

Міністерство освіти та науки України
Національна академія наук України
Люблінський відділ Польської Академії Наук
Представництво „Польська академія наук” у Києві
Харківський національний університет радіоелектроніки
AGH науково-технологічний університет ім. Ст. Сташіца в Кракові
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Одеський державний екологічний університет
Національний університет Запорізька політехніка
Академія Наук Прикладної Радіоелектроніки
Українська нафтогазова академія
Українська Федерація Інформатики

Інформаційні системи та технології ICT-2022

МАТЕРІАЛИ

11-ї Міжнародної науково-технічної конференції

Частина 2

**22-25 листопада 2022 р.
Харків, Україна**

Харків 2022

Ministry of education and science of Ukraine
The National Academy of Sciences of Ukraine
Polish academy of science, branch in Lublin
Representative office „Polish Academy of Science” in Kyiv
Kharkiv National University of Radio Electronics
Science and Technological University Akademia Gorniczo-Hutnicza
after St. Staszic in Krakow
Stefanik Precarpathian National University
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Odesa State Environmental University
National University "Zaporizhzhia Polytechnic"
Academy of Applied Radioelektronics Sciences of Ukraine, Russia and Belarus
Ukrainian Oil and Gas Academy
Ukrainian Federation of Informatics

INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IST-2022

Proceedings
of the 11-th International Scientific and Technical Conference

Part 2

November 22-25, 2022
Kharkiv, Ukraine

Kharkiv 2022

УДК: 004.9

Наукові редактори: *В.В. Безкоровайний - доктор технічних наук, професор (Харківський національний університет радіоелектроніки);*

L. Petryshyn - доктор технічних наук, професор (AGH University of Science and Technology; Прикарпатський національний університет ім.В. Стефаника);

В.Г. Кобзев – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник (Харківський національний університет радіоелектроніки)

Матеріали опубліковано в авторській редакції.

Інформаційні системи та технології: матеріали 11-ї Міжнародної науково-технічної конференції. Частина 2, Харків, 22-25 листопада 2022 року / наук. ред. В.В. Безкоровайний, L. Petryshyn, В.Г. Кобзев. – Х.: ХНУРЕ, 2022. – 52 с.

Збірка містить матеріали Міжнародної науково-технічної конференції з проблем сучасних інформаційних систем та технологій.

Роботи представляють інтерес для фахівців, науковців і аспірантів, діяльність яких пов'язана з розробкою та впровадженням сучасних інформаційних систем і технологій.

© Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2022

© Автори матеріалів, 2022

Оптимізація Структур Розподілених Баз Даних з Використанням Масштабування

Павло Таран^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглянуто та проаналізовано існуючі методи та алгоритми масштабування та секціонування розподілених баз даних у сфері інформаційних технологій проектування. За результатами аналізу запропоновано математичну модель задачі багатокритеріального масштабування та фрагментування розподілених баз даних для інформаційних систем.

Ключові слова ¹

Інформаційні системи, бази даних, масштабування, інформаційні технології проектування.

1. Вступ

В умовах зростання складності об'єктів проектування, швидкого розвитку інформаційних технологій інформаційних систем та технологій швидкими темпами зростають об'єми даних, що зберігаються, кількість звернень до них та складність процедур їхньої обробки. Це підвищує вимоги до сховищ даних та до систем керування ними. Вирішити проблему зростаючого обсягу даних та навантаження на системи керування ними допомагає масштабування баз даних (БД). При цьому, задачі масштабування БД є комбінаторними та багатокритеріальними по своїй суті. Це приводить до необхідності розробки ефективних математичних моделей і методів розв'язання задач масштабування БД.

2. Масштабування та фрагментація даних у розподілених БД

Розділяють вертикальне (Scaling-up) та горизонтальне (Scaling-out) масштабування БД [1]. Вертикальне масштабування передбачає нарощування чи зниження обчислювальної потужності чи ресурсів БД [2]. Горизонтальне масштабування досягається додаванням додаткових БД або розділенням БД на вузли меншого розміру з використанням секціонування даних методом сегментування.

У випадку горизонтального масштабування, найпростішим буде техніка реплікації БД, коли створюються копії бази на інших серверах, і навантаження розподіляється між усіма доступними серверами. Простим варіантом є реплікація типу "Master-slave" [3].

При проектуванні розподіленої БД труднощі становить локалізація запитів та транзакцій, що може призводити до сповільнення системи через виникнення розподілених запитів/транзакцій [4]. Фрагментація даних може бути горизонтальною (шардінг) та вертикальною. Основою горизонтальної фрагментації служить оператор вибірки, предикат якого визначає спосіб фрагментації, тоді як вертикальна фрагментація здійснюється за допомогою оператора проектування [4].

3. Математична модель задачі оптимізації структури розподіленої БД

Загальна задача оптимізації структури розподіленої бази даних (РБД) розглядається такій постановці [5]. Задані: множина користувачів РБД; множина інформаційних ресурсів (ІР); обсяги ІР; інтенсивності надходження запитів від користувачів до кожного з ІР; обсяги запитів до ІР; наведені витрати на зберігання ІР у вузлах комп'ютерної мережі; витрати на передачу одиниці інформації; обсяги інформації, що передається при оновленні ІР; множина допустимих структур РБД. Необхідно визначити найкращий варіант структури РБД з множини допустимих $x^0 \in X$: кількість локальних баз (ЛБ), розподіл ІР по ЛБ, розміщення ЛБ по вузлах мережі, обсяги пристроїв для зберігання ЛБ.

