одному працівнику інших відділів. Було поставлено задачу: привести систему масового обслуговування в стан, при якому заявки будуть знаходитись в кожній черзі не більше ніж зазначено.

При візуальному спостереженні за чергами системи було зроблено висновок, що система переповнюється при зазначеній вище початковій кількості робітників. Це було підтверджено функціональними характеристиками системи. Програмою було дано рекомендацію по збільшенню кількості працівників різних відділів для досягнення поставленої мети. Фінальне тестування програми проводилося при наступній кількості працівників, яка була рекомендована програмою: 7 працівників служби технічної підтримки та по 3 працівники інших відділів. Дослідження системи з фінальними даними показало, що системи працює стабільно та не переповнюється. Оптимальність роботи системи також було підтверджено її функціональними характеристиками.

Отже, завдяки програмній розробці вдалося оптимізувати роботу системи масового обслуговування в хостинговій компанії.

ПРОЕКТУВАННЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Дзюба П.А, Тарасенко А.В. artemtarasenko997@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Проектування та розробка веб-додатків є актуальною задачею на сьогодні. Не зважаючи на існування великої кількості соціальних мереж та інших сайтів, які якимось замінюють чи дублюють їх функціонал, вони всі мають різну архітектуру і намагаються конкурувати між собою у швидкодії та легкості розробки.

Більшість сучасних сайтів використовують спільний шаблон розробки - MVC (Model-View-Controller). Який складається з трьох компонентів UI-BLL-DAL (User Interface - Business Logic Layer - Data Access Layer). Кожна з цих компонентів відповідає за певний функціонал в додатку та має чіткі інструкції спілкування з іншими компонентами. Перша - відповідальна лише за відображення інтерфейсу, вона може приймати дані, але не може змінювати чи відправляти, друга - компонента бізнесу, можна назвати її головною компонентою, вона повністю керує проектом, містить у собі всі поточні змінні та функції, може їх змінювати та вказувати іншим компонентам що їм робити. Третя компонента - компонента API, вона повністю відповідальна за обмін даними із сервером.

В результаті виконаної роботи були зроблені наступні висновки: для більшої чистоти коду та кращої загальної архітектури - треба спочатку повністю розробити компоненту бізнес логіки, оскільки вона являється головною і віддає команди іншим компонентам, якщо продумати її до найменших деталей, можна буде спрогнозувати на які частини можна розбити компоненту інтерфейсу, аби уникнути дублювання коду, що може значно пришвидшити розробку проекту та допомогти краще реалізувати обмін даними між компонентами, що допоможе виграти у швидкодії додатку. Також, готова компонента бізнес логіки допоможе нам правильно спроектувати запити на сервер, та використовувати меншу загальну кількість функцій на проекті, що значно пришвидшить роботу проекту.

КОНСТРУЮВАННЯ СППР ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ БАЙЄСА З ПРИХОВАНИМИ ВЕРШИНАМИ

Дмитренко А., Наконечна Т.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Теоретичним фундаментом роботи слугують мережі Байєса – один з інструментів інтелектуального аналізу даних, практичне застосування якого знаходить своє відображення у військовій справі, медицині, економіці, при обробці зображень, космічній справі та інших сферах життя.

У зв'язку з постійним збільшенням кількості інформації у багатьох сферах є проблема з задачами аналізу та обробки – через розмір даних працівники не встигають приймати рішення до моменту їх оновлення або отримання нових. Дуже часто у таких задачах доводиться стикатись з наявністю неповної та нечіткої інформації. Саме тому питання конструювання системи підтримки прийняття рішень для допомоги людині у різноманітних сферах її діяльності при роботі зі слабоструктурованими проблемами досі актуальне.

Для конструювання СППР було вирішено використовувати мережі Байєса через їх використання для моделювання предметних галузей, які характеризуються невизначеністю, що може бути обумовлена недостатнім розумінням предметної галузі, неповним знанням її стану у момент прийняття рішення, випадковим характером механізмів, які визначають поведінку цієї області, або комбінацією цих факторів.

Задля конструювання СППР необхідно виконати декілька кроків:

1. Серед існуючих методів побудови мереж Байєса обрати той, що передбачає наявність прихованих вершин.
2. Розробити методику відшукування параметрів мереж з прихованими вершинами.

3. Розробити архітектуру та комп'ютерну реалізацію системи підтримки прийняття рішень, яка виконує аналіз даних з використанням мереж Байєса, зокрема при наявності прихованих вершин.

4. Протестувати розроблену систему на еталонних мережах задля визначення точності розробленої методики.

На базі розробленої методики відшукування параметрів мереж з прихованими вершинами з використанням ЕМ-алгоритму була розроблена система підтримки прийняття рішень, яка задовольняє основні характеристики СППР, та її комп'ютерна реалізація на мові програмування Python.

Список використаних джерел

1. Згуровский М. З. Методы построения байесовских сетей на основе оценочных функций /М.З. Згуровський // Кибернетика и системный анализ. – 2008. – No 2. – С. 81-88.
2. Friedman N. Learning belief networks in the presence of missing values and hidden variables / N. Friedman // Fourteenth International Conference on Machine Learning (ICML 1997), Nashville, Tennessee, USA, July 8-12, 1997. – SF.: Morgan Kaufmann, 1997. – P. 125-133.
3. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський. – К.: Видавнича група BVH, 2004. – 544 с.
4. Бидюк П. И. Построение и методы обучения байесовских сетей/ П.И. Бидюк // КНЦ НАНУ, 2004. – No 2. – с. 139-153.
5. Turban E. Decision support and expert systems: management support systems/ E. Turban. - N.J.: Prentice Hall, 1995. – 960 p.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА ОСНОВІ АПАРАТУ МЕРЕЖ БАЙЄСА

Дмитренко М., Наконечна Т.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Машини поступово замінюють людей. З цією фразою ми все частіше стикаємося з року в рік, бо кількість сфер життя, у котрі впроваджується штучний інтелект, невпинно зростає. Ще 15 років тому більшість людей не вірили у можливість керування автомобілем без втручання водія, а сьогодні на дорогах вже можна зустріти машини з автопілотом, який може здійснювати прискорення, гальмування і рульове управління. Сучасні комп'ютери вміють вирішувати завдання, на які вважалася спроможною тільки людина – ті, що потребують знань, стратегії та навіть творчого підходу. Робота на заводі, у сфері обслуговування, навіть адвокат-штучний інтелект вже реальність. Машини виграють у найкращих гравців у шахи та го. Але чи всюди машини пораноються краще за нас?

Розпізнавання образів – одна з тих задач, де штучний інтелект досі не в змозі перевершити людину. Живі істоти за роки еволюції навчилися досконало розв'язувати її. Розпізнавання почерку, друга у натовпі, мови, ми, завдяки знанням та досвіду, впізнаємо оточуючі нас об'єкти і за результатами пересуваємося та виконуємо певні дії. Деякі вчені стверджують, що людській зір є найбільш тонкою системою розпізнавання образів серед існуючих. Для аналогічних успіхів комп'ютер повинен розглядати та аналізувати об'єкти так, як це робимо ми. Проблема машинного зору є рядом складних задач. При відсутності у пристрої, що аналізує вхідні зображення, логічної моделі, яка дозволяє вирішувати проблему неоднозначності зображень, аналіз зорових сцен виявляється по суті неможливим. На сьогодні існує багато комерційних проектів, що розв'язують задачу розпізнавання образів, але жоден з них не може похвалитися ідеальними результатами.

При розв'язанні даної задачі у роботі були використані мережі Байєса через їхню можливість застосування для опису процесів та подій, які характеризуються наявністю невизначеностей. Незважаючи на відносну молодість апарату мереж, вже встигли зарекомендувати себе при розробці та аналізі машинних алгоритмів навчання.

Авторами було розглянуто питання розпізнавання образів. Проведено дослідження проблематики задачі, розглянуто існуючі методи її розв'язання та комерційні програми для цього, представлені теоретичні відомості про апарат байєсівських мереж, їх різновиди та процедуру навчання. Запропоновано методику розпізнавання символів на основі мереж Байєса. Побудовано наївний байєсівський класифікатор, наївну мережу Байєса зі зворотним формуванням імовірнісного висновку та динамічну мережу Байєса. На основі методики розроблена комп'ютерна програма.

Список використаних джерел

1. Хант Э. Искусственный интеллект / Э. Хант. – М.: Мир, 1978. – 558с.
2. Дж. Ту. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 412 с.
3. Заменят ли нас машины, и в чем мы незаменимы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bbc.com/russian/vert-fut-39291912>
4. Тулупьев А. Л. Байесовские сети: логико-вероятностной поход / А.Л. Тулупьев, С. И. Николенко, А.В. Сироткин. – СПб.: Наука, 2006. – 607 с.

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE SYSTEM FOR ENSEMBLE TIME SERIES FORECASTING

Dolhikh A., dolgi.nastya@gmail.com

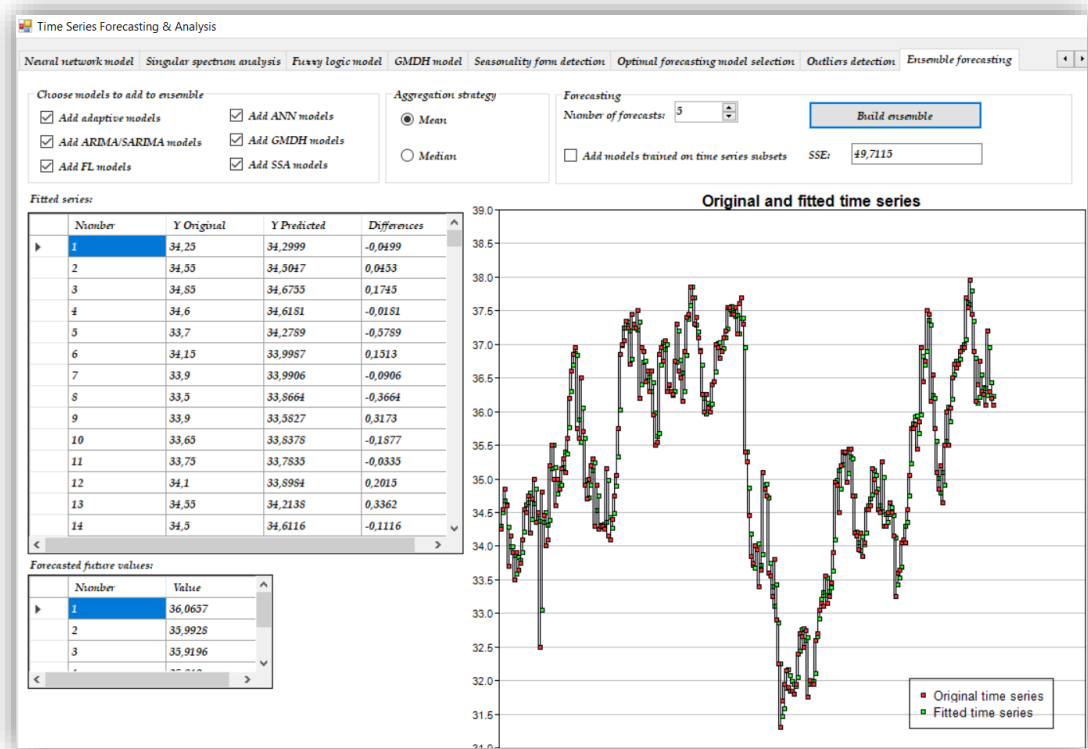
Baibuz O., olegbaybuz68@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University

Time series analysis is the field of research that covers various fields of science, technology and finance. The main task in this area is to obtain accurate forecasts of future data through the analysis of the past records. Improving data mining algorithms allows to solve problems of predictive analytics in more efficient ways. Nowadays, ensembles of forecasting models are one of the most promising areas of research, especially in the tasks where predictive accuracy is more important than the ability to interpret the model.

Despite the growing popularity of ensemble forecasting methods, the number of software packages containing their easy-to-use implementation is limited. Therefore, the aim of the current study is to develop the software package for ensemble forecasting of time series and to perform the comparative analysis of the effectiveness of the proposed ensemble forecasting model and individual forecasting models.

To develop software system the .NET framework and the C # programming language have been used. When working with ensemble forecasting methods, the important task is to provide the sufficient variety of forecasting models. For this purpose, forecasting models from different classes have been implemented, namely: adaptive models, ARIMA models, group method of data handling, SSA model, fuzzy logic models and neural networks. By default, all the above models are added to the ensemble, but at the request of the user, this set can be changed using the program interface (pic. 1).



Pic. 1. The user interface of the developed software system

Also, when building models, their initial parameters change programmatically that can leads the number of models increase. So it is important to provide the effective use of computer resources for training and evaluation the models. To solve this problem, parallel computing tools have been used, namely the TPL library. After training the models, the best ones are selected by the method of multicriteria selection for further calculation of the ensemble forecast.

The software system has been applied to forecast time series representing the stock prices of international companies in the period from 2017 to 2018. The learning sequence consists of 250 elements, the forecasting horizon equals 5. The accuracy of the predictions obtained by the forecasting ensemble has been compared to the accuracy of the predictions received by the individual models according to the *MSE* value. The application of the ensemble method has been established to increase the accuracy of forecasts in 77.5% of time series that were analyzed.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ РІВНЯННЯМ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

Дикий Я.І., Зайцев В.Г., dikiy.yaroslav.dp@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В даний час проблеми розвитку системи вищої освіти набувають глобального значення. У багатьох роботах відзначається, що ця складна система є відкритою, нелінійною та переживає етап нестійкого розвитку. Відзначимо, що сама модель макрорівня системи освіти пов'язує такі характеристики розвитку країни, як демографічний показник, рівень розвитку галузей народного господарства і рівень освіти в країні. В роботі [1], була запропонована м'яка математична модель, побудована на основі вербальної моделі [2].

Відзначимо, що в формулюванні моделі використовується п'ять параметрів, які і є параметрами порядку макромоделі. У цій моделі умови розвитку народу пов'язані з умовами реформування системи освіти. У п'яти нерівностях системи представлені принципи побудови всієї дидактичної системи вищої освіти: визначають суть вимог до змісту навчання, віковий склад учнів, висловлюють принцип безперервної освіти, саморозвитку, формалізують виховну сферу.

Наступний ієрархічний рівень моделює якість освіти на виході конкретного вузу. В роботі [3] показано, що тут має місце фрактальне відношення, а саме, показник якості діяльності ВНЗ такий же, як показник якості навчання групи. Математична модель в цьому випадку представляє собою логічне рівняння.

Моделлю нульового рівня є модель, що описує відносини «педагог - той, якого навчають». Це дидактична модель навчання, її аналіз, представлений в [4] дає підставу стверджувати, що основою процесу навчання є пам'ять учня. Це модель, що описується диференціальним рівнянням з запізнюванням виду

$$\frac{dx(t)}{dt} + Kx(t - \tau) = b(t), \quad (1)$$

де x - кількісна характеристика засвоєної в процесі навчання інформації, $b(t)$ - кількісна характеристика потоку вхідної інформації, K - індивідуальний коефіцієнт сприйняття інформації, τ - індивідуальний час запізнювання в сприйнятті інформації.

Для вирішення цього рівняння із запізненням, необхідно задати так звану «початкову функцію» $\varphi(t)$ для інтервалів часу $t_0 \leq t \leq t_0$. Функція $\varphi(t)$ є параметром порядку даної моделі і характеризує пам'ять системи, накопичену до початку моменту навчання в ланці запізнювання. Аналіз математичної моделі дозволяє зробити ряд висновків дидактичного характеру щодо темпу навчання, тривалості дистанційного уроку, успішності його засвоєння: все залежить від індивідуальних властивостей учня, яке кількісно оцінюється системним показником якості навчання «коефіцієнтом навченості» L : $L = K\tau$. Значення параметра $L = 0,4-1$ по всій видимості, є характеристикою «середнього» учня.

В роботі розглянута модель, яка є наступним наближенням до реального процесу навчання. Тут враховується нелінійний характер зміни коефіцієнта сприйняття K від обсягу накопичуваних в процесі навчання знань. У цьому випадку модель представляється у вигляді рівняння (2)

$$\frac{dx}{dt} + \frac{1}{\tau} \ln \ln [a + x^2(t - \tau)c]x(t - \tau) = b(t). \quad (2)$$

Досліджуються рішення рівняння (2), які різноманітні. Результатом є можливість отримання рішення у вигляді динамічного хаосу, який виникає в замкнутій системі.

1. Капиця С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г Синергетика та прогнози майбутнього. – М.Ж Наука, 1997.
2. Панарин А.С. Християнський фундаменталізм проти риночного тероризму // Наш сучасник. 2003. № 1-2.
3. Солодова Е.А. Перспективні синергетическіе моделі в педагогіці. Синергетика Труды семинара Том 5. Москва-Іжевск: ИКС, 2003. С. 21-38.
4. Солодова Е.А., Антонов Ю.П. Немарковські моделі навчання . Синергетика Труды семинара Том 7. М.: МИФИ, 2004. С.123-135.

КОМПОНУВАННЯ КЛАСТЕРІВ 3D-ОБ'ЄКТІВ**Дубинський В., Романова Т., Панкратов О.**volodymyr.dubinskyi@gmail.com, tarom27@yahoo.com,pankratov2001@yahoo.com*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

У задачах компонування множина об'єктів повинна бути повністю розміщена в контейнер з певними обмеженнями. Останні, як правило, стосуються неперекриття між об'єктами, а також між об'єктами та межею контейнера [1]. Також можуть бути накладені додаткові обмеження, такі як балансування та розподіл ваги (weight balancing and distribution), сумісність та штабелювання (compatibility and stacking), обмеження навантаження та розвантаження (loading and unloading restrictions), зони заборони (prohibited zones).

Оптимальна компоновка спрямована на оптимізацію певних критеріїв, наприклад, мінімізуючи невикористаний простір контейнера, або максимізуючи кількість об'єктів, розміщених у контейнері. Також можна оптимізувати показник щільності, розміщуючи предмети якомога ближче (найщільніша упаковка) або, навпаки, як найдалі (найрідша упаковка). Задачі 3D упаковки традиційно є важливими в логістиці [2]. Сучасні програми включають також проектування порошкоподібних та гранульованих матеріалів, молекулярні та нанотехнології, 3D-друк [3, 4].

У багатьох задачах об'єкти повинні бути згруповані особливим чином при розміщенні у контейнері, щоб утворити кілька кластерів об'єктів, що не перетинаються. Кластери зазвичай формуються на основі подібності об'єктів, де подібність розглядається в дуже широкому сенсі. Об'єкти в кластері можуть мати подібні форми або фізичні властивості, їх слід обробляти разом (будучи частинами одного транспортного засобу, або мають однаковий пункт призначення).

У даному дослідженні передбачається, що перелік об'єктів, що розміщуються в кластері, апріорі відомий і фіксований. Форма кластеру визначається як опукла оболонка об'єктів в кластері. Об'єкти не перетинаються, і форма опуклої оболонки кластера змінна і залежить від розташування об'єктів. Передбачається, що контейнер фіксований, тоді як певна відстань між кластерами повинна бути максимально збільшена. Це відповідає "розрідженому" розміщенню кластерів і мотивовано необхідністю більшого простору між кластерами для полегшення, наприклад їх завантаження / вивантаження з контейнера. Основними внесками дослідження є такі: побудова засобів математичного моделювання для аналітичного опису умов розміщення 3D кластерів із застосуванням методу ϕ -функцій [5]; розробка математичної моделі та методу розв'язання оптимальної компоновки 3D кластерів у контейнері, що має форму кубоїда.

- [1] Wäscher, G., Haußner, H., Schumann, H. An improved typology of cutting and packing problems, *Eur. J. Oper. Res.*, 2007, 183(3):1109–1130.
- [2] Zhao, X, Bennell, JA, Bektaş, T, Dowsland, K. A comparative review of 3D container loading algorithms. *International Transactions in Operational Research* 2016, 23 (1-2), 287–320.
- [3] Gimenez-Palacios, I., Alonso, M.T., Alvarez-Valdes, R., Parreño F. Logistic constraints in container loading problems: the impact of complete shipment conditions. *TOP* 2020. <https://doi.org/10.1007/s11750-020-00577-8>
- [4] Araújo, L. J. P.; Özcan, E.; Atkin, J. A. D.; Baumer, M. Analysis of irregular three-dimensional packing problems in additive manufacturing: a new taxonomy and dataset. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(18), 5920–5934.
- [5] Chernov, N.; Stoyan, Y.; Romanova, T. Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. *Computational Geometry*, 2010, 43(5), 535–553.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВТОРЮВАНИХ ПАТЕРНІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ НА БАЗІ КОНТЕКСТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБМЕЖЕНОГО ПОРЯДКУ

Єфремов С.М., stanislav.m.yefremov@gmail.com,

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,

Біличенко М.Ю., nickbilich97@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задача полягає у створенні системи для розпізнавання на зображенні образів, що формують повторювальний патерн (вікна будинку, елементи декору тощо) та подальшої класифікації даних. Необхідно розпізнати та зберегти у базі даних наступні критерії: тип образу (вікно тощо), позиція та границі образу на зображенні, тип патерну (до якого належить образ).

Для виконання цієї задачі виникає необхідність у побудові системи на основі алгоритму штучного інтелекту, що має властивість самонавчання, оскільки висока точність вихідних даних є необхідним фактором для подальшого моделювання об'єкту або сцени. Наступним кроком є визначення повторюваних патернів на зображенні та відповідна класифікація розпізнаних образів на зображенні.

Створена система для розпізнавання повторюваних патернів на зображеннях. Розроблена система надає можливість обробки зображень будинків для подальшого покращення моделі об'єкту чи сцени у відповідному програмному забезпеченні для три-вимірного моделювання, надаючи можливість використання вже створених елементів (вікон, декору тощо) декілька разів замість створення кожного елементу індивідуально. Таким чином зменшується час, необхідний для створення об'єкту чи сцени та розмір файлу проекту. Система розроблена на мові програмування Javascript у середовищі Node.js, тому відкрита для потенційних налаштувань і покращень, оскільки середовище є досить гнучким у плані структури проекту.

МОДЕЛЮВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ АНТИКАФЕ МЕТОДАМИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,

Рябуха Р. Д., romarmas050@gmail.com,

Фридман О.Д., afridman@i.ua,

*Щербина О.А., sapfirias14@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

**Національний університет «Запорізька політехніка»*

Інформаційні ресурси є основою для успішного ведення бізнесу та підвищення його ефективності. Інформатизація економіки є центральним соціально-економічним процесом у розвинених країнах. Вивчення стану малого підприємництва в Україні показує, що його розвиток відбувається в досить несприятливих та часто змінюваних умовах. Тому ефективне впровадження інформаційних технологій для створення вдалої маркетингової стратегії, стає одним з важливих факторів успішного економічного розвитку та конкурентоспроможності підприємства [1].

Антикафе – тип громадських закладів соціальної спрямованості. Відвідувачі зобов'язані сплатити тільки час перебування, наприклад, щохвилини або по годинах (їжа та напої можуть бути безкоштовними або продаватися, але купувати їх необов'язково) і мають більшою мірою свободи, ніж в класичних кафе або ресторані. Основними функціями подібних закладів є робоча (аналог коворкінгу), розвиваюча (як місце проведення тренінгів та майстер-класів), розважальна (багато антикафе роблять акцент на настільних і відеоіграх) і творча (можливість самореалізації, наприклад, в рамках музичних або поетичних вечорів). Такий формат вперше було спробовано у 2003 році у американському Солт-Лейк-Ситі. У 2013 році почалося масштабне відкриття антикафе і поширення їх по світу - Чехія, Словаччина, Франція, Німеччина, Фінляндія, Великобританія США, Канада.

Об'єктом дослідження є саме Антикафе. Інколи, існуючі програмні продукти, навіть, досить популярні, не стають вдалими для створення

оптимальних умов праці та аналізу. Створено інформаційну модель виробництва та обслуговування у Антикафе сучасними програмними засобами [2]. Відтворено у вигляді інформаційної моделі процес обслуговування, здійснено розрахунок кількості працівників, визначено стратегію розвитку закладу. Для цього розроблено модулі інформаційної системи для отримання основних відомостей, використовуючи сучасні фреймворки.

За допомогою ERD здійснюється деталізацію даних проектованої системи, а також продемонстровано сутності системи і способи їх взаємодії, включаючи ідентифікацію об'єктів, важливих для предметної області, властивостей цих об'єктів та їх відносин з іншими об'єктами. Для розробки програмного продукту було обрано мову C++, базу даних - Ms Access на якій розроблена база даних програми, а також механізм взаємодії інтерфейсної частини з базою даних (мова структурованих запитів SQL). Тестування програми показало її працездатність та відповідність поставленому завданню. Розроблено інструкцію користувача для установки програми та запуску. Проведено економічні розрахунки витрат та прибутків від впровадження розробки, терміни окупності та визначено її комерційний потенціал.

Список використаних джерел

1. Ринково-орієнтоване управління інноваційним розвитком: монографія / за ред. д.е.н., професора С.М. Ілляшенка. – Харків: ТОВ «Діса плюс», 2015. – 448 с.
2. Юрківська Л.Й. Можливості програмних продуктів комп'ютеризації економічного аналізу маркетингової діяльності підприємств / Л.Й. Юрківська // Міжнародний збірник наукових праць. Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу. – 2010. – Випуск 3 (18). – С. 409-412.

АНАЛІЗ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ВЛАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,
Лисиця Н.М., lisitsa_natalya1971@ukr.net,
Стольний О. С., stolny1998@gmail.com,
*Шишканова Г.А., shyann@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
**Національний університет «Запорізька політехніка»*

Результатом переходу суспільства в електронну еру є тотальна інформатизація господарської діяльності, зокрема удосконалення електронно-інформаційного забезпечення системи управління підприємством. Маркетингові заходи надають змогу правильно організувати власну діяльність та досягати значних успіхів у просуванні продукції на відповідному ринку. Стратегія маркетингу власного підприємства являє собою довгостроковий план дій, що спрямований на досягнення цілей власників підприємства з одночасною орієнтацією на потенційних споживачів продукції, посередників та постачальників. Розробка маркетингової стратегії є основним інструментом захисту власних бізнес-інтересів в умовах зростаючій конкуренції та нестабільному зовнішньому середовищі.

Огляд сучасних вітчизняних та зарубіжних досліджень демонструє, що суттєво зросла зацікавленість питаннями комп'ютеризації функціонування маркетингу. Необхідно зауважити, що недостатньо високий рівень автоматизації аналітичної роботи з огляду на вимоги ефективного управління підприємством в умовах ринкової економіки значно погіршує становище, особливо малих підприємств. Недостатня кількість нових аналітичних розробок в сфері аналізу маркетингової стратегії, які, з одного боку, враховують специфіку функціонування власного підприємства, а з іншого – є максимально адекватними для можливості організації аналітичної роботи в комп'ютерному середовищі. Створення електронно-

інформаційної системи для побудови вдалої оптимальної моделі математичної моделі функціонування власного підприємств та забезпечення необхідних процесів його діяльності, дозволяє суттєво підвищити ефективність його функціонування. Важливим компонентом успішного створення інформаційної системи є вдалий вибір програмного забезпечення. Інколи, існуючі програмні продукти, навіть, досить популярні, не стають вдалими на конкретних підприємствах.

Для створення оптимальних умов праці, контролю та аналізу продаж малого підприємства удосконалено раніш розроблене програмне забезпечення – «Міні-бар». Його системна частина автоматизує зберігання даних по товарам, обробку даних та інформації на підприємстві, облік та відстеження надходжень, внесення змін в базу, оновлення даних в базі та в додатках. Частини, що мають менеджерські функції, написані для операційної системи Android – це частина, яка контролює життєвий цикл товару, та клієнтська частина, яка дає можливість увійти в систему як адміністратор або користувач, переглянути, змінити або додати інформацію про продукт, фільтрувати по імені, оновленню, кількості; сканувати штрих код товару, додати новий продукт та його штрих код і т. п.

Основна причина вибору певної IDE залежить від мови програмування і цільової платформи. В даному випадку використовується мова C#, для якого є найбільш придатною MS Visual Studio. У цій версії IDE можна створювати програмне забезпечення не тільки під комп'ютери з операційною системою MS Windows, але і для мобільних пристроїв з такими системами як iOS і Android. Основою платформи є загальномовне середовище виконання Common Language Runtime (CLR), яка підходить для різних мов програмування. На даний момент додаток повністю реалізований на цій платформі, справно працює та активно застосовується на підприємстві.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ В ПАКЕТІ ANSYS

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net, Шмельов І. І.,
shmel.ivan@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розвиток техніки поставив проблему контактної взаємодії в ряд актуальних завдань сучасної механіки деформованого твердого тіла. Одним з найбільш ефективних методів розрахунку таких задач слід вважати метод скінченних елементів. Ідея методу полягає в апроксимації суцільного середовища з нескінченним числом ступенів свободи сукупністю простих елементів, що мають кінцеве число ступенів свободи і пов'язаних між собою в вузлових точках.

Розглянуто задачу про тиснення на однорідний та ізотропний пружний півпростір жорсткого плоского штампа, обмеженого гладкою поверхнею, який спочатку торкається півпростору вздовж замкненої плоскої лінії Γ . Пружний півпростір заповнює всю частину півпростору з одного боку площини Ox_1x_2 . На площині Ox_1x_2 було задано двозв'язну область Ω , обмежену замкненими лініями Γ_1 і Γ_2 , яка містить точки, розташовані після деформації на зміщеній поверхні основи штампа. Штмп притиснений по всій поверхні стискання

Розв'язання контактної задачі за допомогою програми чисельного скінченно-елементного методу аналізу ANSYS [1-3] включало наступні основні кроки:

1. створено скінченно-елементна сіткова модель;
2. встановлено контактні пари;
3. задано цільову і контактну поверхні;
4. визначено необхідні константи контактних елементів і опції контакту;
5. накладено граничні умови (сили, закріплення);

6. задано параметри навантаження і рішення;
7. виконано розв'язання задачі;
8. проведено аналіз результатів.

Було створено геометричну модель у ANSYS Workbench. Для цього використано модуль Geometry, який дозволив викликати додаток Design Modeler. Потім зроблена просторова дискретизація розрахункової області, яка відповідає вихідній геометричній моделі. Після побудови сітки, завдання контактних пар, властивості матеріалів, граничні і початкові умови задачі, вибрано методи розрахунку, налаштуват і задана необхідну точність розрахунку:

Задача розв'язувалась осесиметричній постановці (Axisymmetric). Для використання умови симетрії геометрична модель повинна бути розсічена площиною симетрії. Здійснювався контроль над процесом вирішення. Відбувалося спостереження за ходом розв'язання, його відповідністю критеріям збіжності. На екран видаються додаткові параметри, що дозволяють оцінити проміжні результати рішення, тощо.

Отримно розподіл тиску під штампом у різних перерізах та заглиблення штампу. Побудовані графіки розподілу тиску. Побудовані лінії розподілу рівного тиску. Надано порівняння з тестовими задачами.

Список використаних джерел

1. Официальный сайт компании ANSYS Inc. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ansys.com/> . Заголовок з екрана.
2. Аппаратная поддержка проектирования в ANSYS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ko.com.ua/apparatnaya_podderzhka_proektirovaniya_v_ansys_51004. Заголовок з екрана.
3. Ускорение ANSYS на графических процессорах Tesla [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nvidia.ru/object/tesla-ansysaccelerations-ru.html>. Заголовок з екрана.

АНАЛІЗ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Зінченко А.І., samoilienko.asia@gmail.com

Дзюба П.А., avatarr@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Щороку у світі інфекційні хвороби реєструються більш ніж у 2 млрд. людей. У 16 з 51 млн. людей, які щорічно помирають у світі, вони є причиною смерті. Особливо від інфекцій страждають діти. Серед приблизно 10 млн. щорічно помираючих дітей у більш ніж половині випадків винні інфекції. Саме тому проблема моделювання та прогнозування глобальних епідеміологічних процесів (показників розповсюдження та смертності) у світі та в Україні є надзвичайно актуальною.

Пізнання причинно-наслідкових зв'язків дає змогу розкрити сутність динаміки протікання інфекційних захворювань та надає об'єктивну оцінку досягнутим результатам моделювання, які можна застосувати для прогнозування тенденцій розвитку процесів у майбутньому. У зв'язку з цим виникає потреба використання різноманітних методів для аналітичного представлення та обробки медичної статистики. Так, методи адаптивного, регресійного моделювання та прогнозування епідеміологічної статистики на сьогодні є надзвичайно важливими, адже вони цілком і повністю підходять для урахування динаміки протікання епідеміологічних процесів.

Для кращого розуміння інформації у роботі виконаний огляд науки епідеміології, сформовані основні завдання та проведена класифікація її процесів. Також розглянутий епідеміологічний аналіз і методика побудови, а також наведений список матеріалів, необхідних для його проведення.

Детально розглянуті методи адаптивного прогнозування часових наборів даних: експоненційного згладжування, Хольта, Брауна, Бокса-

Дженкінса, Тейла-Вейджа, сезонної моделі Вінтерса з лінійним ростом, подібних траєкторій, а також модель множинної регресії. Крім того, розглядаються основні принципи регресійного аналізу, загальні теоретичні відомості аналітичних методів виявлення степенів зв'язку між змінними на основі кореляційних функцій, описані методи найменших квадратів та рекурсивний МНК, представлено методику побудови ARMAX моделі. В другому розділі також наведені основні статистичні показники та критерії, що використовуються при оцінюванні різними методами прогнозування.

Розглядаються основні принципи проектування та види підтримок систем підтримки прийняття рішень, наведена структура СППР для аналізу, моделювання та прогнозування економетричних та медичних даних.

Використовувались наступні статистичні критерії: коефіцієнт детермінації, середньоквадратична похибка для навчальної вибірки, інформаційний критерій Акайке, статистика Дарбіна-Уотсона та середньоквадратична похибка для прогнозової вибірки. В результаті отримано набір найкращих моделей, які використовувались для прогнозування динаміки протікання процесу ВІЛ/СНІД на 2020 та 2025 рр.

В роботі були запропоновані методи адаптивного прогнозування (Тейла-Вейджа, Брауна, Хольта, Вінтерса, Бокса-Дженкінса, експоненційного згладжування), подібних траєкторій і множинної регресії. Програмна реалізація методів виконана в середовищі Delphi. Для порівняння отриманих результатів було виконано прогнозування методами регресійного аналізу – в Eviews 5.0.

Розроблена система підтримки прийняття рішень, що прогнозує показники захворюваності ВІЛ/СНІД і туберкульоз. Зроблено порівняння з регресійними моделями (АР, АРКС, АРІКС та трендів 1-го і 2-го порядків). Проведений аналіз отриманих результатів. Первинними даними для прогнозування виступили статистичні показники кількості хворих пацієнтів в період 2015 по 2020 рр..

ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОЛОГІЇ SCRUM

Золотько К.Є., zolt66@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Методологія розробки програмного забезпечення Scrum є досить розповсюдженою гнучкою методологією, яка призначена для швидкого створення програмного продукту. При цьому важливу роль відіграють жорстко задані етапи розробки. Досить короткі відрізки роботи (sprint), на які поділяється весь процес створення програмного забезпечення, вимагають широкого використання засобів автоматизації для отримання швидкого та якісного результату.

Однак не всі процеси можуть бути відносно швидко та якісно комп'ютеризовані. До процесів scrum, що важко піддаються автоматизації можна віднести процеси проведення коротких зустрічей (meeting) та тестування результатів розробки. Перше пов'язано з необхідністю враховувати психологічні аспекти таких зустрічей. Тому комп'ютеризація цього процесу пов'язана з впровадженням експертних систем та чат-ботів, що дозволяють скоротити час підготовки, проведення та підвищити ефективність таких зборів.

Програмні продукти демонструють стійку тенденцію до зростання і ускладнення. Це природно : продукти розвиваються, в них з'являються нові функції і можливості. Але при цьому зростає також складність самих продуктів, взаємозв'язків їх компонентів і підсистем, інтеграція з іншими додатками. Все це створює значну ймовірність виникнення дефектів в програмному забезпеченні.

Тому, зараз тестування є неодмінною умовою успішного функціонування як для гігантів індустрії таких як Google, Microsoft, IBM чи Oracle, так і для розробників програмного забезпечення "під замовлення".

Тестування програмного забезпечення складається з різних випробувань, через які повинен пройти програмний продукт і включає різні види діяльності, пов'язані з контролем його якості. Функції тестування можуть включати перевірку програмного забезпечення на відповідність набору вимог (верифікація) і перевірки того, що програмне забезпечення задовольняє цілям, що перед ним було визначено (валідація).

Інструменти *управління тестуванням* забезпечують:

- Підтримку керування виконанням тестів і процесами тестування.
- Засоби для трасування тестів, результатів тестування та звітів про інциденти із вхідною документацією, такою як специфікація вимог, запис результатів тестування та генерація звітів.
- Кількісний аналіз (метрики), пов'язані з тестами (наприклад-виконані тести і успішні тести) і тестовим об'єктам (наприклад - виявлені відмови системи), для того, щоб дати інформацію про тестові об'єкти і для того, щоб контролювати і поліпшувати процес.

Тестування не є самостійною активністю. Воно має своє визначене місце у моделі життєвого циклу розробки продукту і саме ця модель має найбільший вплив на те, як процес тестування буде організовано. Від моделі залежить що і коли повинно бути перевірено. Об'єм регресійного тестування, визначає які техніки тестування буде використано та багато іншого. Крім того, складність автоматизації процесу тестування пов'язана з психологічними особливостями розробників та недостатньою формалізацією процедур отримання рішення. На теперішній час деякі аспекти цих проблем можуть бути вирішені за допомогою патернів проектування та експертних систем.

СТЕГANOГPAФІЯ В СУЧАСНІЙ КІБЕРБЕЗПЕЦІ

Золотько К.Є., Щолоков І.О., elijlers@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У зв'язку з активним розвитком обчислювальної техніки в даний час все більше використовуються засоби комп'ютерної стеганографії. Тепер повідомлення вбудовують в цифрові сигнали, які мають аналогову природу, а саме в вихідну інформацію, яку зрозуміє людина, такі як зображення, відео, аудіо.

Потрібність в стеганографії пояснюється декількома факторами: по-перше, в деяких країнах світу існують обмеження щодо використання засобів криптографічного захисту. По-друге, з'явилася проблема захисту прав власності на цифрову інформацію.

В даний час можна виділити три тісно пов'язаних між собою і мають одне коріння напрями докладання стеганографії: приховування даних (повідомлень), цифрові водяні знаки і заголовки.

Приховування даних пред'являє певні вимоги до розміру контейнера. Він повинен бути в кілька разів більше розміру впроваджуваних даних. Отже, виникають складнощі з вибором контейнера, адже в більшості випадків обсяг вбудованого повідомлення великий.

Цифрові водяні знаки застосовуються для захисту авторських прав на цифрові зображення, фотографії або інші оцифровані твори мистецтва. Основні вимоги - надійність і стійкість до спотворень. Для вбудовування водних знаків використовуються більш складні методи, ніж для вбудовування заголовків або просто повідомлень, незважаючи на невеликий обсяг вбудованої інформації.

“Цифровий водяний знак - технологія, створена для захисту авторських прав мультимедійних файлів.

Невидимі ЦВЗ впроваджуються в цифрові дані таким чином, що користувачеві важко виявити додану мітку, якщо він не знайомий з її

форматом. Наприклад, якщо водяний знак потрібно нанести на графічне зображення, то дана процедура може бути зроблена за допомогою зміни яскравості певних точок. Якщо модифікація яскравості незначна, то при перегляді малюнка людина, швидше за все, не помітить слідів штучного перетворення. Особливо добре ця техніка працює в разі, коли водяний знак наноситься на неоднорідні області - наприклад, на ділянку фотографії, де зображена трава.”



ПРО ОДИН ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ДРОБОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Івохін Є.В., ivohin@univ.kiev.ua, Аджубей Л.Т., adzhubey@ukr.net,

Науменко Ю.О., yura.was.here@gmail.com.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Актуальні проблеми формалізації та дослідження розвитку в часі процесів інформаційного розповсюдження та впливу на соціум є одними з найбільш важливих, що потребують використання принципово нового інструментарію, який мав би дозволити адекватно відображати стан динамічної складової процесу розповсюдження інформації.

Пропонується підхід для моделювання інформаційних процесів проникнення на основі використання фундаментальних особливостей дробового аналізу та побудови гібридних моделей, в якому дробовий аналіз використаний для цілей дослідження часових рядів експериментальних даних моніторингу рівнів розповсюдження інформації у соціальних групах з урахуванням дифузного характеру процесів інформаційного проникнення.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Позначимо через $u(x,t)$, $0 \leq u(x,t) \leq 1$, $t \geq 0$, функцію рівня розповсюдження інформації в межах частини x , $0 \leq x \leq 1$, групи населення, величина якої не перевищує наперед заданого значення A .

Рівняння дифузійного розповсюдження інформації в соціальному середовищі, якому притаманні фрактальні властивості, може бути записано в термінах дробової похідної Герасимова-Капуто порядку α , $0 < \alpha < 1$,

$$D_{0t}^{\alpha} u(x,t) = -k(t) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де $D_{0t}^{\alpha} f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dz} \int_0^z \frac{f(s)}{(z-s)^{\alpha}} ds$, $D_{0t}^0 f(t) = f'(t)$, $\Gamma(v) = \int_0^{\infty} s^{v-1} e^{-s} ds$

- гамма-функція.