Критерії оптимізації: наведені витрати на x -реалізацію РБД $c(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; час доступу до ІР $t(x) \rightarrow \min_{x \in X}$; загальний обсяг інформації, що передається $v(x) \rightarrow \min_{x \in X}$. При цьому необхідним є забезпечення повноти бази за рахунок розподілу всіх ІР по ЛБ та виконання обмеження на час доступу до інформаційних ресурсів бази даних $t(x) \leq t^*$ (де t^* – максимально допустиме значення часу доступу до ІР).

Комбінаторний характер задачі передбачає використання автоматичної кількісної оцінки варіантів із множини допустимих шляхом визначення їхньої корисності $P(x)$ [5]:

$$x^0 = \arg \max_{x \in X} P(x) = \arg \max_{x \in X} \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x) \quad (1)$$

$$k_1(x) = c(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_2(x) = t(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad k_3(x) = v(x) \rightarrow \min_{x \in X}, \quad (2)$$

де λ_i , $\xi_i(x)$ – вагові коефіцієнти та функція корисності i -го часткового критерію, $i = \overline{1,3}$.

Для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації РБД шляхом горизонтального масштабування (1) – (2) пропонуються використати метод послідовного застосування критеріїв.

4. Висновки

Використання масштабування баз даних є гнучким інструментом для вирішення спектру проблем, які виникають при експлуатації БД інформаційних технологій проектування, інших інформаційних систем. Запропонована математична задачі багатокритеріального масштабування та фрагментування розподілених БД дозволить підвищити ефективність рішень з оптимізації варіантів побудови інформаційних систем. Напрямом подальших досліджень може бути розробка ефективних методів оптимізації структур РБД за умов неповної визначеності цілей та вхідних даних.

5. Література

- [1] Горизонтальне і вертикальне масштабування веб додатків. URL: <https://server-gu.ru/scaling-out-vs-scaling-up/>.
- [2] Вертикальне та горизонтальне масштабування. Вступні відомості про масштабованість баз даних під час хмарних обчислень URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/scaling-out-vs-scaling-up/#scale-up-vertically>.
- [3] Горизонтальне масштабування. Що, навіщо, коли та як? URL: <https://habr.com/ru/company/oleg-bunin/blog/319526/>.
- [4] М. Т. Ёсу, П. Вальдуриес, Принципы организации распределенных баз данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2021.
- [5] V. Beskorovainyi, L. Kolesnyk, Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases, in: I. Linde (Ed.), Intelligent information systems for decision support in project and program management, Riga, 2021, pp. 7–14. doi: <https://doi.org/10.30837/MMP.2021.007>

Структурно-Топологічна Оптимізація Комп'ютерних Мереж CALS-Систем

Микола Смірнов^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі для розв'язання задачі структурно-топологічної оптимізації комп'ютерних мереж CALS-систем запропоновано комбінацію методів спрямованого перебору та покоординатної оптимізації. Це дозволяє скорочувати час розв'язання задач та отримувати більш економічні варіанти побудови мереж.

Ключові слова¹

Комп'ютерна мережа, топологічна структура, оптимізація, CALS-система.

1. Вступ та огляд сучасного стану проблеми

Сучасні комп'ютерно-інтегровані виробництва реалізуються на основі CALS-систем і технологій. Такі системи забезпечують повну інформаційну підтримку життєвого циклу виробу, починаючи з етапу генерації ідеї його створення та, закінчуючи його утилізацією. Принципи CALS надають можливість значно зменшити обсяги проектувальних й управлінських робіт та суттєво спростити процеси обміну інформацією щодо виробу між учасниками процесів проектування, виготовлення, супроводу й утилізації продукту [1].

Основу інфраструктури CALS-систем складають комп'ютерні мережі, що реалізують доступ усієї множини користувачів до головного вузла, в якому зберігається інформація щодо всіх етапів життєвих циклів поточного, перспективного та попередніх продуктів, через проміжні вузли. Проміжними вузлами можуть слугувати локальні сервера, робочі станції окремих підрозділів, точки доступу тощо [2]. Задачі оптимізації комп'ютерних мереж CALS-систем передбачають визначення їх структури, топології, параметрів та технології збору й обміну інформацією в мережі. З урахуванням того, що множини параметрів обладнання та технологій збору й обміну інформацією в мережі є невеликими, основну складність мають комбінаторні задачі оптимізації їх структур і топології елементів [3-4].

2. Методи оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж

У роботі розглядається задача оптимізації топологічних структур централізованих трирівневих комп'ютерних мереж за показником наведених витрат. При цьому вважається, що використовувані елементи й обладнання (комп'ютери, канали зв'язку, обладнання вузлів) забезпечують задані вимоги щодо оперативності (часу доступу) та надійності всіх можливих варіантів топологічних структур мережі, а вузли мережі утворюються на базі її елементів.

Для заданих місць розміщення елементів необхідно визначити оптимальну кількість вузлів мережі, місця їхнього розташування та схеми зв'язків між елементами, вузлами та центром. Цільова функція задачі оптимізації за показником наведених витрат має вигляд [5]:

$$C = C_C + \sum_{i=1}^{n_E} (c_U + c_{ic} + c_{ci}) \cdot r_{ii} + c_E \cdot n_E + \sum_{i=1}^{n_E} \sum_{j=1}^{n_E} c_{ij} \cdot r_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де C_C , c_U , c_E – наведені витрати на центральний, проміжний вузли та типовий елемент мережі;

n_E – кількість елементів мережі; c_{ic}, c_{ci}, c_{ij} – наведені витрати на реалізацію зв'язків між i -м вузлом і центром та між i -м та j -м елементами мережі.

Для розв'язання задачі запропоновано використати комбінацію методів метод спрямованого перебору у напрямку збільшення кількості вузлів мережі та покоординатної оптимізації їхнього розміщення.

Алгоритм методу покоординатної оптимізації місць розміщення вузлів мережі [5].

Крок 1. Задати вхідні данні: кількість елементів та вузлів мережі u , місця їх розміщення; індекс поточного вузла $j := 1$; значення поточної ітерації $i := 1$; значення лічильника розглянутих місць розміщення вузла $l := 0$; початковий варіант найкращого розміщення вузлів w^0 ; найкраще поточне значення цільової функції задачі $C(w^l) := \infty$.

Крок 2. Визначити початкове розміщення вузлів w_i^l та розрахувати для нього значення цільової функції $C(w_i^l)$ за формулою (1).

Крок 3. Збільшити значення лічильника кількості ітерацій $i := i + 1$; для вузла j у варіанті розміщення w_i^l змінити його місце розташування при фіксованих місцях розміщення всіх інших $u - 1$ вузлів.

Крок 4. Розрахувати значення цільової функції задачі за формулою (1). Якщо $C(w^l) \leq C(w_{i-1}^l)$, то $C(w^l) := C(w_i^l)$, $w^0 := w_i^l$ та перейти до кроку 5.

Крок 5. Збільшити індекс поточного вузла $j := j + 1$. Якщо $j < u$ (ще є компоненти, які на поточному кроці не були оптимізовані), перейти до кроку 3, у іншому випадку – до кроку 6.

Крок 6. Якщо $l = 0$, присвоїти $w_i^{l+1} := w_i^l$, $l := l + 1$, $j := 1$ та перейти до кроку 3, у протилежному випадку – до кроку 7.

Крок 7. Якщо $C(w^l) \leq C(w^{l-1})$, то $w_i^{l+1} := w_i^l$, $l := l + 1$, $j := 1$ і перейти до кроку 3, в іншому випадку – до кроку 8.

Крок 8. Закінчення алгоритму: отримано рішення щодо розташування вузлів, схеми зв'язків між елементами та вузлами з найменшим значенням цільової функції задачі $C(w^0)$, які були розглянуті в процесі реалізації алгоритму.

3. Висновки

Практичне використання запропонованої комбінації методів дозволить скоротити час розв'язання задач оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж та отримувати більш економічні варіанти їхньої побудови у процесах створення, планування розвитку, модернізації чи реінжинірингу CALS-систем. Напрямами подальших досліджень у цій області можуть бути удосконалення та розвиток запропонованого методу оптимізації для розв'язання задач проектування та реінжинірингу CALS-систем за множиною функціонально-вартісних показників.

4. Література

- [1] Л. І. Нефьодов, І. Ш. Невлюдов та В. В. Бескоровайний, CALS-технології і системи. Харків: ХНУРЕ, 2021.
- [2] М. Є. Смірнов, «Розроблення засобу оптимізації комп'ютерної мережі CALS-систем», Діджиталізація науки як виклик сьогодні: мат. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 2021, с. 29-30.
- [3] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn and O. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3., No.1, pp. 443-455, 2020.
- [4] V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No 4 (14), pp. 13-20, 2020.
- [5] В. В. Бескоровайный та В. А. Иванова, «Модификация метода топологической оптимизации системы мониторинга производственного процесса», Технология приборостроения, №2, с. 14-17, 2017.

Імітаційне Моделювання Процесу Функціонування Розподіленої Бази Даних Комп'ютерно-Інтегрованого Виробництва

Ольга Іванюк^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

Проаналізовано особливості процесів функціонування розподілених баз даних (РБД) комп'ютерно-інтегрованого виробництва. Запропоновано імітаційну статистичну модель процесу функціонування РБД, яка враховує стохастичний характер вхідного потоку запитів користувачів і часу їхньої обробки.

Ключові слова ¹

Імітаційне моделювання, інформаційні ресурси, розподілена база даних, час доступу.

1. Вступ

Сучасні комп'ютерно-інтегровані виробництва об'єднують у собі різноманітні додатки і технології (автоматизоване проектування, робототехніка, планування виробничих ресурсів, управління підприємством тощо), що взаємодіють із загальним сховищем даних. Наслідком зростаючої складності засобів вимірювання, обробки та подання інформації у системах керування виробництвом є збільшення потреб в управлінні дедалі більшими обсягами інформації. У таких умовах усе більшу значимість набувають процеси децентралізації, що вимагають створення додатків, доступ до яких здійснюється з територіально розосереджених місць. З цією метою використовуються технології розподілених баз даних (РБД) [1].

2. Постановка задачі

Розглядається задача оцінки часу доступу до інформаційних ресурсів (ІР), що розв'язується на етапах багатокритеріальної оптимізації РБД в процесах їх проектування, планування розвитку чи реінжинірингу [2, 3]. Задані: множина користувачів РБД, що розміщуються в n вузлах комп'ютерної мережі; кількість m і місця розміщення у вузлах мережі ІР локальних баз; розподіл ІР по вузлах бази $x = [x_{ij}]$ (де x_{ij} – булева змінна: $x_{ij} = 1$, якщо j -й ІР зберігається в i -му вузлі; $x_{ij} = 0$ – в іншому випадку); інтенсивності надходження запитів від користувачів до ІР λ_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$; час обробки запитів до ІР $t_{ij}^{qp}(x)$; пропускні здатності каналів зв'язку мережі $h = [h_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$; обсяги запитів до ІР a_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ і відповідей на запити b_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$.