Для моделювання зміни рівня (концентрації) інформації в групі припускаємо, що цей процес аналогічний процесу проникнення (міграції) деякої речовини протягом конкретного часового інтервалу $t \in [0, T]$ з заданою початковою умовою $u(x, 0) = 0, 0 \leq x \leq 1$, та крайовими умовами для $u(0, t)$, $u(1, t)$ або їх похідних, $t \in [0, T]$, а $k(t)$ – коефіцієнт, що характеризує швидкість проникнення інформації.

Врахуємо, що склад групи формується з 3-х підгруп по відношенню до сприйняття інформації. Позначимо частку населення, сприйнятливого до впливу інформації, через $y_1(t)$, частку тих, що у даний момент часу вже знаходяться під впливом інформації, – $y_2(t)$, а частку байдужих до інформаційного впливу – $y_3(t)$. Тоді за допомогою моделі поширення інформації вигляду Бейлі

$$\begin{aligned}\dot{y}_1(t) &= -y_1(t)y_2(t), \\ \dot{y}_2(t) &= y_1(t)y_2(t) - y_2(t), \\ \dot{y}_3(t) &= y_2(t),\end{aligned}\tag{2}$$

с початковими умовами $y_1(0) = 1; y_2(0) = 0; y_3(0) = 0$.

При таких припущеннях отримуємо гібридну модель процесу інформаційного розповсюдження, в якому максимальне граничне значення частини населення, що відчуває вплив інформації, x_Γ , $0 \leq x_\Gamma(t) \leq 1$, буде залежати від часу, тобто маємо $0 \leq x \leq x_\Gamma(t)$, $x_\Gamma(t) = y_1(t) + y_2(t)$, де $y_1(t)$, $y_2(t)$ – компоненти розв'язку системи (2).

Отримано розв'язок гібридної моделі (1)-(2) для $\alpha = 0.5$ у вигляді

$$u(x, t) = \int_0^x X(\xi) d\xi + at^\alpha,\tag{3}$$

за умови припущення, що коефіцієнт проникнення інформації $k(t)$ та параметр $a(t)$ пропорційні швидкості зміни частини населення, яке сприйнятливо до впливу зовнішньої інформації.

ПОГЛИБЛЕНЕ ВИВЧЕННЯ КОМБІНАТОРНИХ ПРОБЛЕМ**Капітанець Я.О.**, yarynakapitanets@gmail.com**Василюк А.С.**, Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua*Національний університет «Львівська політехніка»*

Сучасні дослідження машинного навчання свідчать про те, що сучасні методи, засновані на глибинному навчанні, суперечать старомодним методам штучного інтелекту. Глибинне навчання виявилось дуже потужним інструментом для вилучення функцій у різних сферах, таких як комп'ютерний зір, навчання підкріплення, оптимальний контроль, обробка природної мови тощо. На жаль, глибинне навчання має ахіллесову п'яту-той факт, що воно не може вирішувати проблеми, що вимагають комбінаторного узагальнення. Прикладом є навчання прогнозуванню найшвидших маршрутів на Картах Google на основі введення карти у вигляді зображення, екземпляра найкоротшого маршруту. Існує безліч таких проблем, як (Min, Max), Cut, Min-Cost Perfect Matching, Traveling Salesman, Graph Matching тощо.

Але, якщо такі комбінаторні проблеми потрібно вирішувати окремо, ми маємо дивовижний набір інструментів для вирішення, починаючи від ефективних реалізацій алгоритмів С і закінчуючи більш загальними інструментами МІР (змішане ціле число), такими як Gurobi. Проблеми, з якими стикаються інструменти для вирішення, полягають у поданні вхідного простору, оскільки ці інструменти потребують чітко визначеного, структурованого введення.

Ми думаємо про комбінаторні розв'язувачі з точки зору відображення між неперервним входом (наприклад, вагами ребер графа) та дискретним результатом (наприклад, найкоротший шлях, вибрані ребра графа), визначений як

$$\omega \rightarrow y(\omega)$$

Розв'язувач мінімізує якусь функцію витрат $c(\omega, y)$, наприклад, довжину шляху. Більш конкретно, вирішувач вирішує таку задачу оптимізації:

$$y(\omega) = \arg \min_{y \in Y} c(\omega, y)$$

А тепер, уявіть, що ω - це результат роботи нейронної мережі, тобто це якесь уявлення, про яке ми дізнаємось. Інтуїтивно, що означає це ω ? ω служить для визначення екземпляру комбінаторної задачі. Як приклад, ω може бути певним вектором, який визначає вагові значення графіка. У цьому випадку вирішувач може вирішити проблему найкоротшого шляху або подорожуючого, або будь-яку проблему, яку ми хочемо вирішити, за вказаних граничних витрат. Ми хочемо досягти правильної специфікації задачі через ω .

Список використаних джерел

1. Vlastelica, Marin, et al. "Differentiation of Blackbox Combinatorial Solvers" arXiv preprint arXiv:1912.02175 (2019). (<http://bit.ly/35IowfE>)
2. Rolínek, Michal, et al. "Optimizing Rank-based Metrics with Blackbox Differentiation." arXiv preprint arXiv:1912.03500 (2019). (<http://bit.ly/35EXIMN>)

ПОБУДОВА СКОРІНГОВИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ БАНКУ

Карабанов К.С. kirarito.kira@gmail.com, **Наконечна Т.В.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Досліджуючи проблеми економічного сектору, геополітичного та правового середовища, розвитку технологічного аспекту банківського устрою та доступності банківських коштів для більшості населення, можемо виділити проблему кредитного ризику як одну з найактуальніших.

Через постійний фінансовий ризик в умовах підвищеної мінливості у фінансових та економічних відносинах у нашій країні, підприємницька діяльність пов'язана з великим шансом опинитися банкрутом. Тому, підприємці та банки стикаються з неможливістю бути впевненими в результаті успіху кредитних відносин.

Підсумовуючи, можна зробити висновок щодо важливості задачі дослідження суті кредитного ризику, тому слід окремо розглядати управління, причини та регулювання кредитних ризиків.

Метою роботи є дослідження кредитних ризиків на сучасному етапі; розробка власних методів аналізу та прогнозування кредитних ризиків, які виникають в повсякденній роботі українських банків, а також порівняння різних моделей оцінки кредитного ризику. Відповідно до поставленої мети, основними завданнями було створення програмного забезпечення різних абстракції для комплексної оцінки позичальника, порівняння результатів різних підходів моделювання, вивчення та корегування даних для нейронної мережі.

Об'єктом дослідження є статистичні дані виданих банківських кредитів, які підлягають обробці на наявність помилкових значень, шуму, а також кореляції між атрибутами, необхідними для побудови скорингових моделей.

У ході роботи розглянуто 2 моделі побудови скорингових моделей:

1. Статистична модель (Метод Монте-Карло);
2. Модель на основі нейронної мережі (behavioral-scoring).

Перевага методу Монте-Карло – можливість проведення аналізу й оцінки різних «сценаріїв» реалізації кредитної політики та обліку різних факторів ризику в рамках єдиного підходу [1].

Розглянута модель нейронної мережі є альтернативою найпопулярнішої моделі на основі систем логістичної регресії. Така модель може бути використана на усіх стадіях життєвого циклу кредиту. Також її варіації можуть бути використані в завданнях управління проблемними кредитами (collection-scoring) та на стадії маркетингу (response-scoring) [2].

Автором створено програмне забезпечення мовою програмування ES9 із застосуванням клієнтського додатку React.js та пакетом для роботи із нейронною мережею ConvNetJS. Крім того, було проведено дослідження оптимальної початкової вибірки для нейронної мережі, проаналізовано оптимальність навчання мережі.

Згідно з результатами дослідження, було з'ясовано, що отримані прогнозовані значення можливих втрат наближені до реальних по даному портфелю боржників, відхилення є незначним.

Під час аналізу отриманих результатів було проведено порівняння двох скорингових моделей оцінки кредитного ризику банку, виявлені їх недоліки та переваги.

Список використаних джерел

1. Методичні підходи до оцінки якості кредитного портфеля банку / Ю. С. Тисячна // Проблеми економіки. - 2014. - № 1. - С. 278-283.
2. Sorokin S., Sorokin A. Use neural network models in behavioral scoring. Journal of Applied Informatics, 2015, vol. 10, no. 2 (56), pp. 92–109.

КОНТЕНТ-АНАЛІЗ

**Карпов І.А., karpovilya5@gmail.com, Антоненко С.В.,
szemlyanaya@gmail.com, Машенко Л.В., lvmas@email.dp.ua**
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Контент-аналіз – якісно-кількісний метод вивчення документів, який характеризується об’єктивністю висновків і строгістю процедури та полягає у квантифікаційній (кількісне вираження якісних ознак) обробці тексту з подальшою інтерпретацією результатів. Контент-аналіз може використовуватися як основний метод дослідження (наприклад, контент-аналіз тексту при дослідженні політичної спрямованості газети), в поєднанні з іншими методами (наприклад, в дослідженні ефективності функціонування засобів масової інформації), допоміжний або контрольний (наприклад, при класифікації відповідей на відкриті запитання анкет).

Виділяють два основних типи контент-аналізу: кількісний та якісний. Якщо кількісний аналіз націлений на виявлення частоти окремих тем, слів або символів, що містяться у тексті, то якісний аналіз пов’язаний з фіксуванням нетривіальних висловлювань, мовних інтонацій з розумінням цінності змісту повідомлення.

Основна задача контент-аналізу – класифікація/віднесення об’єктів бази даних до категорій, які були попередньо створені. Тут завдання класифікації полягає у класичному розпізнаванні об’єктів, які треба віднести до того чи іншого класу і системі класифікації.

Основна сфера застосування – групування документів на Web-сайтах; розміщення документів по окремих папках, сортування окремих електронних листів на скриньці, тощо.

Контент-аналіз був використаний для аналізу джерел, присвячених аналізу даних гідромоніторингу.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ COVID-19 У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кісельова О.М., kiseleva47@ukr.net, Падалко В.Г., Кузенков О.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Відповідно до протокольного доручення Голови надзвичайної протиепідемічної комісії при Дніпропетровській обласній державній адміністрації та Дніпропетровській обласній раді від 08.07.2020р. було здійснено математичне моделювання динаміки розповсюдження COVID-19 у Дніпропетровській області.

Була розроблена математична модель розповсюдження COVID-19 у Дніпропетровській області представлена у наступному вигляді:

$$\begin{cases} \dot{V}_i = -\alpha_i \cdot V_i + (1 - \beta_i) \cdot (I_i + C_i) + \sum_{j=1, j \neq i}^n (1 - \alpha_j - G_{ij}) \cdot \varphi_{ij} \\ \dot{I}_i = \alpha_i \cdot V_i - \beta_i \cdot I_i + \gamma_i \cdot c_i + \sum_{j=1, j \neq i}^n (\alpha_j + G_{ij}) \cdot \varphi_{ij} \\ \dot{P}_i = \beta_i (I_i + C_i) \end{cases} \quad (1)$$

де $i = \overline{1..n}$;

V_i - кількість здорових мешканців i -го територіального сектору;

I_i - кількість інфікованих пацієнтів i -го територіального сектору;

P_i - кількість померлих від COVID-19 в i -му територіальному секторі;

N_i - загальна кількість інфікованих за весь період дослідження в i -му територіальному секторі;

n_i - загальна кількість мешканців в i -му територіальному секторі;

D - загальна кількість тижнів дослідження;

d_i - загальна кількість померлих від COVID-19 в i -му територіальному секторі;

c_i - загальна кількість персоналу (медичного та допоміжного) задіяного в обслуговуванні інфікованих пацієнтів в i -му територіальному секторі;

C_i - кількість інфікованого персоналу (медичного та допоміжного) який був задіяний в обслуговуванні інфікованих пацієнтів який був задіяний в обслуговуванні інфікованих пацієнтів в i -му територіальному секторі;

φ_{ij} - пасажиропоток, що прибуває в сектор i за прийнятий часовий інтервал (тиждень) з сектора j ;

m_{ij} - середня кількість рейсів з сектора j в сектор i за прийнятий часовий інтервал (тиждень);

s_{ij} - середня площа транспортних засобів, що застосовуються для здійснення перевезень з сектора j в сектор i .

n - кількість секторів, що на який була поділена при дослідженні Дніпропетровська область.

Допоміжні параметри $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, G_{ij}, S_{ij}$ пропонується розраховувати наступними наступним чином:

$$\alpha_i = \frac{N_i}{n_i \cdot D}; \beta_i = \frac{d_i}{n_i \cdot D}; \gamma_i = \frac{C_i}{c_i \cdot D}; G_{ij} = \frac{1}{S_{ij} + \frac{1}{1-\alpha_j}}; S_{ij} = \frac{m_{ij} \cdot s_{ij}}{\varphi_{ij}} \quad (2)$$

Ідентифікація параметрів була виконана на основі даних отриманих з таких джерел: головне управління статистики у Дніпропетровській області, Дніпропетровський обласний лабораторний центр, Дніпропетровська обласна державна адміністрація, Міністерство охорони здоров'я України, Міжнародна організація охорони здоров'я та експертна думка лікарів-епідеміологів (Шостакович-Корецька Л.Р., Степанський Д.О.).

За результатами чисельного розрахунку було побудовано шість прогнозів (від 22.07, 29.07, 05.08, 12.08, 19.08 та 06.10). Кожен з прогнозів був побудований на термін 90 діб. У наступній таблиці наведено інформацію про похибку моделювання кожного з шести прогнозів.

№ з/п	Дата побудови прогнозу	Термін моделювання	Похибка
1	22 липня 2020р.	1 тиждень	0,0%
2	29 липня 2020р.	1 тиждень	5,(45)%
3	05 серпня 2020р.	1 тиждень	8,6%
4	12 серпня 2020р.	1 тиждень	7,0%
5	19 серпня 2020р.	1 місяць (вересень)	3,8%
6	06 листопада 2020р.	1 місяць (жовтень)	4,5%

ПРО МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РІЗНИХ ТИПІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Джежело М.В. olgmp@ua.fm
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Математична постановка транспортної задачі пов'язана з визначенням такого плану перевезення вантажу від постачальників до споживачів, щоб загальні транспортні витрати були найменшими за умов, що мають бути задоволені потреби споживачів. Можливості кожного постачальника, а також потреби кожного споживача вважаються відомими.

У математичній моделі класичної скінченновимірної транспортної задачі кількість постачальників є скінченною [1].

Необхідність в розгляданні нескінченновимірних транспортних задач виникає тоді, коли споживачів «дуже багато», і формулювання транспортної задачі як дискретної математичної моделі стає недоцільною через труднощі, пов'язані з розв'язанням задач надмірно великої розмірності. Існують також транспортні задачі, у яких множина, що розбивається на підмножини, вже від самого початку континуальна за своєю структурою. Математичну модель нескінченновимірної транспортної задачі, яка є частинним випадком нескінченновимірної задачі розміщення, сформульовано в [2].

Однак, транспортні задачі суттєво ускладнюються в умовах невизначеності, зокрема, коли ряд їх параметрів є нечіткими, неточними, або є недостовірним математичний опис деяких залежностей в моделі. Такі моделі відносять до нечітких задач математичного програмування, для їх розв'язання потрібна розробка спеціальних підходів і методів [3].

Список використаних джерел

1. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. М.: Наука, 1969. 382 с.
2. Киселева Е.М. Шор Н.З. Становлення та розвиток теорії оптимального розбиття множин. Теоретичні і практичні застосування. Дніпро : Ліра, 2018. 532 с.
3. Кісельова О.М., Притоманова О.М., Журавель С.В., Шаравара В.В. Розв'язання однієї нескінченновимірної задачі location-allocation із нечіткими параметрами. *Питання прикладної математики і математичного моделювання*, 2018. Вип. 18. С. 99-109.

ПРО НЕЙРОНЕЧІТКИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ЗАХВОРЮВАНЬ НА COVID-19

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Падалко В.Г. olgmp@ua.fm
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Прогнози, які побудовані на основі застосування математичних методів та моделей, поділяють на казуальні й неказуальні. Найпоширенішими серед неказуальних моделей є моделі часових рядів [1], в основі яких лежить перенесення минулих і теперішніх закономірностей, зв'язків і співвідношень на майбутнє. Приклади такого прогнозування є у багатьох вітчизняних та зарубіжних публікаціях. Але ці методи добре працюють, якщо система, яка породжує даний часовий ряд, лінійна або піддається формалізованому опису [2].

Останнім часом запропоновано нові підходи до побудування нелінійних моделей, які пов'язані з застосуванням теорії нечітких множин і нейронних мереж [3, 4]. Синтез двох принципово різних математичних конструкцій нейронних мереж і нечіткої логіки є основою нейронечітких технологій. Ефективність нейронечіткого підходу особливо виявляється тоді, коли процеси є досить складними для аналізу за допомогою класичних кількісних методів, або коли вихідна інформація якісна, неточна або не повністю визначена.

У роботі застосовано нейронечіткі технології до розробки короткострокового прогнозу кількості випадків захворюваності на Covid-19. Побудована нейронечітка модель прогнозу ґрунтується на поданні вхідної статистичної інформації щодо динаміки кількості зареєстрованих випадків захворюваності на Covid-19 у вигляді нечіткої продукційної бази знань. У базі знань також подано експертно-лінгвістичну інформацію стосовно закономірностей в існуючих даних.

Алгоритм побудови нейронечіткої моделі прогнозування складається з двох етапів: 1) формування нечіткої бази знань про об'єкт і побудова на її основі нечіткої моделі об'єкта з кількома входами і одним виходом, яка

грубо відтворює залежність виходу від входів за допомогою лінгвістичних правил «ЯКЩО-ТО», що генеруються з експериментальних даних; 2) настройка (оптимізація) параметрів нечіткої моделі: пошук таких параметрів нечіткої моделі, які мінімізують відхилення модельних значень від експериментальних.

З метою реалізації розробленого алгоритму побудови нейронечіткої моделі прогнозу створено пакет програм у середовищі Visual Studio 2019 мовою C++, у якому автоматизовано найбільш трудомістка операція по генерації правил для бази знань, також є можливість вносити зміни у згенеровані правила.

За допомогою пакету програмної реалізації алгоритму побудови та настройки нейронечіткої моделі проведено обчислювальні експерименти, які виявили, що модель дозволяє одержувати якісний прогноз у разі невеликих (порівняно із статистичними моделями) експериментальних вибірок. При збільшенні кількості входних точок збільшується кількість правил у базі знань. В той же час, при збільшенні кількості входних точок поліпшується якість прогнозу, а при збільшенні кількості правил у базі знань поліпшується якість настройки.

Перевагою побудованої моделі є можливість короткострокового прогнозу в умовах нечіткої як кількісної, так і якісної інформації за відносно малими експериментальними вибірками.

Список використаних джерел

1. Box G.E., Jenkins G.M., Reinsel G.C. Time Series Analysis: Forecasting And Control. WILEY. 2008.
2. Springer Handbook of Computational Intelligence / Kacprzyk J., Pedrycz W. (eds.). Springer, 2015. — 1633 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43505-2>
3. Nie J. Nonlinear time series forecasting: A fuzzy neural approach. Neurocomputing. – 1999. – 16. N1. – P. 63-76.
4. Blyuss O.,..., Kiseleva E., Prytomanova O., Cnogorac-Jurcevic T. Development of PancRISK, a urine biomarker-based risk score for stratified screening of pancreatic cancer patients. *British Journal of Cancer*. 2020. Vol. 122(6). P. 692–696.

ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ НЕЧІТКОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ІЗ ВІДШУКАННЯМ ЦЕНТРІВ ПІДМНОЖИН

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С., alexsergeev@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У роботі розглядається нечітка неперервна задача оптимального розбиття з n -вимірною евклідовою простору E_n із відшукуванням центрів підмножин [1]: знайти пару $(\mu_*(x), \tau_*) \in \Gamma \times \Omega^N$, $x \in \Omega$, таку що:

$$I(\mu(x), \tau) = \int_{\Omega} \sum_{i=1}^N (\mu_i(x))^m (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) dx \rightarrow \min_{(\mu(x), \tau) \in \Gamma \times \Omega^N},$$

де $\Gamma = \{\mu(x) = (\mu_1(x), \dots, \mu_i(x), \dots, \mu_N(x)) : \sum_{i=1}^N \mu_i(x) = 1, x \in \Omega,$

$0 \leq \mu_i(x) \leq 1, x \in \Omega, i = 1, \dots, N\}, \tau = (\tau_1, \dots, \tau_N) \in \underbrace{\Omega \times \dots \times \Omega}_N = \Omega^N.$

Робота [2] містить опис методу та алгоритму розв'язання наведеної задачі. Застосовуючи класичний підхід функціоналу Лагранжа та вводячи поняття сідлової точки на множині $\{\Gamma \times \Omega^N\} \times L_{\Omega}^2$, можна перейти до наступної задачі оптимізації:

$$\min_{\substack{0 \leq \mu_i(x) \leq 1 \\ i=1, \dots, N}} h(\{\mu(\cdot), \tau\}, \psi_0(\cdot)) = - \int_{\Omega} \psi_0(x) dx + \int_{\Omega} \sum_{i=1}^N \min_{\substack{0 \leq \mu_i(x) \leq 1 \\ i=1, \dots, N}} (\psi_0(x) + (c(x, \tau_i) + a_i) \mu_i(x) \rho(x)) dx.$$

$\mu(\cdot) \in \Gamma$, $\tau \in \Omega^N$, $\psi_0(x) \in L_{\Omega}^2$, $\psi_0(x)$ - дійсна функція, яка визначена на Ω зі значеннями у гільбертовому просторі L_{Ω}^2 .

Модельна задача. Нехай $\Omega = [0; 1] \times [0; 1]; N = 3; \rho(x) \equiv 1, \forall x \in \Omega;$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2) \in \Omega \times \Omega; c(x, \tau_i) = \sqrt{\left(x_1 - \tau_i^{(1)}\right)^2 + \left(x_2 - \tau_i^{(2)}\right)^2}.$$

Для розв'язання задачі на множині Ω задається сітка 100×100 , точність розрахунків 10^{-3} , початкові наближення координат центрів $\tau_i \equiv 0, i = \overline{1, N}$. При зображенні оптимального розбиття використовується поняття «ступінь недовіри» (CH) - мінімальне значення функції належності деякої нечіткої

множини, при якому вважається, що дана точка належить до даної множини.

На рис. 1 зображено отримані розбиття.

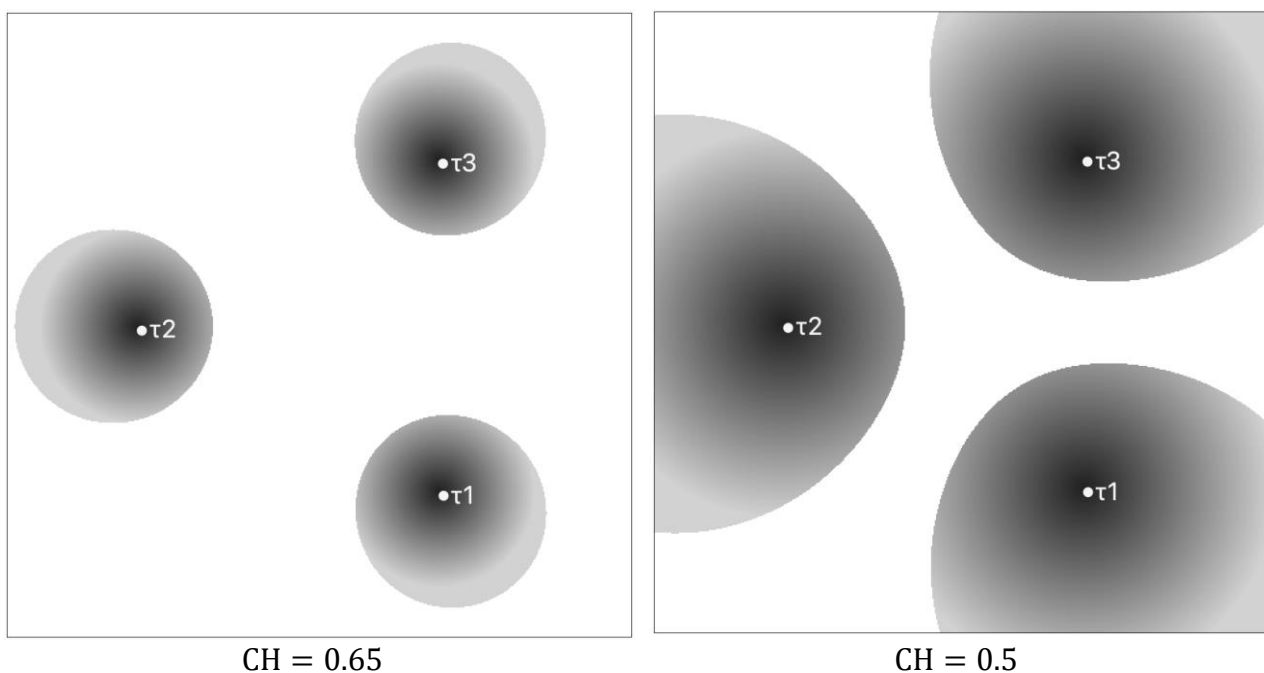


Рисунок 1. Отримані оптимальні розбиття множини Ω для модельної задачі

У результаті роботи алгоритму за 502 ітерації отримано значення функціоналу $I^* = 0.23561$. Отримані координати центрів підмножин наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Координати центрів підмножин

Центр	x_1	x_2
τ_1	0.69069	0.76511
τ_2	0.20807	0.50084
τ_3	0.68972	0.23356

Список використаних джерел

1. Кісельова О.М. Становлення та розвиток теорії оптимального розбиття множин. Теоретичні і практичні застосування: монографія. Д.: Ліра, 2018. 532 с.
2. Kiseleva E., Prytomanova O. An algorithm for solving fuzzy optimal partitioning of set problem with location of centers of the subsets. Znanstvena misel journal. Slovenia., 2020. - № 40. – Vol. 1. – P. 19-26.

ON THE OPTIMAL RESOURCES ALLOCATION PROBLEMS DURING THE EPIDEMIC

Kiseleva E.M.*, kiseleva47@ukr.net,

Stroieva V.O. **, vikastroeva@ukr.net,

Stroieva H.V.*, stroeva_anna@ukr.net,

Kosenko A.R.**, k_angelika@icloud.com

* *Oles Honchar Dnipro National University*

** *Dniprovsky State Technical University*

In today's global human problem – the COVID-19 pandemic, the optimal resources allocation problem is urgent. Such resources include material, energy, labor, technical, information, financial and others. In turn, resources of each type can be divided into classes. Namely, raw materials can be divided by raw materials types, labor can be divided by professions and qualifications of employees, technical can by technical characteristics, and financial can by sources of funding.

The presented problem is devoted to the study of the optimal distribution of resources that correspond to the medical, financial and technical provision of the certain area population.

It is necessary to divide the set of consumers Ω , representing the population of a certain territory into supply zones with Ω_i^j N supply centers separately for each of the j -th types of resources (medical, financial and technical) so that

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i^j = \Omega, j = 1, \dots, M, \text{mes}(\Omega_i^j \cap \Omega_k^j) = 0, i \neq k, i, k = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M.$$

It is necessary to minimize the total cost of resources involved:

$$F(\{\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M\}) = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\mu_i^j \varphi_i^j(Y_i^j) + \iint_{\Omega_i^j} c^j(x, \tau_i) \rho^j(x, y) dx dy \right],$$

where $\rho^j(x, y)$ is the density with which the demand for the j -th type of resources is distributed in the region Ω , (x, y) – coordinates of the consumer's location, $\tau_1, \dots, \tau_N$ – possible accommodation points of the centers of territorial provision of the population (CTPP), $c^j((x, y), \tau_i)$ – distance from consumer to i -th CTPP, μ_i^j

– i -th CTPP potential on the j -th type of services, $\varphi_i^j(Y_i^j)$ – dependence of conditional value i -th CTPP from consumer demand the j -th type of resources, where $Y_i^j = \iint_{\Omega_i^j} \rho^j(x, y) dx dy$ – the power of the i -th CTPP the j -th type of resources.

At the same time, the capacity of the i -th CTPP for all types of resources is determined by the total demand of consumers, which belong to Ω_i^j and should not exceed the existing volumes of resources, defined by the relevant restrictions:

$$\sum_{j=1}^M \int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx = b_i, i = 1, \dots, p, \sum_{j=1}^M \int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx \leq b_i, i = p + 1, \dots, N.$$

At the same time the conditions for solving the problem are met:

$$S = \int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) dx \leq \sum_{i=1}^N b_i, \quad 0 \leq b_i \leq S, i = 1, \dots, N$$

The presented problem is a nonlinear continuous multiproduct problem of optimal set division $\Omega \in E^n$ on subsets that do not intersect $\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M$ with fixed coordinates of the centers of these subsets with constraints in the form of equalities and inequalities.

The numerical research of a number of model problems is carried out for the constructed mathematical model of the problem, based on the developed theoretically substantiated algorithms of the decision. The presented research results can serve as a useful tool in terms of effective optimal zoning of existing territorial centers, which are able to produce complexes of population during epidemics and meet the needs of consumers in the field of service at the optimal cost of resources. At the same time, if necessary, it is possible to simultaneously solve the problem of optimal placement of such centers.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ЕПІДЕМІЇ COVID-19 В УКРАЇНІ

Книш Л.І., Моїсеєнков Е.В., edmoiseenkov@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Серед великої кількості проблем, що стають перед людством у зв'язку з пандемії COVID-19, особливу роль відіграє можливість прогнозування її розповсюдження. Вірно складаний прогноз може значно мінімізувати негативні економічні та соціальні наслідки пандемії, відкриває шлях до своєчасних та добре організованих протиепідемічних заходів.

Прогноз розвитку будь-якої епідемії будується на основі математичних моделей, рівень детальності яких знаходиться в досить широкому діапазоні. Врахування в складних моделях великої кількості вхідних даних створює значні розрахункові труднощі, приводять до накопичення помилок та проблем з верифікацією. Часто спрощені моделі більше відповідають реальному процесу, дозволяють швидко оцінити його тенденції. Саме таку модель було створено.

В основу моделювання покладено той факт, що епідемії в світі розповсюджуються за нормальним розподілом (розподілом Гауса). Пошук коефіцієнтів функції густини ймовірності проводився шляхом вирівнювання даних та переходу до квадратичної функції. Дані по захворюванню в Україні вибирались з відкритих джерел з періодичністю 10 діб. Створений на мові JavaScript програмний модуль містить зручний інтерфейс користувача, в якому передбачена графічна візуалізація прогнозу.

Результати проведеного моделювання були порівняні з результатами прогнозу на основі дискретного логістичного рівняння Ферхюльста, що має інші вхідні дані. Крім кількості хворих у вибраний проміжок часу, в це рівняння входять коефіцієнт приросту населення та максимальне значення потенційно хворих осіб (чисельність мешканців регіону). Порівняння показало однакові тенденції прогнозів, а існуючі відхилення пояснюються некоректними статистичними даними для моделі Ферхюльста.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВНУТРІШНЬОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ САЙТУ В МОДЕЛІ SEO-ПРОСУВАННЯ

Кожушний В.В., crestfally@gmail.com, Гук Н.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В умовах конкуренції у Інтернет просторі найбільш ефективними є комплексні методи просування сайту з використанням технічних і маркетингових заходів. У зв'язку з постійним вдосконаленням алгоритмів ранжування пошукових систем змінюються і методики поліпшення структури сайту.

Із застосуванням методів SEO-оптимізації можна покращити позиції інтернет-магазину на ринку послуг завдяки збільшенню рівня змістовної ефективності. Існує прямий зв'язок між грамотною SEO-оптимізацією та зручністю користування ресурсом. Також, використання методів просування дозволяє автоматизувати контроль над станом сайту, робити автоматичну перевірку параметрів, здійснювати реінжинірінг та налаштування сторінок.

Просування сайту у мережі Інтернет починається з розробки семантичного ядра сайту, за допомогою якого визначається тематика, будується внутрішня структура. Грамотно побудоване ядро покращує ранжування ресурсу у пошукових системах та враховує потреби користувачів щодо пошуку необхідної інформації.

Семантичне ядро складається зі списку ключових слів, які відповідають тематиці сайту та за якими здійснюється пошук інформації, розташованої на сайті. Обов'язковим при складанні семантичного ядра є етап кластеризації пошукових запитів, під час виконання якого всі ключові слова поділяються на групи. Відокремленим групам ключових слів повинні відповідати певні сторінки сайту, тоді пошук необхідної інформації буде зручним для користувачів. Кластеризація семантики сайту складається з таких етапів: пошук ключових слів та складання вибірки для кластеризації,

формування критеріїв для оцінювання схожості об'єктів, кластеризація, аналіз отриманих результатів. Також необхідно здійснювати аналіз повноти визначення ключових слів за тематикою сайту та контроль якості підбору ключових слів.

Існує декілька видів кластеризації пошукових запитів, серед яких розрізняють кластеризацію за Top10 результатів пошукової видачі, кластеризацію за словоформами, кластеризацію «Питання-відповідь».

Найбільш популярною є кластеризація за Top10, яка підраховує кількість збіжних URL-адрес у Top10 пошуковій видачі та у запитах. Ключові слова з визначеною заздалегідь кількістю спільних адрес групуються у один кластер.

Кластеризацію за Top10 можна виконувати у режимах *soft*, *middle* та *hard*. Режим *soft* найчастіше застосовується до інформаційних порталів та інтернет-магазинів та передбачає вибір найбільш вагомого ключового слова, до якого добираються інші. Таким чином, всі ключові слова у кластері пов'язані з основним ключовим словом, але не обов'язково є пов'язаними одне з одним. Режим *middle* передбачає вибір ключового слова з найбільшою частотою, з яким інші слова порівнюються за кількістю спільних URL-адрес. Для об'єднання у кластер виконується порівняння ключових слів між собою. Якщо кількість URL-адрес, що перетинаються, сягає порогового значення, утворюється кластер. У режимі *hard* групування слів у кластер виконується тільки, коли URL-адреси з Top10 перетинаються у всіх запитах, та їх кількість сягає порогового значення. Ключові фрази відповідають одна одній, а URL-адреси у запитах, що співпадають, є аналогічними.

У роботі виконано порівняння результатів застосування зазначених режимів для сайту інтернет-магазину, ключові слова згруповано для створення структури сайту та для розташування контекстних об'єктів.

Виконані заходи стосовно налаштування семантичного ядра та оптимізації web-ресурсу призвели до покращення відвідуваності ресурсу.

АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ P2P СИСТЕМ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ

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

Жулай А.В., artem.zhulay@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглянута система відеоконференцій, методи створення таких систем, наведено аналіз їх складності та безпечності. Відеоконференція – неперервна, двостороння, відео/аудіо система, яка дозволяє двом або більше користувачам, що знаходяться в різних місцях, спілкуватися один з одним.

Існує два типи систем для реалізації відеоконференцзв'язків – централізована система відеоконференцій і оверлейна мережева система відеоконференцій. Існує три види оверлейних мереж: мережа Application Layer Multicast (ALM), Peer-To-Peer (P2P) і мережа розподілу контенту (Content Distribution Network, CDN).

P2P – надзвичайно популярний метод, який використовується для вирішення різноманітних задач: від обміну файлами до платіжних систем, таких як криптовалюта. В такій системі немає єдиного серверу – кожен користувач одночасно є і сервером, і приймачем даних. Головна перевага підходу P2P – масштабованість, оскільки кожний з вузлів такої системи є незалежною сутністю. Але, в той же час, для деяких задач це може бути недоліком, оскільки не можна бути впевненим на 100%, що кожен з вузлів буде мати достатньо швидкісне з'єднання з інтернетом чи достатньо потужну машину для обчислень операцій.

Дуже відомим P2P VoIP додатком є Skype. В такій системі відеопотоки спочатку розбиваються на пакети, потім відправляються до прилеглих вузлів, які вже поширюють їх серед інших користувачів, які приєднуються до відеоконференції.

Існуючі методи досягнення безпечності обміну даними неможливо застосувати до P2P мереж через їх динамічний характер і відсутності центральних об'єктів. Наприклад, без центральної сутності для

ідентифікації особистості зловмисники здатні створювати підроблені особистості чи спам-атаки через IP-телефонію, а також здатні порушити цілісність даних через відсутність криптографічної захищеності.

Враховавши всі ці недоліки, було створено власну систему відеоконференцій на основі P2P з використанням VoIP технології, невеликим централізованим сервером з криптографічним захистом для безпечної аутентифікації та ідентифікації користувачів.

Рисунок 1 демонструє схематичний вигляд загальної системи потокової передачі відео P2P-based. Вихідний вузол розбиває відеопотік на пакети та розподіляє ці пакети на початкові вузли в оверлеї. Далі відбувається обмін пакетами між вузлами відповідно до стратегії планування пакетів (push/pull).

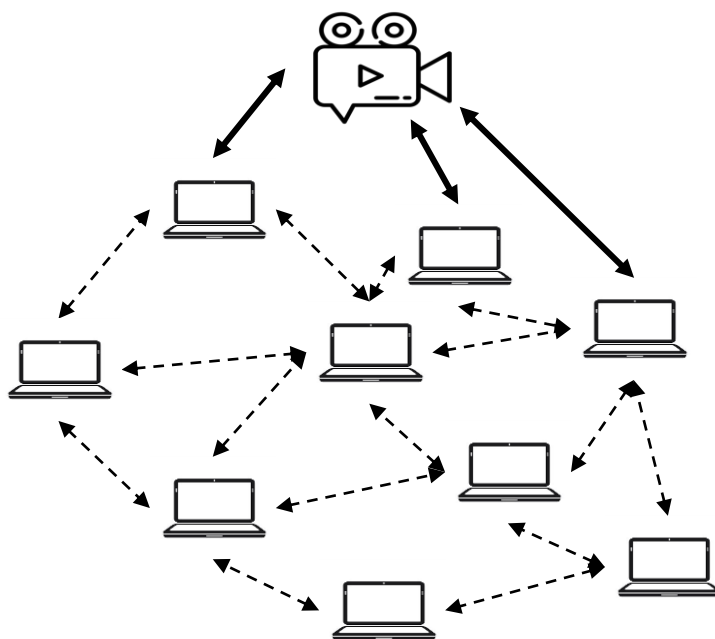


Рисунок 1 – Система потокової передачі відео в реальному часі

В системі створено підтримку інтеграції поштового сервера в побудовану систему. Було реалізовано обмін аудіо та відеоданими для можливості приєднуватися до відеоконференцій, чати для зручного спілкування та обміну файлами.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

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

Яковець В.І., vladyakovets@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задача комівояжера є прикладом для дослідження алгоритму мурашиної колонії, який являє собою математичну модель, що реалізує поведінку мурах у природі, їх можливість спілкуватися за допомогою феромонів та знаходити оптимальні відстані від гнізд до джерел їжі.

Всі ефективні (такі, що скорочують повний перебір) методи розв'язання задачі комівояжера – евристичні. Користуються популярністю так звані any-time алгоритми, тобто алгоритми, що поступово покращують деякий поточний наближений розв'язок. Задача комівояжера – NP-повна. Часто на ній проводять випробування нових підходів до евристичного скорочення повного перебору.

Мурашиний алгоритм – один з ефективних поліноміальних алгоритмів для знаходження наближених розв'язків задачі комівояжера, а також аналогічних завдань пошуку маршрутів на графах. Суть підходу полягає в аналізі та використанні моделі поведінки мурах, які шукають дороги від колонії до їжі. У основі алгоритму лежить поведінка мурашиної колонії – маркування вдалих доріг великою кількістю феромону. Роботу алгоритму починають з розміщення мурах у вершинах графа (містах), потім організовують їх рух. Напрямок визначають імовірнісним методом на підставі формули

$$P_i = \frac{l_i^q * f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q * f_k^p},$$

де P_i – ймовірність переходу за шляхом i ; l_i – довжина i -го переходу;

f_i – кількість феромонів на i -му переході; q – величина, яка визначає «жадібність» алгоритму; p – величина, що визначає стабільність алгоритму, $p + q = 1$.

Для оптимізації даного алгоритму обрано елітарну систему. Із загальної кількості мурах виділяли так звані «елітні» мурахі. За результатами кожної ітерації проводили посилення кращих маршрутів шляхом елітних мурах, на яких вони збільшують кількість феромону. Якщо кількість елітних мурах буде занадто великою, алгоритм може «застрягнути» в локальних екстремумах. Тому слід керувати кількістю феромонів, яку залишають елітні мурахі.

Наступна модифікація – система Max-Min. В цій варіації додаються граничні умови на кількість феромонів (τ_{max}, τ_{min}). Феромони відкладаються тільки на глобально найкращих шляхах, або на шляхах, що є найкращими на даній ітерації. Усі ребра ініціалізують значенням τ_{max} .

Також розглянули ортогональну колонію мурах (СОАС). Механізм відкладання феромонів СОАС дозволяє мурахам шукати розв'язки спільно та ефективно в досліджуваній області, маючи розширену здатність глобального пошуку та точність.

В рамках цієї роботи досліджено метод мурашиної колонії для розв'язання задачі комівояжера. Розроблено веб-додаток, в якому можна створювати графи, на яких тестували алгоритм. Цей додаток включає можливість параметризації – зміни параметрів алгоритму, таких як «жадібність» або «стабільність» алгоритму, розмір колонії, кількість ітерацій, кількість «елітних» мурах.

Ортогональний метод планування та адаптивний метод регулювання радіуса пошуку можуть бути також поширені на інші алгоритми оптимізації для отримання більш широких переваг у розв'язанні практичних задач.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ

Колєчкіна Л.М., ludapl@ukr.net, Двірна О.А., lenadvirna@gmail.com,

Кильник В. В., puet12vadim@gmail.com

*Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет
економіки і торгівлі»*

Розглянемо існуючі методи розв'язування комбінаторних задач. Для вирішення задач оптимізації на комбінаторних множинах використовують ітераційні методи і алгоритми, що базуються на не повному переборі варіантів. Також є підходи, засновані на розпізнаванні структури інформації, яка подається на вхід (евристичні).