Необхідно визначити оцінку часу доступу користувачів до ІР РБД $t(x)$.

Для встановлення функціональних характеристик РБД на етапах їх створення, модернізації чи реінжинірингу використовують методи математичного моделювання [4].

3. Модель РБД

Для визначення функціональних характеристик РБД пропонується подати її у вигляді системи масового обслуговування (Q-схеми).

На ранніх етапах оптимізації РБД для отримання оцінок часу доступу з i -го вузла мережі до ІР, розташованого в j -му вузлі пропонується використовувати аналітичні співвідношення:

$$t_{ij}(x) = \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [t_{ij}^{tr}(x) + t_{ij}^{pr}(x) + t_{ij}^{qp}(x) + t_{ij}^{rp}(x)] \cdot x_{ij} \right\} / n \cdot m, \quad (1)$$

де $t_{ij}^{tr}(x)$ – час передачі запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{pr}(x)$ – час очікування запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{qp}(x)$ – час обробки запиту з i -го вузла до j -го ІР; $t_{ij}^{rp}(x)$ – час передачі відповіді на запит з i -го вузла до j -го ІР.

На завершальних етапах оптимізації РБД пропонується використовувати імітаційну статистичну модель. Подамо структуру РБД як системи масового обслуговування як такою, що складається з джерела запитів, накопичувачів для запитів і відповідей у вузлах комп'ютерної мережі та каналів відповідного обслуговування.

Похибка ε як показник точності результатів моделювання визначається точністю завдання вхідних даних і кількістю реалізацій моделювального алгоритму N . Для забезпечення стійкості результатів оцінки часу доступу користувачів до ІР РБД $t(x)$ будемо обчислювати на основі певної кількості експериментів (процедур доступу чи прогонів алгоритму) N . Як оцінку математичного очікування часу доступу користувачів до ІР РБД використаємо його середнє арифметичне значення $\bar{t}(x)$. Похибка його оцінки після проведення N експериментів складатиме $\varepsilon = t_{\alpha} \sigma / \sqrt{N}$ (де σ – середньоквадратичне відхилення оцінки; t_{α} – табличний параметр, що визначається заданою достовірністю результатів). Для забезпечення заданої точності результатів ε^* необхідно провести $N = t_{\alpha}^2 \sigma^2 / (\varepsilon^*)^2$ експериментів.

4. Висновки

Розроблена імітаційна статистична модель процесу функціонування РБД, яка враховує стохастичний характер вхідного потоку запитів користувачів і часу їхньої обробки. Практичне використання розробленої моделі дозволить підвищити точність аналітичних оцінок часу доступу до інформаційних ресурсів РБД за рахунок використання інформації про закони розподілу вхідних потоків, часу передачі та обробки запитів користувачів. Напрямок подальших досліджень може бути інтеграція запропонованої моделі в технології оптимізації РБД в задачах їх проектування та реінжинірингу.

5. Література

- [1] М. Т. Ёсу та П. Вальдуриес, Принципы организации распределенных баз данных. М.: ДМК Пресс, 2021.
- [2] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn, O. Shevchenko, Specific subset effective option in technology design decisions, Applied Aspects of Information Technology, 2020, Vol. 3, No.1, pp. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15276/aaat.01.2020.6>.
- [3] V. Beskorovainyi, Combined method of ranking options in project decision support systems, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, No 4 (14), pp. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.013>.
- [4] V. Beskorovainyi, L. Kolesnyk, Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases, in: I. Linde (Ed.), Intelligent information systems for decision support in project and program management, Riga, 2021, pp. 7–14. doi: <https://doi.org/10.30837/MMP.2021.007>.

Моделювання Технологічного Процесу Виготовлення МЕМС-Акселерометрів

Катерина Прінь^а, Володимир Безкоровайний^а

^а Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглядається задача моделювання технологічного процесу (ТП) виготовлення МЕМС-акселерометрів. Розроблена імітаційна модель квазілінійного стохастичного ТП, що відображає всі основні технологічні операції та дозволяє підвищити точність аналітичних оцінок імовірності простою обладнання ТП за рахунок використання інформації про закони розподілу вхідних потоків і часу виконання операцій.

Ключові слова ¹

МЕМС-акселерометр, технологічний процес, імітаційне моделювання, точність оцінок.

1. Вступ

Однією з ключових технологій при створенні та виготовленні багатьох сучасних електронних пристроїв вважається технологія мікроелектромеханічних систем (MEMS – Micro-Electro Mechanical Systems). Такі системи утворюються шляхом комбінування механічних елементів, електроніки та датчиків, причому усі елементи можуть бути реалізовані у вигляді єдиного виробу [1]. Виготовлення МЕМС-акселерометра являє собою складний ТП, під час якого повинні бути витримані усі вимоги забезпечення його функціональних параметрів. Він може складатися з десятків окремих операцій, є багатоваріантним та оцінюється за множиною показників якості [2-3]. На етапах проектування чи модернізації ТП виготовлення МЕМС-акселерометрів встановлення його характеристик здійснюється засобами моделювання [4].