До ітераційних методів та алгоритмів належать універсальні методи математичного програмування, а також спеціальні, що враховують специфіку, а саме методи лінійного, цілочислового, динамічного, нелінійного, квадратичного, стохастичного програмування, градієнтні методи, методи локального пошуку, методи гілок і меж, метод відсікання, послідовний аналіз варіантів, а також гібридні, генетичні алгоритми.

За складністю структури можна виділити: прості алгоритми; комбіновані алгоритми; метаевристики; гібридні етаевристики; гіперевристики. Комбіновані алгоритми утворюються шляхом послідовного застосування двох чи більше ітераційних алгоритмів з передаванням розв'язків від одного до іншого. У метаевристиках, здійснюється вкладення одного алгоритму в іншу стратегію.

Такі методи як метод найближчого сусіда, "жадібний" алгоритм, метод північно-західного кута, алгоритми розв'язання задач із штучного інтелекту, в яких використовуються поширення обмеження, базуються на розпізнаванні структури вхідних даних. Можна виявити таку залежність: відомі методи та алгоритми, які базуються на розпізнаванні структури вхідної інформації, є ефективніші в плані швидкодії, але обчислений

результат при цьому може бути сильно віддалений від оптимального. Щоб оцінити отриманий розв'язок проводиться аналіз вхідної інформації, а також розпізнається структура вхідної інформації.

Для розв'язання задач комбінаторної оптимізації (дискретної) використовують як точні методи, наприклад гілок і меж, так і наближені, такі як еволюційні алгоритми, методи локального пошуку. В основі методу гілок і меж лежить послідовне використання скінченності множини варіантів розв'язку задачі та заміна їхнього повного перебору частковим, так званим направленим перебором.

У роботі [2] запропоновано модифікований координатний метод, що належить до методів перебору. При його реалізації множина розбивається на підмножини, для яких проводиться загальний аналіз, що дозволяє отримати інформацію про необхідність більш детального розгляду множини чи її відсутність. Метод дозволяє скоротити кількість елементів, які необхідно розглянути для отримання розв'язку, є збіжним, скінченним, дає в результаті множину Парето-ефективних розв'язків. Може застосовуватися для багатокритеріальних комбінаторних задач.

Серед наближених методів комбінаторної оптимізації особливе місце займають методи локального пошуку, а саме метод вектору спаду, змінної глибини, спрямовуючого околу, звужуючих околів.

Отже, розглянуто різні групи методів розв'язування комбінаторних задач, зазначені їх особливості.

Список використаних джерел

1. Pardalos P.M. Handbook of combinatorial optimization / P.M. Pardalos, D-Z. Du, R.L.Graham. – New York: Springer, 2013. – 3409 p.
2. Koliechkina L.N. Modified Coordinate Method to Solve Multicriteria Optimization Problems on Combinatorial Configurations / L.N. Koliechkina, O. A. Dvirna, A.N. Nagornaya // Cybernetics and Systems Analysis V. 59, Issue 4, 2014. – P. 620–626.

ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ

Колєчкіна Л.М., ludapl@ukr.net, Двірня О.А., lenadvirna@gmail.com,

Ховбень С.В., hovben1996@gmail.com,

Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»

Існує безліч методів розв'язування екстремальних задач на комбінаторних конфігураціях [1-3]. Актуальним питанням в цьому аспекті є аналіз підходів, що базуються на теорії графів. Така теорія включає в себе дослідження властивостей різних класів задач, отримання оцінок трудомісткості алгоритмів, їх розробку та розв'язання і базується на властивостях комбінаторних конфігураціях [1, 3].

У загальному випадку задачу оптимізації подамо у наступному вигляді: задано функції $f_i : X \rightarrow \mathbb{R}^1, i \in J_n$, що є складовими критерію оптимальності $F(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x))$. Маємо задачу знаходження оптимального розв'язку:

$$F(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x)) \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

$$x \in D \subseteq X. \quad (2)$$

Задача (1)-(2) є задачею векторної евклідової комбінаторної оптимізації.

Нехай усі складові векторного критерію є лінійними функціями, тобто

$$f_i(x) = \langle c_{ij}, x_j \rangle, i \in J_n, j \in J_m, \quad (3)$$

а D виділяється з X за допомогою лінійних обмежень.

Тоді задача (1)-(2) набуває вигляду: за умови (3) знайти множину X^* оптимальних значень функцій

$$f_i(x) = \langle c_{ij}, x_j \rangle \rightarrow \text{extr}, i \in J_n, j \in J_m, \quad (4)$$

$$X^* \in E_{mk}(\tilde{A})$$

де D формується обмеженнями вигляду

$$\langle a_{ij}, x_j \rangle \leq b_i, i \in J_k, j \in J_m. \quad (5)$$

Задача (4), (5) буде векторною задачею евклідової комбінаторної оптимізації з додатковими лінійними обмеженнями [3].

Підхід до розв'язування задач векторної оптимізації на комбінаторних конфігураціях полягає в тому, що на першому кроці застосовується метод послідовних поступок для задач з багатьма критеріями. Опис наступного етапу безпосередньо залежить від специфіки задачі комбінаторної оптимізації, а саме від того, на яких комбінаторних конфігураціях розглядається задача. В даному випадку досить продуктивним є використання методів, що базуються на властивостях орієнтовного графу, зокрема – горизонтального методу. На цьому етапі алгоритм розв'язування екстремальних задач на комбінаторних конфігураціях зводиться до поступового поглиблення на графі, та до розбиття його на підграфи. При цьому завдяки введенню додаткових параметрів відбувається відкидання тих підграфів, які не задовольняють умови обмеження. Є доцільним та актуальним продовжити дослідження комбінаторних задач на конфігураціях розміщень з метою реалізації алгоритмів, котрі забезпечать максимальну продуктивність обчислень шляхом введення додаткових параметрів та їх аналізу.

Список використаних джерел

1. Pardalos P.M. Handbook of combinatorial optimization / P.M. Pardalos, D-Z. Du, R.L. Graham. – New York: Springer, 2013. – 3409 p.
2. Koliechkina L.N. Modified Coordinate Method to Solve Multicriteria Optimization Problems on Combinatorial Configurations / L.N. Koliechkina, O. A. Dvirna, A.N. Nagornaya // Cybernetics and Systems Analysis V. 59, Issue 4, 2014. – P. 620–626.
3. Колечкіна Л.М., Ховбень С.В. Порівняльний аналіз деяких методів комбінаторної оптимізації / Л.М. Колечкіна, С.В. Ховбень // Міжнародний науковий симпозіум «Інтелектуальні рішення». Теорія прийняття рішень. – 2019. – № 9. – С. 93 – 94.

ПАРАМЕТРИ СТАНУ ОКЕАНУ ТА ЇХ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ В МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ

Корочанський С.С., webzepter@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Дослідження та моніторинг хвильового руху рідини – одна з найбільш важливих і в той же час складних проблем сучасної гідродинаміки, потребує введення чітких параметрів, за допомогою яких величезний набір цифрових даних експериментального або чисельного походження стану океану можна було характеризувати інтегрально. Це дало б змогу порівнювати два стани океану та моделювати його подальшу поведінку, наприклад, для розрахунку дії океану на споруди, для прогнозування виникнення цунамі, тощо.

Як відомо, до таких параметрів слід віднести:

1. Розу вітрів
2. Діаграму спільного розподілу параметрів хвиль
3. Криву перевищення висти хвиль
4. Хвильовий спектр.

В даній роботі запропоновано метод визначення даних параметрів та їх імплементацію до математичної моделі руху збуреної рідини, який виникає під час різних фізичних дій на її поверхню, а також в результаті руху тіла в цій рідині та побудова програмного продукту, за допомогою якого здійснюється реалізація та дослідження запропонованої моделі, в залежності від різноманітних фізичних факторів.

В запропонованій математичній моделі використано найбільш точний метод розрахунку плоских потенційних течій – чисельний метод граничних інтегральних рівнянь. Для знаходження кожного параметра за допомогою кластерного аналізу створена відповідна обчислювальна процедура, при цьому необхідно використовувати дані по вітровим хвилям та прийняти припущення, що ймовірність перевищення може бути математично описана, наприклад, як функція розподілу Релея. Кластерний аналіз дозволяє виявити найбільш характерні стани океану та його хвилювання, що в подальшому дозволяє зосередити розрахунки на найбільш важливих випадках впливу хвиль на досліджувальні явища.

Проведено обчислювальний експеримент дослідження впливу хвильового руху рідини при різних початкових умовах та умовах руху тіла в рідині. Результати обчислювального експерименту порівнювалися з даними фізичних експериментів та показали добре їх узгодження.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕВИМІРЮВАНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕГНЕТОЕЛЕКТРИКА

Косенко Є.В., elkros355@gmail.com

Шевельова А.Є., shevelevaee@dnu.dp.ua

Дніпровський національний університет імені О. Гончара

Сегнетоелектрики – це матеріали, що мають одночасно як характеристики діелектриків, так і провідників. П'єзоелектричні матеріали знайшли застосування в радіоелектроніці, медичних інструментах, модуляторах лазерного випромінювання, вимірювальних приладах, побутових електричних приладах. Ефект поляризації в сегнетоелектричних плівках дає можливість створити енергонезалежні пристрої пам'яті, носіями інформації в яких є домени переполіаризації. Властивістю п'єзоелектриків є їхня здатність змінювати напрямок поляризації на протилежний, у результаті чого виникає струм перемикавання:

$$j(t) = -\frac{2P_{z10}^2(\xi_0 - \xi(t) - \tau\xi'(t))(1 - Z(t))}{\tau(P_{z2} - P_{z10} - P_{z10}\xi(t))} \quad (1)$$

де $\xi(t)$ – переполіаризація в момент часу t , $Z(t)$ – функція, що показує частину заповнення об'єму п'єзоелектрика переполіаризованими областями.

Ряд параметрів сегнетоелектриків не є безпосередньо вимірюваними.

Розв'язано задачу ідентифікації параметрів α, I як задачу умовної мінімізації

$$f(\alpha, I) = \sum_{k=0}^n (j(t) - j_*(t))^2 \rightarrow \min, \alpha \in [\alpha^-; \alpha^+], I \in [I^-; I^+] \quad (2)$$

де $j(t)$ – струм перемикавання, що відповідає значенням α, I , а $j_*(t)$ – відомі значення струму перемикавання в момент часу t . Функція (1) визначається через функції $y_0(t), y_1(t), y_2(t), y_3(t)$, які є розв'язками системи звичайних диференціальних рівнянь:

$$\frac{d}{dt}y(t) = \begin{cases} \varepsilon(0) - y_2(t)y_0(t)(P - 1 - y_0(t))/(1 - y_1(t)) + y_0(t)/\tau, \\ y_0(t)y_2(t), \\ y_0(t)y_3(t), \\ I\sqrt{y_0(t)}\exp(-\alpha/y_0(t)), \end{cases} \quad (3)$$

з початковими умовами:

$$y_0(0) = 10^{-10}, y_1(0) = 0, y_2(0) = 0, y_3(0) = 0, \quad (4)$$

де $P = P_{z2}/P_{z10}$, $\varepsilon(0) = \frac{\varepsilon_0}{\tau}$, $y_0(t) = \xi(t)$, $y_1(t) = Z(t)$, $y_2(t) = \xi'(t)$.

Задача (3)-(4) є задачею Коші з жорсткою системою звичайних диференціальних рівнянь. Для розв'язання задачі (3)-(4) був застосований неявний метод Ейлера.

Задача мінімізації (2) розв'язувалась методом штрафних функцій та методом покоординатного спуску.

Розрахунки проводилися для ідентифікації параметрів п'єзокристалів TGS при $\alpha \in [0.1, 0.3]$, $I \in [8 \cdot 10^{30}, 12 \cdot 10^{30}]$. На рис. 1 наведено графік функцій y_0 . Побудовано поверхню цільової функції (рис. 2).

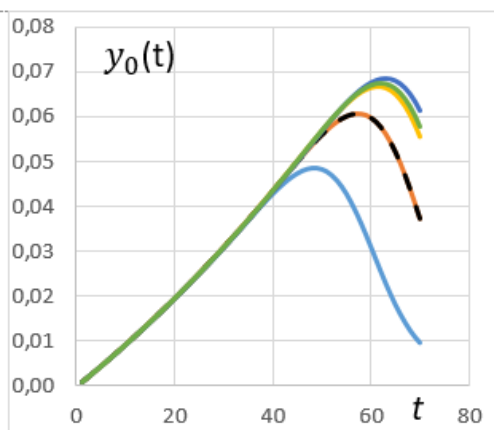


Рис. 1. Графік функції y_0 при різних значеннях параметрів α та I

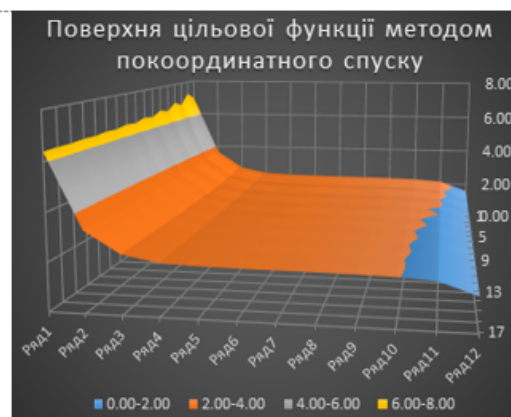


Рис. 2. Поверхня цільової функції методом покоординатного спуску

Kukushkin S. A., Osipov A. V. Theory of the Switching in Ferroelectrics // Ferroelectrics. — 2002. — 280, № 1. — P. 3-33.

LOCAL JACOBIAN ESTIMATION FOR DELAY EMBEDDED TIME SERIES DATA

Koshel E., eugenefade@gmail.com

Faculty of Applied Mathematics, Dnipro National University

The most widely known algorithm for estimating the Lyapunov exponents spectrum from raw numerical data is based on accumulating the local expansion/contraction rates using the Jacobian matrix properties:

1. Pick a set Y of orthogonal vectors in the tangent space of the attractor and initialize the vector L of Lyapunov exponents with zeroes.
2. Pick a point on the attractor.
3. Calculate the local Jacobian matrix as

$$DF(x) = I + J(x)dt,$$

where I is the identity matrix, $J(x)$ is the value of the Jacobian at the given point, and dt is the step of integration.

4. Multiply the set Y (from the step 1) by the $DF(x)$ matrix and perform QR decomposition on the resulting matrix.
5. Add the absolute values of the diagonal elements of the R matrix obtained at the step 4 to the vector L (from the step 1).
6. Assign $Y = Q$ and return to the step 2 until there are no points left.
7. Scale the vector L by dividing it by Ndt , where N is the total number of processed points and dt is the step of integration.

However, it requires the explicit Jacobian matrix which is not available when estimating the Lyapunov exponents for experimental data. That's why we need a method for estimating the local expansion rate having only the raw data.

Let us denote the local Jacobian matrix as DF and the delay embedded dataset as $x = \{x_i\}_{i=1}^N$. We then can define it using the following equation:

$$x_{n+1} = a + DFx_n.$$

In other words, the DF matrix maps the point where it is calculated to the next point in the data series. In order to estimate this matrix, we can use the following method. Firstly, let's rewrite the above in the matrix form:

$$\begin{pmatrix} x_{(n+1)1} \\ \vdots \\ x_{(n+1)m} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & DF_{11} & \cdots & DF_{1m} \\ a & \vdots & \ddots & \vdots \\ a & DF_{m1} & \cdots & DF_{mm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ x_{n1} \\ \vdots \\ x_{n1} \end{pmatrix},$$

here a is a scaling constant, x_{ij} is the j -th element of the i -th point in the dataset, DF_{ij} is the element of the DF matrix.

It is clear that the i -th component of the $x_{(n+1)}$ vector is given by:

$$x_{n+1} = a + \sum_j^m DF_{ij} x_{nj}.$$

This equation, however, has too many variables to solve for DF_{ij} precisely. We can mitigate this issue by constructing multiple equations and combining them into a linear system that is solved trivially. Other equations in this case will be obtained by selecting at least $(m - 1)$ neighboring points of x_n and constructing similar equations for them. If everything is done correctly, the i -th row of the DF matrix can be found from the following equation:

$$\begin{pmatrix} x_{k_1 i} \\ \vdots \\ x_{k_s i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_{k_1 1} & \cdots & x_{k_1 m} \\ 1 & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{k_s 1} & \cdots & x_{k_s m} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ df_{i1} \\ \vdots \\ df_{i_s} \end{pmatrix},$$

where $x_{k_s} \in \{x_{k_i} \mid \|x_{k_i} - x_n\| < \varepsilon\} \forall x_{k_s} = x_n, s \in [m \dots S]$.

By constructing and solving such equations m times (to obtain each row of the DF matrix), we get a complete DF matrix that can be used in the algorithm mentioned earlier.

1. Qinglan Li, Pengcheng Xu, Estimation of Lyapunov spectrum and model selection for a chaotic time series, Applied Mathematical Modelling, Volume 36, Issue 12, 2012, Pages 6090-6099, ISSN 0307-904X,

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ

Кравченко М.Г., nikita.kravchenko@pm.me

Скороход Г.І., gskorokhod@yahoo.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Навчання шляхом розв'язання задач є основним методом в математиці, і не тільки в ній.

Для допомоги учневі у пошуку методу розв'язання задач перспективним є, виділення якомога більшого числа типів задач і методів розв'язання задач кожного типу. В поданій роботі було створено програмне забезпечення у вигляді бази даних, яка включає наступні взаємопов'язані поля:

- типи задач;
- методи розв'язання задач кожного типу;
- база знань для задач даного типу;
- приклади задач, розв'язаних кожним методом;
- математичні об'єкти і властивості кожного об'єкта;
- особливості постановок задач, які використовуються в методах їх розв'язання.

Програма пропонує почати розв'язання з визначення типу задачі і надає перелік типів і пов'язаних з ними методів розв'язання, та приклади задач даного типу при розв'язанні яких використовується даний метод. Але якщо визначити тип не вдається, успішним може виявитися пошук методу на основі особливостей задачі, для цього програма надає в розпорядження користувача відповідну базу знань і набір розв'язаних задач з подібними особливостями.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ АРИТМІЇ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ ЕКГ-СИГНАЛІВ

Крак^{1,2} Ю.В., Пашко¹ А.О., Стеля¹ О.Б., Хорозов² О.А.

krak@univ.kiev.ua

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Технологія інтернету речей (Internet of Things, IoT) поступово впроваджується в багато сфер людської діяльності. За різними прогнозами найближчим часом очікується включення в інфокомунікаційну структуру порядку 30 млрд. розумних об'єктів (речей), які є складовими одиницями технології IoT. Широке поширення вже отримали такі додатки технології IoT, як розумні будинки і моніторинг здоров'я.

Мережі інтернету речей дозволяють здійснювати моніторинг життєво важливих функцій організму людини, що дозволяє в рамках медичної установи або віддалено контролювати стан здоров'я пацієнтів. Сенсорні пристрої дозволяють відслідковувати температуру тіла, роботу серця, артеріальний тиск, рівень цукру в крові, дихальну активність і т.д. [1, 2]. За наявності у системі, окрім давачів, ще і пристроїв активаторів, можлива і реалізація функцій надання екстреної допомоги, наприклад, введення деякого лікарського препарату. Можливість віддаленого взаємодії з такою мережею істотно територіально розширює область надання медичної допомоги, а також знижує час реакції на зміну стану пацієнта. В цілому подібні можливості в значній мірі покращують якість надання медичної допомоги та її доступність.

Доповідь базується на результатах робіт [3-5], де досліджувались різні методи аналізу електрокардіограм, виділення основних характеристичних ознак та факторів для прийняття рішень відносно наявності відхилень від норми. В даній роботі досліджуються методи аналізу ЕКГ для різних видів аритмії (Sinus Bradycardia, Sinus Rhythm,

Atrial Fibrillation, Sinus Tachycardia, Atrial Flutter, Sinus Irregularity, Supraventricular Tachycardia, Atrial Tachycardia, Atrioventricular Node Reentrant Tachycardia, Atrioventricular Reentrant Tachycardia, Sinus Atrium to Atrial Wandering Rhythm).

ЕКГ досліджувались за основними параметрами які характеризують роботу серця людини - Ventricular Rate, Atrial Rate, QRS Duration, QT Interval, QT Corrected, R Axis, T Axis, QRS Count, Q Onset, Q Offset, T Offset.

Отримані результати дозволили виділити особливості кожного виду аритмії, виділити головні характеристичні ознаки, здійснити їх класифікацію для автоматичного розпізнавання кожного виду аритмії.

Запропоновано структуру смартсистеми моніторингу стану людини.

1. **Andreev S.** Energy-Efficient Client Relay Scheme for Machine-to-Machine Communication / S. Andreev, O. Galinina, Y. Koucheryavy // GLOBECOM 2011, Houston, TX, USA, 2011.
2. **Wu G.** M2M: From mobile to embedded internet / G. Wu et al. // IEEE Communications Magazine. – 2011. –vol. 49. – no. 4. – PP. 36-43. doi: 10.1109/MCOM.2011.5741144
3. **Krak I.** Electrocardiogram Classification Using Wavelet Transformations / I. Krak O. Stelia, A. Pashko, M. Efremov, O. Khorozov 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2020, pp. 930-933, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235573.
4. **Krak I.** Physiological Signals Analysis, Recognition and Classification Using Machine Learning Algorithms / I. Krak, A. Pashko, O. Khorozov, O. Stelia // Proceedings of The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Zaporizhzhia, Ukraine, April 27-May 1, 2020, pp.955-965.
5. **Krak I.** Selection Parameters in the ECG Signals for Analysis of QRS Complexes / I. Krak, A. Pashko, O. Stelia, O. Barmak, S. Pavlov // Proceedings of the 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security, Khmelnytskyi, Ukraine, June 10-12, 2020, pp.1-13. UR - <http://ceur-ws.org/Vol-2623/paper1.pdf>.

ДО РОЗРОБКИ АЛГОРИТМІВ ПОРІВНЯННЯ ТЕМАТИКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТЕКСТІВ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Крак Ю.В.^{1,2}, Петрович В.М.¹, Кузнецов В.О.¹

¹ *Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України*

² *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Науковий текст – спеціалізований текст, що характеризується заздалегідь визначеним порядком і набором елементів тексту [1]. Така властивість тексту, має велике значення при розробці алгоритмів пошуку наукової інформації, саме тому дане дослідження є актуальним.

Було сформовано вибірку наукових текстів за тематиками – мімічні прояви, Українська жестова мова та тексти українською мовою.

Дослідження текстів проводилося в три етапи. На першому етапі визначалася статистична спорідненість назви, анотації та змісту. Кожне речення подавалося в представленні TF-IDF, що дозволяло перейти від тексту до набору ознак, що виражають частоти появи кожного терміну. Було визначено, що речення із одного наукового тексту, мали близьку спорідненість за дисперсією, критерієм Пірсона та декартовою відстанню. На другому етапі було виконано порівняння текстів із різною тематикою із метою встановити відмінність тематики текстів за характером розташування точок даних у просторі ознак [2]. Для цього вихідний вектор ознак перетворювався методом Карунена-Лоева і Т-статистичного поєднання найближчих сусідів (T-SNE). Отримане представлення у двовимірному просторі ознак аналізувалося методом консенсусу випадково обраних зразків (RANSAC). Отримана регресія показувала, де саме відбувалося скупчення точок даних і відповідно, які речення є більш характерними для конкретної тематики (Рис. 1).

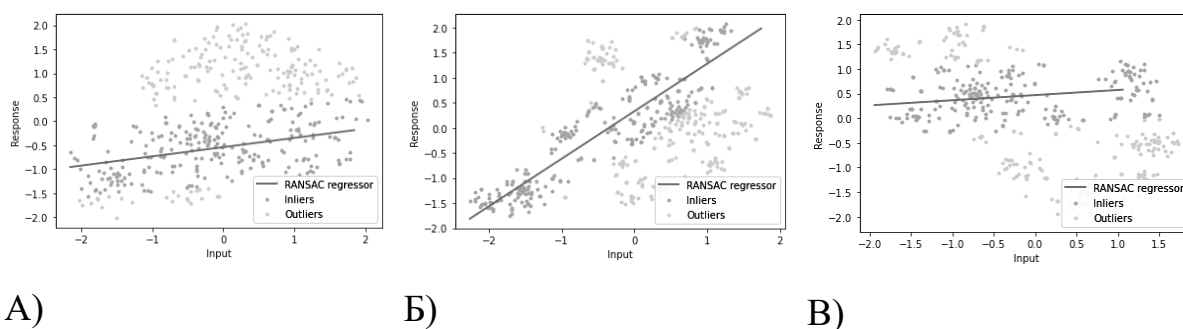


Рис. 1. Представлення речень із 3 наборів текстів і скупчення точок даних

В рамках третього етапу досліджувалися наступні методи інтелектуальної обробки даних: випадковий ліс, дерево рішень, метод найближчих сусідів, метод опорних векторів, наївний класифікатор Байєса, одношарова нейронна мережа. На отриманому наборі даних найкращий результат показав класифікатор Байєса (Рис. 2).

	precision	recall	f1-score	support
Emotion	0.94	0.87	0.90	138
Gesture	0.82	0.94	0.87	163
NLP	0.95	0.87	0.91	159
accuracy			0.89	460
macro avg	0.90	0.89	0.89	460
weighted avg	0.90	0.89	0.89	460

Рис. 2. Ефективність класифікатора Байєса для трьох наборів даних

В результаті експерименту отримано показник точності розпізнавання 87%. Наявність помилок розпізнавання 1-го і 2-го роду (Рис. 2) пояснюється спорідненістю текстів і близькістю авторських стилів, що передбачає застосування спільних термінів, що видно з подібності представлень даних (Рис. 1). Саме тому, у подальших дослідженнях пропонується дослідити інші методи інтелектуальної обробки даних, а також додаткові засоби покращення ефективності розпізнавання.

Список використаних джерел

1. Крак Ю.В., Бармак О.В., Мазурець О.В. Практична реалізація інформаційної технології автоматизованого визначення множини семантичних термінів в контенті навчальних матеріалів/ Проблеми програмування, № 4 . – 2018. – С. 245-254.
2. Крак Ю.В., Бармак О.В., Манзюк Е.А. Характеристика для вибору моделей у ансамблі класифікаторів / Проблеми програмування, № 1. – 2018.

SPACECRAFT ELECTRIC CHARGING PLASMA NEUTRALIZATION UNIT MINIMIZATION

Krasnoshapka D.V., dimakrasnoshapka@yahoo.com

Oles Honchar Dnipro National University

Electrical charging of artificial satellites in high orbits is a very important problem during the last decades. It leads to electrical breakdowns that destroy the surface of the satellite and cause malfunctions in the onboard radio electronic equipment. Apparently, the most effective solution to this problem is to install a low-power plasma source - a plasma neutralizer (PN) on the surface of the satellite. There are different classes of plasma accelerators that can be used for this purpose [1]. As a PN, we consider an accelerator with an external electric field - a kind of plasma accelerators with an azimuthal electron drift [2]. In addition to the PN, the plasma neutralization unit (PNU) also includes a storage and supply system for the working fluid, a compensator cathode and a power supply.

When the PNU operates at a given current and for a given operating time, there must be some optimal value of the discharge voltage, at which the mass of the installation will be minimal. We defined this optimal value of the discharge voltage for the PNU with the PN based on the radial outside electric field accelerator by analogy with the determination of the optimal specific thrust and the optimal outflow velocity [3] of the plasma accelerator.

We got the mass of the UPN:

$$M_y = M_{\kappa} + \gamma_u I_p U_p + \frac{I_p M t}{(a_1 U_p + a_2) A e},$$

here the ion current I_i is equal to the discharge current I_p , since for the PN $I_p \approx I_i$ and M_u - mass of the power supply source of PN, γ_u is the specific gravity of the power supply, i.e. its mass, referred to power, U_p - discharge electrical voltage of PN, t - the operating time of the UPN, M molar mass of the working substance, a_1 and a_2 the coefficients that are found from the experimental data.

To determine the optimal value of the discharge voltage, we find the extremum point, where the value of the UPN mass is minimal, for this we differentiate the last expression with respect to U_p and equate it to zero.

As a result, for we have:

$$U_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{Mt}{Aa_1e\gamma_u}} - \frac{a_2}{a_1}.$$

Coefficients a_1 and a_2 , found by the method of averages using the experimental data of dependence η_m on U_p , are equal to: $a_1=1,45 \cdot 10^{-6}$ and $a_2 = -5,06 \cdot 10^{-4}$.

The optimal value of the discharge voltage of the PN found for example in the case that the PN is created on the basis of UVP-30R, works on the working substance N_2 for 30 days, with the specific gravity of the power supply

$\gamma_u = 160 \frac{\kappa\text{z}}{\kappa B m}$, is equal to $U_{\text{opt}} = 1620$ V.

References

1. Dan M. Goebel, Ira Katz Fundamental of Electric Propulsion Ion and Hall Thrusters. - John Wiley & Sons, Inc. - 2008. - 509 pp.
2. A.M. Kapulkin, V.G. Viktorov, D.V. Krasnoshapka, V.F. Prisnyakov, Plasma Neutralizers of High Orbital Spacecrafts Based on Outside Electric Field Accelerators // 44-th Congr. of the Intern. Astronautical Federation, Oct. 16-22, 1993. - IAF-93-1.4.236.-4 p.
3. Гришин С.Д., Лесков Л.В. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов.- М.: Машиностроение, 1989.- 8 - 9 с.

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАЙЄСІВСЬКОГО ПІДХОДУ

Круглий О.С., car.kryglui@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У наш час експертні системи використовуються у великій кількості галузей, зокрема у медицині, комп'ютерних системах, електроніці. Але усі користувачі експертних систем мислять раціонально, тому здатні помилятися при відповідях на питання конкретної експертної системи. Також при створенні експертної системи необхідно як мінімум дві людини – програміста та експерта у конкретній галузі, для якої експертна система потрібна. Це теж ускладнює розробку.

Була поставлена задача розробки такої експертної системи, що зможе вчитися при роботі з користувачем та буде враховувати деякі помилки при відповідях на питання при роботі з експертною системою.

У процесі розробки було з'ясовано, що теорема Байєса здатна допомогти у вирішенні цих проблем. Експертна система, побудована на основі цієї теореми здатна на основі даних, зібраних у процесі роботи аналізувати відповіді шляхом підрахунку апіорної вірогідності. Також при навчанні така експертна система може знаходити та враховувати помилки користувачів, підраховуючи сумарну вірогідність того, що користувач відповість саме так, а не інакше на основі попередніх відповідей на конкретне питання.

Також за допомогою теореми Байєса можна прискорити знаходження результату шляхом зменшення ентропії при виборі питань, враховуючи попередні дані.

**TECHNIQUE OF TEACHING DISCIPLINE
“VISUAL PROGRAMMING” FOR STUDENTS
OF SPECIALITY 124 “SYSTEM ANALYSIS”**

Kuzenkov O.O., kuzenkov1986@gmail.com, Baleiko N.V.,

Zmievskaya O.V., alex.zmievskaya@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University

Visual programming consists of two methods of presenting information: traditional visual approaches for learning programming (executable flowcharts) and visual approaches that are more practical (systematic programming by demonstrating the desired result). Visual representation of objects includes sets of templates, such as forms, modules, programs and subroutines, which display the results.

Representing information as a flow stream, in graphical way or representing the operations in icons form will give the students intuitive understanding of connections between systems and allow them to create programs and examine their executions using pictures, schemes or diagrams. This will make it easier for novices to learn basic ideas of programming in our sphere of education. Thus, lecturers need to consider the appropriate visual way of demonstrating results for every new task by choosing the suitable graphical objects and how to use them (a new object might be represented in its own style). However, programming involves many abstract objects, concepts that are not easy to visualize. Therefore, a research problem is to discover the methods for introducing those programming components that have no obvious physical representation. In order to understand and create effective methods of visualization, we need to evaluate the learner's needs. Modelling learner's understanding of programming is a complex task, because they come with different interests and levels of knowledge for the education in the specialty. The solution is to make programming more like thinking (like dialogs). The key to successful learning lies in organization, representation and structuring of knowledge.

The aim of the course is to teach students the concepts of programming. That is why teacher should support the learners in the task of algorithmic programming, where they have to understand the underlying theory of variables, operations, flow of control, subprograms, recursion, data structuring, algorithms etc... The students have to manipulate a standard programming syntax, for successful learning those concepts. Such idea is created for writing program code, which could be developed not only by one person (programmer). The discipline's advantage is that students can benefit to use particular templates for solving different problems, regardless of their presentation. Reusing previously obtained solutions for solving new tasks is the principle to learn something new using examples. With such educational method, students will gain a better understanding of the interrelation between the problem and program, which solves it.

The process of learning discipline Visual programming, aided with tools mentioned above, would definitely lead to improved problem solving skill by using computers. The students learn how to structure their knowledge and determine the behavior of program by designing an interface, which contains graphical write and rewrite rules. Programming by demonstrating allows learners not only discover how to write main program (exactly a code) and find the one's idea, but also it gives an opportunity to know rules how to present the information clearly for user for active interaction with it. The main problem of this discipline is how to choose the right algorithm for product's implementation.

METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE "ALGORITHMS AND DATA STRUCTURES" FOR STUDENTS OF SPECIALTY 124 "SYSTEM ANALYSIS"

Kuzenkov O.O., kuzenkov1986@gmail.com, **Zhuravel S.V.**, **Vakulenko Y.E.**

Oles Honchar Dnipro National University

Nowadays, the quality of proficient preparation at speciality 124 "System Analysis" is one of the essential issues in Ukraine. In particular, it should be noted that speciality "System Analysis" is included in appendix 2 of conditions for admission to higher educational institutions of Ukraine (specialities with special support). The importance of specialists in this specialty is determined with the aspect that most of them make decisions and determine the strategic direction of development in critical issues, starting with creating software products, tactical and strategic plans for enterprise development, and including management issues at the state level.

The discipline "Algorithms and data structures" is the crucial section of computer science and programming itself, forming applicants' ability to think algorithmically. It is evident that due to the development of information technologies and algorithms, today, we have the opportunity to find information on the Internet quickly, solve significant logistical and optimization issues, automatically make decisions about the control of aircraft and military equipment, etc. Algorithms and data structures are used in almost all areas of computer science (images analysis, Internet searching, machine learning, bioinformatics, cryptography, encryption, organization of computer networks, etc.) Complicated information structures usage allows to:

- manage program complexity by increasing codification and facilitating team processing capabilities
- create high productive programs that effectively work with memory

The proposed method of studying the discipline "Algorithms and data structures" promotes algorithmic thinking skills for higher education applicants in the specialty 124 "System Analysis." Feature of the technique is the sequential study of basic algorithms (sorting and search, elements of information theory and cryptography, recursive algorithms, and algorithms on graphs) without reference to a specific programming language and further implementing the algorithms in practice.

As a result of studying the discipline, the student must know the basic data structures; understand the possibility of automating human activities using the algorithm; master the basic algorithmic structures and strategies, basics of methods for estimating the complexity of algorithms and methods of analyzing the complexity of problems; be able to develop software implementations of basic algorithms and data structures for practical problems arising in programming, computer graphics, information security, and other applications.

The significant issues are the skills of working with memory, the ability to characterize the algorithm, assess its complexity, use the library to build more complex algorithms, and so on.

The algorithms section's main elements are recursion, combinatorics, search, sorting, dynamic programming, addition and exclusion algorithm, and efficiency of algorithms.

The data structures section's main elements are arrays, lists, rows and files, sets, queues, stacks, rings, trees, hash tables, classes, and objects.

METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE “WEB-PROGRAMMING” FOR STUDENTS OF SPECIALITY 124 “SYSTEM ANALYSIS”

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

Oles Honchar Dnipro National University

Despite the fact that experts of speciality 124 – “System analysis” have a wide range of applications of their professional skills, the basic for their application is the IT industry. It is important to understand the value of modern Web skills to the modern programmer.

Discipline “web-programming” – is an inseparable part of computer science. Due to the fact that the World Wide Web is developing very fast, the ability to work with web pages and their creation are important skills of any programmer. Having the lowest entry threshold for web programming is the easiest part of computer science to study.

The paper proposes a method of studying the discipline “web-programming” which promotes the development of skills in working with the Internet, creating websites, etc. The peculiarity of the methodology is the consistent study of the main methods and tools of development and further consolidation of skills in practice, namely: HTML, CSS (SASS, SCSS), JavaScript, one of the frameworks for website development (React, Vue, Angular), understand how data transmission works on the Internet, have basic skills in UI / UX.

An important issue is the student's understanding of methods of creating secure and user-friendly sites. The main elements of the discipline - are the work of browsers, protection of user information, skills of creating web sites, working with the provided API.

METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE "OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING" FOR STUDENTS OF SPECIALTY 124 "SYSTEM ANALYSIS"

Kuzenkov O., kuzenkov1986@gmail.com, Sirik S., Oleshko O.

Oles Honchar Dnipro National University

The rapid development of the IT sphere in Ukraine requires a larger number of highly qualified specialists in the specialty 124 - "System Analysis". This is confirmed by the fact that specialty 124 is a specialty that is provided with special support (in accordance with Annex 2 of the Conditions of Admission to the Free Economic Zone of Ukraine). Due to the high level of training of specialists in the specialty 124 - Systems Analysis, such issues as analysis and forecasting of complex systems, management of such systems in conditions of uncertainty and limited resources or lack of time are solved. In particular, in the IT field, specialists in "System Analysis" solve such issues as design, development, testing, integration and maintenance of software products, analysis Big Data, Data Mining and more.

Students of Systems Analysis study a large number of sections of computer science and programming. One of the most important disciplines is "Fundamentals of Object Oriented Programming". It studies a programming methodology that is based on representing a program as a collection of objects, each of which is an instance of a class, and the classes themselves form a hierarchy of inheritance. Also, it should be noted that this methodology is used in almost all modern software products, it is not only widely used but also basic.

The use of this methodology has a number of advantages, namely:

- use of the same block of code with different data;
- imitation allows you not to write new code, but to use or configure existing ones, by adding and redefining attributes.

The paper proposes a method of studying the discipline "Fundamentals of object-oriented programming" which promotes the development of skills in mastering the methodology of OOP in higher education students majoring in 124 - "System Analysis". The peculiarity of the method is the consistent study of three basic principles (encapsulation, imitation and polymorphism) with the study of the features of each of them in the most popular programming languages, their further implementation to identify advantages and disadvantages and analysis.

As a result of studying the discipline, the student must learn to use the methodology of OOP in building the architecture of program code for the product, evaluation and the ability to pre-compare and choose a convenient way to write code. It should also be noted that object-oriented programming is used to facilitate navigation in the program code of large projects. When creating large-scale software projects, a large number of software engineers are involved. That is, a good understanding of OOP principles facilitates the creation, processing and understanding of not only the architecture of the product, but also its details.

The main principles of the PLO methodology are:

- encapsulation - combining all data and algorithms for processing this data;
- imitation - the property of objects to create their descendants;
- polymorphism - the ability of related objects to solve similar problems in different ways.

СИСТЕМНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Кузнецова А.В., ali.kuznecova@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnubp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У зв'язку з широким застосуванням асинхронних машин актуальним є питання визначення параметрів їх роботи в залежності від технічних можливостей та фізичного стану в даний момент часу. Це викликає необхідність розробки моделі асинхронного двигуна (АД), який буде працездатним і адекватним при будь-якій, в тому числі і викривленій напрузі живлення статора. Модель АД повинна дозволяти аналізувати його перехідні та встановлені режими, отримувати данні про складові втрати у двигуні. Отриманні за допомогою моделі АД показники, будуть слугувати в якості вихідних даних для оцінки додаткових витрат на електроенергію при експлуатації асинхронних двигунів в умовах неякісної електроенергії.

Проблема негативного впливу неякісної електроенергії є комплексною, що охоплює питання надійності електрообладнання, розробки мір по забезпеченню його безперервної роботи протягом усього нормативного терміну служби. Тому при розгляді таких питань необхідно враховувати нестаціонарність показників якості електроенергії в часі.

В роботі були вирішені наступні задачі:

- удосконалення електромагнітної моделі АД, що дозволяє визначати його енергетичні показники при довільній зміні в часі якості електричної енергії;

- розрахунок енергетичних показників асинхронного двигуна шляхом розв'язання задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь, які описують його роботу у часовій області відомими чисельними методами, а саме: методом Ейлера, модифікованим методом Ейлера і методом Рунге - Кутта IV порядку;

– пошук оптимальних значень гармонійного спектру вхідної напруги за заданим критерієм $\eta_{\text{АД}} \rightarrow \max$ при заданих обмеженнях на амплітуди гармонійних складових вхідної напруги.

На підставі існуючих літературних джерел, були проаналізовані відомі математичні моделі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором і область їх застосування, виявлено їх переваги та недоліки. Найбільш гнучким і універсальним варіантом створення математичного аналога є безпосереднє інтегрування диференціальних рівнянь, що описують АД [1].

Досліджено універсальну модель асинхронного двигуна, яка дозволяє аналізувати статичні і динамічні процеси в електромеханічній системі при несинусоїдній і несиметричній напрузі.

Було створено програмний комплекс в програмному середовищі MATLAB для апробації розробленої моделі шляхом опису процесу пуску, накиду навантаження і встановленого режиму двигуна типу МТКН 112-6 потужністю 5,3 кВт. Аналіз різних методів чисельного інтегрування показав, що найбільш точний розрахунок дає метод Рунге-Кутта четвертого порядку.

Проведені дослідження методом часткового перебору на синтезованому математичному аналогу асинхронного двигуна показали, що максимальне значення коефіцієнту корисної дії асинхронного двигуна працюючого в мережі з неякісною електроенергією, спостерігається при мінімальних значеннях коефіцієнтів гармонійних складових як у випадку нормально допустимих так і гранично допустимих значень.

1. Kuznetsova Ye., Kuznetsov V., Tryputen M., Kuznetsova A., Tryputen M., Babyak M. Development and Verification of Dynamic Electromagnetic Model of Asynchronous Motor Operating in Terms of Poor-Quality Electric Power // Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019. pp. 350-353. DOI: 10.1109/MEES.2019.8896598.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОВПЛИВУ РІДИНИ І ПОРОЖНИСТОГО ТІЛА

Кузьменко В.І., Конюхов О.К., 97ollegg@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Тонкостінні оболонки зустрічаються в техніці всюди: судини стисненого газу, резервуари рідини, корпусу підводних човнів, ракет і літаків, системи труб для транспортування рідин (води, нафти, тощо) та газу. Загальна риса таких оболонок - мала товщина стінки у порівнянні з загальними габаритами оболонки. Стінки таких судин відчують під дією внутрішнього або зовнішнього тиску двостороннє розтягнення або стиснення.

Метою роботи було дослідження впливу ваги рідини в горизонтальній трубі на її деформацію (прогин), а також дослідження впливу внутрішнього тиску рідини всередині капіляра на його розширення (як результат поверхневого натягу).

Розроблено обчислювальні додатки в програмах MS Excel та MathCad, які дозволяють моделювати процеси деформації на різних даних користувача. Результати гарантують високу точність обчислень, що продемонстровано в додатках до роботи.

Результати практичної роботи можуть бути використані надалі для дослідження процесів, що відбуваються всередині стеблів рослин, або для прогнозування проблем деформації в системах постачання води, нафти та інших речовин, які можуть виникнути через значний час після початку експлуатації.

ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ У ВЕКТОРНІЙ ЛІНІЙНІЙ МОДЕЛІ РЕГРЕСІЇ З ПОХИБКАМИ ВИМІРЮВАННЯ

Кукуш О. Г., alexander_kukush@univ.kiev.ua,

Сенько І. О., ivan_senko@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Для векторної лінійної моделі регресії з похибками у змінних [1]

$$y = b + C^T z + B^T \xi + e + \varepsilon, \quad x = \xi + \delta; \quad (1)$$

$$y \in R^d, \quad x \in R^m, \quad z \in R^q$$

необхідно за спостережуваними регресорами z_0 , які відомі точно, та x_0 , які спостерігається з похибкою, оцінити оптимальний індивідуальний прогноз відгуку y_0 , та прогноз середнього значення відгуку $\eta_0 = E[y_0 | z_0, \xi_0]$ а саме, треба оцінити

$$\hat{y}_0 = E[y_0 | z_0, x_0], \quad \hat{\eta}_0 = E[\eta_0 | z_0, x_0], \quad (2)$$

якщо відома деяка вибірка спостережень регресорів та відгуків (z_i, x_i, y_i) , $1 \leq i \leq n$; ця вибірка відповідає незалежним копіям моделі (1).

Нехай виконані наступні умови.

(i) Випадкові вектори $z, \xi, e, (\varepsilon^T, \delta^T)^T$ — незалежні зі скінченними моментами 2-го порядку; ε та δ можуть бути залежними.

(ii) $\Sigma_x := \text{Cov}(x) > 0$, $\Sigma_z := \text{Cov}(z) > 0$.

(iii) $E e = 0, E \varepsilon = 0, E \delta = 0$.

(iv) $(\varepsilon, \delta, \xi)$ мають сукупний гауссівський розподіл.

(v) $\Sigma_e := \text{Cov}(e) > 0$ або для $\Sigma_{\varepsilon\delta} := E \varepsilon \delta^T$ виконується:

$$\begin{bmatrix} \Sigma_\xi & 0 \\ 0 & \Sigma_\varepsilon \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Sigma_\xi \\ \Sigma_{\varepsilon\delta} \end{bmatrix} \Sigma_x^{-1} \begin{bmatrix} \Sigma_\xi \\ \Sigma_{\varepsilon\delta} \end{bmatrix}^T > 0.$$

Тоді регресія з похибками у змінних (1) допускає наступне зображення у вигляді моделі без похибок у регресорах:

$$y = b_x + C^T z + B_x^T x + u, \quad (3)$$

де b_x, B_x — нові не випадкові коефіцієнти регресії, u — нова похибка у відгуку, $E u = 0$, $E \|u\|^2 < \infty$; крім того, за умови (v) коваріаційна матриця нової похибки додатно визначена. Оцінки коефіцієнтів регресії у моделі (3) та оцінки для прогнозу (2) задаються наступними співвідношеннями:

$$\bar{y} = \hat{b}_x + \hat{C}^T \bar{z} + \hat{B}_x^T \bar{x}, \quad \begin{bmatrix} \hat{C} \\ \hat{B}_x \end{bmatrix} = S_{rr}^+ S_{ry}, \quad r = \begin{pmatrix} z \\ x \end{pmatrix},$$

$$\tilde{y}_0 = \hat{b}_x + \hat{C}^T z_0 + \hat{B}_x^T x_0 \quad (4)$$

$$\hat{\eta}_0 = \tilde{y}_0 - \Sigma_{\varepsilon\delta} \cdot \hat{\Sigma}_x^{-1} \cdot (x_0 - \bar{x}) \quad (5)$$

де $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ — вибіркове середнє, а $S_{ry} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})(y_i - \bar{y})^T$, $\hat{\Sigma}_x = \frac{n}{n-1} S_{xx}$ — строго консистентна оцінка $\text{Cov}(x)$; при формуванні оцінок коефіцієнтів регресії використано псевдообернену матрицю; крос-коваріаційна матриця $\Sigma_{\varepsilon\delta}$ вважається відомою для оцінювання $\hat{\eta}_0$.

Теорема. Нехай для моделі (1) виконуються умови (i) – (iv). Тоді оцінка (4) та (5) для прогнозів (2) будуть строго консистентними, і більше того,

$$\forall \tau > 0 \quad P(\|\tilde{y}_0 - \hat{y}_0\| > \tau | z_0, x_0) \rightarrow 0 \text{ м.н., } n \rightarrow \infty.$$

Подібна задача розв'язується також для повної поліноміальної моделі з похибками у змінних. Доповідь базується на результатах [2].

Список використаних джерел

1. Масюк, С., Кукуш, О., Шкляр, С., Чепурний, М., Ліхтарьов, І.: Моделі регресії з похибками вимірювання та їх застосування до оцінювання радіаційних ризиків. ДІА, Київ (2015).
2. Kukush, A., Senko, I.: Prediction in polynomial errors-in-variables models. Modern Stochastics: Theory and Applications. 7(2), 203 – 219 (2020).

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ РОБОТІВ ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ

Лисиця Н.М., lisitsa_natalya1971@ukr.net,

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,

Мандровний А.М., amon.goes2hell@gmail.com,

Сірик С.Ф., siryk600@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Робототехніка є одним з найважливіших напрямків науково-технічного прогресу, в якому проблеми механіки стикаються з проблемами керування і штучного інтелекту. У більшості випадків сучасні роботи – це «руки», маніпулятори, закріплені на платформі і призначені для виконання одноманітної роботи типу переміщення. До роботів також відносяться пристрої, що працюють у важких для людини середовищах і керовані дистанційно, наприклад, на великих глибинах, в космосі, пристрої для доставки снарядів та ін., а також роботизовані іграшки.

Метою роботи є обрання найпростішого способу для моделювання роботів і застосування моделі для симуляції та відтворення рухів.

Одним з критеріїв при розробці програмного забезпечення було те, щоб воно мало бути як просте в підтримці його програмної складової, так і просте для користувача. Такий підхід дозволяє легко його оновити, покращити, для більшої відповідності для розв'язання нових завдань. Результатом роботи є статична бібліотека розроблена на мові C++ 14 – стандарту C++ ISO/IEC JTC1 («International Standard ISO/IEC 14882:2014(E) Programming Language C++»). Для тестування та презентації було розроблено програмне забезпечення для віконних систем з виводом інформації про модель та можливістю встановити крайню точку і вісі для робота, зпланувати його рухи. Також програма візуалізує пряму та обернену задачі динаміки кінематичних ланцюгів (роботів). Візуалізація досягається за допомогою тривимірної графіки.

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАСТОСУНКІВ, ПОБУДОВАНИХ НА ПЛАТФОРМІ OUTSYSTEMS

Литовченко Н.Д., litovchenko.natalja@gmail.com, Білобородько О.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

З кожним роком популярність платформ для генерування коду зростає у десятки разів. Зрозумілою причиною цього є широка популярність web-у у світі, та бажання малих підприємців якнайшвидше та найдешевше зайняти свою нішу у мережі Інтернет.

Однак разом із швидкістю розробки та зменшенням матеріальних витрат користувачів платформ для генерування коду хвилюють питання про ефективність їх використання. Наприклад, наскільки якісний код генерується, чи може застосунок працювати з великою кількістю користувачів, чи добре він масштабується, тощо. Саме з цього боку розглянемо як платформа для генерування коду OutSystems забезпечує продуктивність та швидку роботу сайту. За даними багатьох сайтів експертного огляду програмного забезпечення, таких як g2crowd чи trustradius, платформа OutSystems є однією з найпоширеніших платформ сьогодення.

При розробці тестового CRM-додатку за допомогою платформи OutSystems було виявлено, що проблема продуктивності вирішується ще на етапі кодування. Це здійснюється за допомогою механізму TrueChange, який повідомляє про потенційні помилки, вузькі місця масштабованості, а також про несумісність взаємозв'язків. Під час розробки тестового додатку платформі OutSystems вдалося виявити наступні проблеми: зберігання великих обсягів даних в пам'яті; неефективне моделювання таблиці бази даних; неефективний доступ до бази даних; написання логіки, яка обробляє більше даних, ніж необхідно. Усі ці недоліки одразу відображаються у

візуальному редакторі ще до запуску застосунку, що значно пришвидшує процес їх виправлення.

Продуктивність роботи клієнтської частини не потребувала жодних покращень. В результаті аналізу згенерованого коду було встановлено, що усі запити до серверу організовано за допомогою автоматичної черги AJAX. По перше, дана черга гарантує, що кінцеві користувачі не зможуть впливати на сервер за допомогою декількох одночасних запитів. По друге, інтелектуальне попередження дублювання запитів AJAX запобігає відправленню ідентичних даних на сервер. А крім цього, часткова візуалізація екрану з використанням AJAX ще більше зменшує трафік і покращує взаємодію з користувачем.

Також було досліджено питання про швидкість роботи з базою даних. Виявилося, що платформа автоматично скорочує вибірки бази даних так, що з неї надходять тільки ті дані, які ефективно використовуються в додатку, незалежно від того, що розробник кодував. Крім цього, задля оптимізації запитів до бази даних проводиться автоматична індексація первинних і зовнішніх ключів.

Наостанок було перевірено функцію регулювання планувальника. Він забезпечує захист погано запрограмованих запланованих дій від захоплення всієї обчислювальної потужності.

Після запуску застосунку вдалося також продовжувати контролювати продуктивність продуктивності. OutSystems має потужну панель моніторингу швидкості роботи сайту. Панель включає час виконання всіх запитів, викликів веб-служб, візуалізацію роботи планувальників і викликів зовнішніх систем, відстеження асинхронних запитів. Ця панель управління використовує базу даних журналів OutSystems та подає інформацію, яка корисна та легко інтерпретується. В результаті цього можна легко зрозуміти вузькі місця продуктивності і вжити заходів вже після диплою застосунку.

РОЗРОБКА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІМІКИ

Лісняк О.Р., olgalisniak24@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Розпізнавання міміки - це основний спосіб взаємодії із іншими людьми, який засвоюються ще у ранньому віці. Технології нейронних мереж стрімко розвиваються у напрямку розпізнавання об'єктів, обличь та емоцій задля створення нового способу контакту між людиною та комп'ютерами чи смартфонами. В даній роботі розглядається задача аналізу міміки людей та розпізнавання на її основі 7-ми основних емоцій: гнів, страх, щастя, смуток, здивування, зневага та відраза.

В якості нейронної мережі для роботи із поставленою задачею обрано згорткову нейронну мережу (CNN) із архітектурою residual neural network (ResNet). Дана архітектура побудована на такому ж принципі як і пірамідальні нейрони у корі головного мозку, що свідчить про швидкодію та схожість сприйняття об'єктів людиною. Робота розробленої нейронної мережі передбачається не тільки на статичних даних таких як фотографії, а також у реальному часі з людськими обличчями.

Для якісного навчання нейронної мережі проаналізовано портретні зображення людей. Проведена нормалізація навчальної вибірки: виявлення положення обличчя та прибирання зайвих об'єктів із кадру, змінення розміру усіх зображень до єдиного.

При аналізі міміки використано наступний принцип роботи: знаходження основних точок на обличчі (положення брів, очей, носу та губ) на кожному із зображень та класифікація цих точок по класах емоцій, аналіз точності класифікації та подальше навчання нейронної мережі. Після навчання проводиться тестування на інших вибірках зображень, а також у реальному часі із людьми.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ЧЕРГУВАННЯ МЕДИЧНИХ СЕСТЕР

Ліфаренко П.Є., lifarenko99@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaee@dn.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сфера охорони здоров'я є випробуванням для будь-якої автоматизованої системи складання розкладів. У той час як в інших областях зберігається можливість використання розкладів нижчої якості, якість розкладу чергувань медсестер повинна відповідати найвищим стандартам. Лікарні просто не можуть дозволити собі працювати з медсестрами, які схильні до стресу, втоми або перевтоми, адже саме від них практично безпосередньо залежить здоров'я пацієнтів. Створення розкладу чергувань – це дійсно складне завдання, яке вимагає взяти до уваги багато обмежень і якомога краще врівноважити ступінь їх важливості. Попри те, що для цього ідеально підходить використання автоматизованої системи, ця об'ємна задача все ще часто є обов'язком старших медсестер, які створюють списки вручну, зазвичай щомісяця проводячи багато днів за цим заняттям.

Складність цієї проблеми підтверджується тим фактом, що складання розкладів для медсестер є задачею складності NP. Такі задачі не можуть бути ефективно розв'язані детермінованими методами, тому у більшості випадків використовується підхід, який включає евристику. Рішення, представлене в цій роботі, засноване на генетичних алгоритмах. Генетичні алгоритми є представниками еволюційних алгоритмів і евристики, заснованої на популяціях. Вони підтримують популяцію розв'язків і об'єднують їх, використовуючи оператори, засновані на теорії еволюції, щоб знайти відповідний розв'язок.

Метою роботи є застосування генетичного алгоритму для максимізації задоволення потреб медичних сестер під час складання розкладу чергувань.

Для досягнення мети в роботі поставлені й вирішені наступні завдання:

- визначення спочатку мінімальної кількості необхідних медсестер через брак наявних медсестер;
- запровадження моделі математичного дискретного програмування для оптимального розв’язання проблеми;
- реалізація генетичного алгоритму з використанням мови програмування C# і тестування, щоб перевірити функціональність реалізації та знайти вдалу комбінацію налаштувань і операторів.

Здійснені кроки:

1. Розглянута теоретична інформація щодо генетичного алгоритму та проблеми розкладу чергування медичних сестер.
2. Наведені декілька реальних обмежень, таких як політика лікарні, законодавство про працю, урядове розпорядження та статус медсестер наприкінці попереднього періоду планування.
3. Через брак наявних медсестер запропонований метод пошуку мінімальної кількості необхідних медсестер.
4. Введена математична модель задачі дискретного програмування для максимізації переваг медсестер.
5. Оскільки дослідницька проблема виявилась складності NP, для евристичного вирішення реалізована програма генетичного алгоритму.
6. Наведені та проаналізовані результати виконання програми.

Результати застосування цього методу показують, що генетичний алгоритм здатен знаходити оптимальні розв’язки з урахуванням заданих обмежень.

СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЖАНРУ ПІСНІ ЗА ТАБУЛАТУРОЮ**Ломовацький А. А., anton.lomovatskyi@gmail.com***Національний університет «Львівська політехніка»*

На сьогодні існує безліч різновидів жанрів музики. Цьому є багато причин: по-перше, кожна людина має свій власний смак, і пише та грає музику відповідно до нього, по-друге, не слід забувати технологічний прогрес, який подарував нам безліч різновидів інструментів, які мають своє власне, неординарне звучання, по-третє, існують експериментатори, котрі кожного дня придумують щось нове, з власним звучанням, що не схоже ні на що інше. Таким чином постає питання про класифікацію цих стилів і віднесення їх до того чи іншого жанру.

Велике значення для розвитку музики мала поява та розповсюдження звукозапису та кіно. З'являються перші електроінструменти, що відкривають новий погляд на природу й можливості звуку. В 1920-х роках футуристи здійснюють спроби залучення до музичного мистецтва шумових звуків. В 1940-х роках розвиток техніки звукозапису відкриває новий напрямок — конкретну музику.

Тому зараз прийнято музику часів до ХХ століття класифікувати як класичну. Далі музика розділилась на безліч течій. Основними з них є фолк, блюз, джаз, хіп-хоп, рок-енд-ролл, метал, альтернатів рок, панк-рок, поп, полька, кантрі, сальса. Кожна з цих течій, у свою чергу, ділиться на множину підтечій, які теж в свою чергу можуть ділитися в різні русла.

Проте все ж не так важко віднести аудіо до того, чи іншого стилю, оскільки всі різновиди базуються на своїх конкретних нотних малюнках, або, як вони називаються, гаммах.

Варто зазначити, що не лише нотна гамма допомагає у визначенні стилю. Є ряд і інших факторів, котрі можуть допомогти у цьому. Це зокрема темп гри, використання тих, чи інших акордів, використання різних прийомів гри, наприклад, вібрато.

Музичний дослідник Марк Клотц у своїй статті дає змістовний опис панк року. Ця музика побудована здебільшого на чотирьох квінтових акордах, які повторюються під час приспіву, та куплету. Також автор зазначає, що програвом може слугувати перебір з кількох нот, проте він зазвичай сформований з тих же акордів. Ще є варіації пісень з трьох нот, де два акорди граються по одній долі такту, а на третій виділяється дві долі. Також панк рок характеризується високим темпом, що теж є характерною ознакою цього стилю.

Схожим стилем є поп, де також часто використовують по чотири відкритих акорди, проте відрізняється цей стиль ще більш спрощеною технікою, відсутністю зміни ритму, темпу і простотою у виконанні.

Техніка гри допомагає охарактеризувати блюз, в якому часто використовують такі прийоми, як бенди і вібрато.

Список використаних джерел

1. Попов С. музыкальное и аппликатурное мышление гитариста/ С. Попов. — Москва: издательский дом "Вильямс", 2005. — 83с.
2. URL1. — Марк Клотц Особенности панк рока [Електронний ресурс]/ М. Клотц. — Режим доступу: http://mus.com.ru/docs/Punk_Rock_Klotz/1 (дата звернення: 18.12.2012)
3. David Miles Huber Modern Recording Techniques Sixth Edition/ David Miles Huber, Robert E. Runstein. — Focal Press, 2005. — P 56-63.
4. Jacob Benesti Audio signal processing for next-generation multimedia communication systems/ Jacob Benesti. — Kluwer Academic Publishers, 2004. — P. 125-129.
5. Радзишевский А. Хитрости аудиопиратства/ Радзишевский А. // CHIP – Россия, -2003/ - січень, -С. 152.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДВОМОВНОГО КОРПУСУ ТЕКСТІВ**Масланич І.С.**, ira.masl.nch@gmail.com**Василюк А.С.**, Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua*Національний університет «Львівська політехніка»*

На сьогоднішній день лінгвістика уже не покладається лише на вміння і здібності перекладачів, а на технічні засоби, що прискорюють обробку, опрацювання і організацію тестової інформації. Одним з етапів проектування системи корпусу тестів є системний аналіз об'єкта дослідження і побудова дерева цілей. Суть системного аналізу полягає у зборі та інтерпретації фактів виявленні проблем системи і розкладанні її на компоненти. Зазвичай його застосовують з метою вивчення та оцінки системи загалом та її компонентів для ідентифікації об'єктів.

Дерево цілей, як один з етапів системного аналізу, фактично визначає складні взаємозв'язки у системі, методом опису рішень. У даному випадку основною ціллю можна вважати створення інформаційної системи корпусу текстів. Для того, щоб вибрати потрібну модель корпусу мусимо проаналізувати основні цілі, підцілі та критерії системи.

Для успішного результату треба виконати такі цілі, як «Збір і аналіз даних про вибрані мови», «Визначення завдань\сфери застосування корпусу», «Збір і аналіз даних про вибрані мови». Згідно дерева цілей критеріями системи є «Достовірність даних», «Якість даних», «Одномовність\Двомовність», «Спеціальність», «Мультимедійність».

У даному випадку четвертий рівень містить 4 рішення, з яких з допомогою подальшої оцінки можна вибрати найоптимальніший:

1. Одномовний корпус;
2. Паралельний корпус;
3. Спеціальний корпус;
4. Мультимедійний корпус.

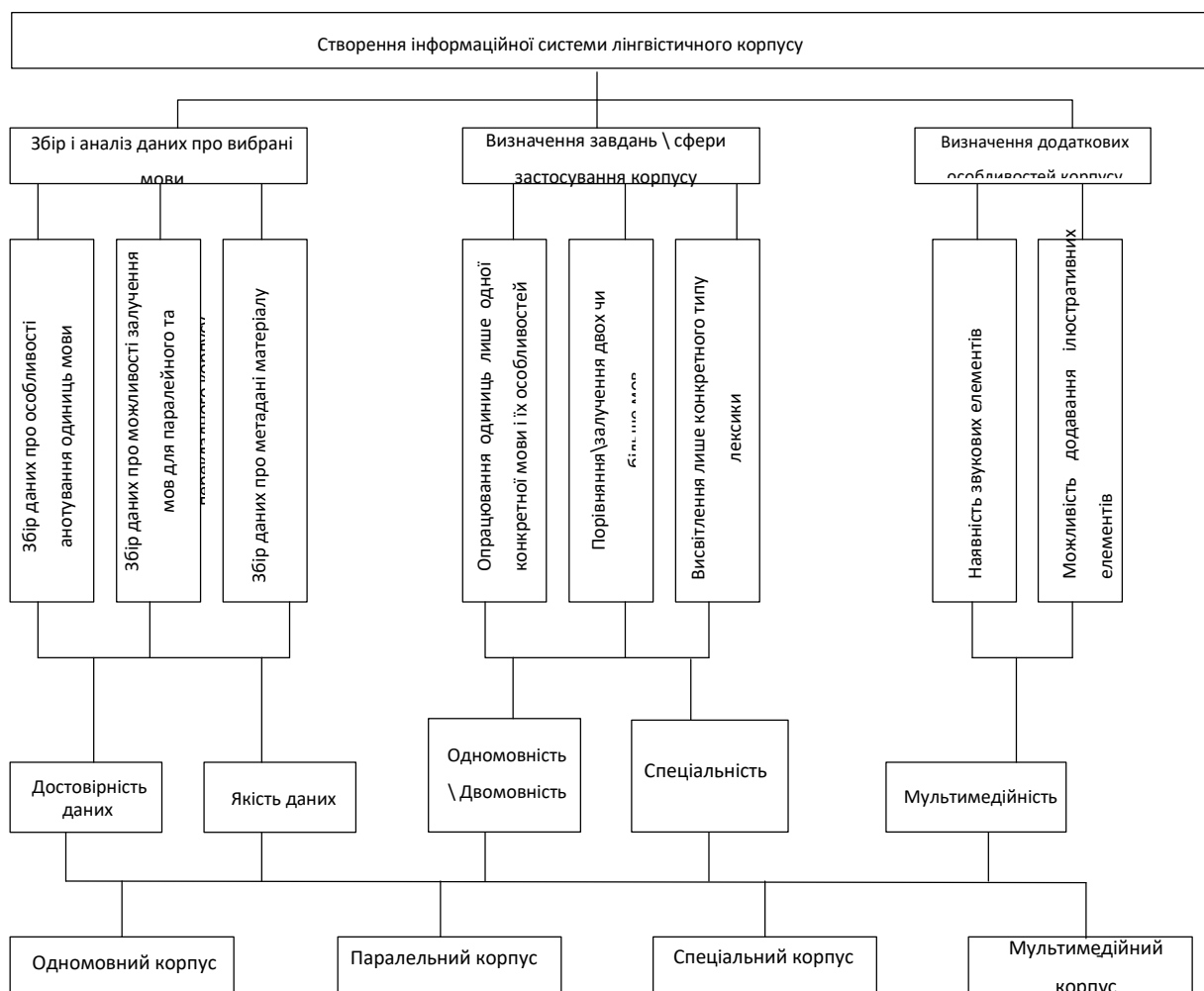


Рис. 1. Дерево цілей

Оскільки дерева рішень зазвичай використовуються в аналізі рішень, щоб легше визначити стратегію, яка найбільш ймовірно приведе до досягнення мети. У випадку з лінгвістичним корпусом, дерево цілей привело нас до набору варіантів, з яких на базі обрахунків можна вибрати найкращий.

Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Методичний посібник з дисципліни “Системний аналіз” /Тернопіль: ІКІТ, 2004. – 136с.
2. Корпусна лінгвістика / В. А. Широков, О. В. Бугаков, Т. О. Грязнухіна та ін. — К.: Довіра, 2005. — 471 с.
3. Doran, G. T. (1981). There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, 70, 35-36.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ВІД ВІРУСУ

Мироненко М.І., Зайцев В.Г.

mironenko.official@gmail.com, vadymzaytsev65@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Захист комп'ютерів і мереж від вірусів є одним із важливих завдань на сьогодні в ІТ-галузі. Основний етап моделювання епідемії шкідливих програм - вибір епідеміологічної моделі, яка адекватно описує процес. Більшість дослідників в області комп'ютерних вірусів проводять аналогію між шкідливим програмним забезпеченням і природними вірусами, мережевий епідемією і біологічною епідемією. З математичної точки зору органічні і комп'ютерні віруси мають схожі характеристики і властивості, їх поширення описується подібними диференціальними рівняннями. Дослідження статистичних даних також показує адекватність застосування моделі епідемії інфекційних захворювань для опису процесу розвитку вірусної атаки.

У даній роботі розглядається модель SIR з можливістю «вакцинації», а саме передбачається, що, крім «лікування» заражених, тобто видалення на них вірусів і встановлення антивірусної програми, є можливість встановлення антивірусної програми на незаражені вузли.

В роботі розглядається задача керування для SIR-моделі епідемії:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \quad \frac{dI}{dt} = \beta SI - uI, \quad \frac{dR}{dt} = uI$$

Досліджується задача мінімізації витрат для моделі SIR, керуваннями в якій виступають «вакцинація» і «лікування» вузлів.

$$Z = \int_0^T (C_1 I(t) + C_2 u_2^2 + C_3 u_1^2) dt$$

Функціонали такого виду типові для задач керування поширенням вірусів в мережах [1] - [2]. У цьому функціонал, з одного боку, враховується

число «заражених» вузлів (і пов'язані з цим витрати), з іншого боку, витрати на «лікування» і «вакцинацію» вузлів.

Як керування розглянемо параметри $u_1(t)$ і $u_2(t)$. Будемо припускати, що $u_1(t)$ і $u_2(t)$ - вимірні, обмежені на відрізку $[0; T]$ функції:

$$U = \{(u_1(t), u_2(t)) : 0 \leq u_1(t) \leq u_{1max}, 0 \leq u_2(t) \leq u_{2max}\}$$

На основі принципу максимуму Понтрягіна отримана структура оптимального керування.

Знайдено чисельні рішення з використанням методів пристрілки і Рунге - Кутта 4-го порядку.

У роботі представлена математична модель керування захистом комп'ютерної мережі від поширення вірусів. Побудована модель формалізована як задача оптимального керування. Виконано дослідження задачі на стійкість та знайдено асимптотично стійке положення рівноваги системи. У вигляді принципу максимуму Понтрягіна виписані необхідні умови оптимальності, за допомогою яких визначається оптимальне керування у явному вигляді. Це дозволить оцінити поширення можливої епідемії, визначити динаміку чисельності заражених вузлів і досліджувати ефективність заходів протидії поширенню шкідливого коду.

Список використаних джерел

1. Yusuf T. T., Benyah F. Optimal control of vaccination and treatment for an SIR epidemiological model.// World Journal of Modelling and Simulation, Vol. 8(2012) No. 3, pp. 194-204.
2. Bakare E. A., Nwagwo A., Danso-Addo E. Optimal control analysis of an SIR epidemic model with constant recruitment.// International Journal of Applied Mathematical Research, 3 (2014) 273-285.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ВНУТРІШНІХ ТЕЧІЙ РІДИНИ

Михайличенко М.І., atamanova.marisha@gmail.com, Тонкошкур І.С.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Моделювання внутрішніх течій рідини становить певний інтерес, оскільки такі течії часто зустрічаються в різних технічних, природних і біологічних системах. В роботі розглядається задача про нестационарний рух рідини в трубці з жорсткими або з пружними стінками.

Для опису течії рідини використовується одновимірна модель з гідродинамічними параметрами, що осереднені по поперечному перерізу потоку. Система рівнянь нерозривності і імпульсу, що визначає рух нестисливої рідини в трубці з пружними стінками, має вигляд

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} = 0, \quad 0 < x < L, \quad t > 0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = f_e + f_R,$$

де t – час, x – координата уздовж осі трубки, $u(x, t)$ – швидкість течії рідини, $p(x, t)$ – тиск, $S(x, t)$ – площа поперечного перерізу трубки, ρ – густина рідини, f_e – зовнішня сила, f_R – сила в'язкого тертя, L – довжина трубки.

Система диференціальних рівнянь доповнюється напівемпіричною залежністю $S=S(p)$ [1], а також початковими і крайовими умовами

$$p(x, 0) = p_0(x), \quad u(x, 0) = u_0(x),$$

$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad p(L, t) = \mu_2(t),$$

де $p_0(x)$, $u_0(x)$, $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ – задані функції.

Для чисельного розв'язання крайової задачі використовується скінчено-різницекий метод. Наводяться результати розрахунків.

1. Кошелев В.Б. Математические модели квазиодномерной гемодинамики / В.Б. Кошелев, С.Н. Мухин, Н.В. Соснин, А.П. Фаворский. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 114 с.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА МНОЖИНІ РОЗМІЩЕНЬ

Нагірна А.М., naghirnaalla@ukr.net

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Багатокритеріальна задача комбінаторної оптимізації має вигляд:

$$F_l(x) \rightarrow \max, \quad l \in J_L; \quad x \in X \subset E', \quad (1)$$

де E' - комбінаторна множина розміщень, X - множина допустимих розв'язків, а функції $F_l(x), l \in J_L$, визначені на E' . Розв'язок $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$ характеризується вектором $F(x)$, тому вибір оптимального розв'язку зводиться до вибору оптимальних оцінок із множини оцінок [3]:

$$Y = F(X) = \{y \in R^l \mid y = F(x), x \in X\}. \quad (2)$$

Будемо вважати, що E' - не пуста комбінаторна множина точок R^N , і розглянемо багатокритеріальну задачу $Z(F, X)$ максимізації векторного критерія $F = (F_1(x), \dots, F_L(x))$, визначеного на E' :

$$Z(F, X) \rightarrow \max; \quad x \in X \subseteq E' \subset R^N. \quad (4)$$

Якщо множина E' є образом R^N деякої комбінаторної множини A і між E' і A можна встановити бієкцію, то множина E' евклідова комбінаторна [5], а задача $Z(F, X)$ являє собою загальну математичну модель багатокритеріальної задачі евклідової комбінаторної оптимізації. Під розв'язком даної задачі будемо розуміти пошук елементів множини Парето $P(F, X)$, тобто множини ефективних (оптимальних по Парето) розв'язків:

$$P(F, X) = \{x \in X : \pi(x, F, X) = \emptyset\}, \quad (5)$$

де $\pi(x, F, X) = \{y \in X : F(y) \geq F(x), F(y) \neq F(x)\}$.

Множина Парето – підмножина множини допустимих розв'язків X , які належать простору R^N .

Розглянемо загальну множину розміщень $E_{qk}^n(A) \subset R^n$, яка породжена мультимножиною $A = \{a_1, a_2, \dots, a_q\}$, $a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_q$, що містить k різних елементів. В результаті маємо задачу багатокритеріальної комбінаторної оптимізації в евклідовій постановці (задачу евклідової комбінаторної оптимізації) [5]:

$$Z(F, E_{qk}^n(A)) : \max\{F(x) \mid x \in D \subset E_{qk}^n(A)\} \quad (6)$$

$$D = \{x \in E_{qk}^n(A) \subset R^n \mid Gx \leq (\geq) b\}, \quad (7)$$

де G – $m \times n$ -матриця, $b \in R^m$.

Алгоритм розв'язання (6), (7) складається із наступних кроків.

1 крок. Зведення багатокритеріальної задачі (6), (7) до однокритеріальної, застосовуючи метод лінійної згортки.

2 крок. Складання матриці нормалізації для коефіцієнтів додаткових обмежень по відношенню до коефіцієнтів цільової функції.

3 крок. Розбиття множини розміщень на підмножини і упорядкування точок даних підмножин, з урахуванням спадання значень цільової функції. В даному випадку, перша точка множини розміщень буде надавати найбільшого значення цільової функції на певній підмножині.

4 крок. Знаходження першого опорного розв'язку та перевірка його на оптимальність.

Подальші дослідження будуть направлені на розгляд даного алгоритму на інших комбінаторних множинах.

Список використаних джерел

1. Ehrgott M. Multicriteria optimization. Berlin; New York: Springer. 2005. P.323
2. Петров Э.Г., Крючковский В.В., Петров К.Э. Нормативный метод принятия решений в условиях многокритериальности и интервальной неопределенности. Проблеми інформаційних технологій. 2014. Вип. 1. С. 7–13.
3. Семенова Н.В., Колечкіна Л.М. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання. Київ : Наук. думка, 2009. 266 с.
4. Semenova N.V., Kolechkina L.N., Nagornaya A.N. Solution and investigation of vector problems of combinatorial optimization on a set of permutations. Journal of Automation and Information Sciences. 2008. 40, N 12. P. 67–80.
5. Yakovlev S. Convex extensions in combinatorial optimization and their applications. Optimization Methods and Applications. 2017. 130. P. 567–584.

ГРАФІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наконечна Т.В., Нікулін О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Дніпровський державний технічний університет

Для аналізу виробничих процесів схему причинно-наслідкових зв'язків можна будувати відповідно до діаграми Ісікави. Така діаграма має найпростішу структуру зв'язку елементів направленими відрізками і застосовується з метою графічного відображення взаємозв'язку між вирішуваною проблемою і причинами, що впливають на її виникнення (рис.1). Даний інструмент використовують, коли необхідно швидко впорядкувати за ключовими категоріями причини проблем. З урахуванням сучасного рівня розвитку інформаційних технологій до ключових категорій пропонується додати управління процесами, включаючи автоматичне і автоматизоване.

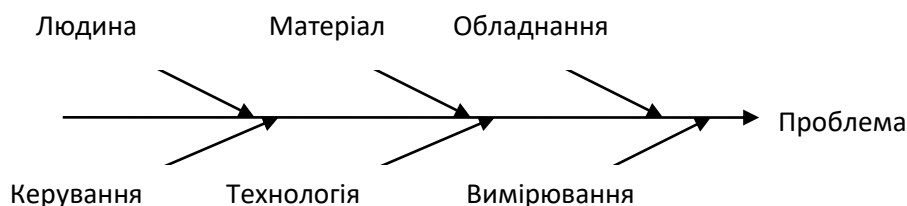


Рис.1 – Загальна схема діаграми Ісікави

Далі відповідно до теми дослідження проводиться перебудова діаграми: деякі категорії переходять в неявну форму, тобто стають «невидимими» на рисунку, по іншим – виконується декомпозиція (гілки перетворюються в дерева). З урахуванням технологічної спрямованості досліджень категорії «людина», «керування», «вимірювання» стають неявними, коли передбачається залучення персоналу з достатнім рівнем вмінь і компетентностей, керування і вимірювання проводяться відповідно до сучасних вимог при достатньому рівні наукової обґрунтованості. Відповідно до теми з прокатного виробництва категорія «обладнання» підрозділяється на групи клітей: чорнову і чистову, безперервну і послідовну. Далі самі прокатні

кліті можуть підрозділятися за кількістю валків: дуо, кварто, шістівалкові та ін.; за конструкцією станин і т. ін. В категорії «технологія» вибирається гаряча поздовжня прокатка з підрозділом на листову, сортову і прокатку фасонних профілів. Категорія «матеріал» підрозділяється на матеріал розкату, матеріал інструменту, мастильний матеріал тощо. Попередній етап дослідження причинно-наслідкових зв'язків для аналізу поздовжньої стійкості гарячої прокатки рулонної сталі представлений на рис. 2.

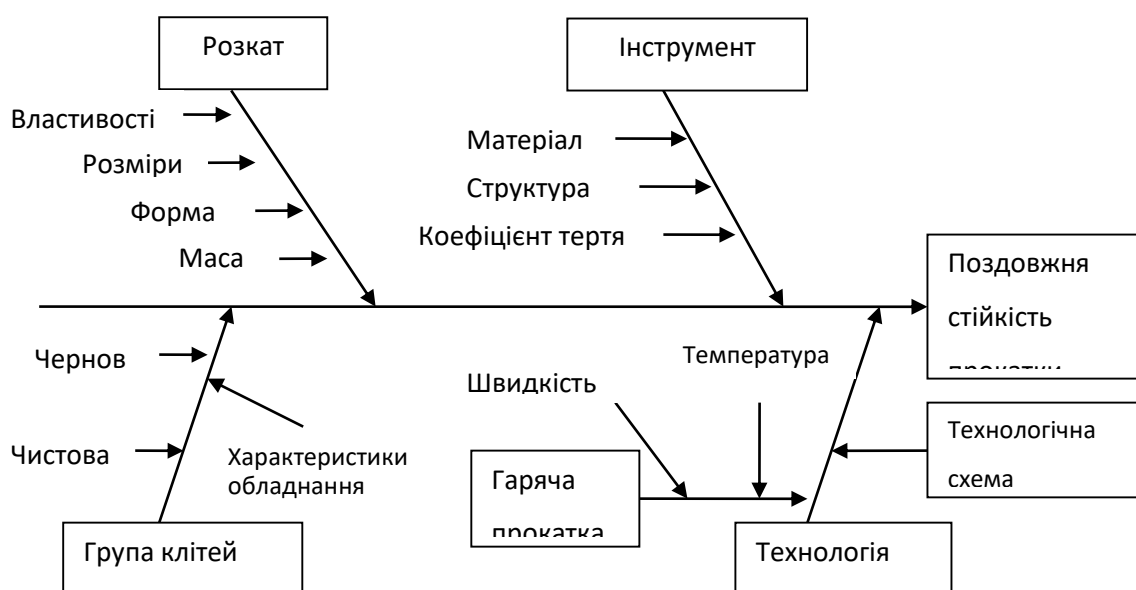


Рис.2 – Діаграма Ісікави категорій умов поздовжньої стійкості гарячої прокатки сталі

Отже, побудована діаграма, яка дає змогу детальніше охарактеризувати умови поздовжньої стійкості гарячої прокатки сталі під впливом чинників виробництва. Іноді стають потрібні подальші кроки конкретизації чинників на діаграмі, для яких недовіком може бути обмежений простір для побудови і зображенні на сторінці всього ланцюжка причин даної проблеми. Тоді цей недолік може бути подоланий при побудові діаграми Ісікави із застосуванням програмних засобів комп'ютерних графічних систем. Для того, щоб кількісно оцінити причинно-наслідкові зв'язки в даній проблемі можна перейти від діаграми Ісікави до причинно-наслідкового моделі об'єкта як зваженого графу.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Олексієнко А.О., Сердюк М.Є.

olekseenko13@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Протягом останніх років сфера комп'ютерної графіки активно розвивалась та вдосконалювалась, з'явилися десятки нових методів обробки зображень та розпізнання образів. Разом з тим розвивалися й технічні можливості, збільшувалась кількість ядер процесорів, зростала частота та вдосконалювалася архітектура процесору. Одночасно зазнали значних змін та розвитку засоби розпаралелювання. Дані фактори призвели до необхідності вдосконалення вже існуючих алгоритмів за для отримання максимальної продуктивності на сучасних процесорах [1]. Треба відзначити, що на сьогоднішній день значно розповсюдженими є проекти з використанням мікро комп'ютерів як станцій обробки графічних даних. Отже особливу потребу у потужних алгоритмах обробки зображень відчувають саме мобільні та мікро комп'ютери.

Метою даної роботи є розробка максимально ефективних алгоритмів прискорення найбільш уживаних методів обробки зображень, таких як Гаусів фільтр, білатеральний фільтр, середньоквадратичний та адаптивний фільтр яскравості [2]. При цьому важливою умовою є збереження кросплатформеності без перекомпіляцій коду.

Для досягнення вище зазначених цілей було вибрано мову C# з використанням технологій .Net Core 3.1 для отримання кросплатформеності та доступу до технологій бітової паралельності SIMD Vector.

Переведення методів на паралельність по ядрам було реалізовано за допомогою використання класу Parallel. Отримана при цьому продуктивність є зрівняною з C++ OpenML. За рахунок використання .Net Core portable було досягнуто кросплатформеність по операційним системам та архітектурам процесорів (x86, arm).