2. Формалізація задачі моделювання

В задачі моделювання для заданих структури та параметрів ТП необхідно оцінити його продуктивність та ймовірність простою обладнання. Технологічні процеси виготовлення МЕМС-акселерометрів у загальному випадку зручно подавати як СМО (системи масового обслуговування) $Q = \langle W, U, H, Z, R, A \rangle$ (де W – вхідні потоки заготовок; U – час виконання операцій; H – ємності накопичувачів для деталей і заготовок; Z – множина станів системи, що визначає зайнятість обладнання, черг та накопичувачів; R – схема ТП; A – алгоритм ТП) (рис. 1) [5]. Найпростіші ТП досліджуються з використанням аналітичних моделей теорії масового обслуговування. Для аналізу більш складних процесів, які подаються як багатоканальні багатофазні СМО, використовується імітаційне статистичне моделювання. Елементами Q -схеми є: D – джерела, що відображають надходження заготовок; K – канали обслуговування, які відображають обладнання, що виконує технологічні операції; черги перед каналами, що можуть утворюватися внаслідок розбіжності у часі виконання окремих операцій.

Для визначення характеристик ТП попередньо встановлюють види та параметри законів розподілу вхідних потоків заготовок W і часу виконання технологічних операцій U та ємності накопичувачів для деталей і заготовок H . Для забезпечення стійкості оцінок значення

ймовірності простою обладнання p будемо обчислювати на основі множини з N експериментів.

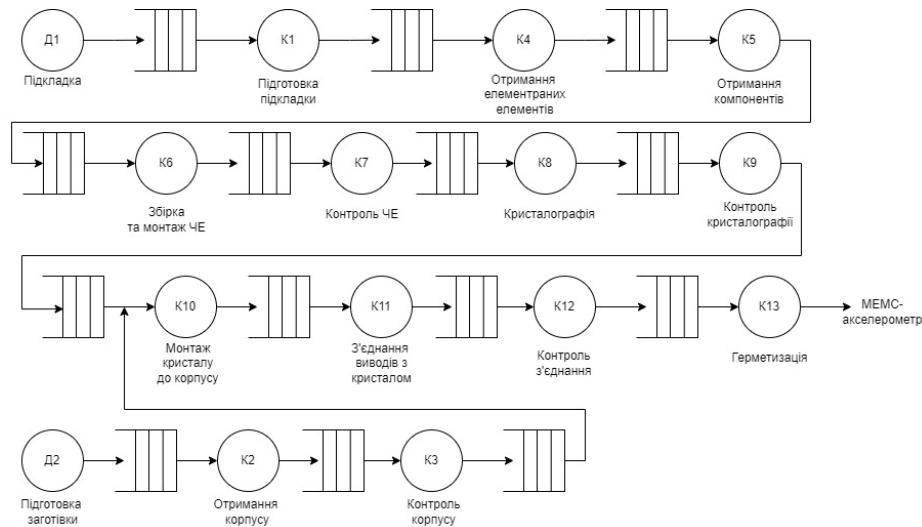


Рисунок 1: Q-схема ТП виготовлення MEMS-акселерометрів [5]

Як оцінку ймовірності використано частоту простою обладнання. Відомо, що похибка ε оцінки ймовірності простою обладнання ТП p після проведення N експериментів складатиме $\varepsilon = t_{\alpha} \sqrt{p(1-p)/N}$ (t_{α} – табличний параметр, значення якого визначається заданою достовірністю результатів). Для забезпечення заданої точності результатів ε^* необхідно провести $N = t_{\alpha}^2 p(1-p) / \varepsilon^2$ експериментів.

3. Висновки

Розроблена імітаційна модель дозволить підвищити точність аналітичних оцінок імовірності простою обладнання ТП за рахунок використання інформації про закони розподілу вхідних потоків і часу виконання технологічних операцій. Напрямок подальших досліджень може бути інтеграція запропонованої моделі в технології оптимізації ТП виготовлення MEMS-акселерометрів в задачах їх проєктування та реінжинірингу.

4. Література

- [1] Accelerometers: Taking the Guesswork out of Accelerometer Selection. URL: <https://blog.endaq.com/accelerometer-selection>.
- [2] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn, O. Shevchenko, Specific subset effective option in technology design decisions, Applied Aspects of Information Technology, 2020, Vol. 3, No.1, pp. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.01.2020.6>.
- [3] V. Beskorovainyi, Combined method of ranking options in project decision support systems, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, No 4 (14), pp. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.013>.
- [4] Опис технологічного процесу. URL: <https://sterbrust.tech/tehnologii/tekhnologicheskijj-process.html>.
- [5] І. Ш. Невлюдов, Г. В. Пономарьова та В. О. Бортнікова, «Імітаційна модель технологічного процесу виготовлення мікроелектромеханічних акселерометрів», Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, №1, т. 29 (68), ч. 1, с. 210-216, 2018.

Формалізація Задачі Структурно-Параметричної Оптимізації Технологічних Процесів

Володимир Ханджян^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглянуто задачу структурно-параметричної оптимізації технологічних процесів (ТП). Запропоновано математичну модель задачі багатокритеріального вибору найкращого варіанту ТП за показниками наведених витрат, продуктивності та якості продукції.

Ключові слова ¹

Критерій ефективності, структурно-параметрична оптимізація, технологічний процес.

1. Вступ

Ефективність виробничих технологічних ТП багато в чому визначається рішеннями, які приймаються на етапах їхнього проектування. Синтез варіантів побудови ТП передбачає розв'язання множини задач їхньої структурної, топологічної та параметричної оптимізації за множиною функціональних і вартісних показників [1-3]. Це обумовлює актуальність науково-прикладних задач удосконалення технологій їх системної оптимізації.

2. Математична постановка задачі

Об'єктом дослідження є лінійний ТП, що включає n фаз (операцій), на кожній з яких використовується m_i , $i = \overline{1, n}$, одиниць обладнання.