Основною проблемою виявилось коректне імплементування технології SIMD. Загалом для імплементації цієї технології у алгоритми необхідно розробляти свою спеціалізовану стратегію. Однак є спрощений універсальний варіант використання вектору для зберігання повної інформації по кольору пікселів зображення, тобто ARGB каналів. В такому випадку дії над пікселем будуть відбуватися в одному циклі процесору, за рахунок чого й буде отримана побітова паралельність та прискорення. Загалом подібне вдосконалення надає прискорення близьке до 50%. Однак даний метод включає велику кількість надлишкових дій.

Наступним методом інтегрування було включення в вектор одразу декількох пікселів з різних рядів, за рахунок чого перетворення відбувалися одразу в двох рядках зображення. Даний метод є більш специфічним, однак він може бути використаний, наприклад, для вдосконалення методу Гауссового розмиття у реальному часі, за рахунок чого можна досягти прискорення методу більш ніж в два рази.

Описані методи були реалізовані у проекті .Net Core та протестовані на продуктивність за допомогою бібліотеки BenchmarkDotNet. Тестування було проведено в різних операційних системах (Windows, Linux AntiX 19). Результати тестування дозволяють зробити висновок, що технології побітового розпаралелювання можуть бути ефективно використані для проектів з високими потребами щодо швидкості обробки зображень. В особливості це стосується методів з рядковими масками, яким є, наприклад фільтр Гауса. Більш складними випадками можна вважати середньоквадратичний та білатеральні фільтри.

Список використаних джерел

1. Работа с изображениями на Python / Г. Петров [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/425471/>.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. // Р.Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕЙНЕРИЗОВАНИХ БІОМЕДИЧНИХ ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ У ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ¹

Осипенко С.П., baston888@gmail.com

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Сучасні програмні засоби, які використовуються у біомедичних дослідженнях, зокрема дослідженнях, пов'язаних із вивченням геному людини, доволі часто розповсюджуються у вигляді пакетів програмного середовища R. У цьому середовищі доступно більше 10000 пакетів, особливе місце серед яких займає пакет Bioconductor², він містить близько 2000 методів біоінформаційних обчислень. Обчислення у цій сфері вирізняються своєю великою ресурсозатратністю. Для того, щоб прискорити такі обрахунки, у R розроблені пакети³, в яких реалізовано імпліцитну та експліцитну модель високопродуктивних, паралельних та розподілених обчислень. Це дозволяє ефективно використовувати R у кластерних середовищах та на ґрід-платформах. Використання цих підходів передбачає налаштування обчислювального середовища, встановлення додаткового програмного забезпечення. Окрім того, для забезпечення відтворюваності обчислень необхідно мати можливість надати тотожне обчислювальне середовище тому, у якому було отримано результати. Суттєво інший підхід для реалізації високопродуктивних обчислень при дослідженні геному людини реалізовано у хмарному сервісі Cancer Genomics Cloud (CGC)⁴. Основна відмінність цього підходу полягає у тому, що хмарний сервіс не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення. Все необхідне для обчислень програмне забезпечення

¹ За підтримки Міністерства освіти та науки України (реєстраційні номери М/99-2019, М/37-2020) та Національної академії наук України (реєстраційний номер ВФ.115.41).

² <https://www.bioconductor.org/>

³ <https://cran.r-project.org/web/views/HighPerformanceComputing.html>

⁴ <http://www.cancergenomicscloud.org>

(наприклад, мовне середовище R або Python з усіма необхідними пакетами) ізольовано у Docker контейнерах⁵, із сукупності яких складається окремий програмний додаток.

Такий програмний додаток може бути описаний як схема аналізу (workflow). Послідовність кроків (Docker-процесів), вхідні та вихідні параметри, вимоги до кількості ресурсів, необхідних для роботи такої схеми, описуються за допомогою мови Common Workflow Language⁶ (CWL). Така схема аналізу (програмний додаток) за допомогою спеціальних інструментів (наприклад cwltool⁷, Rabix composer⁸) може бути використана для отримання відтворюваних біомедичних розрахунків як у хмарному середовищі, так і на персональному комп'ютері (наприклад, для її тестування). На популярність підходу з використання контейнеризованих додатків у біоінформаційних обчисленнях вказує той факт, що пакет Bioconductor доступний у контейнеризованому вигляді як сервіс на Amazon Web Services (AWS)⁹ та CGC (де його можна використовувати для інтерактивного аналізу). Контейнеризовану web-версію R-Studio із середовищем R, у складі якого встановлено пакет Bioconductor, можна завантажити з ресурсу Docker Hub¹⁰.

Використання контейнеризованих біомедичних додатків надає чимало переваг у порівнянні із традиційними підходами. Найважливіший з них – відтворюваність наукових обчислень (за умови використання CWL або подібних мов). Також важливим є те, що такі обчислення можна масштабувати в залежності від доступних ресурсів. Це дає змогу використовувати їх у хмарних, кластерних середовищах та на комп'ютері.

⁵ [https://en.wikipedia.org/wiki/Docker_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Docker_(software))

⁶ <https://www.commonwl.org/>

⁷ <https://github.com/common-workflow-language/cwltool>

⁸ <https://github.com/rabix/composer>

⁹ <https://console.aws.amazon.com/ec2/home?region=us-east-1#launchAmi=ami-04c50efb93570d53a>

¹⁰ https://hub.docker.com/r/bioconductor/bioconductor_docker

МОДЕЛЮВАННЯ В ТРИВИМІРНОМУ ІГРОВОМУ ПРОЦЕСІ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЛАЙНІВ

Панасенко Є.С., gaura.panasenko@gmail.com,

Степанова Н.І., nist66@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У сучасному світі спостерігається неймовірний приріст потужності обчислювальної техніки і розробники ігор намагаються використати цю потужність найбільш ефективно з метою отримання графіки, найбільш схожої на реальний світ.

Для досягнення найбільшого задоволення розробники також намагаються створити якомога більше ігрових об'єктів та приголомшливих ефектів, що супроводжується значним споживання дискового простору й оперативної пам'яті. Тому завжди є актуальним питання розробки більш ефективних методів моделювання ігрових об'єктів, які б використовували менше обчислювальних ресурсів.

Деякий час тому, коли потужність обчислювальних засобів достатньо виросла, було створено векторний формат зберігання зображень SVG[1], призначений для зберігання як статичної, так і анімованої двовимірної графіки. Для побудови зображень SVG формат використовує криві Безьє, які у свою чергу є окремим випадком В-сплайна. Формат SVG підтримується всіма сучасними браузером для настільних і мобільних пристроїв.

Як відомо, векторним форматам притаманні гарна масштабованість й незначне використання дискового простору за умови, що зображення складається з невеликої кількості простих елементів. З іншого боку, векторні формати мають також і недоліки: у порівнянні з растровими аналогами для побудови векторних зображень використовується більше процесорного часу, а складні зображення починають використовувати більше дискового простору ніж аналогічні растрові.

У трьохвимірному просторі найбільш розповсюдженим форматом є різних способів, у тому числі з використанням кривих Безьє і B-сплайнів.

Таким чином вже існують формати, які дозволяють зберігати об'єкти компактно, забезпечувати їх легку масштабованість. Але у реальному ігровому процесі, де об'єкти сцени постійно взаємодіють один з одним, виникає проблема: як визначити коли об'єкти перетнулися або зіткнулися, під яким кутом це сталося?

У даному дослідженні поставлено задачу розробки ефективного алгоритму, що дозволить у режимі реального часу визначати місце та кут зіткнення декількох об'єктів, побудованих за допомогою сплайн-технологій. Також потрібно виконати програмну реалізацію, яка цей алгоритм використовує.

Для розробки програмного продукту обрано крос-платформовий програмний інтерфейс OpenGL, що забезпечує незалежність програмного додатку від операційної системи. У якості формату збереження об'єктів, як вже зазначено, розглядається формат OBJ. Також для створення тестових тривимірних об'єктів задіяно крос-платформовий графічний редактор з відкритим кодом Blender.

Список використаних джерел

[1]: Бэн Фрэйэн. Глава 7. Использование SVG для достижения независимости от разрешения. // HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. — С. 175-204. — 272 с. — ISBN 978-1784398934 англ. 978-5-496-02271-2.

[2]: Paul Bourke, Object Files, <http://paulbourke.net/dataformats/obj/>

EXTENSION OF A STEPSED PLATE AND EDGE CRACK

Panin K.V., konstantinpanin@ukr.net,
Shumikhin Y.V., shumihin616@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University

An elastoplastic plate with a step is considered, which is weakened by an edge crack and is under the action of tensile forces. In this case, an asymmetric stress field is realized relative to the crack tip.

The purpose of the work is to determine at what value of the load and in which direction the crack will begin to propagate.

The constitutive relations of the deformation theory of plasticity are used as physical equations. When carrying out calculations, the deformation diagram was approximated by both piecewise linear and power dependences.

Since obtaining an analytical solution to an elastoplastic problem causes great mathematical difficulties, the finite element method was used as a solution method. To build a finite element model, isoparametric quadrangular finite elements were selected. If necessary, these elements were modified into isoparametric triangle ones by a special procedure, which made it possible to significantly simplify the construction of the finite element model of the plate.

The method of variable parameters of elasticity was used to linearize the physical equations.

The criterion of the maximum energy flux (V.I. Mossakovsky and M.T. Rybka) was taken as a criterion for local destruction.

When calculating the components of the energy flux vector, the contours of integration were chosen to pass through the points of integration in Gaussian quadratures, and the components of the displacement vector and strain and stress tensors were reduced to the coordinate system associated with the crack.

The dependences of the magnitude of the energy flux, as well as the angle of crack propagation, on the magnitude of the external load and on the length of the crack are obtained.

The influence of the parameters of the physical model of the plate material on the specified parameters of destruction is also investigated.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПОВНЕННЯ ЗАДАНОГО ОБ'ЄМУ НАНОВКЛЮЧЕННЯМИ НЕСФЕРИЧНОЇ ФОРМИ

Панкратов¹ О., Романова¹ Т., Стрельникова¹ Е., Дюрягина^{2,3} З.

elena15@gmx.com, pankratov2001@yahoo.com, tarom27@yahoo.com,
zduriagina@ukr.net

¹*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

²*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

³*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Lublin, Poland*

Високотехнологічні галузі – аерокосмічна техніка [1], машинобудування, атомна та термоядерна енергетика, мікроелектроніка, Інтернет речей, потребують виготовлення виробів з підвищеним ресурсом роботи, мінімальними витратами фінансів та енергоресурсів. Таким вимогам, зокрема, відповідають адитивні технології.

Розробка інтелектуальних 3D-моделей грає ключову роль в загальному процесі адитивного виробництва. Для 3D-друку деталей слід виважено обрати конструкційні матеріали, із застосуванням яких на 3D-принтерах можна виготовляти не тільки окремі деталі, а і елементи конструкцій складної конфігурації. Ці технології дають можливість виготовляти продукцію за короткий проміжок часу, без додаткової фінішної обробки та можливістю відновлення ушкоджених виробів.

У більшості досліджень, присвячених нанокомпозитам, розглядаються математичні моделі для двовимірних конфігурацій об'єктів. У тривимірних репрезентативних об'ємних елементах вивчаються поодинокі включення і системи включень у вигляді сфер однакового радіуса. Ефективні модулі за різними підходами до осереднення обчислені в роботах [2]. Проте потенціал цих методів залишається нерозкритим щодо тривимірних пружних структур з нанорозмірними неоднорідностями загальної топології та властивостями інтерфейсів. Це можна пояснити необхідністю істотної модифікації існуючих методів, особливо у випадках тривимірних наноструктур з

одиночними та множинними наночастками неканонічної геометрії та некласичними контактними умовами.

Вважається, що сферична форма нановключень є найкращою для 3D-друку [3], однак технологія виготовлення таких матеріалів складна та дорога, їх собівартість становить 800-1000\$ за кг. Тому, однією із актуальних проблем є визначення можливості застосування вітчизняних матеріалів з нановключеннями несферичної форми, які є на порядок дешевшими та можуть з успіхом використовуватись в адитивних технологіях.

У роботі запропоновано математичну модель із застосуванням квазі ϕ -функцій [4,5] та метод розв'язання оптимізаційної задачі заповнення заданого об'єму нановключеннями несферичної форми.

Комп'ютерне моделювання і обчислювальний експеримент можуть істотно оптимізувати натурні експерименти за рахунок прогнозної інформації з числового аналізу, що зменшить обсяг, вартість і час експериментальних досліджень.

[1] Vivek T. Rathod, Jayanth S. Kumar, Anjana Jain: Polymer and ceramic nanocomposites for aerospace applications. *Applied Nanoscience* volume, 7, 519–548 (2017).

[2] Dong C.Y.: Boundary element analysis of nanoinhomogeneities of arbitrary shapes with surface and interface effects, C.Y. Dong, E. Pan., *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 35, 996-1002, (2011).

[3] Duryahina, Z.A., Kovbasyuk, T.M., Bespalov, S.A. et al.: Micromechanical and Electrophysical Properties of Al₂O₃ Nanostructured Dielectric Coatings on Plane Heating Elements. *Mater. Sci.*, 52, 50–55 (2016).

[4] Stoyan, Y., Pankratov, A., & Romanova, T.: Quasi- ϕ -functions and optimal packing of ellipses. *Journal of Global Optimization*, 65(2), 283–307, (2016).

[5] Romanova, T., Bennell, J., Stoyan, Y., and Pankratov, A.: Packing of concave polyhedra with continuous rotations using nonlinear optimisation. *European Journal of Operational Research*, 268, 37–53 (2018).

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПРОСОВ К БАЗЕ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ GRAPHQL

Партала М.А, nice.partos@gmail.com

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

На данный момент количество информации постоянно возрастает, поэтому возникает вопрос об эффективной загрузке данных. Снизить объем получаемых данных можно за счет указания полей, которые необходимо вернуть клиенту. С помощью GraphQL можно получить ответ, ориентированный на тот контекст, в котором используются данные. При этом не нужно добавлять в систему большое количество точек доступа, выполнять множество запросов или писать большие условные конструкции.

GraphQL — язык запросов с открытым исходным кодом, разработанный Facebook. Он создавался как более эффективная альтернатива REST для разработки и использования программных интерфейсов приложений. Запрос описывает данные, которые необходимо получить с сервера. Например, с помощью кода ниже можно получить выбранные поля пользователя.

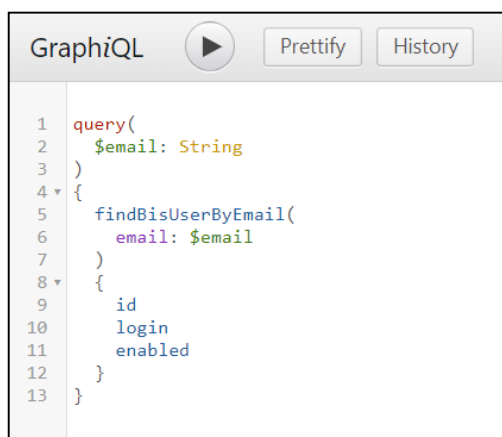
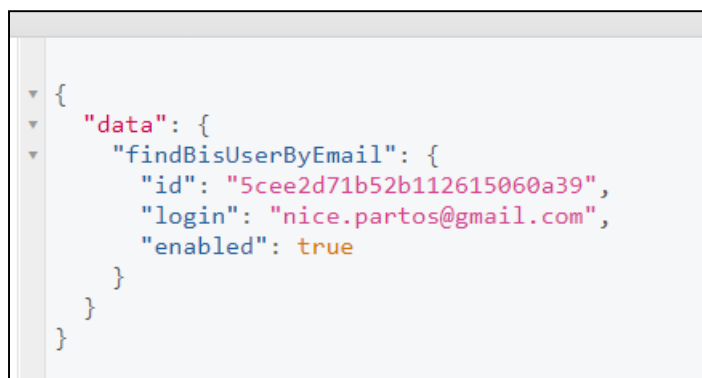


Рис 1. Пример запроса GraphQL для получения данных пользователя



Рис 2. Передача параметра в тело запроса

Успешные операции возвращают JSON с ключом и данными, а неуспешные возвращают JSON с ключом и сообщением об ошибке.



```
{
  "data": {
    "findBisUserByEmail": {
      "id": "5cee2d71b52b112615060a39",
      "login": "nice.partos@gmail.com",
      "enabled": true
    }
  }
}
```

Рис 3. Результат выполнения запроса на
получение данных пользователя

Так как грузятся выбранные поля, передается меньше данных, в соответствии с чем время выполнения запросов будет меньше, чем при загрузке всех данных.

Основными отличиями GraphQL API от REST API являются:

- независимость от протокола передачи данных;
- для работы с данными используется единая точка входа;
- данные возвращаются только в виде JSON;
- дает возможность написания документации непосредственно в коде.

В данном исследовании я изучаю эффективное использование баз данных с помощью технологии graphql. GraphQL сервер был написан с помощью nodejs и express. В качестве системы управления базами данных была выбрана mongodb, в связи с чем применяется mongoose библиотека.

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

Полупанов С.М, Книш Л.І., serghpo@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

За поглядами Ніколи Тесли людство знаходиться в океані енергії, передача якої супроводжується хвильовими процесами. Оптичні, звукові, механічні, сейсмічні, квантові та ін. типи коливань мають різні механізми генерації та розповсюдження, але їх об'єднує споріднена фізична сутність.

В якості об'єкта дослідження розглядається хвильовий процес, що генерується в нестислій рідині під час екстремальних режимів роботи трубопроводу. Ефект гідравлічного удару при цьому може бути настільки руйнівним, що магістраль повністю виходить зі строю. Це вкрай небезпечне явище руйнує теплові мережі та системи подачі палива космічних апаратів, парогенератори та медичне обладнання.

В той же час, потужна енергія, що несе хвиля гідравлічного удару, може бути перетворена та використана зі значною користю. На цьому принципі побудований технологічний прилад типу гідравлічного тарану, дослідження хвильових процесів в якому є предметом даної роботи. Такі енергоефективні пристрої набирають все більшу популярність в світі. Провідні компанії Японії, Китаю, Малайзії проводять масштабну науково-дослідницьку та проектно-конструкторську роботу в цьому напрямку.

Метою даної роботи є детальний аналіз хвильових процесів, що мають місце в гідротаранній установці та їх вплив на її ефективність. Цей аналіз складався з декількох основних етапів.

На першому етапі на базі сучасних тенденцій в даній галузі була розроблена фізична модель системи, на основі інтегральних балансових співвідношень знайдені її основні геометричні, механічні, гідравлічні та динамічні параметри, визначені основні хвильові характеристики. Це дозволило перейти до більше детального числового дослідження.

Слід відмітити, що визначення методів запобігання гідроудару є досить розповсюдженою технічною задачею. Тому на ринку існує багато комп'ютерних пакетів для розрахунку гідроудару, але всі вони носять комерційний характер. Тому для проведення числового дослідження було створено програмний модуль, в основу якого покладено математичну модель гідравлічного удару, що будується на основі нестационарної системи рівнянь Нав'є-Стоксу.

Для побудови числового розв'язку було використано метод характеристик, суть якого полягає у перетворенні до характеристичної форми рівняння безперервності та рівняння руху, що описують гідроудар. Такий підхід дозволяє два квазілінійних гіперболічних рівняння в часткових похідних звести до звичайного диференціального рівняння з подальшою його дискретизацією. Перехід рівнянь в часткових похідних до характеристичного виду було проведено удосконаленим методом Листера, який найбільш підходить до подібних задач.

Числовий алгоритм з вибраними специфічними для гідротаранної установки граничними та початковими умовами було реалізовано на мові програмування Lua, яка має широкі можливості в плані створення відповідних додатків під різноманітні платформи.

Верифікація результатів проводилась шляхом порівняння числових результатів з результатами натурних випробувань, що проведені на моделі створеної гідротаранної системи. Масштабування експериментальних даних здійснювалось на основі теорії подібності та розмірностей. Отримано задовільне узгодження між експериментальними та розрахунковими даними.

На основі розробленої математичної моделі та складеного числового алгоритму проведено детальний структурний аналіз хвильових процесів в гідротаранній установці, який дозволив обрати її оптимальні параметри.

GENERALIZATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF DEATH AND BIRTH PROCESSES IN CASE OF WEAK CONSEQUENCE

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

Oles Honchar Dnipro National University

The models of queuing theory and reliability theory are used in solving problems of system analysis of complex systems that are exposed to random factors. Such tasks include inventory management tasks in case of random demand, tasks related to the analysis of the characteristics of computer systems, tasks of organizing the work of trade, communications, household and medical services, etc.

The efficiency of queuing systems is characterized by different indicators depending on the type of system – this is primarily the bandwidth of the system (absolute and relative), the average queue length and average queue time, the probability of denial of service and many others, but it is not always possible to find analytical expressions for these indicators. As a rule, this is possible when modeling according to the scheme of Markov and semi-Markov processes.

In many problems of queuing theory, reliability theory, biology, the behavior of systems is described by the process of death and birth. This process is a Markov process, ie a process without aftereffects. Its transient probabilities depend only on the state of the process at the present time and do not depend on the nature of previous changes in the states of the system described by this process. In situations that occur in practice, sometimes such assumptions are not true, so it is natural that the study of systems in which the influence of the "past" on the "future" is taken into account to some extent, is of interest.

The author proposes a generalization of the process of death and birth, which allows to some extent to take into account the influence of the prehistory of the process on its characteristics. It is assumed that the transition probabilities of the process depend not only on the state of the process at the present time, but also on the state from which it is reached, ie the generalization in the case of "weak

aftereffect" is considered. Such a process is no longer Markov's. The method of additional variables was used for his research – the considered non-Markov process was reduced to a two-dimensional Markov process.

The proposed mathematical model of the generalized process of death and birth makes it possible to obtain relatively simple calculated relations for the probabilities of states of some queuing systems and redundant systems of a certain type. Probabilities of states are the basis for determining other indicators of system performance.

For the generalized process of death and birth the system of direct differential equations of Kolmogorov is deduced, analytical expressions of boundary probabilities of states of process and conditions of existence of ergodic distribution are found.

As an example of application of the generalized model the single-channel queuing system with expectation in which the ordinary stream of requests for service arrives is considered. The intensity of applications and the intensity of their service depends not only on the number of applications in the system k (including the one being serviced), but also on what caused the transition to state k – by exiting the serviced application or entering a new application.

The transient probabilities of such a system and the marginal probabilities of states coincide with the results obtained for the generalized process of death and birth $\zeta(t)$. The condition for the existence of a stationary regime in the system coincides with the condition for the existence of an ergodic distribution of the process $\zeta(t)$. If this condition is not met, the length of the queue in the queuing system increases indefinitely over time.

An example of calculating the limit probabilities of states of a redundant system with recovery, which operates in the mode of "warm" redundancy, taking into account the influence of "after-effect" is also considered. The expression of the readiness factor of such a system is found.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПІЗНАВАННЯ ШИФРОТЕКСТУ**Потапов О.А., alexpotapov1985@gmail.com***Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

Поява всесвітньої павутини дозволила ділитись різноманітними даними дуже швидко на будь-якій відстані, але проблема збереження конфіденційності передачі цих даних, стала дуже актуальною. З'являється дуже велика кількість наукових робіт та розробок, призначених зменшити ризик втрати, або крадіжки, цієї інформації. Та час від часу з'являються випадки, при яких виникає необхідність отримати несанкціонований доступ до певних даних. Одним з найпопулярніших таких випадків є відновлення доступу до особистих даних при втраті криптографічного ключа.

У випадку, якщо алгоритм шифрування стійкий до злому, єдиним способом отримання доступу до даних є метод грубого перебору паролів (Bruteforce) зі словником чи без. Коли цю задачу виконує комп'ютер, виникає проблема: як комп'ютер повинен зрозуміти, що він виконав поставлену перед ним задачу, тобто, розшифрував дані?!

На даний час штучний інтелект використовує для цього ентропійний аналіз. Але поверхневий ентропійний аналіз дає низькі результати розпізнання, а глибокий вимагає великих обчислювальних потужностей.

Ця проблема може бути вирішена за допомогою використання нейронних мереж. Були проведені дослідження можливостей нейронних мереж для аналізу вхідних бінарних даних. Нейронна мережа повинна навчитися відрізняти шифротекст від незашифрованих даних. Для цього було обрано програмне забезпечення для створення нейронної мережі, створена та налаштована нейронна мережа. Далі було проведене навчання та тестування мережі на заздалегідь підготовлених даних.

Для створення потрібного програмного забезпечення використовувалась мова Python та сумісні з Python пакети. Оптимальним вибором стала бібліотека Tensorflow від корпорації Google (GoogleBrain) з

надналаштуванням Keras. У Всесвітній павутині дуже багато позитивних відгуків про цей пакет під час роботи з задачами класифікації.

Експерименти та вивчення документації навели на висновки, що в цьому випадку мережа укладатиметься з двох шарів(вхідний та вихідний). У вхідному шарі - 40 нейронів, що мають можливість приймати кожен по 32 вхідні дані. Функція активації – Relu (RectifiedLinearUnit), що надає досить гарні результати та при цьому працює значно швидше за складні функції активації.

Після проведення дослідження на різних вхідних даних отримано наступні результати. Їх можна розділити на 2 групи: експерименти зі звичайними текстами та експерименти з бінарною інформацією. Для звичайних текстів на даних з навчальної вибірки мережа отримує успіх у 96.5-98.6% випадків. На тестовій вибірці успіх 95.3-97.2%, що є дуже гарним результатом. Але на бінарній інформації значення успіху зазвичай не перевищує 55-60%, що говорить про те, що мережа не може відрізнити хаотичну інформацію у шифротексті від, на вигляд, хаотичної бінарної інформації в файлах програм.

Тому на цьому етапі можна заявити, що створена нейронна мережа легко відрізняє звичайний текст від зашифрованого, та майже не відрізняє шифротекст від тексту взятого з бінарного файлу. Тобто її результати не перевищують результатів звичайної людини. Якщо взяти до уваги, що нейронна мережа імітує аналіз, як це робить людина, то виходить, що отримані результати близькі до оптимальних.

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ЮНІТ ЕКОНОМІКИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ

Притоманова О.М., Журавель С.В., Липнягов М.О.,
nikitalipnagov@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Основною задачею цифрового маркетингу виступає максимізація прибутків підприємства із продажу продукції у мережі Інтернет за рахунок вибору оптимальної маркетингової кампанії. У якості інструменту системного аналізу для оцінки оптимальності кампанії виступає концепція юніт-економіки, яка означає розгляд маркетингової компанії навколо одного користувача (у нашому випадку відвідувача інтернет-магазину) та аналіз рентабельності масштабування бізнес-моделі на увесь ринок. Перевага даної концепції полягає в одночасному аналізі як макро- так і мікроекономічних показників ринку та підприємства.

Розглянемо функцію доходу CM маркетингової компанії та проаналізуємо фінансовий результат проведення маркетингової кампанії для бізнес-моделі онлайн-підприємства із продажу певного роду продукції.

$CM(All, TAM, MS, MAU, C1, AvPrice, COGS, APC, CPA) - ?$ (1)

де параметрами виступають: All - всі можливі учасники ринку, до яких ми теоретично можемо донести інформацію про продукт, для b2c це всі, хто живе люди на Землі, TAM - кількість клієнтів на всьому ринку, MS - яку частку від усього ринку ми плануємо захопити, MAU - число учасників ринку, яких ми можемо проінформувати про свій проект за період (місяць), C1 - конверсія проінформованого учасника в клієнта, AvPrice - середній чек, сума грошей, яку віддає клієнт, COGS - витрати, які несемо на продажу товару або послуги, APC - середнє число угод, що припадають на клієнта за весь час його життя, CPA - ціна залучення одного користувача в продукт.

Показники маркетингової кампанії розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned}
 STA &= ALL/TAM, SAM = TAM * MS, Customers = MAU * C1, \\
 ARPC &= (AvPrice - AvPrice * COGS) * APC, m2Market = CPA * MAU, \\
 tAC2Market &= tMAU2Market * CPA, SOM = tAC2Market * C1, \\
 tR2Market &= SOM * AvPrice * APC
 \end{aligned}$$

Для розв'язання задачі (1) розроблено програмний продукт мовою програмування C# у середовищі розробки Visual Studio. За допомогою розробленого програмного продукту проведено обчислювальний експеримент аналізу маркетингових компаній інтернет магазину із продажу книжок за різних вхідних параметрів ринку.

Рисунок 1. Вхідні параметри маркетингової компанії та відповідні розрахунки



Рисунок 2. Розрахунок ROMI та точки беззбитковості

Згідно обчислень, ROMI маркетингової кампанії становить 3960%, яка відноситься до класу надприбуткових. Це означає вона заробила у 39.6 разів більше, ніж початкова інвестиція у маркетингову кампанію. Із MRR графіка можна побачити, що вона стає беззбитковою на 1 місяці, та щоб отримати 1000 клієнтів необхідно усього 4 місяці.

МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ БАНКУ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Притоманова О.М., Миронов К.О., mirkiralex@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Головною особливістю задач, що розв'язуються на основі кластерного аналізу, є угруповання статистичних даних за деякими ознаками та подальше використання такої інформації в процесах аналізу та управління.

Серед основних цілей кластеризації можуть бути наступні:

1) кластеризація проводиться для знаходження груп схожих елементів з метою подальшої незалежної їх обробки. У цьому випадку параметри кластеризації повинні забезпечувати мінімальну кількість кластерів;

2) кластеризація здійснюється з метою отримання нової невеликої вибірки, що складається з еталонних елементів - типових представників кластерів. Тут важливо, щоб параметри кластеризації забезпечували формування кластерів з високим ступенем однорідності елементів, що входять до них;

3) кластеризація проводиться з метою знаходження нетипових елементів, тобто елементів, що не потрапляють ні в один з кластерів, при цьому самі кластери повинні бути невеликими;

4) кластеризація здійснюється з метою формування ієрархічної структури вибірки (так звана задача таксономії). У цьому випадку на кожному ієрархічному рівні кількість кластерів має бути невеликою.

У роботі використовується алгоритм кластеризації розділів, а саме метод k-середніх, який є найрозповсюдженішим і найбільш дослідженим серед усіх методів кластеризації. Він розподіляє дані між групами, що не перетинаються, та ідентифікуються за їх центрами.

Даний метод був обраний з кількох причин:

- *простота*: метод використовує популярний алгоритм k-середніх для визначення кластерів, що є прямим методом оптимізації.

- *надійність*: метод забезпечує, як правило подібні виходи для різних випадкових величин.
- *швидкість*: алгоритм швидко працює, що особливо корисно, коли необхідно викристовувати bootstrapping.
- *результативність*: забезпечує найбільш правдоподібні результати кластеризації в порівнянні з іншими методами.

Нехай дана навчальна вибірка $X = \{x_1, \dots, x_N\}$. Необхідно знайти таку функцію кластеризації f , яка б кожній точці $x \in X$ ставила б в однозначну відповідність деякий елемент – мітку $y \in Y$, $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$ (кожна мітка відповідає деякому кластеру).

Тоді задача кластеризації зводиться до знаходження такого набору міток Y_0 і функції кластеризації f , щоб

$$Y_0 = \operatorname{argmin}_{Y \in \psi, f} Q(Y, f),$$

де $Q(Y, f)$ - обраний критерій якості (оптимальності) кластеризації (якщо оптимальність відповідає мінімуму критерію Q).

Критерієм оптимальності (якості) кластеризації k -середніх є мінімізація сумарного квадратичного відхилення точок кластерів від центроїдів (центрів тяжіння) цих кластерів.

Алгоритм k -середніх являє собою покрокове (ітераційне) знаходження центрів ваги кластерів і розбиття навчальної вибірки на кластери до тих пір, поки функціонал Q не перестане зменшуватися.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Редько А. О., redkoanastasia03@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У наш час надзвичайно швидкі зміни умов функціонування підприємств, пов'язані з розвитком ринкових відносин і посиленням впливу зовнішнього середовища, визначають важливість розробки чіткої стратегії розвитку підприємства. Ефективність її реалізації зумовлює попередній всебічний аналіз факторів зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства, а також повне забезпечення програм і проектів, зокрема ресурсне. У більшості випадків прийняття управлінських рішень із цих питань на підприємствах залишається інтуїтивним і недостатньо обґрунтованим. Тому проблема розробки стратегії розвитку з урахуванням специфіки функціонування сучасних підприємств є актуальною.

Процес розробки та реалізації стратегії складається з певних кроків (етапів), яких слід неухильно дотримуватися. Погляди на склад та послідовність формування стратегії також різняться. Але у більшості випадків відокремлюються такі типові етапи розробки та реалізації стратегії: визначення місії підприємства, визначення цілей діяльності підприємства, аналіз зовнішнього середовища, аналіз внутрішніх можливостей, аналіз альтернатив та вибір стратегії, реалізація стратегії, перевірка ефективності стратегії.

Було поставлено задачу вивчення взаємодії виробника та споживача, методів розробки стратегії розвитку підприємства та застосування отриманих знань для модельної задачі.

У процесі роботи було досліджено моделі поведінки споживача та виробника. За допомогою знаходження безумовного екстремуму функції Лагранжа і рівняння Слущкого будуємо модель поведінки споживача.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ АУДІОІНФОРМАЦІЇ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Різниченко А.Г., Сердюк М.Є.

riznychenko.anton@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У наш час багато починаючих співаків та музикантів не мають достатньо грошей на замовлення студії звукозапису, щоб записати свої пісні, серед яких є багато надзвичайних. Тому вони намагаються записувати пісні вдома, без спеціалізованого високовартісного обладнання. Крім того, наявність мобільних пристроїв робить можливим створення аматорських аудіозаписів шанувальниками музики. Такі записи зазвичай спотворені шумами та іншими артефактами. Отже актуальною є розробка методів, які покращують якість аудіо файлів, отриманих за несприятливих умов запису.

Метою даної роботи є дослідження методів зменшення шумів у аудіо файлах з наступною реалізацією алгоритму у програмному додатку. Будемо розглядати магнітудну спектрограму, яка являє собою зображення з помітною структурою: повторювані горизонтальні лінії гармонік інструменту, вертикальні настання перехідних процесів та частотно-модульовані гармоніки мови та вокалу.

Для усунення шумів у даних, представлених спектрограмою, використовуються ідеї роботи [1]. Усунення шуму пропонується здійснювати методом на базі алгоритму Non-Local Means (NLM) для обробки зображень. Ключовою властивістю цього алгоритму є неявний пошук двовимірних шаблонів елементів на зображенні та використання цих шаблонів для полегшення процесу прибирання шумів.

Алгоритм NLM для зменшення шумів на зображеннях порівнює вміст ділянок, що знаходяться навколо даних пікселів:

$$y_{i,j} = \sum_{(k,m) \in \Omega} x_{i+k,j+m} W(i,j,k,m)$$

де $y_{i,j}$ - вихідне значення після обробки, $x_{i+k,j+m}$ - значення навколо вхідного значення $x_{i,j}$, а $W(i, j, k, m)$ - ваговий коефіцієнт відповідно значень $x_{i,j}$ та $x_{i+k,j+m}$, що розраховується наступним чином

$$W(i, j, k, m) \approx \exp\left(-\frac{\|v(x_{i,j}) - v(x_{i+k,j+m})\|^2}{h^2}\right)$$

де $v(x)$ - це вектор значень пікселів з геометричного околу пікселя x , що зазвичай задається як квадрат навколо пікселя x . Діапазон Ω для (k, m) в алгоритмі NLM може бути таким великим, як ціле зображення, звідси і назва “нелокальний” (non-local).

Такий підхід надає змогу усереднити лише пікселі, околиця яких мають подібну структуру. Це дозволяє зберегти структуру зображення, чітко повторювані текстури та візерунки набагато краще, ніж у попередніх методах шумозаглушення.

Вхідні дані NLM алгоритму - це двовимірний масив значень співвідношення сигналу до шуму. Пороги шуму вважаються відомими. Їх можна визначити з секції сигналу, де знаходиться тільки шум. На виході отримуємо відфільтровану від шумових артефактів спектрограму з мінімальними пошкодженнями первісного сигналу. Реалізація цього методу у додатку на мобільному пристрої дозволить швидко і зручно обробляти аудіо файли, отримані у несприятливих умовах запису.

Список використаних джерел

1. Lukin A., Todd J. Suppression of Musical Noise Artifacts in Audio Noise Reduction by Adaptive 2D Filtering. Dept. of Computational Mathematics and Cybernetics, Moscow State University, Moscow, Russia, 2007. - 7 p.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ

Романик Ю.О., julinjka17@ukr.net, Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua,

НУ «Львівська політехніка»

Інвентаризаційний процес проводиться на всіх підприємствах незалежно від сфери діяльності та є незмінною частиною моніторингу кількості та стану матеріальних цінностей. Під час еволюції людського суспільства розуміння та визначення інвентаризації видозмінювалось: з примітивної форми проведення дій із підрахунку, до виконання задач з виявлення фактичної наявності та кількості матеріальних цінностей з метою визначення розміру капіталу та складання фінансового результату підприємницької діяльності.

З стрімким розвитком технологій спостерігається тенденція до автоматизації всіх процесів, які виконуються мануально і процес інвентаризації при цьому не є винятком. Проведене дослідження свідчить, що наявне програмне забезпечення для автоматизації процесу інвентаризації має множину обмежень, серед яких можна виділити: відсутність локалізованих засобів, громіздкість функціонального наповнення, неможливість використання мобільних платформ та комерційність використання. З огляду на те, актуальною задачею є розробка системи автоматизації процесу інвентаризації матеріальних цінностей.

З метою всестороннього окреслення функціоналу програмної системи на початку дослідження було проведено системний аналіз предметної області та побудовано дерево цілей (рис.1). Генеральною ціллю є «Автоматизація процесу інвентаризації матеріальних цінностей». Після її декомпозиції було виділено такі підцілі першого рівня: «Збір даних та аналіз існуючих систем», «Проектування та програмна реалізація», «Автоматизація процесу інвентаризації».



Рис.1 Дерево цілей

Першою гілкою є «Збір даних та аналіз існуючих систем», даний етап надзвичайно важливий адже передбачає визначення функціоналу, який потрібно реалізовувати на основі аналізу переваг/недоліків систем-аналогів. «Проектування та програмна реалізація» – передбачає процедуру проектування/програмування майбутньої системи, розробку дизайну та здійснення тестування. Остання гілка «Автоматизація процесу інвентаризації», визначає особливості, які надаються конструйованою системою. Останнім рівнем є відображення критеріїв оцінки, які в подальшому застосовуються для вибору однієї з можливих альтернатив виду системи яку необхідно реалізувати.

У статті проаналізовано сучасний стан проблеми автоматизації процесу інвентаризації матеріальних цінностей, наведено обмеження існуючих систем та розроблене дерево цілей, що створює підґрунтя для її подальшого проектування та конструювання.

ПОШУК КОМПОНЕНТ СИЛЬНОЇ ЗВ'ЯЗНОСТІ У ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ ВЕБ-ГРАФУ

Ручинська А.О., alina.ruchinscaa@gmail.com, Сірик С.Ф.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сьогодні графи широко використовуються для моделювання даних в різних предметних областях, що вимагають з'ясування та визначення схем відношень між об'єктами. Такими предметними областями є веб-простір, соціальні мережі, бази знань, бібліографічні мережі, хімічні та білкові сполучення та інші. Обсяги даних, що описують об'єкти у зазначених областях, постійно збільшуються, що у свою чергу призводить до необхідності розробки методів та алгоритмів, здатних ефективно обробляти величезні масиви даних.

Яскравим прикладом великомасштабного графу є Web-граф. Подання множини сайтів з гіперпосиланнями у вигляді веб-графа відразу дає можливість візуальної оцінки ступеня його зв'язності на підставі аналізу його структури та підрахунку кількості компонент зв'язності. Компоненти сильної зв'язності в такому графі являють собою множину сайтів, пов'язаних гіперпосиланнями так, що по них можна перейти з будь-якого сайту на будь-який сайт з цієї множини. Вхідження сайту в компоненту сильної зв'язності досить великої потужності важливо для нього, так як підвищує ймовірність відвідування його користувачами.

Для дослідження та аналізу даних великого обсягу за їх ознаками використовується кластерний аналіз. Такий метод використовується у багатьох прикладних сферах. Наприклад, у медицині кластеризація використовується для захворювань, симптомів, методів лікування, що призводить до глибшого розуміння медичних проблем, пов'язаних з лікуванням людей.

У роботі розглядається задача пошуку такого розбиття графу на систему підграфів, що кількість ребер у середині підграфу значно більше, ніж кількість ребер, що зв'язує підграфи один з одним. Існує ряд підходів та алгоритмів, за допомогою яких можна виконати кластеризацію графу. Один з них ґрунтується на понятті модулярності (Modularity) [1]. Модулярність – це метрична характеристика, значення якої дозволяє оцінювати якість розбиття, враховуючи наскільки відрізняється підграф, отриманий у результаті розбиття, від випадкового підграфу. Таким чином, при якісному розбитті графа на систему підграфів модулярність висока. Зазначену міру можна використовувати не тільки як критерій якості розбиття, а і застосовувати її як показник розвитку спільноти.

Для пошуку компонент сильної зв'язності у роботі було використано алгоритм обходу графу у глибину (Depth-firstsearch). Це алгоритм, який застосовується для розв'язання багатьох складних задач теорії графів, таких як перевірка зв'язності, пошук циклу та компонент сильної зв'язності, для топологічного сортування. Стратегія пошуку в глибину передбачає рекурсивний обхід: для кожної вершини графу, яку ще не пройдено, необхідно знайти всі її суміжні вершини, які ще не пройдено, та повторити процедуру пошуку для них. Застосування рекурсивної функції обходу робить алгоритм зручним, складність алгоритму дорівнює $O(N+M)$, де N – кількість вершин; M – кількість ребер.