Обладнання кожної з фаз ТП характеризується показниками продуктивності p_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$, якості виконання операцій q_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$ та наведеними витратами на його придбання, встановлення й експлуатацію c_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, j_i}$.

Необхідно знайти найкращий варіант побудови ТП з множини допустимих $x \in X$, що визначається кількістю обладнання на кожній з фаз $M = [m_i]$, $i = \overline{1, n}$ і його типом $x = [x_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, J}$ (де $J = \max_{1 \leq i \leq n} \{j_i\}$), який з обмеженими наведеними витратами забезпечує необхідні обсяги випуску продукції та її якість:

$$k_1(x, M) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j_i} c_{ij} m_i x_{ij} \rightarrow \min_{x, M}, \quad k_1(x, M) \leq k_1^*, \quad (1)$$

$$k_2(x, M) = \min_j \{m_i p_{ij} x_{ij}\} \rightarrow \max_{x, M}, \quad k_2(x, M) \geq k_2^*, \quad (2)$$

$$k_3(x, M) = \min_j \{q_{ij} x_{ij}\} \rightarrow \max_{x, M}, \quad k_3(x, M) \geq k_3^*, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = \overline{1, J}, \quad \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad \forall i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

де $k_1(x, M)$, $k_2(x, M)$, $k_3(x, M)$ – функції часткових критеріїв витрат, продуктивності та якості; $x = [x_{ij}]$ – булева матриця (елемент якої $x_{ij} = 1$, якщо на i -ій фазі використовується обладнання j -го типу; $x_{ij} = 0$ – в інших випадках, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, J}$).

3. Оцінка ефективності рішень

Для оцінки корисності варіантів за частковими критеріями пропонується використати одне з множини відомих співвідношень [2-3]:

$$\xi_i(x, M) = \left\{ [k_i(x, M) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}^{\alpha_i}, \quad i = \overline{1, 3}, \quad (5)$$

де $k_i(x, M)$ – значення i -го часткового критерію для варіанта (x, M) ; k_i^+ , k_i^- – найкраще та найгірше значення i -го критерію, $i = \overline{1, 3}$; α_i – параметр, що визначає конкретний вид залежності (лінійна, увігнута чи опукла).

Для отримання наближених оцінок можна скористатися класичною адитивною моделлю:

$$P(x, M) = \sum_{i=1}^3 \lambda_i \xi_i(x, M). \quad (6)$$

Задача параметричного синтезу функції узагальненої корисності (6) зводиться до визначення вектора вагових коефіцієнтів $[\lambda_i]$, $i = \overline{1, N}$, який задовольняє сформованій системі нерівностей на основі переваг особи, що приймає рішення, та нормуючим умовам: $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$, $\lambda_i \geq 0$, $i = \overline{1, N}$.

Така задача може бути розв'язання методами експертного оцінювання чи компараторної ідентифікації, які набули широкого розповсюдження в практиці автоматизації проектування й управління виробничими системами [2-3].

4. Висновки

Запропоновані узагальнена схема лінійного виробничого ТП як системи масового обслуговування та формалізована постановка задачі його структурно-параметричної оптимізації за показниками наведених витрат, продуктивності та якості продукції. Напрямом подальших досліджень може бути розробка ефективних методів оптимізації ТП за умов неповної визначеності цілей та вхідних даних.

5. Література

- [1] М. Н. Молдабаева, Автоматизация технологических процессов и производств. Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.
- [2] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn, O. Shevchenko, Specific subset effective option in technology design decisions, Applied Aspects of Information Technology, 2020, Vol. 3, No.1, pp. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15276/aaIT.01.2020.6>.
- [3] V. Beskorovainyi, Combined method of ranking options in project decision support systems, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, No 4 (14), pp. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.013>.
- [4] Н. В. Вереzub, Е. В. Островерх, А. А. Симонова, Системный анализ, структурная и параметрическая оптимизация технологических процессов. Харьков, 2012. 178 с. URL: <http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/wp-content/uploads/sites/143/2018/05/KL-SA.pdf>.

Оптимізація Страхових Заділів у Технологічних Процесах Приладобудівельного Виробництва

Дмитро Філонич^а, Володимир Безкоровайний^а

^а Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглянуто задачу оптимізації страхових заділів у технологічних процесах приладобудівельного виробництва. Для врахування випадкових факторів технологічних процесів запропонована технологія визначення оптимального розміру страхового заділу з використанням комбінації аналітичного методу на основі інтервальних обчислень та методу імітаційного моделювання.

Ключові слова ¹

Виробничий технологічний процес, імітаційне моделювання, інтервальний аналіз, оптимізація, страховий заділ.

1. Вступ

В останні десятиліття в світовому приладобудівельному виробництві спостерігаються тенденції до всебічної автоматизації технологічних процесів і процесів керування ними. Це сприяє скороченню витрат матеріальних, енергетичних і фінансових ресурсів [1]. Серед найважливіших задач керування виробництвом є задачі керування поточними і страховими заділами (запасами), зокрема, оптимізації їх розмірів на періоді постачання [2]. Процеси оптимізації страхових заділів спрямовані на нормування їх обсягів на складах та виробничих ділянках. Нераціональність рішень призводить до конвертації суттєвих фінансових ресурсів у страхові запаси, тим самим заморожуючи їх і збільшуючи витрати на їх придбання, зберігання та можливу обробку або ризиків простою виробничих ліній.

2. Математична модель та методи розв'язання задачі

Для оптимізації розмірів страхових заділів у детермінованих технологічних процесах використовуються аналітичні моделі. На практиці функція часу простою традиційно вважається обернено пропорційною розміру страхового заділу $S_{\text{страх}}$ [4]:

$$t(S_{\text{страх}}) = \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (1)$$

де k – коефіцієнт пропорційності, який відображає збільшення часу простою певної ділянки виробництва в залежності від розміру страхового заділу.

Втрати від простою виробничих ділянок через дефіцит запасів в залежності від розміру страхового заділу, подаються в такому вигляді [4]:

$$L_{\text{пр}} = g * f(S_{\text{страх}}) = g * \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (2)$$

де g – втрати від дефіциту ресурсів, через що відбувається простій окремих ділянок виробничого комплексу за один день.

На основі попередньої інформації річні загальні витрати $L_{\text{ЗАГ}}$ на забезпечення страховими

заділами, а також на можливі втрати через дефіцит відповідних запасів, можна визначити за співвідношенням [4]:

$$L_{\text{ЗАГ}} = L_{\text{ОК}} + L_{\text{ЗБ}} + L_{\text{ПР}} = i * c * S_{\text{страх}} + H * S_{\text{страх}} + g * \frac{k}{S_{\text{страх}}}, \quad (3)$$

де $L_{\text{ОК}}$ – втрати через відтік оборотного капіталу; i – відсоток банку; c – ціна одиниці ресурсу з урахуванням транспортних витрат.

Оптимальний розмір страхового заділу в даних умовах визначається шляхом знаходження мінімуму функції загальних витрат [4]:

$$S_{\text{страх}} = \sqrt{\frac{k * g}{i * c + H}}. \quad (4)$$

Для виробничих процесів, які мають стохастичний характер, пропонується модифікувати співвідношення (1) – (4) і подати всі змінні та параметри розглянутих моделей в інтервальному вигляді [5]:

$$[c^-; c^+] = [a^-; a^+] \circ [b^-; b^+], \quad a \in [a^-; a^+], \quad b \in [b^-; b^+], \quad a \circ b = [c^-; c^+]$$

де $\circ$ – символ арифметичної операції з набору $\{+, -, *, /\}$.

При цьому результати операцій додавання, віднімання, ділення та множення над інтервалами задаються співвідношеннями:

$$[a] + [b] = [a^- + b^-; a^+ + b^+], \quad (5)$$

$$[a] - [b] = [a^- - b^+; a^+ - b^-], \quad (6)$$

$$[a] \cdot [b] = [\min\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}; \max\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}], \quad (7)$$

$$[a] / [b] = [a] \cdot [1/b^+; 1/b^-]. \quad (8)$$

Для перевірки точності визначення оптимального розміру страхового заділу (4) з урахуванням його інтервального характеру (5) – (8) пропонується здійснити імітаційне моделювання процесу взаємодії відповідних фрагментів технологічного процесу. З цією метою пропонується використати мову імітаційного моделювання типу GPSS W. Для скорочення кількості експериментів пропонується здійснювати моделювання з надлишково великим страховим заділом і за його залишком встановлювати його оптимальний розмір.

3. Висновки

Запропонована технологія визначення оптимального розміру страхового заділу використовує комбінацію аналітичного методу на основі інтервальних обчислень та методу імітаційного моделювання. Комбінування методів дозволить отримувати більш стійкі та надійні рішення задачі, які дозволять підвищувати ефективність процесів керування виробничими технологічними процесами за рахунок оптимізації розмірів страхових заділів у них.

4. Література

- [1] І. Ш. Невлюдов, Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Кривий Ріг, Україна: КК НАУ, 2017.
- [2] Д. В. Філонич, «Розробка підсистеми автоматизації обліку для системи керування приладобудівельним виробництвом», Діджиталізація науки як виклик сьогодні: матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 2021, с. 25-26.
- [3] В. Л. Дикань та В. О. Маслова, Організація виробництва. Харків, Україна: УкрДАЗТ, 2013.
- [4] І. О. Жарська, Логістика. Одеса: ОНЕУ, 2019.
- [5] V. Beskorovainyi, L. Kolesnyk, Interval model of multi-criterion task of reengineering physical structures of distributed databases, in: I. Linde (Ed.), Intelligent information systems for decision support in project and program management, Riga, 2021, pp. 7–14. doi: <https://doi.org/10.30837/MMP.2021.007>.

Синтез виробничої системи ідентифікації та обліку деталей на основі технології штрихового кодування

Максим Аргунов^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглянуто задачу синтезу автоматичної підсистеми ідентифікації та обліку деталей на виробництві. Визначено математичну модель та метод вибору найкращого варіанту комплектації підсистеми на основі технології штрихового кодування за множиною показників.

Ключові слова ¹

Виробнича система, ідентифікація та облік деталей, оптимізація, штрихове кодування.

1. Вступ

Характерною особливістю комп'ютерно-інтегрованих виробництв є широке використання сучасних індустріальних технологій для підрахунку, відстеження, контролю, сортування комплектуючих і готової продукції. Інформація систем обліку є основою для прийняття управлінських рішень на різних рівнях керування виробництвом [1]. Своєчасний і точний облік деталей у системах керування виробничими процесами дає можливість простежити та відновити інформацію про умови виготовлення, використання чи місцезнаходження одиниці (партії) деталей, а також можливість встановити, у якій стадії виробництва чи експлуатації знаходиться деталь чи виріб [2-3]. Найбільшого поширення для завдань виробничого обліку завдяки своїй простоті, надійності та відносній дешевизні набули технологія штрихового кодування та метод автоматичної ідентифікації на її основі.