Виділення зв'язних підграфів, вершинами яких є веб-сторінки, допомагає визначити тематичну однорідність джерел інформації на сайті. Отримані результати кластеризації описують структуру веб-сайту та дозволяють сформулювати рекомендації щодо її покращення.

Список використаних джерел

1. Girvan M., Newman M. E. J. Community structure in social and biological networks / - Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99 – 2002 - P. 7821–7826.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ СИСТЕМ ЗІ ЗМІННОЮ СТРУКТУРОЮ ТА ВИПАДКОВИМИ ПЕРЕМИКАННЯМИ

Сагаль В. С., Скороход Г. І., sagalv97@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Системами зі змінною структурою (СЗС) вважається спеціальний клас нелінійних систем, в яких відбувається перемикання регуляторів (або їх параметрів) за сигналами блоку зміни структури (БЗС) в залежності від значень змінних стану об'єкта.

Зазвичай кожен з регуляторів (утворює разом з об'єктом відповідну «структуру») є лінійним, але завдяки перемиканню структур закон управління виходить істотно нелінійним. Як правило, СПС складається з двох лінійних детермінованих регуляторів і блоку зміни структури, що працює по релійному закону.

В роботі було проведено аналіз математичного моделювання руху систем зі змінною структурою та випадковими перемиканнями. Перемикання структур в СЗС здійснюється для підвищення якості процесів управління і спрощення синтезу регулятора. Велике значення має дана тематика в життєвому шляху людини, яку можна моделювати як рух СЗС з випадковими параметрами та умовами перемикання.

Узагальнена математична модель динамічних СЗС складається з n структур. В довільній структурі з номером n зміна стану системи $X_n(t)$ задається оператором T_n . У процесі руху системи при виконанні відповідних умов перемикання виконується перехід від даної структури до іншої.

Було розроблено програму руху дискретної динамічної системи з двома структурами з використанням мови Python з застосуванням бібліотеки Matplotlib, яка дає змогу для створення двовимірної графіки за допомогою якої можна будувати високоякісні малюнки різних форматів.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ ДО БЮДЖЕТУ

Самойлов О. І., a.samoylovua@gmail.com,

Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Моделювання податкових надходжень до бюджету є важливою та актуальною задачею. Для цього треба задати модель з **держави, біржі та підприємств** і знайти оптимальні умови для роботи підприємств і **максимізації податкових надходжень**. Елементи та параметри моделі сформулюємо наступним чином:

1. Держава

Параметри:

1. Офіційні податки (ЄСВ, НДС, акцизи...) кожен податок задано функцією $t_n(x_1, \dots, x_k)$.
2. Офіційний штраф за несплату податків $f_{1n}(x_1, \dots, x_k)$.
3. Неофіційний штраф за несплату податків $f_{2n}(x_1, \dots, x_k)$.
4. Вартість утримання держапарату $C = \text{const}$.
5. Кількість грошей на балансі.

2. Біржа

Параметри:

1. Кількість товару для покупки $q(x_1, \dots, x_k)$.
2. Ціна за одиницю товару $p(x_1, \dots, x_k)$.

3. Підприємство

Параметри:

1. Розмір $s(x) = \{0, 1, 2\}$ 0 - мале, 1 - середнє, 2 – велике.
2. Кількість грошей на балансі.
3. Час на виробництво одного товару $t(x_1, \dots, x_k)$.
4. Вартість на виробництво одного товару $p(x_1, \dots, x_k)$.

Параметри держави та біржі задаються як початкові умови, а параметри кожного підприємства підбираються за допомогою генетичного алгоритму.

У моделі є один об'єкт **держава** – складна система, яка містить у собі один об'єкт **біржі** та N **підприємств**. За даних умов держава та біржа незмінні елементи, але деякі їх параметри можуть змінюватись. Підприємства – елементи системи, які можуть зникати і з'являтися в залежності від ефективності їх роботи. Отже, наша задача – **за допомогою генетичного алгоритму та еволюції змоделювати роботу підприємств у різних умовах**, які залежать від параметрів держави і біржі, тим самим порахувати кількість сплачених податків до бюджету, і **знайти оптимальну податкову стратегію для держави**.

Генетичні алгоритми (ГА) представляють клас надійних і ефективних оптимізаційних методів, придатних для розв'язання широкого кола наукових та інженерних задач. Генетичний алгоритм – це ітераційна процедура, яка обробляє групу хромосом (розв'язків задачі), що мають назву популяція.

Генетичний алгоритм являє собою метод, що відображає **природну еволюцію** методів вирішення проблем, і в першу чергу задач оптимізації. Генетичні алгоритми – це процедури пошуку, засновані на механізмах природного відбору і спадкоємності. У них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин.

Список використаних джерел

Лысенко Ю.Г., Иванов Н.Н., Минц А.Ю. Нейронные сети и генетические алгоритмы. – Донецк: Юго-восток, 2003. – 230 с.

Morozov A. Modified branchan dboun dalgorithm forsolving the Hamiltonian Rural Postman Problem / A.Morozov, A.Panishev // Information Modelsof Knowledge. – Kiev ; Sofia, 2010. – Pp. 442–450.

РОЗРОБКА СЕРВЕРНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ДЛЯ МЕРЕЖІ АПТЕК НА ОСНОВІ MULESOFT ANYPOINT PLATFORM

Саух О.О., olha.bagno@gmail.com, Михальчук Г.Й.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

MuleSoft Anypoint Platform являє собою інтеграційну платформу, яка побудована на ядрі з відкритим кодом, що дозволяє клієнтам з'єднувати свої системи, додатки і API інтерфейси, масштабувати системи [1].

Головною перевагою платформи є API-led Connectivity підхід. API-led – це методологія, що описує спосіб передачі даних до додатків через повторно використовувані і спеціалізовані API. Ці API розробляються для того, щоб відігравати певну роль: агрегація даних з різних систем, об'єднання даних в процеси або надання кінцевого сервісу [2].

Саме API-led Connectivity підхід використано для розробки серверної частини системи для мережі аптек. Розроблювану систему можна назвати «коннектором», який отримує дані з зовнішнього джерела, оброблює їх та відправляє у систему, яка відповідальна за створення бази даних аптеки.

Варто зауважити, що ключовою складовою системи є початкові дані, які отримані з зовнішнього джерела. Ці дані являють собою файли у asc форматі, які зберігаються у zip архівах. За допомогою системного рівня FDB API дані розархівовуються та потрапляють у PostgreSQL (рис.1). Подальша робота буде пов'язана саме з даними у БД: пересилання між рівнями API, створення датасетів та їх фільтрація.

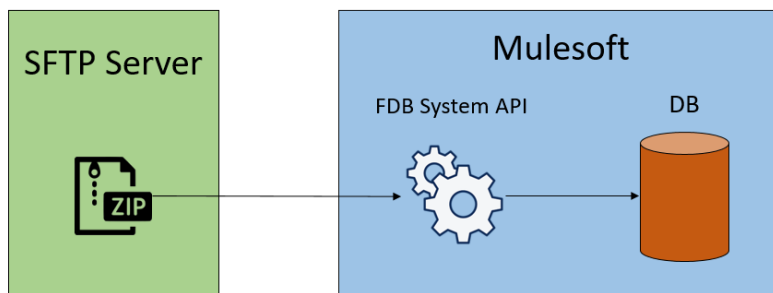


Рис.1 – Розпаковка початкових даних перед занесенням у БД

Розглянемо, етапи обробки даних після того, як вони потрапили у БД (рис.2). FDB System API формує датасети – групи препаратів схожих за певними критеріями. До БД відправляється запит, після чого датасети повертаються у FDB API. Далі дані відправляються у Process API, де формується json-файл для кожного датасету. Json-файли потрапляють у Pharmacy System API, яка у свою чергу конвертує дані у формат XML. Такими чином відбувається обробка та доставка файлів до Pharmacy System. Тригером описаної частини є Process API.

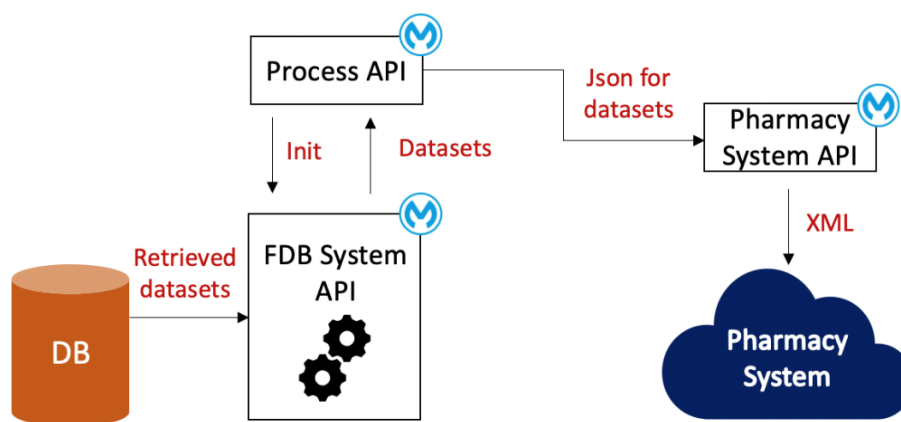


Рис.2 – Частина реалізованої системи

Серед технологій для розробки можна виділити наступні: Java, Mulesoft Platform, Apache Maven, Docker. Docker використовується для розгортання локальної бази даних та моків. Для тестування використовується фреймворк TestNG.

Список використаних джерел

1. MuleSoft [Електронний ресурс]: Deliver APIs and integrations at lightning speed – Режим доступу:
<https://www.mulesoft.com/platform/api-design>
2. API-led Connectivity [Електронний ресурс]: “Three-layered” API-led connectivity architecture – Режим доступу:
<https://www.integsoft.cz/resources/files/anypoint-platform/API-led-connectivity-whitepaper.pdf>

ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ НАЛАГОДЖУВАЧІВ АСЕМБЛЕРНИХ ПРОГРАМ

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Викладання студентам дисциплін з програмування традиційно починається з вивчення мови високого рівня та використання сучасних інтегрованих середовищ для розробки та налагоджування програм. Будь-яка оболонка інтегрує в собі редактор, компілятор, лінкувальник та налагоджувач. Всі ці кроки обробки програми в IDE досить вдало «замасковані», і студент не приділяє уваги всім можливостям відслідкувати деталі обробки даних, що надає налагоджувач. Програмування мовою асемблера дозволяє занурити студента на всі етапи перетворення програми від вихідного коду до створення exe-файлу, і головне – продемонструвати в налагодженні всі тонкощі роботи процесора з трансформації даних під управлінням студентської програми.

За допомогою сучасних налагоджувальних програм для асемблера платформи x86 можна, наприклад, переглядати вміст різних ділянок пам'яті та регістрів, виконувати програму крок за кроком, слідкувати за прапорцями процесору, змінювати програмний код, зберігати зміни в .exe-файлі та ін. Ці практичні навички в ході виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системне програмування та операційні системи» дають студенту повну картину щодо кодів представлення та розміщення даних за адресами в пам'яті комп'ютера і в регістрах процесора, пояснюють принципову різницю між символами, цілими і дійсними числами, арифметикою процесора і співпроцесора і т.д. На перших кроках такого детального проникнення в реалії «життя програми» деякі студенти відчують певні труднощі інтерпретації, але набувають безцінного досвіду професійного зростання «в глибині» розуміння процесів.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОШИРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

Селіванова А.В., ann.selivanova1@gmail.com

Медяник В.В., hi.memakeyla@gmail.com

Київський національний торговельно-економічний університет

Розвиток мобільних або веб-сервісів для будь-якого підприємства є визначальним способом підвищення інтересу аудиторії і просування бізнесу. Проте, далеко не завжди зручно користуватися громіздкою версією сайту, тому необхідна легка і доступна альтернатива. Кількість користувачів мобільними телефонами на операційних системах iOS, Android та WindowsPhone зростає з кожним днем. За допомогою сучасних мобільних технологій можна пропонувати клієнтам свої послуги, продукти, збирати відгуки та інше. Основні витрати інтернет-просування відбуваються з необхідності займатися рекламою заради залучення нових користувачів, які згодом можуть стати головними покупцями. Тому знайти клієнтів в Інтернеті без активної та добре продуманої рекламної кампанії неможливо. Не дивлячись на те, що індустрія мобільних додатків розвивається досить стрімко, існує вона не так давно, тому прикладів ефективного просування мобільних додатків не так вже й багато. Головна мета просування мобільного додатку – це оповіщення користувачів про існування продукту та стимулювання їх завантажити продукт на свій смартфон. Для таких цілей використовуються методи інтернет-маркетингу. У інтернет-маркетингу є три важливі переваги, які відрізняють його від класичного маркетингу: інтерактивність, таргетування та веб-аналітика.

В Україні інтернет-маркетинг часто виконує функцію брендингу, а Інтернет є відмінним каналом посилення, підтримки і навіть створення брендів. Комп'ютерне моделювання, в тому числі агентне, поширення (просування) мобільних додатків дає змогу досліджувати ефективність та доцільність застосування зазначених методів. Проблема просування

мобільних додатків відноситься до числа маловивчених. Це пов'язано з порівняно нетривалою присутністю нових технологій на ринку рекламних комунікацій. Фундаментальних робіт з означеної проблеми на сьогоднішній день не існує, відомі лише журнальні та інтернет-статті окремих фахівців: А. Федорів (викладач, засновник креативної компанії Fedoriv), А. Борисевич (керівник напрямку мобільного маркетингу агентства інноваційного маркетингу Promo Interactive) та інші.

Процес поширення нового продукту залежить від механізму поширення відомостей про цей продукт та загального числа потенційних користувачів (ємності ринку). Дані коефіцієнти дозволяють спрогнозувати наступні показники:

- момент настання піку завантажень мобільного додатку;
- оптимальний бюджет місячних витрат на рекламну кампанію;
- прогноз завантажень на наступні роки.

Імітаційна модель, в основі якої механізм поширення відомостей про продукт, завдяки високому рівню структурованості може застосовуватися та для інших схожих ситуацій, та може бути удосконалена з метою збільшення її функціоналу і точності прогнозу.

Список використаних джерел

1. Учебное пособие по моделированию в AnyLogic ТМ. – XJ Technologies Company Ltd., 2004. - 53 с.
2. Сергеев АМ. Поведение потребителей. - М.: Изд-во Эксмо, 2006.- 320с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ

Селютин Е.К., wizz92@gmail.com

Запорожский национальный университет

Задача классификации возникает практически во всех областях знаний при анализе результатов исследований, при проектировании и прогнозировании, при оценке и принятии решений. Решение задачи классификации, как правило, включает значительную долю субъективизма, индивидуальных оценок, нечетких, неформальных выводов. Особенно часто эта ситуация возникает в тех областях знаний, в которых невозможно использовать числовые оценки при классификации объектов и явлений, в силу чего возникает необходимость нечетких оценок, использования понятий «схожи», «подобны».

Существует множество подходов к *определению оптимальной классификации*. Неформально, классификация является оптимальной, если элементы внутри классов «достаточно близки» друг другу, а сами классы «достаточно удалены» друг от друга.

Алгоритм *метода перемешанных прыгающих лягушек* прост для понимания и реализации, имеет небольшое количество параметров, успешно применялся для решения задач комбинаторной и непрерывной оптимизации [5,6].

Суть алгоритма прыгающих лягушек для поиска оптимальной перестановки сводится к следующей последовательности шагов.

Шаг 1. Инициализировать начальную популяцию лягушек, как множество точек пространства перестановок S_n с метрикой Кендалла.

Шаг 2. Вычислить значение критерия оптимальности для каждой перестановки из начальной популяции.

Шаг 3. Упорядочить решения в порядке убывания значения критерия оптимальности.

Шаг 4. Разделить виртуальных лягушек (решения) на блоки-мемплексы таким образом, что первая в отсортированном списке виртуальная лягушка попадает в первый мемплекс, вторая заносится во второй мемплекс и т.д.

Так продолжается пока все лягушки не будут распределены в указанное количество мемплексов.

Шаг 5. В каждом мемплексе с номером $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ найти лучшее s_{k1} и худшее s_{k2} решение.

Шаг 6. Попытаться улучшить положение худшей виртуальной лягушки путем случайного перемещения ее в направлении лучшей лягушки. Это происходит путем применения оператора кроссовера $s = \text{Cross}(s_{k2}, s_{k1})$.

Шаг 7. Если предыдущая операция не улучшает решение, то попытаться улучшить положение худшей виртуальной лягушки путем перемещения ее в направлении глобально лучшей лягушки $s = \text{Cross}(s_{k2}, s_{11})$.

Шаг 8. Если и последняя операция не приводит к улучшению позиции виртуальной лягушки, то взамен ее случайным образом создать в области поиска новую лягушку - перестановку.

Шаг 9. Объединить виртуальных лягушек всех мемплексов в одну группу.

Шаг 10. Если условия завершения алгоритма не выполнены, то — переход к Шагу 3.

Шаг 11. Последняя глобально лучшая виртуальная лягушка соответствует субоптимальному решению задачи.

Численный эксперимент показал хорошие результаты предложенных алгоритмов по сравнению с локальным и случайным поиском. Этот подход практически без изменений может быть перенесен и на другие виды классификаций, которые строятся на основе понятия близости элементов.

Список использованной литературы

1. **Айвазян С.А.** Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. Справочное издание [Текст] / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М., 1989. – 607 с.
2. **Дюран Б.** Кластерный анализ [Текст] / Б. Дюран, П. Оделл. – М., 1977. – 128 с.
3. **Ким Дж.** Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Дж. Ким, Ч.У. Мьюлер, У.Р. Клекка. – М., 1989. – 216 с.
4. **Вайнцвайг М.Н.** Алгоритм обучения распознаванию образов «кора» [Текст] / М.Н. Вайнцвайг // Алгоритмы обучения распознавания образов. – 1973. – С. 110–116.
5. **Дюlicheва Ю.Ю.** Стратегия редукции решающих деревьев (обзор) [Текст] / Ю.Ю. Дюlicheва // Таврический вестник информатики и математики. – 2002. – №1. – С. 10–17.
6. **Журавлев Ю.И.** Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения [Текст] / Ю.И. Журавлев, В.В. Рязанов, О.В. Сенько. – М., 2006. – 176 с.
7. **Лбов Г.С.** Методы обработки разнотипных экспериментальных данных [Текст] / Г.С. Лбов. – Новосибирск, 1981. – 160 с.
8. **Перепелица В.** Задачи классификации и формирование знаний [Текст] / В. Перепелица, И. Козин, Э. Терещенко. – Germany, 2012. – 196 с.
9. **Гэри М.** Вычислительные машины и труднорешаемые задачи [Текст] / М. Гэри, Д. Джонсон; пер. А. Фридман. – М., 1982. – 416 с.
10. **Kozin I.V.** Fragmentary Structures in Discrete Optimization Problems [Текст] / I.V. Kozin, N.K. Maksyshko, V. A. Perepelitsa // Cybernetics and Systems Analysis. – 2017, Volume 53, Issue 6. – P. 931–936. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10559-017-9995-6>.

І.АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З НЕЧІТКО ЗАДАНИМИ ДАНИМИ

Семенов В.В., Колєчкін В.О.

semenov.jr@gmail.com, vikpl@ukr.net

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

На сьогодні досить часто при розв'язуванні багатьох прикладних задачах виникають ситуації, в яких початкові дані неточно визначені і суб'єктивні, тобто нечітко задані, що призводить до проблеми розв'язання таких задач. Нечіткі підмножини утворюються шляхом введення узагальненого поняття належності, тобто розширення двоелементної множини значень характеристичної функції $\{0,1\}$ до континуума $[0,1]$ і описують ситуації, коли елемент може належати множині тільки певною мірою. Це означає, що перехід від повної належності об'єкта до його неналежності відбувається плавно, а не стрибкоподібно, і належність виражається числом з інтервалу $[0,1]$. Визначення ступенів належності опирається на суб'єктивні критерії особи, що приймає рішення. Математичним інструментарієм такого підходу є теорія нечітких множин [1]. В даній роботі розглядається векторна задача комбінаторної оптимізації, що об'єднує багатокритеріальність альтернатив та комбінаторні властивості допустимої множини [2] і має такий вигляд:

$$Z(F, X) : \max \{ F(x) \mid x \in X \subset R^n \}, \quad X = \text{vert } \Pi(A) \cap G \neq \emptyset, \quad F(x) = (f_1(x), \dots, f_\ell(x)),$$

$$\ell \geq 2, \quad f_i : R^n \rightarrow R, \quad f_i(x) = \langle x, D_i x \rangle + \langle c_i, x \rangle, \quad D_i \in R^{n \times n}, \quad c_i \in R^n,$$

$$i \in N_\ell = \{1, 2, \dots, \ell\}, \quad \Pi(A) = \text{conv } A_{nk}(A). \quad \text{Тут } A_{nk}(A) - \text{комбінаторна множина перестановок, } G \subset R^n - \text{опуклий многогранник. На множині } X \text{ задана нечітка підмножина } \tilde{X} = \{x, \mu_{\tilde{X}}(x)\}, \text{ де } x \in X, \mu_{\tilde{X}}(x) : X \rightarrow [0,1] - \text{функція належності множині } \tilde{X}. \text{ Під максимізацією будемо розуміти вибір нечіткої підмножини } \tilde{R} \subset \tilde{X}, \text{ якій відповідає найбільше значення, як векторної функції } F, \text{ так і функції належності } \mu_{\tilde{X}}(x) \text{ нечіткій множині альтернатив}$$

[3]. Під розв'язками задачі $Z(F, \tilde{X})$ будемо розуміти елементи множини Парето $P(F, \tilde{X})$. Для розв'язання таких задач застосуємо метод послідовних поступок. Здійснюємо якісний аналіз відносної важливості критеріїв, на основі якого упорядковуємо критерії у порядку зменшення їхньої важливості. Оптимальними вважатимемо розв'язки останньої із послідовності ℓ задач $f_1^* = \max \{ f_1(x) \mid x \in X \}$,

$$f_2^* = \max \{ f_2(x) \mid x \in X, f_1(x) \geq f_1^* - \Delta_1 \}, \dots,$$

$$f_\ell^* = \max \{ f_\ell(x) \mid x \in X, f_{r-1}(x) \geq f_{r-1}^* - \Delta_{r-1}, r \in N_\ell - \{1\} \}. \text{ Тут } \Delta_{r-1}, r \in N_\ell - \{1\}$$

– поступка відносно r -го критерію задачі $Z(F, \tilde{X})$. Отже, вибір розв'язків задачі здійснюється шляхом виконання багатокрокової процедури і полягає в послідовному включенні обмежень задачі $Z(F, \tilde{X})$ та врахуванні структурних особливостей її нечітко заданої допустимої області.

Список використаних джерел

1. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Inform. and Control. – 1965. – 8. – P. 338–353
2. Семенова Н.В., Колечкина Л.Н., Нагорная А.Н. Многокритериальные задачи лексикографической оптимизации с линейными функциями критериев на нечетком множестве альтернатив // Intern. Book Series “Information science and computing”, №7, Supplement to Intern. Journal “Information Theories and Knowledge”, Vol. 3/2009. Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA. – Sofia, Bulgaria, 2009. – P.139-149.
3. Семенова Н.В., Колечкина Л.Н., Нагорная А.Н. Векторные задачи оптимизации с линейными критериями на нечетко заданном комбинаторном множестве альтернатив // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – № 2. – С. 77 – 87.

СТОХАСТИЧНІ ЗАДАЧІ ЛЕКСИКОГРАФІЧНО-ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Семенова Н.В.¹, Ломага М.М.²

nvsemenova@meta.ua, mariia.lomaha@uzhnu.edu.ua

¹ Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

² ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

На практиці часто доводиться враховувати невизначений та імовірнісний характер багатьох факторів, що впливають на досліджуваний процес. Тоді оптимальний вибір здійснюється на основі стохастичних одно чи багатокритеріальних моделей, тобто моделей, в яких відображається випадковий характер вхідних даних. Розглядається одноетапна стохастична задача лексикографічно-лексикографічної оптимізації $LL(F, X) : \min^{LL} \{F(x) | x \in X\}$, де $F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x))$ – складена згортка критеріїв $f_k(x) = (f_{k1}(x), \dots, f_{kl_k}(x))$, $k \in N_l = \{1, 2, \dots, l\}$, в субординації строгого ранжирування, кожен з яких є векторною згорткою строго впорядкованих критеріїв $f_{ki}(x)$, $i = 1, 2, \dots, l_k$, що залежать від випадкової величини ω , $X \subset R^n$ – обмежена допустима множина, яка описується скінченною системою лінійних рівнянь та нерівностей. Позначимо Mf_{ki} – математичне сподівання $f_{ki}(x)$, $i \in N_{l_k}$, $k \in N_l$. Нехай Mf_{ki} – опуклі функції. Задачу $LL(F, X)$ подамо у вигляді еквівалентної детермінованої моделі: $ML(Z, X) : \min^L \{MZ(x) | x \in X\}$, $MZ(x) = (Mf_{11}, Mf_{12}, \dots, Mf_{1l_1}, \dots, Mf_{l1}, Mf_{l2}, \dots, Mf_{ll_l})$. Для розв’язання задачі $ML(Z, X)$ можна використати алгоритм, описаний в [1]. Процес пошуку оптимуму детермінованої задачі лексикографічної оптимізації зводиться до розв’язання однієї або послідовності допоміжних лексикографічних задач лінійного програмування.

Список використаних джерел

1. Семенова Н.В., Ломага М.М., Семенов В.В. Алгоритм решения многокритериальных задач лексикографической оптимизации с выпуклыми функциями критериев. International Journal “Information Theories and Applications”. 2014. Vol. 21, N. 3. P. 254-262.

МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРЕДМЕТНІЙ ОБЛАСТІ “ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ”

Семенова Н.В.¹, Мановицька Д.О.¹, Доленко Г.О.²
nvsemenova@meta.ua, galyna.dolenko@gmail.com,
manovytska_dariia@ukr.net

¹*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Україна посідає третє місце в Європі за темпами зростання кількості електромобілів та зарядної інфраструктури. За останні два роки частка електрокарів збільшилась на 300%. Експерти прогнозують зростання “електричного автопарку” в країні у 7 разів до 2024 року [1-2].

В роботі проаналізовано типи електромобілів відносно їхніх основних елементів – акумулятора та двигуна, інфраструктури бізнесу, світовий та український ринок електромобілів, міжнародні та державні ініціативи, виробники та офіційні представники виробників. Визначено напрямки подальшого розвитку математичного забезпечення для задач підтримки прийняття рішень в предметній області електромобіль.

На основі проведеного аналізу та попередніх досліджень [3-4], вивчено проблему вибору типів зарядних станцій та їх розташування в Україні. Побудовано математичну модель у вигляді дворівневої задачі дискретної оптимізації [5]. Розроблено програмне забезпечення, що здійснює візуалізацію карти зарядних станцій України та дозволяє протестувати електромобілі на введеній магістралі та, наприклад, отримати часові дані, витрачені на конкретну дорогу.

Список використаних джерел

1. <https://hevcars.com.ua/>
2. <http://e-line.ua/ru/charge-point-compability/>
3. Manovytska D. Basic model of change management problem. Journal of Computational & Applied Mathematics. 2015, №3 (120), P. 23-29.
4. Доленко Г.О. Системна оптимізація. Прикладні задачі. Навчально-методичний посібник. ВПЦ «Київський університет», 2014. 77 с.
5. Сергиенко И.В., Семенова Н.В., Семенов В.В. Двухуровневая задача оптимизации распределения межбюджетных трансфертов при заданных ограничениях. Кибернетика и системный анализ. 2019. № 6. С. 30-40.

ЗАСТОСУВАННЯ DATA MINING ТА ГЛИБИННОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У DIGITAL MARKETING

Сінцова А.С., nastyasintsova@gmail.com,

Тонкошкур І.С., tonkoshkuris@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

За останні декілька років інформаційні технології кардинально змінили сферу маркетингу. Є три основні напрямки розвитку:

- Boost digital engagement across the customer lifecycle – можливість бачити поведінку, інтереси, оцінювати реакцію на рекламні кампанії, керувати політикою контакту в будь-якому каналі;
- Digital marketing is getting more complex and consumers are understandably more demanding – користувач стає більш вимогливим і нетерпимим до нерелевантної, набридливої реклами та каналів комунікації, загострюється боротьба за кожного клієнта;
- Marketing is no longer a siloed discipline – функції залучення і утримання клієнтів зливаються в єдину мультиканальну стратегію комунікації зі споживачами.

Технології глибинного аналізу даних відкривають нові можливості: глибинне розуміння потреб клієнтів за рахунок відстежування поведінки у мережі інтернет; таргетинг, оптимізація кампаній відбувається за рахунок штучного інтелекту; узгоджена поведінка кампаній в усіх маркетингових каналах; збільшення спільного ROI; персоніфікація комунікацій з клієнтами online.

За допомогою технологій Data Mining (реалізація сегментування користувачів за їх інтересами, потребами та поведінкою) та Business Intelligence проведено інтелектуальний аналіз відносин з клієнтами обраного бренду та клієнтами конкурентів, а також отримані знання про поведінку потенційних клієнтів. Вся отримана інформація фіксується у CRM системі. Це необхідно для подальшої роботи з технологією DeepText

та пошуку найбільш зацікавленої аудиторії у продукті бренда. Для підтримання стратегічної конкурентної можливості у проекті застосовані отримані за допомогою аналітики Business Intelligence дані, а також врахована їх відповідність головним метрикам: індекс задоволеності користувача, коефіцієнт Ліда онлайн-середи, індекс суспільної зацікавленості, індекс текучості користувачів та низка інших.

Використовуючи інструменти Data Mining, а також алгоритм DeepText (розпізнає інтереси користувачів в залежності від контенту, який вони шукають/дивляться/читають) поділено всіх користувачів за певними характеристиками: «вже є клієнтом та може повернутись ще», «постійний клієнт», «зацікавився, але не зробив покупку», «схожий на тих, хто робили 2+ покупки на сайті», «часто купляє в он-лайн», «зацікавлений у схожих товарах». Застосовуючи динамічні креативи, які створюються штучним інтелектом соціальних мереж, побудовано більш точне звернення до користувача кожного конкретного сегменту.

Використовуючи продукт STATISTICA Data Miner розроблено комплексну аналітику бізнес-процесів: Data Acquisition (збирає всі необхідні дані користувачів) та модуль Feature Selection (відсортує всі дані по різним категоріям). За допомогою Association Rules побудовано асоціативний ряд життєвого циклу потенційного клієнту: тобто його шлях від можливої покупки (яку конкретну позицію обирає) до подальших дій (Чи повернеться після? Який товар купить наступним?). Розглядаючи ці дії в межах конкретного бізнесу «картини за номерами», побудовано логічний ланцюжок поведінки клієнта та спрогнозовано декілька варіантів життєвого циклу.

**РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВЕБ-РЕСУРСУ ДИСТАНЦІЙНОГО
НАВЧАННЯ В КОМУНАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ «ПОЛТАВСЬКИЙ
ОБЛАСНИЙ НАУКОВИЙ ЛІЦЕЙ – ІНТЕРНАТ II-III СТУПЕНІВ
ІМЕНІ А.С. МАКАРЕНКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»**

**Сірик С.Ф., siryk600@gmail.com, Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,
Лисиця Н.М., lisitsa_natalya1971@ukr.net,
Немченко Н. В., 97nazar.97@gmail.com,
*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара***

Мета роботи – створення простого та ефективного майданчику для активного споживання нових знань та продовженню навчання при будь-яких умовах. Існуючі платформи для дистанційного навчання мають низку вад та не підлаштовані під потреби конкретного закладу. Також проблемою є високі ціни використання таких систем та їх обслуговування.

Для отримання якісного програмного продукту – web-сайту комунального закладу «Полтавський обласний науковий ліцей-інтернат II-III ступенів імені А.С. Макаренка Полтавської обласної ради» було визначено низку важливих вимог. Ось деякі з них:

- простота і мінімалізм – інформація для користувача повинна надаватися у структурованому вигляді і тільки в тому обсязі, який необхідний на даному етапі;
- доступність – основна інформація і необхідні функції сайту повинні бути доступними для користувача на всіх сторінках сайту;
- актуальність – дизайн сайту повинен відповідати останнім тенденціям у веб-дизайні, але ж бути не важким;
- універсальність – сторінки сайту повинні коректно відображатися як на стаціонарних комп'ютерах так і на мобільних пристроях з виходом в інтернет (тобто, необхідна також і мобільна версія);
- швидкість роботи сайту – необхідно забезпечити стабільно високу швидкість обробки запитів і завантаження сторінки, займаючи при цьому мінімальну кількість ресурсів сервера;

- зручність навігації – користувач повинен інтуїтивно і безперешкодно переміщатися по сайту, отримувати необхідну інформацію;
- внутрішній зміст сайту – ресурс повинен містити тільки якісний і повно викладений контент.

Була обрана система управління вмістом CMS Joomla. У ході розробки веб-сайту використовувались такі програмні засоби:

- Adobe CS5 Photoshop – розробка елементів дизайну;
- Artistreet- розробка дизайну шаблону сайту;
- Верстка HTML для сторінок сайту;
- Apache – веб-сервер;
- MySQL - бази даних;
- Мова Javascript – для поліпшення функціонала інтерфейсу сайта;
- CMSJoomla– системауправління вмістом сайту;
- Open Server–програмний комплекс для веб-розробників;
- Браузери Opera, Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox - тестування сумісності дизайну.

В результаті виконаної роботи отримано якісний та доступний продукт для дистанційного навчання в комунальному закладі «Полтавський обласний науковий ліцей-інтернат II-III ступенів імені А.С. Макаренка Полтавської обласної ради». Програмне забезпечення успішно впроваджено на базі закладу. Розроблено інструкцію для користувачів. Проведено первинній інструктаж. Надано рекомендації та приклад роботи для адміністратора. Зі сторони користувачів були надані деякі побажання для покращення контенту та візуальної складової. Зараз відбувається активне впровадження в навчальний процес з урахуванням зауважень.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНИХ ТЕЧІЙ НЕЛІНІЙНО-В'ЯЗКОЇ РІДИНИ

Соколов О.А., sooleg96@gmail.com, **Тонкошкур І.С.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Моделювання обертальних течій в'язкої рідини становить значний інтерес, оскільки такі течії широко застосовуються в енергетиці, в хімічній, будівельній та харчовій промисловості. В роботі розглядається задача про рух нелінійно-в'язкої рідини поблизу твердого тіла, яке обертається навколо своєї осі. Припускається, що течія рідини є стаціонарною, осесиметричною і безхвильовою.

Для опису течії рідини використовується система диференціальних рівнянь нерозривності і імпульсу в наближення прилежового шару. В системі координат (ξ, η, ζ) , що зв'язана з твердою поверхнею, вона має вигляд

$$\frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{ur'_w}{r} + \frac{\partial w}{\partial \zeta} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial \zeta} = 0,$$

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial \xi} + w \frac{\partial u}{\partial \zeta} - \frac{v^2}{\zeta} \right) = \frac{\partial \tau_{\xi\zeta}}{\partial \zeta}, \quad \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial \xi} + w \frac{\partial v}{\partial \zeta} + \frac{uv}{\xi} \right) = \frac{\partial \tau_{\zeta\eta}}{\partial \zeta},$$

де ξ - координата вздовж твірної тіла, η – полярний кут в поперечній площині, ζ – координата по нормалі до поверхні, $r_w(\zeta)$ – відстань від точки поверхні до осі тіла, u, v, w – компоненти вектора швидкості рідини, p – тиск, ρ – густина рідини, $\tau_{\xi\zeta}, \tau_{\zeta\eta}$ – компоненти тензора в'язких напружень.

Система диференціальних рівнянь доповнюється степеневою реологічною моделлю в'язкої рідини, а також крайовими умовами «прилипання» (на твердих поверхнях) і умовою «на нескінченності» при $\zeta \rightarrow \infty$.

За допомогою автомоделних змінних вихідна задача зводиться до одновимірної крайової задачі, розв'язок якої знаходиться чисельно, з використанням пакета Maple. Проведено розрахунки течії рідини навколо твердих тіл з плоскими і конічними поверхнями.

ПРО ПРИСКОРЕНУ РЕАЛІЗАЦІЮ ОПЕРАЦІЇ РОЗТЯГУ ПРОСТОРУ

Стецюк П.І., Жмуд О.О.

stetsyukp@gmail.com, zhmud17@gmail.com

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Розглядається спосіб прискорення операції розтягу простору, який використовує ненульові та ігнорує нульові компоненти вектора, в напрямку якого розтягується простір. Розраховано економію операцій множення в r -алгоритмі Шора з адаптивним регулюванням кроку при мінімізації кусочно-лінійної функції для кількості змінних $n = 500$.

В матричній формі оператор розтягу простору $R_\alpha(\xi)$ [1] має вигляд:

$$R_\alpha(\xi) = I_n + (\alpha - 1)\xi\xi^T, \quad \xi \in E^n, \quad \|\xi\| = 1, \quad \alpha > 1, \quad (1)$$

де I_n – одинична $n \times n$ -матриця, α – коефіцієнт розтягу простору, ξ – нормований напрямок в евклідовому просторі E^n . Для реалізації методів з розтягом простору (на кожній ітерації коригується матриця B_k) використовується оператор $R_\beta(\xi)$ – обернений до оператора $R_\alpha(\xi)$.

Оператор $R_\beta(\xi)$ має вигляд

$$R_\beta(\xi) = R_\alpha^{-1}(\xi) = I_n + (\beta - 1)\xi\xi^T, \quad \beta = \alpha^{-1} < 1, \quad (2)$$

і забезпечує перерахунок матриці $B_{k+1} = B_k R_\beta(\xi_k)$ за $2n^2 + n$ арифметичних операцій множення. Справді, для матриці B_{k+1} мають місце співвідношення

$$B_{k+1} = B_k R_\beta(\xi_k) = B_k (I_n + (\beta - 1)\xi_k \xi_k^T) = B_k + (\beta - 1)(B_k \xi_k) \xi_k^T, \quad (3)$$

звідки видно, що n^2 операцій множення потребує обчислення вектора $\zeta = B_k \xi_k$, n операцій множення – обчислення вектора $\eta = (\beta - 1)\zeta$, n^2 операцій множення – побудова однорангової матриці $\eta \xi_k^T$.

При переході від ітерації k до ітерації $k+1$ матриця B_{k+1} буде мало змінюватися, якщо простір розтягувати не за вектором ξ_k , а за вектором, який включає більші за модулем та ігнорує малі компоненти вектора ξ_k . Якщо використовувати $m < n$ ненульових компонентів вектора ξ_k , то кількість множень при обчисленні матриці B_{k+1} зменшується від $2n^2 + n$ до

$2mn + n$. Якщо $m \ll n$, то обчислення за формулою (3) можна значно прискорити.

Приклад економії операцій множення наведемо для програми `ralgb5` [2], яка реалізує r -алгоритм Шора з адаптивним регулюванням кроку. При цьому вектор для розтягу простору обчислювався за формулою:

$$\tilde{\xi}_i = \begin{cases} \xi_i, & \text{якщо } |\xi_i| \geq t \max_{j=1, \dots, n} |\xi_j|, \\ 0, & \text{якщо } |\xi_i| < t \max_{j=1, \dots, n} |\xi_j|, \end{cases} \quad i = 1, \dots, n, \quad 0 < t < 1. \quad (4)$$

Розглядалася задача мінімізації функції $f(x) = \sum_{i=1}^{500} (1.03)^{i-1} |x_i - 1|$ зі стартової точки $x_0 = (0, \dots, 0)^T$ при стандартних параметрах r -алгоритму [2].

Результати розрахунку для 1000 ітерацій при $t \in \{0.001; 0.05; 0.1; 0.2\}$ рівнів ігнорування малих компонент вектора розтягу, наведені у таблиці. Економія операцій множення на кожних послідовних 200 ітераціях характеризується відношенням кількості ненульових елементів до їх максимальної кількості (100000). В останньому рядку наведено $f_r(x_{1000})$ – рекордні значення функції за 1000 ітерацій, які мають один і той же порядок для різних t та менші на 3 порядки за $8.739587\text{e}+007$ – значення функції в стартовій точці.

ітерації	$t = 0.2$	$t = 0.1$	$t = 0.05$	$t = 0.001$
1 – 200	0.13465	0.19840	0.25101	0.31637
201 – 400	0.21683	0.31560	0.38643	0.48674
401 – 600	0.26908	0.38878	0.47119	0.58820
601 – 800	0.31127	0.44588	0.54026	0.66761
801 – 1000	0.34561	0.49768	0.59976	0.73739
$f_r(x_{1000})$	8016.025	7458.370	6558.043	7098.346

Зазначимо, що якщо зафіксувати ті $m \ll n$ змінних, за якими буде розтягуватися простір, то можна будувати економні за пам'яттю алгоритми з частковим перетворенням простору (достатньо $m \times m$ -матриці).

Список використаних джерел

1. **Шор Н.З.** Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – Киев: Наукова думка, 1979. – 200 с.
2. **Стецюк П.И.** Теория и программные реализации r -алгоритмов Шора. – Кибернетика и системный анализ. 2017. – №5. – С. 43–57.

COMPUTATIONAL ASPECTS OF QUANTILE REGRESSION

Suprun A.

anton_s2007@ukr.net

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine

Quantile regression is a statistical model which for a given value of predictor x evaluates quantile τ for a response variable y :

$$Q_{\tau}(y) = \sum_{i=1}^p \beta_i(\tau) x_i \quad (1)$$

Here x is a predictor vector, y is a response variable, p is a dimension of parameter β . Common way to estimate regression model is to minimize corresponding loss function using a given set of sample points.

For quantile model, loss function for a given sample set of size n takes the following form:

$$L_{\tau}(\beta) = \sum_{\{i: y_i \geq x'_i \beta\}} \tau |y_i - x'_i \beta| + \sum_{\{i: y_i < x'_i \beta\}} (1 - \tau) |y_i - x'_i \beta| \quad (2)$$

Minimization of (2) is usually conducted via linear programming approach either in primal form:

$$\min_{u, v, \beta} \{ \tau e^T u + (1 - \tau) e^T v \mid X\beta + u - v = y; u, v, \beta \in R_+^{2n} \times R^p \} \quad (3)$$

or dual form:

$$\max_d \{ y^T d \mid X^T d = (1 - \tau) X^T d, d \in [0, 1]^n \} \quad (4)$$

Here $u = \max(y_i - x'_i \beta, 0)$ and $v = -\min(y_i - x'_i \beta, 0)$ represent positive and negative parts of residuals respectively, e is n -dimensional vector of ones.

Common techniques for solving (3–4) are simplex methods and interior point methods [1]. Alternatively, it is possible to estimate β with a nonsmooth optimization technique. Indeed, the loss function (2) of the model can be rewritten in the following way:

$$L_{\tau}(\beta) = \sum_{i=1}^n \max(\tau(y_i - x'_i \beta), -(1 - \tau)(y_i - x'_i \beta)) \quad (5)$$

Thus we have convex nonsmooth unconstrained optimization problem. For this algorithms for nonsmooth optimization can be applied. These can be subgradient algorithms, or subgradient algorithms with space dilation [2, p. 27–28].

Computational experiments were carried out using Octave code ralgb5 of the r-algorithm with an adaptive step size rule. It was compared with Matlab code of the Koenker interior point dual algorithm (IPDA). Datasets were used either from R package Quantreg or generated randomly. Results show that algorithms converge to the same solution, however, on large datasets, i.e. data with a large sample size and parameter dimension, r-algorithm can be faster, although it depends on algorithm parameters and quantile τ . In the table below computational results are listed for dataset with 100000 samples and 100 parameters with stopping parameter $eps = 1e - 5$ for both algorithms.

τ	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	0.9
r-algorithm	61.9203	20.9172	21.3754	15.98	19.4265	87.4515
IPDA	70.9699	87.8515	71.7939	61.9695	90.3999	85.1519

We considered quantile regression model and methods for its estimation. Solving the problem via subgradient methods such as r-algorithm can be a good choice when computational cost should be taken into consideration and high accuracy is not needed. It seems there is not much literature covering nonsmooth techniques in quantile regression or in robust estimation in general, so it is quite reasonable to further research on the subject.

References

1. **Koenker R.** Computation methods for quantile regression / Handbook of Quantile Regression. Chapman-Hall, 2017. – P. 57–58.
2. **Стецюк П.І.** Субградієнтні алгоритми та задачі на комбінаторних конфігураціях / Стецюк П.І., Донець Г.П. та ін. – К.: Пульсари, 2019. 235 с.

СИСТЕМНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОГО НЕЛІНІЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ

Таращик О.Г., lenatarashik@meta.ua,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnubp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сингулярні інтегральні рівняння (СІР) є важливим об'єктом дослідження сучасної математики. Багато задач теорії аналітичних функцій, теорії пружності, теорії фільтрації, теорії теплопровідності і ряду інших розділів механіки, фізики та математичної фізики приводять до сингулярних інтегро-диференціальних рівнянь (СІДР) з інтегралами, що розуміються в сенсі головного значення за Коші.

Задачі дослідження температурних та термопружних характеристик з'єднань, яку мають елементи з шорсткими поверхнями, виникають при проектуванні та формулюванні режимів експлуатації теплообмінників, мікроелектронних приладів, криогенної техніки [1].

В роботі розглядається контактна задача термопружності для двох півплощин з періодично розташованими шорсткими ділянками на межі однієї із них. Ця задача зводиться до нелінійного сингулярного інтегро-диференціального рівняння відносно стрибка температури між поверхнями тіл з шорсткостями $\gamma(x)$, для розв'язування якого застосована ітераційна процедура.

Отже, необхідно знайти розв'язок нелінійного сингулярного інтегро-диференціального рівняння відносно невідомої функції $\gamma(x)$ періодичної контактної задачі термопружності:

$$\frac{[\tilde{p}^\infty - (\tilde{\delta}_2 - 1)(\tilde{\gamma}(\xi) - \tilde{\gamma}_{av})]}{\tilde{f}(\xi)} \tilde{\gamma}(\xi) - \frac{1}{2} \int_{-\beta}^{\beta} \frac{\tilde{\gamma}'(\eta)}{\eta - \xi} d\eta = \frac{\tilde{Q}^\infty}{1 + \xi^2}, \quad |\xi| < \beta$$

Тут $\xi = tg\left(\frac{\pi x}{d}\right); \eta = tg\left(\frac{\pi t}{d}\right); \beta = tg\left(\frac{\pi a}{d}\right); \tilde{\gamma} = \lambda_{12} \delta_1 \gamma; \tilde{f} = \frac{K \lambda_{12} f}{d}; \tilde{P} = KP; \tilde{p}^\infty = K p^\infty; \tilde{Q}^\infty = d \delta_1 Q^\infty; \lambda_{12} = \frac{2 \lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}; K = \frac{4(1 - \nu_1^2)}{E_1} +$

$$\frac{4(1-\nu_2^2)}{E_2}; \tilde{\gamma}_{av} = \frac{1}{\pi} \int_{-\beta}^{\beta} \frac{\tilde{\gamma}(\xi)}{1+\xi^2} d\xi; \tilde{\delta}_2 = \frac{\delta_2}{\delta_1}; \delta_j = \frac{\alpha_j(1+\nu_j)}{\lambda_j} \text{—термічна}$$

характеристика матеріалу;

$\tilde{P}(\xi) = \tilde{p}^\infty - (\tilde{\delta}_2 - 1)(\tilde{\gamma}(\xi) - \tilde{\gamma}_{av}), |\xi| < \beta$ – контактний тиск шорстких поверхонь.

Шукана функція повинна задовольняти умову неперервності температури між півплощин:

$$\tilde{\gamma}(\pm\beta) = 0$$

Для розв'язування наведеного нелінійного СІДР використовується метод послідовних наближень, в якому кожне наближення шукається з лінійного сингулярного інтегро-диференціального рівняння Прандтля.

Для чисельного розв'язання лінійного СІДР Прандтля застосовується обчислювальна схема методу ортогональних многочленів. Спочатку воно зводиться до рівносильного рівняння з логарифмічною особливістю. Вказуються умови можливості розв'язання останнього. Обчислювальна схема заснована на застосуванні до інтеграла, що входить в рівняння, яке рівносильне початковому, спектральних співвідношень для сингулярного інтегралу.

Для числових розрахунків були обрані конкретні значення коефіцієнтів теплопровідності λ_1 та λ_2 , модулі Юнга E_1, E_2 , коефіцієнти Пуассона ν_1, ν_2 , тепловий потік на нескінченності q^∞ і номінальний тиск p^∞ , які варіювалися.

Для реалізації наведених методів було використано пакет символічної математики Wolfram Mathematica. Аналіз отриманих графіків показав, що стрибок температури збільшується зі збільшенням значення теплового потоку. А при варіюванні значень номінального тиску отримали, що на стрибок температури він впливає несуттєво.

[1] Козачок О.П., Мартиняк Р.М., Слободян Б.С., Взаємодія тіл з регулярним рельєфом за наявності міжконтактного середовища. – Львів: Растр-7. – 2018. – 200 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕТАЛОННОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ІЗ СЕМАНТИКИ

Тимофієва Н.К., TymNad@gmail.com

МННЦ ІТiС НАН та МОН України

Вступ Розглядаються задачі із семантики, в яких вхідні дані розділяються на сегменти з наступним визначенням подібності отриманих частин. Вхідна інформація в цьому разі містить і об'єкт, який необхідно розпізнати, і еталон, з яким він порівнюється. Існують задачі, в яких еталонну інформацію можна задати аналітично або алгоритмічно. Розв'язання задачі в оговорених випадках проводиться без бібліотеки еталонів.

Постановка задачі. Для встановлення суті об'єкта при розв'язанні задач із семантики необхідно порівняти його з еталоном, який, як правило, знаходиться в бібліотеці еталонів. Для повної автоматизації процесу встановлення суті об'єкта необхідно виділити ті задачі, в яких розпізнавання проводиться без бібліотеки еталонів.

Підхід, що пропонується. Є задачі, у яких еталонну інформацію можна задати аналітично або алгоритмічно. Тоді для порівняння достатньо змодельовати вхідну інформацію за тими ж правилами, що і інформація, яка відіграє роль еталону. Такий підхід дозволяє повністю автоматизувати процес розв'язання поставленої задачі.

Основна частина. Для встановлення суті предмета використовують еталонну інформацію, яка міститься в базах даних. Але є задачі, у яких еталонну інформацію можна задати або аналітично або алгоритмічно. Це – задачі розпізнавання дитячого, жіночого, чоловічого голосу, сегментація мовленнєвого сигналу. Особливість другої задачі полягає в тому, що сигнал розділяється на сегменти таким чином, щоб останні були подібними. В цьому разі вхідна інформація містить об'єкт, який необхідно розпізнати, і еталон, за яким встановлюється подібність. Суть об'єкта визначається за

умовою, за якою уводяться коефіцієнти подібності, що визначаються експериментально. Для розв'язання задачі сегментації мовленнєвого сигналу розроблено багато методів та алгоритмів, що ґрунтуються на кореляційних підходах з використанням динамічного програмування, наприклад [1]. Але в багатьох підходах вона розв'язується і шляхом розпізнавання конфігурації вхідного сигналу. Ця задача полягає у виділенні на заданому відрізку вхідного сигналу майже періодичних та неперіодичних ділянок, а в майже періодичних визначаються довжини поточного майже періоду. Подібність сусідніх ділянок встановлюється порівнянням виділених сегментів. Для формулювання математичної постановки цієї задачі користуємося теорією комбінаторної оптимізації.

Задача розпізнавання дитячого, жіночого, чоловічого голосу проводиться шляхом аналізу сигналу на значення амплітуди та довжини періоду основного тону. Ця задача є розв'язною, оскільки оговорені параметри можна описати достатньо строго. Для свого розв'язання вона не потребує створення бібліотеки еталонів.

Висновок. Отже, існують задачі із семантики, які відносяться до розпізнавання, вхідні дані яких розділяються на сегменти з наступним визначенням подібності отриманих частин. Вхідна інформація в цьому разі містить і об'єкт, який необхідно розпізнати, і еталон, з яким він порівнюється. Розв'язання таких задач проводиться без бібліотеки еталонів.

Список використаних джерел

1. Винцюк Т.К. *Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов*. К.: Наукова думка, 1987. 262 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ВАРІАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ АНАЛІЗУ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Тітов К.О., titov.konstantine@gmail.com,

Тонкошкур І.С., tonkoshkuris@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Протягом кількох останніх десятиліть дистанційне зондування все більше сприяє багатьом послугам моніторингу сільського господарства, забезпечуючи систематичні спостереження у всьому світі за так званими індексами оптичної рослинності. Ці показники (наприклад, NDVI, NPVI та інші) є добре встановленими індексами для умов врожаю і дають раннє уявлення про те, наскільки добрий рівень врожаю і чи потребують вони води чи поживних речовин. Для надання корисної інформації про стан врожаю, важливо регулярно моніторити вибрані сільськогосподарські поля, щоб отримати повний часовий ряд індексу рослинності, особливо у ті періоди, коли умови на полях різко змінюються (це можуть бути основні етапи росту, такі як поява рослин, дозрівання період та інші).

Незважаючи на оптичні зображення, що мають високу роздільну здатність і легко знімаються за допомогою недорогих камер, такі зображення втрачають свою ефективність у нічний час та при поганому освітленні. Одним із можливих способів вирішення цієї проблеми є використання зображень SAR. У випадку рослинності, замість того, щоб вказувати на біофізичні процеси в рослині, радіолокаційний радіорозсіювач, швидше, містить інформацію про структуру та вологість рослинності та підстиляючого ґрунту.

Отже, злиття SAR та оптичних зображень є дуже важливим для класифікації ґрунтового покриву та оцінки вологості ґрунту для усунення ефектів рослинного покриву від коефіцієнта зворотного розсіювання SAR. У той же час, завдяки різній природі SAR та оптичних зображень, існують великі радіометричні та геометричні відмінності між оптичною та синтетичною апертурою радіолокаційних зображень. Як результат, їх

структура і текстура різко відрізняються. Тому традиційні підходи до реєстрації в цьому випадку вже не застосовуються, і це робить процес реєстрації складним.

В роботі запропоновано алгоритм автоматичної спільної реєстрації SAR та оптичного зображення. На відміну від схеми узгодження контурів, яка базується на моделі активного контуру, в данному алгоритмі не використовуються оптичні контури для виявлення контурів на зображеннях SAR. Замість цього, на першому кроці проводиться спеціальна попередня обробка SAR та оптичних зображень, за допомогою емпіричної декомпозиції мод (EMD) та процедури селективного згладжування. Після цього визначаються стійкі контури для SAR та світлової складової оптичного зображення. Для спільної реєстрації таких контурів сформульована варіаційна постановка задачі у вигляді деякої задачі мінімізації. Обговорюється питання стійкості, існування мінімізаторів та умови оптимальності задачі мінімізації.

МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Ткачов І.В., tkacheff_ilya@ukr.net,

Дзюба П.А., avatarrr@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Транспортна мережа – це взаємопов'язана система міських вулиць та доріг, які призначені для загального користування, пішохідних тротуарів, а також велосипедних доріжок та вуличних автомобільних стоянок, де кожна частина системи виконує свою функцію сполучення. Структура мережі залежить від загального плану і розмірів населеного пункту, а також визначається з урахуванням певних призначень шляхів сполучень та інтенсивності різних видів руху (транспортного, велосипедного, пішохідного та ін.).

На сьогоднішній день проблема управління рухом транспортних засобів дорожньої мережі потребує більш детального аналізу та пошуку альтернативних шляхів вирішення, що будуть ефективнішими в рамках збільшення пропускної спроможності транспортних сполучень, підвищення рівня їх надійності, а також безпеки та якості. Особливо важливою ця проблема є у великих містах з високою інтенсивністю руху, де постійне збільшення кількості транспортних засобів призвело до перезавантаження транспортної мережі, стало причиною виникнення дорожніх заторів та почастищення кількості дорожньо-транспортних пригод. Моделювання транспортних потоків – це цілий ряд робіт, створених на дослідження ситуацій на дорогах, в тому численні з вказаними проблемними учасниками. На підставі цього дослідження створена віртуальна модель транспортного потоку з проєкційними рухами на дорозі. При складанні математичних моделей обов'язково вчать не тільки реальні передбачувані перевезення за часом, а й перспективна завантаженість, пов'язані з розвитком змінних міських транспортних проєктів та будівництва населеного пункту.

Транспортне моделювання можливо розширити середню швидкість на складних учасниках і запропонувати рішення для підвищення інтенсивного руху.

Метою дослідження є підвищення якості та ефективності виконання процесів побудови дорожньої мережі, її нових частин та вдосконалення вже функціонуючої у реальному житті мережі. В результаті даної роботи було проаналізовано математичні моделі транспортних потоків та їх класифікації, розглянуто програмне забезпечення для створення транспортних потоків. Для вирішення поставленої задачі обрано модель імітації транспортного руху. Розроблено алгоритм імітації руху транспортного засобу, який базується на моделі слідування за транспортним засобом. Було розроблено програмне забезпечення з використанням мови C++ для побудови математичної моделі та імітації транспортних потоків.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ РІВНЯНЬ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ

Третяков М.О., amedaldiamond@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Нехай функція $u(x, y)$ вимірювана у n точках $P_1, \dots, P_n$ області Ω . За своєю фізичною природою функція $u(x, y) = u(p)$ повинна задовольняти рівняння Лапласа $\Delta u = 0$. Необхідно відтворити функцію у всіх точках області так, щоб виконувалось рівняння Лапласа. Значення u у всіх точках вимірювання були б близькими до вимірюваних значень $u^*(P_1), u^*(P_2), \dots, u^*(P_n)$.

Відомо, що функція

$$\varphi(P, Q) = \ln \frac{1}{r(P, Q)}$$

є розв'язок рівняння Лапласа на площині, а функція $\varphi(P, Q) = \ln \frac{1}{r(P, Q)}$ розв'язок рівняння Лапласа у просторі. Де $r(P, Q)$ – відстань між точками $P \in \lambda$ та Q

Обираючи m точок $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$ отримуємо m лінійно-незалежних розв'язків рівняння Лапласа :

$$\varphi(P, Q_1), \varphi(P, Q_2), \dots, \varphi(P, Q_m)$$

Згідно із принципом суперпозиції, їх лінійна комбінація $u_m(P) = \sum_{i=1}^m A_i \varphi(P, Q_i)$ також задовольняє рівняння Лапласа за будь-яких значень $A_1, A_2, \dots, A_m$. Обираємо також коефіцієнти $A_1, A_2, \dots, A_m$ з умови мінімуму середньоквадратичного відхилення $\alpha = \sum_{j=1}^n [u_m(P_j) - u^*(P_j)]^2$

Застосовуючи необхідну умову екстремуму переходимо до СЛАР відносно $A_i, A_j, \dots, A_m$.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Турчина В.А., Гринченко В.О., vikagreen4enko@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У задачах, які розглядаються у теорії прийняття рішення, вибір можна виконати, керуючись інтуїцією, базуючись на математичних методах або враховуючи думку спеціалістів із даної області (експертів). Методи експертних оцінок полегшують прийняття рішень у соціально-політичному та науково-технічному прогнозуванні, народному господарстві, розробці економічних та соціальних програм та інших сферах людської діяльності [3].

Серед найбільш поширених методів експертних оцінок для порівняння були обрані метод середніх арифметичних рангів, метод медіан рангів та метод узгодження кластерних ранжировок [2].

Голосування застосовується при прийнятті більшості суспільних рішень. Наразі, використовуючи бальні оцінки, проводяться маркетингові, експертні, соціологічні та інші опитування. У таких дослідженнях опитуваних просять виставити бали об'єктам, виробам, технологічним процесам, підприємствам, проектам [1].

Основна ідея методу середніх арифметичних рангів полягає у знаходженні середнього значення рангів, які були виставлені експертами для кожного об'єкта голосування, і їх повторному ранжуванні на основі знайдених середніх. Чим менше середнє арифметичне рангів, тим кращий підсумковий ранг.

Метод медіан базується на порівнянні медіан рангів кожного об'єкта голосування. У тому випадку, коли результуючі ранжировки декількох методів відрізняються, доречно використовувати метод узгодження кластерних ранжировок. Він полягає у виділенні загального нестроного порядку з набору кластерних ранжировок.

Кожен з наведених методів має свої переваги та недоліки, які грають важливу роль під час вибору того чи іншого методу.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки методів

Метод середніх арифметичних рангів	
Переваги	Недоліки
Простий та зрозумілий алгоритм. Швидкий процес присвоєння підсумкових рангів і побудова ранжировки.	Некоректний спосіб, оскільки ранги вимірні у порядковій шкалі. Для точнішого результату потребує участь більшої кількості експертів.
Метод медіан рангів	
Не потребує додаткових обчислень. Проста реалізація. Більш коректний, ніж метод середніх арифметичних рангів.	Якщо об'єкти голосування будуть мати однакові медіани, то важко буде виявити кращий.
Метод узгодження кластерних ранжировок	
Допомагає узгодити декілька кластерних ранжировок, які були отримані різними методами і містять протиріччя. Має широке застосування не тільки у випадку експертних оцінок.	Більш складна програмна реалізація, у порівнянні з методами, наведеними вище. Підсумкова кластерна ранжировка потребує від експертів додаткового дослідження.

Порівнюючи переваги і недоліки кожного з методів, можна дійти висновку, що для отримання більш коректного результату, краще застосовувати метод середніх арифметичних рангів та метод медіан рангів одночасно. При виникненні протиріч між результатами цих двох методів, доцільно використовувати метод узгодження кластерних ранжировок.

Список використаних джерел

1. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: Маклаут, 2008. – 444 с.
2. Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений: учебник. М.: КНОРУС, 2018. – 286 с.
3. Самохвалов Ю.Я. Экспертное оценивание. Методический аспект / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко. – К.: ДУИКТ, 2007. – 262 с.

СІТКОВИЙ ПІДХІД ДЛЯ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ

Турчина В.А., Гулько К.П. mreshkill@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Вступ. У другій половині минулого століття почали активно досліджуватися питання, що так чи інакше стосуються нетрадиційної реалізації обчислювальних процесів на ЕОМ. Перш за все це було обумовлено тим що традиційне - послідовне виконання програм на класичних однопроцесорних ЕОМ не задовольняло вимогам практики, оскільки в різних сферах діяльності виникали прикладні задачі, розв'язання яких потребувало обчислювальних потужностей, які перевищували наявні. Тому виникла ідея створення обчислювальної техніки нового типу, що заснована на принципі паралелізму при виконання програм на ЕОМ. Цей підхід породив необхідність проведення досліджень по наступним напрямкам: проектування та розробка ЕОМ з паралельною архітектурою, дослідження програм на ефективність розпаралелення та розробка відповідних паралельних алгоритмів[1]. Останні питання, яким присвячена дана робота, ефективно вивчати, застосовуючи при моделюванні апарат теорії графів. Зокрема це стосується деяких спеціальних задач.

Постановка задачі. За основу візьмемо класичну постановку задачі паралельного упорядкування на графах. Послідовність завдань, на які накладено технологічні обмеження на порядок виконання, зручно представити у вигляді орієнтованого ациклічного графу, тому задачі найчастіше розглядаються як оптимізаційні задачі на графах. Нехай $V = \{1, 2, \dots, n\}$ – множина, що відповідає номерам робіт, а $U \subset V \times V$, причому $(i, j) \in U$ тоді і тільки тоді, коли робота i безпосередньо передуює роботі j . Тоді

граф $G = (V, U)$ буде відповідати технологічним обмеженням на порядок виконання робіт (завдань, операцій).[2]

Задача 1. Задано граф $G = \{V, U\}$ та довжина упорядкування $l(S)$. Необхідно побудувати паралельне упорядкування S таке що: $h(S) \rightarrow \min_S$ та $|S[k]| \leq h(S) \ k = 1, \dots, l$. Ця задача є NP-складна, тому точні методи для загальних випадків мають експоненційну складність. Для практичних задач, які мають велику розмірність, доцільно використовувати наближені алгоритми. Особливої уваги заслуговують такі наближені алгоритми, точність яких можна оцінити апріорі. Одним із наглядних точних методів, що має експоненційну складність є метод, що базується на сітковому підході, який полягає в побудові спеціальної (s, t) - мережі та пошуку в ній умовного максимального потоку на основі модифікованого алгоритму Форда-Фалкерсона. Застосування класичного алгоритму Форда-Фалкерсона може давати навіть недопустимі розв'язки, тому в роботі пропонується алгоритм поліноміальної складності перетворення недопустимого розв'язку в допустимий, з метою отримання наближеного розв'язку. Показано, що його доцільно застосовувати в окремих випадках для графів з правильною нумерацією вершин, тобто для випадків, коли $(i, j) \in U \Rightarrow i < j$.

Список використаних джерел

1. **Якобовский М. В.** Введение в параллельные методы решения задач: Учебное пособие / Предисл.: В. А. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 328с.
2. **Бурдюк В.Я.** Основы теории упорядочений. Упорядочения и переупорядочения: Конспект лекций. -Днепропетровск: ДГУ, 1980.- 112 с.

ПАРАЛЕЛЬНЕ УПОРЯДКУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ В УЗАГАЛЬНЕНІЙ ЗАДАЧІ ДЖОНСОНА

Турчина В. А., Зубкова Ю. І., zubkova.yulia10@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

В теорії дискретної оптимізації існує підклас задач, для яких множина всіх допустимих розв'язків – це множина всіх перестановок. Однією з таких задач є відома задача Джонсона. Вона виникає із наступної прикладної задачі: є скінченна множина робіт і скінченна множина ресурсів, на яких вони повинні виконуватись послідовно в одному і тому ж порядку. Необхідно знайти такий порядок виконання робіт, при якому всі вони будуть завершені за мінімальний час. Відоме узагальнення цієї задачі [1] на випадок, коли кожна робота складається із операцій, кількість яких співпадає з кількості ресурсів. Ці операції повинні виконуватися в заданому порядку. Обидві задачі відносяться до класу NP – важких. Для цього узагальнення його автори показали, що в деяких випадках переривання в процесі виконання робіт призводять до зменшення значення цільової функції.

В даній роботі розглядається випадок, коли на множині операцій кожної роботи вводяться певні технологічні обмеження на порядок їх виконання і при цьому можливе паралельне виконання операцій допоміжної фіксованої кількістю ресурсів. Тоді мінімальний час завершення виконання кожної роботи зводиться до розв'язання відповідної задачі паралельного упорядкування, яка формулюється наступним чином. Задані орієнтований ациклічний граф і ширина упорядкування, під якою розуміють задану кількість вершин, яка може стояти на кожному місці упорядкування. Необхідно розмістити вершини графа на мінімальну кількість місць так, щоб не порушувалися умови слідування вершин одна за одною. Такій задачі відповідає граф $G = \{V, U\}$. V – множина операцій,

U — множина технологічних обмежень на порядок їх виконання. Задані t_i — час виконання i — ої операції.

В термінах теорії графів потрібно розмістити вершини графа на мінімальну кількість місць так, щоб:

- 1) на кожному стояло не більше m вершин;
- 2) $(i, j) \in U$ ($i \in S[p]$; $j \in S[q]$) $\Rightarrow p < q$;
- 3) $l(S) \rightarrow \min_S$, де S — упорядкування.

Упорядкування найменшої довжини [2] відповідає випадку, коли відсутні прості допоміжних ресурсів і вона визначається наступним чином $l(S) = \lceil T/h(S) \rceil$, де $T = \sum_{i=1}^n t_i$. Упорядкування такої довжини може бути отримано в тому випадку, коли час виконання кожної операції не перевищує, вирахованої для кожної операції оцінки, в іншому випадку ми отримаємо допустиме упорядкування, довжину якого позначимо $\tilde{l}$. В роботі розглядаються випадки, коли можна зменшити величину $\tilde{l}$ завдяки введенню переривань при виконанні операцій. Виділено підклас графів, для яких можуть бути відсутні прості ресурсів завдяки перериванням при виконанні операцій.

Список використаних джерел

1. Севастьянов С. В., Чемисова Д. А., Черних И. Д. О некоторых свойствах оптимальных расписаний в задаче Джонсона с прерываниями. — 2006. — С. 83 — 102.
2. Коффман Э. Г. Теория расписаний и вычислительной машины. М.: «Наука» — 1984. — 334 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ НА ОПТИМАЛЬНІСТЬ УПОРЯДКУВАНЬ

Турчина В.А., Караченцева В.С., well.karachentseva@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Задача паралельного упорядкування вершини орієнтованого графа, яка розглядається у даній роботі, відноситься до класу задач теорії розкладів. В класичній постановці виходять з припущення, що вершини графа не зважені [1]. В реальних задачах, пов'язаних з оптимальним розподілом робіт між універсальними виконавцями, час виконання завдань зазвичай різний. Тому більш адекватно технологічні обмеження на порядок виконання робіт моделюються зваженим графом, тобто графом, в якому кожній вершині поставлена у відповідність вага, що відповідає часу виконання даної роботи.

Тоді отримуємо наступну задачу: задано оргграф: $G = \{V, U\}$, $|V| = n$, t_i — час виконання роботи з номером i , h — ширина упорядкування.

Поставимо у відповідність вершині v_i вагу t_i . Необхідно побудувати паралельне упорядкування S вершини оргграфа G мінімальної довжини $l(S)$, тобто розв'язати задачу :

$$l(S) \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$|S[i]| \leq h. \quad (2)$$

Зрозуміло, що при розв'язання цієї задачі спочатку будуть обиратися вершини, які не мають вхідних дуг, а на його останньому місці будуть стояти вершини, що не мають вихідних дуг. Тому інтуїтивно зрозуміло, що оптимальне значення цільової функції буде не менше ніж максимальна сума ваг вершин на шляхах, що ведуть від початкових до кінцевих вершини.

При аналізі структури графових моделей, що описують деякі реальні процеси, з'ясувалося, що інколи припущення про можливість переривань [2] при виконанні робіт може призводити до зменшення довжини упорядкування. Дослідженню саме таких випадків і присвячена дана робота.

Перш за все інтерес представляють графи, всі вершини яких лежать на критичних шляхах. Якщо ж всі вершини лежать на критичних шляхах, і побудоване паралельне упорядкування має довжину, що дорівнює шляху з максимальною сумарною вагою вершин по критичних шляхах, то воно буде оптимальне. І якщо ж довжина більше вказаної величини, то в яких випадках переривання дозволить зменшити довжину, та для яких саме вершин воно повинно виконуватись? В випадку, коли отримана довжина більша вказаної величини, досліджено випадки, в яких переривання покращують результат та досліджуються, які саме вершини можна розміщувати не послідовно.

Подальшого дослідження потребують наступні задачі:

- отримання кількісної оцінки впливу переривань на оптимальність;
- отримання умов, при яких переривання не впливають на оптимальність;
- розробка алгоритмів, що передбачають переривання та їх порівняльний аналіз.

Список використаних джерел

1. Бурдюк В.Я. Алгоритмы параллельного упорядочения / В.Я. Бурдюк, В.А. Турчина. –Д. :ДГУ, 1985. - 84с.
2. Теория расписаний и вычислительные машины / [Э. Г. Коффман, Р. Сети, Дж. Л. Бруно и др.]; Под ред. Э. Г. Коффмана. - М. : Наука, 1984. - 334 с.

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ

Турчина В. А., Недбало Є. В., yehornedbalo@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Добре вивчена класична транспортна задача крім теоретичного представляє і певний практичний інтерес, оскільки для знаходження її точного розв'язку існує алгоритм поліноміальної складності. Але в практичних задачах, що пов'язані з організацією оптимальних перевезень між виробниками та споживачами, часто виникають умови, для моделювання яких недостатньо класичної постановки транспортної задачі. В роботі розглядаються дві такі задачі, які сформульовані, як двокритеріальні транспортні задачі. Пропонуються підходи до їх розв'язання.

Задача 1. Розглянемо наступну двокритеріальна транспортну задачу:

$$F(x) = (f_1(x); f_2(x)) \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$f_1(x) = f(x); \quad (2)$$

$$f_2(x) = x_{rs}; \quad (3)$$

де

r, s – фіксовані.

$$f(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} c_{ij} \rightarrow \min; \quad (4)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, & j = 1, \dots, n; \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, & i = 1, \dots, m; \end{cases} \quad (5)$$

$$x_{ij} \geq 0. \quad (6)$$

Тобто, до класичної задачі (4) – (6) додається додатковий критерій $f_2(x)$. Необхідність його введення виникає з наступних потреб реальних задачах. Деякі комунікації, по яким здійснюються перевезення, тимчасово

можуть допускати обмеження на обсяги перевезень. На практиці в цих випадках обирають інші маршрути, що може призводити до суттєвого збільшення затрат. В цьому випадку можна або ввести додаткові обмеження або розглянути задачу в двокритеріальній постановці. Саме остання і розглядається в даній роботі. Відомо[1], [2], що один із підходів розв'язання багатокритеріальних задач, полягає в виділенні одного основного критерію. Якщо скористатися ним, обравши за головний критерій функцію $f_1(x)$, то отримаємо розв'язок класичної транспортної задачі. У випадку, коли в цьому розв'язку $x_{rs} = 0$, з урахуванням умови (5) функція $f_2(x)$ також буде досягати мінімального значення. Якщо ж $x_{rs} > 0$ то пропонується схема зменшення цього значення, при якій значення першого критерію збільшується на фіксовану величину.

Задача 2.

$$F(x) = (f_1(x); f_2(x)). \quad (7)$$

Функція $f_1(x)$ – це функція з задачі 1, яка мінімізується, а $f_2(x) = x_{rs} \rightarrow \max$, при цьому залишаються обмеження (5), (6). Для розв'язання цієї задачі пропонується підхід, що полягає в декомпозиції даної задачі до класичної транспортної та визначенні похибки, яку ми допускаємо.

Список використаних джерел

1. Ермольев Ю. М. Математические методы исследования операций [Текст] / Ю. М. Ермольев, И. И. Ляшко, В. С. Михалевич, В. И. Тюптя. – К.: Вища школа, 1979. – 312 с.
2. Зак Ю.А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации [Текст] — М.: Экономика, 2014. – 455 с.

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ЗАВДАНЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Удовенко С.Г.¹, Чала Л.Е.², Шергін В.Л.²
serhiy.udovenko@hneu.net

¹Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,

²Харківський національний університет радіоелектроніки

Диспетчеризація завдань розподіленої обчислювальної системи (РОС) може бути розглянута як процес прийняття рішення про час запуску завдань і вибору ресурсів, які використовуються для обчислень. Різноманітність характеристик і обмежень, що мають відношення до обчислювальних вузлів і завдань (тривалість обчислення операції, час операції, обмеження передування і придатність обчислювального вузла), впливає на прийняття рішення [1]. Модель розподілу завдань може бути представлена за допомогою орієнтованого ациклічного графу DAG (Directed acyclic graph), де операції, які мають бути виконані, представлені вершинами, а зв'язок даних між операціями – дугами. Ресурси РОС можуть працювати на різних платформах, підтримувати виконання різних додатків і бути пов'язані безпосередньо або побічно лініями комунікацій, що характеризуються різними часами затримок і пропускнуою спроможністю. Стан системи може змінюватися з плином часу, що може привести до необхідності перегляду розкладу. Перспективним є застосування в задачах диспетчеризації РОС еволюційних обчислень (ЕО) [2]. В доповіді пропонуються деякі алгоритмічні та програмні рішення щодо використання методів еволюційної оптимізації (зокрема, методів генетичної оптимізації, мурашиних колоній та штучних імунних систем) для практичної реалізації системи розподілу завдань між вузлами РОС. Система розподіленого рішення задач, що розглядається, складається з модулів, які дозволяють користувачеві спроектувати топологію обчислень, виконати рішення задач і обробити результат. Кожен модуль реалізовано як окремий додаток (з підключенням

необхідних бібліотек). Алгоритми ЕО в диспетчері представлені блоком ЕО. Розглянемо основні класи даного блоку: ClientExecutor (реалізує процедури запуску обчислень алгоритмів ЕО і передачу результатів серверу); EOData (агрегує послідовність виконання завдань і розміщення завдань на вузлах РОС); EOParams – клас, який визначає параметри функціонування алгоритму ЕО (параметри операторів і кількість циклів пошуку оптимального рішення); EOScheduler (визначає оператори алгоритму ЕО і метод запуску); EOTask (містить ідентифікатор завдання та ідентифікатор вузла, на якому воно буде вирішуватися); TaskOrder (визначає послідовність виконання підзадач). Кожне рішення складається з двох частин. Перша частина відповідає рядку розміщення операцій (РРО), друга – рядку планування (РП) виконання операцій. Рядок розміщення представлено матрицею послідовності операцій на вузлах РОС, а рядок планування – результатом топологічного сортування DAG РОС. При цьому забезпечуються зберігання інформації про призначення операцій на вузлах РОС та послідовність їх виконання. Процес обчислення функції корисності алгоритму ЕО розглядає операції в тому порядку, в якому вони містяться в РП. Послідовність виконання операцій, розміщених на різних обчислювальних ресурсах, може змінюватися в залежності від стану обчислювального середовища. Програмну реалізацію системи здійснено на мові програмування Java. Результати тестування підтвердили її працездатність.

Список використаних джерел

1. **Filimonchuk T.** Development of information technology of tasks distribution for grid-systems using the GRASS simulation environment. / T. Filimonchuk, M. Volk, I. Ruban, V. Tkachov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system. – 2016. – Vol. 3/9 (81). P. 45–53.
2. **Снытюк В.Е.** Эволюционные технологии принятия решений в условиях неопределенности / В.Е. Снытюк // К.: «МП Леся», 2015. – 347 с.

ДОСВІД ВСТАНОВЛЕННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ОСНОВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Фридман О. Д., Волошко В. Л., VVL56@i.ua,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Швидкий розвиток світової глобалізації, темпи розвитку технологій різного призначення, умови постійного зростання різних загроз приводять до необхідності засвоєння теорії та практики розв'язування задач системного аналізу з розкриттям невизначеностей різної природи при формуванні складних міждисциплінарних зв'язків [1]. Ефективність отримання практичних результатів залежить від здатності системного дослідника оволодіти і раціонально використовувати методологію системного аналізу.

У зв'язку з цим виникає проблема органічного поєднання методик викладання студентам базових предметів з професійно-орієнтованими дисциплінами старших курсів і досягнення при цьому максимального ефекту у формуванні практичних навичок майбутніх фахівців. В цій ситуації актуальним стає питання науково-методичного забезпечення навчального процесу. Для математика-прикладника вирішальну роль відіграє ґрунтовне вивчення комп'ютерної дискретної математики, зокрема, таких важливих її розділів як теорія множин і бінарних відношень, великий обсяг розв'язаних задач та самостійно виконаних завдань цього розділу [3, 4]. На цій основі, серед великого числа загальних підходів формалізації задач прийняття рішень та подолання невизначеностей в системному аналізі [2], особлива увага приділена вибору оптимальних варіантів із заданої множини альтернатив на основі теорії бінарних відношень. Для цього в курсі системного аналізу повторюються базові поняття цього розділу, розглянуті

в курсі дискретної математики. Це є основою для побудови різних типів відношень: переваги, строгої переваги, еквівалентності, нестрогого і строгого порядків. Далі розглядаються алгоритми визначення найгіршого і найкращого, мінімального та максимального елементів на підставі матричного аналізу відповідних бінарних відношень. Це забезпечує чіткість та зрозумілість процесу розв'язування задачі та вивчення закономірностей вибору найбільш прийнятних альтернатив у прийнятті рішень.

Для якісного засвоєння курсу підготовлені електронні конспекти лекцій, які містять теорію та велику кількість розв'язаних прикладів; лабораторні роботи, які передбачають самостійність засвоєння матеріалу, правильність розрахунків, своєчасне оформлення звіту, а також підготовку до модульного і підсумкового контролів. Останні, зазвичай, проводиться у тестовій формі в аудиторії і при використанні дистанційного навчання у системі Офіс 365.

Методичний практичний досвід, отриманий при паралельній підготовці пов'язаних базових дисциплін та дисциплін професійного циклу, дозволяє забезпечити: актуалізацію опорних знань, стійкість практичних навичок, поглиблення аналітичного мислення і, врешті-решт, підвищує рівень якості освіти бакалавра.

Список використаних джерел

1. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Підручник / Н.Д. Панкратова; К: «Наукова думка» НАН України. – 2018. – 347 с.
2. Ус С.А. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. / С.А. Ус, Л.С. Коряшкіна; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ. – 2014. – 300 с.
3. Гук Н.А. Посібник по вивченню дисципліни «Дискретна математика»: навч. посіб. / Н.А. Гук; Д. : РВВ ДНУ – 2014.– 84с.
4. Наконечна Т.В. Дискретна математика. Практикум: навч.посіб. / Т.В. Наконечна; Д. : Видавець Біла К.О. – 2019. – 88 с.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНОГО ОБ'ЄКТУ В СИСТЕМІ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Хаїн І.К., ilona.khain@gmail.com,

Шевельова А.Є., shevelevaae@dnun.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Активні матеріали, зокрема п'єзоелектрична кераміка, широко використовуються як функціональні складові багатьох інженерних систем, включаючи датчики (медичні, тактильні), резонатори, перетворювачі, виконавчі механізми. У сучасній техніці вони використовуються як джерела звуку великої потужності, мініатюрні генератори високої напруги. Найчастіше людина зустрічається з такими матеріалами у запальничках. Однак існуючі мікродефекти та тріщини можуть сильно вплинути на їх поведінку та зменшити міцність.

Дана робота присвячена розв'язанню та програмній реалізації задачі плоскої деформації для двох п'єзоелектричних півпросторів, зчеплених між собою дуже тонким ізотропним прошарком з тріщиною, під дією віддаленого змішаного механічного навантаження та електричного потоку, який є перпендикулярним площині тріщини. Тріщина може бути розташована або на межі розділу прошарку і одного з матеріалів, або в самому прошарку. Вважаємо, що зони попереднього руйнування (передруйнування) виникають на продовженні тріщини. Нормальні та зсувні напруження в цих зонах вважаються постійними і задовольняють рівнянню, яке визначається властивостями матеріалів прошарку та матриці.

Вводячи зони передруйнування, сформульована проблема зведена до крайової задачі Рімана-Гільберта, яка розв'язується в аналітичному вигляді [1]. У роботі розраховані варіації довжин зон передруйнування (Δ_a, Δ_b), напруження у цих зонах і розкриття тріщини у початковій вершині тріщини

в залежності від інтенсивності віддаленого розтягуючого навантаження. Також досліджується вплив віддаленого зсувного напруження на параметри руйнування та на зміну електричного потоку вздовж границі розділу матеріалів. Відповідно до описаної моделі усі механічні і електричні характеристики обмежені в області вершини тріщини, тобто виключені усі особливості, пов'язані з тріщиною.

Розроблений з використанням мови програмування Java програмний продукт дає користувачеві можливість описувати фізичні характеристики матеріалів: пружні, п'єзоелектричні та діелектричні константи. Можна задавати межу текучості міжфазного прошарку σ_T та обирати вид навантаження. Після введення необхідних даних і проведення розрахунків користувач отримує графічне представлення варіації відносної довжини зони передруйнування, напружень в цій зоні і розкриття тріщини в початковій вершині відносно інтенсивності зовнішнього навантаження.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що значення напружень в зонах передруйнування мало залежать від величин параметрів зовнішнього навантаження, але довжина зони передруйнування і розкриття тріщини залежить суттєво і до того ж нелінійно від цього параметра. Крім того, значення довжини зони передруйнування залишаються досить малими в порівнянні з довжиною тріщини, навіть для відносно великого зовнішнього навантаження.

Список використаних джерел

1. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1966. – 708 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ПОЛІВ

Чайковський А.К., shmonphilimon@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У N точках області Ω виміряні значення $u(P_1), \dots, u(P_N)$ електричного потенціалу. Необхідно побудувати розподіл потенціалу у всіх точках P області Ω так щоб виконувалося рівняння Лапласа, а значення u у точках вимірювання були близькими до виміряних значень.

Відомо, що функція:

$$\varphi_m(P) = r^m (A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi)$$

задовільняє рівняння Лапласа на площині за будь-яких значень A_m та B_m . Утворимо лінійну комбінацію цих розв'язків, яка також буде розв'язком рівняння Лапласа:

$$u_M(P) = \sum_{m=0}^M r^m (A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi)$$

Оберемо коефіцієнти $A_1, A_2, \dots, A_m, B_1, B_2, \dots, B_m$ з умови близькості значень $u_M(P)$ до виміряних значень $u(P_1), \dots, u(P_N)$.

За критерій близькості візьмемо квадратичне відхилення:

$$d = \sum_{n=1}^N [u_M(P_n) - u(P_n)]^2 \rightarrow \min$$

АЛГОРИТМ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Чугай¹ А.М., Романова¹ Т.Є., Стецюк² П.І., Шеховцов³ С.Б.

chugay.andrey80@gmail.com, tarom27@yahoo.com,

stetsyukp@gmail.com, ep109@ukr.net

¹Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,

²Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України,

³Харківський національний університет внутрішніх справ

Заміна натурних експериментів комп'ютерним моделюванням дозволяє суттєво заощаджувати матеріальні ресурси та час розв'язання прикладних задач, пов'язаних з обробкою великого об'єму складної геометричної, аналітичної та логічної інформації, зокрема NP-складних задач геометричного проектування (Packing&Cutting) [1,2].

Метод ϕ -функцій [3,4] дозволяє будувати математичні моделі у вигляді задач математичного програмування. Методи пошуку локальних екстремумів оптимізаційних задач розміщення геометричних об'єктів, ґрунтуються на стратегії мультістарту (multi-start strategy) та алгоритмі декомпозиції (decomposition algorithm), який дозволяє звести задачу великої вимірності (large-scale problem) до послідовності підзадач меншої вимірності. В залежності від обраної величини параметру декомпозиції така послідовність підзадач може бути досить великою, а витрати машинного часу на генерацію та перехід між підзадачами є також суттєвими.

У роботі запропоновано паралельний алгоритм, який включає наступні етапи аналізу задачі: декомпозиція основної задачі на відносно незалежні підзадачі; виявлення інформаційних залежностей між підзадачами; масштабування підзадач; балансування навантаження для кожного процесора. Алгоритм зводиться до розбиття масиву вихідних даних на фрагменти, обробка яких ведеться незалежно на різних процесорах. Аналіз алгоритму формування підзадач при пошуку локального

екстремуму задачі показав, що він підтримує як паралелізм задач так і паралелізм даних. Можливість розпаралелювання алгоритму ґрунтується на тому, що ϕ -функції є функціями, які включають оператори *max* та *min*. Це дозволяє представити область допустимих розв'язків основної задачі у вигляді об'єднання підобластей, кожна з яких описується системою диференційованих функцій.

Алгоритм формування підсистеми, що задає область допустимих розв'язків, можна представити у вигляді графа у ярусно-паралельній формі. Операції, яким відповідають вершини одного ярусу, не залежать одна від іншої (не перебувають у відношенні зв'язку), і тому можлива паралельна реалізація алгоритму.

Результати проведених числових експериментів показали, що застосування технологій паралельних обчислень дозволяє скороти витрати часу на розв'язання задач от 10% до 50 %.

Список використаних джерел

1. Leao, A. A.S. ; Toledo, F. M. B.; Oliveira, J. F.; Carravilla, M. A.; Alvarez-Valdés, R. Irregular packing problems: a review of mathematical models. *European Journal of Operational Research*, 2020, 282(3), 803–822.
2. Araújo, L. J. P.; Özcan, E.; Atkin, J. A. D.; Baumer, M. Analysis of irregular three-dimensional packing problems in additive manufacturing: a new taxonomy and dataset. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(18), 5920–5934.
3. Stoyan, Yu., Pankratov, A., Romanova, T., & Chugay, A. (2015). Optimized object packings using quasi- ϕ -functions. In G. Fasano, & J. Pintér (Eds.), *Optimized packings and their applications* (pp. 265–291). Cham: Springer International Publish.
4. Stoyan, Y.; Pankratov, A.; Romanova, T.; Fasano, G.; Pintér, J. D.; Stoian, Y. E.; & Chugay, A. Optimized packings in space engineering applications: Part I. In G. Fasano, & J. Pintér (Eds.), *Springer Optimization and Its Applications: Vol. 144. Modeling and Optimization in Space Engineering*. 2019 (pp. 395–437). Springer.

ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ КВАДРАТНОЇ СІТКИ У АЛГОРИТМІ LIAN

Шахов М.І., Shakhov.Maxyum.2017@gmail.com, **Байбуз О.Г.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

LIAN (з англ. «Limited angle») – це евристичний алгоритм пошуку найкоротшого шляху між двома точками на квадратній сітці, який враховує обмеження на кут повороту. Цей алгоритм може бути застосований для планування шляху безпілотного літального апарату (БПЛА), оскільки обмеження на кут повороту відображає фізичні обмеження літального апарату при здійсненні маневрів обльоту перешкод на місцевості.

У ході тестування LIAN було виявлено, що отриманий за допомогою алгоритму шлях може проходити дуже близько біля перешкод, що становить небезпеку для польоту БПЛА, оскільки через низку причин, наприклад, похибки навігаційної системи або інші фактори, що збурюють рух, літальний апарат може зіштовхнутися з перешкодою. Причина такого недоліку алгоритму LIAN полягає у реалізації його складової функції *LineOfSight*, призначеної для перевірки прямої видимості між двома клітинами сітки. Ця перевірка проводиться наступним чином: за допомогою алгоритму Брезенхема будується дискретний відрізок, що з'єднує дві задані клітини. Потім кожна клітина відрізка перевіряється на прохідність, і якщо хоча б одна з цих клітин є непрохідною, то дві задані клітини, які є кінцями цього відрізка, вважаються такими, що не мають прямої видимості. Недоліком такого алгоритму перевірки прямої видимості є те, що дві клітини можуть мати пряму видимість навіть тоді, коли сам дискретний відрізок, що їх сполучає, проходить дуже близько біля перешкод. Тому, щоб забезпечити безпеку польоту БПЛА, необхідно сформулювати додаткову вимогу до алгоритму LIAN: кожна клітина найкоротшого шляху повинна розташовуватися на деякій наперед заданій мінімальній відстані від будь-якої перешкоди, наявної на квадратній сітці.

Забезпечити виконання поставленої до алгоритму LIAN вимоги можна наступним чином. Введемо додатковий вхідний параметр – *nearRadius*, кратний за величиною лінійному розміру клітини сітки, який визначатиме мінімальну відстань між будь-якою клітиною найкоротшого шляху та будь-якою непрохідною клітиною сітки. Перед початком роботи алгоритму виконаємо попередню обробку квадратної сітки. Кожна клітина квадратної сітки може бути або прохідною, тобто бути частиною маршруту БПЛА, або непрохідною, тобто представляти собою певну перешкоду. Оточимо кожную непрохідну клітину мінімально необхідною кількістю додаткових бар'єрних клітин таким чином, щоб відстань між будь-якою парою клітин, одна з яких буде прохідною, а інша – непрохідною, буде не менша, ніж *nearRadius*. Прийmemo, що кожна бар'єрна клітина також буде вважатися непрохідною. Тоді функція *LineOfSight* буде перевіряти не лише пряму видимість між двома клітинами сітки, але і те, що кожна клітина дискретного відрізка, що сполучає ці дві клітини, буде знаходитися відносно будь-якої непрохідної клітини на відстані, не меншій, ніж *nearRadius*.

Побудову бар'єрних клітин навколо непрохідних клітин квадратної сітки можна здійснити за наступним алгоритмом. Для кожної непрохідної клітини за допомогою алгоритму *MidPoint* будується дискретний круг радіусом *nearRadius* з центром у непрохідній клітині. Тоді бар'єрними клітинами будуть вважатися ті клітини дискретних кругів, які є прохідними. Оскільки операції, пов'язані з обробкою кожної непрохідної клітини сітки, можуть виконуватися одночасно, то для реалізації даного алгоритму можна використати фреймворк *OpenCL*, призначений для організації паралельних обчислень на графічних та центральних процесорах.

Список використаних джерел

1. **Yakovlev K., Baskin E., Hramoin I.** Grid-Based Angle-Constrained Path Planning. – KI 2015: Advances in Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science, vol 9324, Springer, 2015. – с. 1–13.
2. **Hearn, D., Baker, M. P.** Computer Graphics, C Version (2nd Edition). – Prentice-Hall, 1996. – с. 98–102.
3. **Munshi, A., Gaster, B., Mattson, T., Fung, J.** OpenCL Programming Guide. – Addison Wesley Professional, 2011. – с. 3–11.

СТВОРЕННЯ БІБЛІОТЕКИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ БАЙЕСІВСЬКОГО ПІДХОДУ

Шевченко Р.Р., groleore@gmail.com,
Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Класифікація є однією з найважливіших задач інтелектуального аналізу даних. Вона застосовується у маркетингу при оцінці кредитоспроможності позичальників, визначенні лояльності клієнтів, розпізнаванні образів, медичній діагностиці тощо. Байєсівський підхід до розв'язання задачі класифікації заснований на використанні теореми Байєса [1]. Якщо для кожного класу відомі функції щільності розподілу та апіорні ймовірності класів, то за теоремою Байєса можна визначити апостеріорні ймовірності класів і відносити об'єкт до класу з максимальною апостеріорною ймовірністю. Подібний байєсівський класифікатор є широко використовуваним на практиці і має декілька модифікацій, які породжені різними припущеннями про розподіл даних в рамках кожного класу.

В результаті роботи було розроблено бібліотеку Bayessifiers, у якій реалізовано декілька різновидів байєсівського класифікатора. Бібліотеку створено на мові програмування Python у середовищі Jupyter Notebook. Під час розробки використано бібліотеки numpy, scipy, pandas, matplotlib.pyplot.

Основа бібліотеки – це клас AbstractBayesClassifier, у якому реалізовано загальну модель байєсівського класифікатора, та клас AbstractClassPredictor, у якому реалізовано методи для визначення ймовірності належності об'єкту окремому класу.

Для реалізації конкретного алгоритму у класі-нащадку AbstractClassPredictor визначено метод calculate_aposteriory_prob(X), що повертає значення функції щільності для вектору X, а у класі-нащадку AbstractBayesClassifier – метод get_class_predictor, який повертає відповідну реалізацію AbstractClassPredictor. Це дозволило зробити бібліотеку відкритою для розширення.

У бібліотеці реалізовано 3 базові алгоритми: LDA (лінійний дискримінантний аналіз), QDA (квадратичний дискримінантний аналіз) та наївний байєсівський класифікатор. Їх недоліком є припущення про нормальність розподілу ознак, а для наївного Байєса – ще й про незалежність ознак. У більшості реальних задач ці умови не виконуються.

Для вирішення цієї проблеми було реалізовано навчання байєсівського класифікатора шляхом відновлення функції щільності спільного розподілу ознак з використанням гаусівської копула-функції [2]. Цей підхід дозволяє враховувати кореляцію між ознаками та той факт, що окремі ознаки мають відмінний від нормального розподіл.

Тестування та практичну апробацію реалізованих у бібліотеці алгоритмів було здійснено на 2 наборах даних: iris та glass. Встановлено, що у наборі iris 2 із 4 ознак розподілені нормально, а у наборі glass усі 5 ознак мають розподіл, відмінний від нормального. Для оцінки якості класифікації кожний набір розбивався на 2 частини: навчальну і тестову. Обсяг навчальної вибірки становив 70%, навчальної – 30%. Як метрику якості обрано відсоток правильних відповідей. Для більш стабільних результатів кожний набір розбивався на 2 частини 5 разів, масив відсотків усереднювався (при цьому стандартне відхилення не перевищувало 4%).

Список використаних джерел

1. Duda R. O., Hart P. E., Stork D. H. Pattern Classification. 2nd. Wiley Interscience, 2000. 688 с.
2. Фантащини Д. Моделирование многомерных распределений с использованием копула-функций. І. *Прикладная эконометрика*. 2011. № 2 (22). С. 98-134.

ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ПИТАНЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ

Щербак Ю.В., 49186355@i.ua, Гук Н.А., natalyguk29@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сучасний світ ІТ-професій постійно змінюється, розвивається та набуває все більш складних рис. У ньому постійно виникають нові професії та вдосконалюються існуючі. Щоб відповідати вимогам тієї чи іншої професії, фахівці в сфері ІТ повинні мати деякі домінуючі якості та здібності. Дані якості, здібності та загалом професійна спрямованість визначаються за допомогою тестування, результати якого необхідно обробити та прийняти рішення щодо відповідності набору якостей опитуваного тій чи іншій професії у ІТ-галузі.

В роботі розроблено інтелектуальну систему, яка сприяє профорієнтації та допомагає кожному опитуваному краще зрозуміти свою схильність до певних видів діяльності. Використовуючи функції належності, оцінюється рівень наявності («високий», «середній», «низький») таких якостей, як уважність, самостійність, лідерство, творче мислення, ініціативність і т.д.

Використання даної системи дозволяє:

- ефективно допомогти процесу профорієнтації;
- визначити якості, які сприятимуть вірному вибору професійного спрямування в галузі;
- надати інформацію щодо отриманих результатів тестування та відповідних професій.

Аналіз сучасного ринку праці та веб-ресурсів, які надають послуги пошуку роботи, дозволив умовно розділити напрямки і створити список затребуваних професій сфери ІТ.

В ході роботи були створені власні рекомендації щодо вибору професії з використанням системи нечіткої логіки. Такі рекомендації підвищують ефективність у визначенні професійних, кар'єрних та особистих інтересів в сфері ІТ.

МЕТОД ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ВИЯВЛЕННЯ СВІТОВИХ ЗАСВІЧЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ

Яременко С.В., Крак Ю.В., krak@univ.kiev.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В доповіді пропонуються метод обробки сигналів та методи та алгоритми машинної графіки, що дозволяють масштабувати зображення, вирівнювати краї дискретних зображень (усувати «нерівності/сходинок»), методи та алгоритми моделювання місцевості, мішенної обстановки та стрільби. Актуальність і важливість даної проблематики пов'язана із тим, що сучасні умови ведення бою вимагають від особового складу стійких індивідуальних практичних вмінь (навичок) використання озброєння та військової техніки в різних умовах обстановки, а також високої практичної підготовленості до дій у складі тактичних груп. У системі бойової підготовки армій все більше місце посідають тренування особового складу за допомогою **сучасних моделюючих тренажерів**, які діють у віртуальному просторі.

Для вирішення цієї задачі запропонована розробка інтерактивного лазерного тренажеру ePresenter T1 для тренування стрільби зі стрілецької зброї (надалі Тренажер T1 [1]) призначений для навчання та тренування одиночному і груповому веденню бою в складі підрозділу. Тренажер є моделлю реальних об'єктів та процесів, тому повинні застосовуватися ті ж самі критерії оцінювання пострілу та дій стрільців з урахуванням погодних умов стрільби та поведінки мішеней (цілей) та вимог до припустимої похибки вимірювань.

Для реалізації даного підходу під час розробки програмної складової [2] Тренажера T1 було приділено розробці алгоритмів обробки сигналів: виявлення всіх світлових засвічень, утворених лазерними модулями навчальної зброї та визначення їх координат; збір інформації від апаратної складової тренажерного комплексу; обробка масиву даних, отриманих від кожного макету зброї;

Виявлення засвічень, утворених лазерним модулем (корисний сигнал) і визначення його параметрів проходить у двовимірній системі координат. Сигнал (зображення), яке отримує фотоприймальний сенсор $f(x, y)$ є поєднанням засвічень $z(x, y)$, паразитних засвічень $p(x, y)$ (утворені сонячним промінням, відблиском сторонніх предметів, що потрапляють у поле зору фотоприймального пристрою тощо) та завадами, що формуються самим фотоприймальним сенсором $s(x, y)$. Таким чином а $f(x, y) = z(x, y) + p(x, y) + s(x, y)$.

Алгоритм визначення сигналів $f(x, y)$ базується на аналізі кожного пікселя та розрахунку його яскравості і якщо яскравість перевищує порогове значення, то засвічення визначено. Застосовано певну оптимізацію (з метою зниження навантаження на комп'ютер управління, оскільки потрібно проаналізувати пікселі), яка полягає у розгляді пікселів з певним кроком, що дозволило аналізувати не всі пікселі підряд та полягає у обмеженні зони пошуку засвічень.

У результаті проведених досліджень були отримані важливі результати і висновки: корисний сигнал $z_i(x, y)$ сформований лазерним модулем навчальної зброї на проєкційній поверхні можна описати $z_i(x, y) = h_1(x, y) \otimes h_2(x, y)$. Позначка від лазерного променя визначається тільки оптичними характеристиками лазера та фотоприймального сенсора.

Подальші дослідження спрямовані на удосконалення запропонованого підходу, використання гаусовської моделі розподілу інтенсивності світлових засвічень, проведення експериментів та реалізацію інформаційної технології.

Список використаних джерел

1. **Яременко С. В.** Тренажер Інтерактивний лазерний для тренування стрільби зі стрілецької зброї (Тренажер Т1)/ Алексєєв В.Ю., Бобарчук О.А., Соловійова Н.А., Яременко В. А., Яременко С. В.// Патент «№126776 від 10.07.2018
2. **Яременко С. В.** Програма формування інтерактивної мішенної обстановки тренажерної системи та формування засад інтелектуалізації менеджменту та управління / Крак Ю.В. , Попова Д.В., Яременко С. В. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №95050 Бюлетень No 56 Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності»

PACKING CIRCLES OF VARIABLE RADII INTO A CONCAVE BOUNDED POLYGON

Yaskov G., Stoyan Yu.

yaskov@ipmach.kharkov.ua

stoyan@ipmach.kharkov.ua

*A. Pidgorny Institute of Mechanical Engineering problems of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Papers [1,2] investigate layout problems of variable number of circles and ellipses with variable sizes into a disconnected polygonal plate. Authors develop new algorithms of construction of feasible starting points and optimisation procedures for searching for approximate solutions of the layout problems. The algorithms are used in the design of parts for "support free" additive manufacturing taking into account maximal mechanical stress under constant load applied to the polygonal plate with circular or elliptic perforations. The sizes of circles and ellipses are fixed.

In this investigation we propose another statement of the problem allowing variable radii of circles. Let there be a concave bounded polygon and a set of circles. A minimum allowed distance between each pair of circles and one between each circle the frontier of the polygon are assigned. We assume that radii of circles are variable.

Problem. Define the number of circles and their radii and location in the polygon taking into account the minimum allowed distances maximizing the sum of areas of circles.

1. T. Romanova, Y. Stoyan, A. Pankratov, I. Litvinchev, I. Yanchevsky, I. Mozgova. Optimal Packing in Additive Manufacturing. IFAC-PapersOnLine. Vol. 52. 2019. P. 2758–2763. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.625>.

2. I. Yanchevskyi, R. Lachmayer, I. Mozgova, R-B. Lippert, G. Yaskov, T. Romanova, I. Litvinchev, Circular packing for support-free structures, EAI Endorsed Transactions. 2020. Available at <https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.164561>.

ЗМІСТ

Козин И.В. ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ УКЛАДКИ В ПЛОСКУЮ ПОЛОСУ	3
Корчинский В.М. СИНТЕЗ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОВЫШЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ	5
Крак Ю.В. ПРО ОБРОБКУ, АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЮ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ З ЕКГ-СИГНАЛІВ	7
Pankratova N.D., Pankratov V.A. STRATEGY OF UNDERGROUND URBANISM DEVELOPMENT BASED ON FORESIGHT AND COGNITIVE MODELING METHODOLOGIES	9
Стецюк П.І., Лиховид О.П., Омеляненко А.М. ЗАДАЧІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ ДУГ ВІДМОВОСТІЙКОЇ МЕРЕЖІ	11
Stoyan Yu., Romanova T., Pankratov A., Maximov S. SPARSE PACKING OF 2D-OBJECTS	17
Авраменко В.І., Строева Г.В. ВЛАСТИВОСТІ СІМЕЙСТВА 4-РОЗПОДІЛІВ	19
Акулов Б.В. РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ СИМУЛЯТОРА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	21
Альохіна С.В., Чугай А.М. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ З СУХИМ ВІДПРАЦЬОВАНИМ ЯДЕРНИМ ПАЛИВОМ	22
Антоненко С.В., Батурінець А.Г., Машенко Л.В. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»	24
Антоненко С.В., Машенко Л.В., Павлов М.С. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КРОСПЛАТФОРМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ»	26
Байбуз О.Г., Корочанський С.С. ПРОГНОЗ ЦУНАМІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОБУДОВАНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ	28
Бармак О.В., Манзюк Е.А., Крак Ю.В., Кудін Г.І., Куляс А.І. АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ЛЮДИНО-МАШИННОГО НАВЧАННЯ	29
Білецький А. С. ПРО АТОМАРНУ МОДИФІКАЦІЮ ДЕРЕВА РЕСУРСІВ У МІКРОСЕРВІСНІЙ АРХІТЕКТУРІ	31
Blyuss O., Nazarenko T., Timms J., Zaikin A., Whitwell H.J. NETWORK ANALYSIS FOR PREDICTING COVID-19 OUTCOMES	33
Богомаз В.М., Коцюруба В.І., Іванський В.М. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ТЕХНІКИ	34
Божуха Л.М. ПРО МЕТОДИ ОБРОБКИ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ	36
Боклаг О.В. НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЯКІСНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ	37
Бондаренко А.Ю. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ФІНАНСОВОГО РИНКУ	38

Бузовський Є.О., Божуха Л.М. МІНІМІЗАЦІЯ ЗАГАЛЬНОГО РОЗМІРУ КОЛЕКЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДОМ КОМБІНАЦІЇ ФРАГМЕНТІВ	40
Бузько Я., Наконечна Т., Балеко Н. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	42
Бурбило А.В., Басюк Т.М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ ЗГІДНО З ТЕХНОЛОГІЄЮ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ	44
Ведмідь С.А., Дзюба П.А. ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНОЇ СХЕМИ НАВЧАННЯ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»	46
Hart L. L., Vasilchenko V. A. ON THE METHODS' IMPLEMENTATION FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF LINEAR VOLTERRA INTEGRAL EQUATIONS OF THE 1ST KIND	48
Hart L.L., Kamantsev A.S. ASYMPTOTIC ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF CERTAIN FUNCTION APPROXIMATION ALGORITHMS	50
Hart L.L., Kovalchuk I.O. GRID PROCEDURES TO SOLVE OPTIMAL CONTROL PROBLEMS FOR PARABOLIC SYSTEM	51
Hart L.L., Lobantseva N.A. GRID ALGORITHMS TO SOLVE ONE COEFFICIENT INVERSE PROBLEM FOR ELLIPTIC EQUATION	54
Гарькавський І.В., Книш Л.І. МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ СТЕФАНА МЕТОДОМ «MUSHY LAYER»	57
Гераскин Б. Д., Годес Ю. Я. РЕЗОНАНСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ НАГРУЗКИ ПО ОРТОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЕ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ	58
Герич Н. В., Басюк Т.М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИСТУВАЧА	60
Годес Ю. Я., Захарченко Е. В. МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ З КУСКОВО-СТАЛИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	62
Годес Ю. Я., Іщенко Є. Д. МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ДЕФОРМІВНОЇ СИСТЕМИ	64
Годес Ю. Я., Маслов М. Ю. МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ З НЕПЕРЕРВНО РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	66
Голуб А.О., Антоненко С.В. ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ІГРОВОГО СВІТУ	68
Горбань Б.Д., Михальчук Г.Й. ОПТИМІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА РОЗРОБКА СУМІЖНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ФПМ НА IOS	69
Горбачук В.М., Дунаєвський М.С., Морозов О.О. ЛІДЕРСТВО У СУЧАСНИХ ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ	71
Гордієнко В.О. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПЕРЕШКОД НА ШЛЯХУ РУХУ САМОВРЯДНОГО АВТОМОБІЛЯ	73
Gorodetskyi V., Osadchuk M. SIMPLIFICATION OF THE MODEL STRUCTURE USING THE NUMERICAL-ANALYTICAL METHOD	75
Горянец Д.В., Сердюк М.Є. ЗАДАЧА ДЕТЕКТУВАННЯ ТІНЕЙ В ЦИФРОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	77

Григоренко В.А., Книш Л.І. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТОКУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ	79
Гук Н.А., Борисков М.Є. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТОНКОСТІННОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	80
Guk N.A., Gerasimov E.A. DEVELOPMENT OF AUTOMATED FILE MANAGEMENT SYSTEM FOR UNIVERSITY	82
Гук Н.А., Диханов С.В. АЛГОРИТМ СКАНУВАННЯ ВЕБ-САЙТУ ДЛЯ ПОБУДОВИ ВЕБ-ГРАФУ	84
Гук Н.А., Євлаков В.І. ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВ РІШЕНЬ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ ПОШУКОВОЇ ВИДАЧІ	86
Гук Н.А., Малишко Д.С. МЕТОДИ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕНАВЧАННЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	88
Гук Н.А., Усанов А.С. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ВЕБ-СТОРІНОК САЙТУ НА ОСНОВІ СХОЖОСТІ СТРУКТУРИ ТА СТИЛЮ	90
Гулий Т.О. АНАЛІЗ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖ, ЩО КОНКУРУЮТЬ МІЖ СОБОЮ	92
Гуляєв О.Є., Книш Л.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДВОВИМІРНИХ РІВНЯНЬ ГЕЙМГОЛЬЦА	94
Дженкова М.М. ІМІТАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ХОСТИНГОВІЙ КОМПАНІЇ	96
Дзюба П.А, Тарасенко А.В. ПРОЕКТУВАННЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	98
Дмитренко А., Наконечна Т. КОНСТРУЮВАННЯ СППР ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ БАЙЄСА З ПРИХОВАНИМИ ВЕРШИНАМИ	99
Дмитренко М., Наконечна Т. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА ОСНОВІ АПАРАТУ МЕРЕЖ БАЙЄСА	101
Dolhikh A., Baibuz O. DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE SYSTEM FOR ENSEMBLE TIME SERIES FORECASTING	103
Дикий Я.І., Зайцев В.Г. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ РІВНЯННЯМ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ	105
Дубинський В., Романова Т., Панкратов О. КОМПОНУВАННЯ КЛАСТЕРІВ 3D-ОБ'ЄКТІВ	107
Єфремов С. М., Зайцева Т.А., Біличенко М.Ю. РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВТОРЮВАНИХ ПАТЕРНІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ НА БАЗІ КОНТЕКСТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБМЕЖЕНОГО ПОРЯДКУ	109
Зайцева Т.А., Рябуха Р. Д., Фридман О.Д., Щербина О.А. МОДЕЛЮВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ АНТИКАФЕ МЕТОДАМИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	110
Зайцева Т.А., Лисиця Н.М., Стольний О. С., Шишканова Г.А. АНАЛІЗ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ВЛАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	112
	281

Зайцева Т.А., Шмельов І. І. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ В ПАКЕТІ ANSYS	114
Зінченко А.І., Дзюба П.А. АНАЛІЗ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	116
Золотько К.Є. ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОЛОГІЇ SCRUM	118
Золотько К.Є. Щолоков І.О. СТЕГANOГРАФІЯ В СУЧАСНІЙ КІБЕРБЕЗПЕЦІ	120
Івохін Є.В., Аджубей Л.Т., Науменко Ю.О. ПРО ОДИН ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ДРОБОВОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ	122
Капітанець Я.О., Василюк А.С. ПОГЛИБЛЕНЕ ВИВЧЕННЯ КОМБІНАТОРНИХ ПРОБЛЕМ	124
Карабанов К.С., Наконечна Т.В. ПОБУДОВА СКОРІНГОВИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ БАНКУ	126
Карпов І.А., Антоненко С.В., Мащенко Л.В. КОНТЕНТ-АНАЛІЗ	128
Кісельова О.М., Падалко В.Г., Кузенков О.О. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ COVID-19 У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	129
Кісельова О.М., Притоманова О.М., Джежело М.В. ПРО МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РІЗНИХ ТИПІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ	131
Кісельова О.М., Притоманова О.М., Падалко В.Г. ПРО НЕЙРОНЕЧІТКИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ЗАХВОРЮВАНЬ НА COVID-19	132
Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С. ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІСІ НЕЧІТКОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ІЗ ВІДШУКАННЯМ ЦЕНТРІВ ПІДМНОЖИН	134
Kiseleva E.M., Stroieva V.O., Stroieva H.V., Kosenko A.R. ON THE OPTIMAL RESOURCES ALLOCATION PROBLEMS DURING THE EPIDEMIC	136
Книш Л.І., Моїсєєнков Е.В. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ЕПІДЕМІЇ COVID-19 В УКРАЇНІ	138
Кожушний В.В., Гук Н.А. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ВНУТРІШНЬОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ САЙТУ В МОДЕЛІ SEO-ПРОСУВАННЯ	139
Козакова Н.Л., Жулай А.В. АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ P2P СИСТЕМ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ	141
Козакова Н.Л., Яковець В.І. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ДЛЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА	143
Колєчкіна Л.М., Двірна О.А., Кильник В. В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМБІНАТОРНИХ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ	145
Колєчкіна Л.М., Двірна О.А., Ховбень С.В. ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ	147
Корочанський С.С. ПАРАМЕТРИ СТАНУ ОКЕАНУ ТА ЇХ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ В МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ	149

Косенко Є.В., Шевельова А.Є. ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕВИМІРЮВАНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕГНЕТООЛЕКТРИКА	150
Koshel E. LOCAL JACOBIAN ESTIMATION FOR DELAY EMBEDDED TIME SERIES DATA	152
Кравченко М.Г., Скороход Г.І. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ	154
Крак Ю.В., Пашко А.О., Стеля О.Б., Хорозов О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ АРИТМІЇ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ ЕКГ-СИГНАЛІВ	155
Крак Ю.В., Петрович В.М., Кузнецов В.О. ДО РОЗРОБКИ АЛГОРИТМІВ ПОРІВНЯННЯ ТЕМАТИКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ТЕКСТІВ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ	157
Krasnoshapka D.V. SPACECRAFT ELETRIC CHARCHING PLAZMA NEUTRALIZATION UNIT MINIMIZATION	159
Круглий О.С. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАЙЄСІВСЬКОГО ПІДХОДУ	161
Kuzenkov O.O, Baleiko N.V., Zmievskia O.V. TECHNIQUE OF TEACHING DISCIPLINE "VISUAL PROGRAMMING" FOR STUDENTS OF SPECIALITY 124 "SYSTEM ANALYSIS"	162
Kuzenkov O.O., Zhuravel S.V., Vakulenko Y.E. METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE "ALGORITHMS AND DATA STRUCTURES" FOR STUDENTS OF SPECIALTY 124 "SYSTEM ANALYSIS"	164
Kuzenkov O., Sirik S., Masych M. METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE "WEB-PGRAMMING" FOR STUDENTS OF SPECIALITY 124 "SYSTEM ANALYSIS"	166
Kuzenkov O., Sirik S., Oleshko O. METHODS OF TEACHING THE DISCIPLINE "OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING" FOR STUDENTS OF SPECIALTY 124 "SYSTEM ANALYSIS"	167
Кузнецова А.В., Шевельова А.Є. СИСТЕМНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ	169
Кузьменко В.І., Конюхов О.К. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОВПЛИВУ РІДИНИ І ПОРОЖНИСТОГО ТІЛА	171
Кукуш О. Г., Сенько І. О. ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ У ВЕКТОРНІЙ ЛІНІЙНІЙ МОДЕЛІ РЕГРЕСІЇ З ПОХИБКАМИ ВИМІРЮВАННЯ	172
Лисиця Н.М., Зайцева Т.А., Мандровний А.М., Сірик С.Ф. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ РОБОТІВ ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ	174
Литовченко Н.Д., Білобородько О.І. ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАСТОСУНКІВ, ПОБУДОВАНИХ НА ПЛАТФОРМІ OUTSYSTEMS	175
Лісняк О.Р. РОЗРОБКА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ АНАЛІЗУ МІМІКИ	177
	283

Ліфаренко П.Є., Шевельова А.Є. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ЧЕРГУВАННЯ МЕДИЧНИХ СЕСТЕР	178
Ломовацький А. А. СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЖАНРУ ПІСНІ ЗА ТАБУЛАТУРОЮ	180
Масланич І.С., Василюк А.С. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДВОМОВНОГО КОРПУСУ ТЕКСТІВ	182
Мироненко М.І., Зайцев В.Г. МОДЕЛЮВАННЯ ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ВІД ВІРУСУ	184
Михайличенко М.І., Тонкошкур І.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ВНУТРІШНІХ ТЕЧІЙ РІДИНИ	186
Нагірна А.М. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА МНОЖИНІ РОЗМІЩЕНЬ	187
Наконечна Т.В., Нікулін О.В. ГРАФІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	189
Олексієнко А.О., Сердюк М.Є. ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	191
Осипенко С.П. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕЙНЕРИЗОВАНИХ БІОМЕДИЧНИХ ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ У ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ	193
Панасенко Є.С., Степанова Н.І. МОДЕЛЮВАННЯ В ТРИВИМІРНОМУ ІГРОВОМУ ПРОЦЕСІ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЛАЙНІВ	195
Rapin K.V., Shumikhin Y.V. EXTENSION OF A STEPPED PLATE AND EDGE CRACK	197
Панкратов О., Романова Т., Стрельникова Е., Дюрягина З. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПОВНЕННЯ ЗАДАНОГО ОБ'ЄМУ НАНОВКЛЮЧЕННЯМИ НЕСФЕРИЧНОЇ ФОРМИ	198
Партала М.А. ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАПРОСОВ К БАЗЕ ДАННИХ С ПОМОЦЬЮ ТЕХНОЛОГІИ GRAPHQL	200
Полупанов С.М., Книш Л.І. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ	202
Poslaiko N.I. GENERALIZATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF DEATH AND BIRTH PROCESSES IN CASE OF WEAK CONSEQUENCE	204
Потапов О.А. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПІЗНАВАННЯ ШИФРОТЕКСТУ	206
Притоманова О.М., Журавель С.В., Липнягов М.О. ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ЮНІТ ЕКОНОМІКИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ	208
Притоманова О.М., Миронов К.О. МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ БАНКУ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	210
Редько А. О. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ РОЗРОБКИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА	212

Різниченко А.Г., Сердюк М.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ АУДІОІНФОРМАЦІЇ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	213
Романик Ю.О., Басюк Т.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ	215
Ручинська А.О., Сірик С.Ф. ПОШУК КОМПОНЕНТ СИЛЬНОЇ ЗВ'ЯЗНОСТІ У ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ ВЕБ-ГРАФУ	217
Сагаль В. С., Скороход Г. І. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ СИСТЕМ ЗІ ЗМІННОЮ СТРУКТУРОЮ ТА ВИПАДКОВИМИ ПЕРЕМІКАННЯМИ	219
Самойлов О. І., Волошко В. Л. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ ДО БЮДЖЕТУ	220
Саух О.О., Михальчук Г.Й. РОЗРОБКА СЕРВЕРНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ ДЛЯ МЕРЕЖІ АПТЕК НА ОСНОВІ MULESOFT ANYPOINT PLATFORM	222
Сегеда Н.Є. ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ НАЛАГОДЖУВАЧІВ АСЕМБЛЕРНИХ ПРОГРАМ	224
Селіванова А.В., Медяник В.В. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОШИРЕННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ	225
Селютин Е.К. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ	227
Семенов В.В., Колєчкін В.О. АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З НЕЧІТКО ЗАДАНИМИ ДАНИМИ	230
Семенова Н.В., Ломага М.М. СТОХАСТИЧНІ ЗАДАЧІ ЛЕКСИКОГРАФІЧНО-ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	232
Семенова Н.В., Мановицька Д.О., Доленко Г.О. МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРЕДМЕТНІЙ ОБЛАСТІ “ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ”	233
Сінцова А.С., Тонкошкур І.С. ЗАСТОСУВАННЯ DATA MINING ТА ГЛИБИННОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У DIGITAL MARKETING	234
Сірик С.Ф., Зайцева Т.А., Лисиця Н.М., Немченко Н. В. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВЕБ-РЕСУРСУ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В КОМУНАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ «ПОЛТАВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ НАУКОВИЙ ЛІЦЕЙ – ІНТЕРНАТ II-III СТУПЕНІВ ІМЕНІ А.С. МАКАРЕНКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»	236
Соколов О.А., Тонкошкур І.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБЕРТАЛЬНИХ ТЕЧІЙ НЕЛІНІЙНО-В'ЯЗКОЇ РІДИНИ	238
Стецюк П.І., Жмуд О.О. ПРО ПРИСКОРЕНУ РЕАЛІЗАЦІЮ ОПЕРАЦІЇ РОЗТЯГУ ПРОСТОРУ	239
Suprun A. COMPUTATIONAL ASPECTS OF QUANTILE REGRESSION	241
Тарашик О.Г., Шевельова А.Є. СИСТЕМНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОГО НЕЛІНІЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ	243
Тимофієва Н.К. МОДЕЛЮВАННЯ ЕТАЛОННОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ІЗ СЕМАНТИКИ	245
	285

Тітов К.О., Тонкошкур І.С. ЗАСТОСУВАННЯ ВАРІАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ АНАЛІЗУ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ	247
Ткачов І.В., Дзюба П.А. МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	249
Третьяков М.О. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ РІВНЯНЬ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ	251
Турчина В.А., Гринченко В.О. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК	252
Турчина В.А., Гулько К.П. СІТКОВИЙ ПІДХІД ДЛЯ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ	254
Турчина В. А., Зубкова Ю. І. ПАРАЛЕЛЬНЕ УПОРЯДКУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ В УЗАГАЛЬНЕНІЙ ЗАДАЧІ ДЖОНСОНА	256
Турчина В.А., Караченцева В.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ НА ОПТИМАЛЬНІСТЬ УПОРЯДКУВАНЬ	258
Турчина В.А., Недбало Є.В. ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ	260
Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Шергін В.Л. ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ЗАВДАНЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	262
Фридман О. Д., Волошко В. Л. ДОСВІД ВСТАНОВЛЕННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ОСНОВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	264
Хаїн І.К., Шевельова А.Є. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНОГО ОБ'ЄКТУ В СИСТЕМІ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	266
Чайковський А.К. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ПОЛІВ	268
Чугай А.М., Романова Т.Є., Стецюк П.І., Шеховцов С.Б. АЛГОРИТМ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	269
Шахов М.І., Байбуз О.Г. ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ КВАДРАТНОЇ СІТКИ В АЛГОРИТМІ LIAN	271
Шевченко Р.Р., Мацуга О.М. СТВОРЕННЯ БІБЛІОТЕКИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ БАЙЕСІВСЬКОГО ПІДХОДУ	273
Щербак Ю.В., Гук Н.А. ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ПИТАНЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ	275
Яременко С.В., Крак Ю.В. МЕТОД ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ВИЯВЛЕННЯ СВІТОВИХ ЗАСВІЧЕНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ	276
Yaskov G., Stoyan Yu. PACKING CIRCLES OF VARIABLE RADII INTO A CONCAVE BOUNDED POLYGON	278

Шановні колеги!

Запрошуємо Вас взяти участь у роботі

**XIX Міжнародної науково-практичної конференції
“МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ”**

Організаторами конференції є:

- Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара;
- Інститут кібернетики НАН України імені В.М. Глушкова;
- Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ ім.І.Сікорського»;
- Київський національний університет ім.Т.Шевченка.

Конференція відбудеться 17-19 листопада 2021 року в Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара. Вся необхідна інформація на сайті <http://mpzis.dnu.dp.ua>

До участі у конференції запрошуються молоді науковці, викладачі вузів, фахівці з інтелектуальних систем, студенти.

На конференції будуть працювати такі секції:

1. Нейронечіткі технології
2. Експертні системи та системи, що навчають
3. Математичне і програмне забезпечення систем штучного інтелекту
4. Інтелектуальні системи прийняття рішень і системи підтримки прийняття рішень у технічних і економічних системах управління та у бізнесі
5. Інженерія знань
6. Кластеризація і розпізнавання образів
7. Використання інтелектуальних систем у навчальному процесі.
8. Інформаційні технології обробки даних для прийняття рішень
9. Системний аналіз складних систем різної природи
10. Інформаційні технології в органах державної влади та місцевого самоврядування

Запрошуємо учасників подавати розгорнуті тексти доповідей та наукові статті для опублікування їх в черговому випуску збірника наукових праць ДНУ "Питання прикладної математики і математичного моделювання" (<https://pm-mm.dp.ua/index.php/pmmm>), що має категорію Б Переліку наукових фахових видань України.