2. Результати дослідження

При виборі та комплексуванні засобів штрихового кодування та ідентифікації враховується множина різномірних показників: наведені витрати на придбання, монтаж та експлуатацію; точність ідентифікації деталей; надійність та живучість обладнання. Кожен з показників може бути частковим критерієм оптимальності вибору $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ комплекту обладнання з множини допустимих $x \in X$.

Процес прийняття рішення щодо вибору варіанту комплектації обладнання передбачає розв'язання множини задач [4]: формалізації мети; визначення універсальної множини варіантів X^U ; визначення множини допустимих варіантів $X \subseteq X^U$; виділення підмножини ефективних варіантів $X^E \subseteq X$; ранжирування варіантів $x \in X^E$; вибору найкращого варіанту комплектації засобів кодування та ідентифікації $x^o \in X^E$.

Задача визначення множини допустимих варіантів $X \subseteq X^U$ полягає у виключенні з універсальної множини підмножини варіантів $\bar{X}$, що не задовольняють технологічним вимогам $X = X^U \setminus \bar{X}$. Задача виділення підмножини ефективних варіантів X^E полягає у виключенні з

множини допустимих X домінованих (неоптимальних) варіантів, що належать множині згоди X^S . Варіант називають ефективним $x^E \subseteq X$ (Парето-оптимальним, недомінованим), якщо немає більш кращого варіанту за всіма показниками $x \subseteq X$, тобто $x^o \succ x \quad \forall x \in X$ [4]. Розв'язання задачі ранжування варіантів здійснюється на основі парадигми максимізації корисності. Для її вирішення використовуються два підходи: ординалістичний та кардиналістичний [5]. При використанні ординалістичного підходу впорядкування варіантів провадиться особою, яка приймає рішення. У рамках кардиналістичного підходу проводиться формування узагальненого критерію ефективності та зведення розв'язання задачі до задачі оптимізації. При цьому в обох підходах вважається, що кожному з варіантів з множини ефективних $x \in X^E$ приписується деяка корисність (цінність) $P(x)$, значення якої і визначають їх порядок $\forall x, v \in X^E$:

$$x \sqsubset v \leftrightarrow P(x) = P(v); \quad x \succ v \leftrightarrow P(x) > P(v); \quad x \geq v \leftrightarrow P(x) \geq P(v). \quad (1)$$

Задача вибору найкращого варіанту засобів $x^o \in X^E$ зводиться до екстремізації функції загальної корисності:

$$x^o = \arg \max_{x \in X^E} P(x). \quad (2)$$

Для скалярного кількісного оцінювання варіантів і вибору з множини допустимих $x \in X^E$ за множиною часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ пропонується використати класичну адитивну функцію загальної корисності [4-5]:

$$P(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \xi_i(x), \quad \xi_i(x) = \left\{ [k_i(x) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}^{\alpha_i}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де λ_i , $\xi_i(x)$, k_i^+ , k_i^- , α_i – ваговий коефіцієнт, функція корисності, найкраще та найгірше значення та параметр виду функції корисності i -го часткового критерію, $i = \overline{1, m}$.

3. Висновки

Вибір ефективного варіанту системи штрихового кодування на виробництві дозволяє швидко, точно та з мінімальними витратами визначати місце знаходження деталей і контролювати виконання етапів поточного плану виробництва. Напрямком подальших досліджень може бути розробка математичних моделей, методів, програмного та інформаційного забезпечення для ефективної імплементації засобів штрихового кодування в підсистемі ідентифікації та обліку деталей в системах керування виробництвом.

4. Література

- [1] М. С. Пушкар та В. З. Семанюк, Розробка систем обліку. Тернопіль: ТНЕУ, 2009. URL: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/37235/1/rozrobka%20system%20obliku_Semaniuk_Pushkar.pdf.
- [2] І. О. Болотов та І. В. Галич, Використання технології штрих-кодів для контролю якості. 2020. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35564>.
- [3] М. Ю. Грам'як, Комп'ютеризована система зчитування штрих-кодів. BS thesis. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/34268>.
- [4] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn, O. Shevchenko, Specific subset effective option in technology design decisions, Applied Aspects of Information Technology, 2020, Vol. 3, No.1, pp. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15276/aa.2020.01.2020.6>.
- [5] V. Beskorovainyi, Combined method of ranking options in project decision support systems, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, No 4 (14), pp. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.013>.

Підтримка Прийняття Рішень При Проектуванні Комп'ютерно-Інтегрованих Виробничих Процесів

Нікіта Здорик^a, Володимир Безкоровайний^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

У роботі розглянуто задачу підтримки прийняття багатокритеріальних оптимізаційних рішень при проектуванні комп'ютерно-інтегрованих виробничих технологічних процесів (ТП). Для розв'язання задачі синтезу моделі скалярного багатокритеріального оцінювання запропоновано використати алгоритм блокової нормалізації, що дозволяє підвищувати якість рішень задач проектування комп'ютерно-інтегрованих ТП.

Ключові слова ¹

Комп'ютерно-інтегровані виробничі процеси, оптимізація, прийняття рішень, проектування.

1. Вступ

Одним з ключових напрямків удосконалення виробничих процесів (ВП) останніх десятиліть є впровадження автоматизації та підвищення їх гнучкості, інтеграція управління підприємством, технологічними процесами (ТП), виробництвом в цілому в єдину систему на основі комп'ютерно-інтегрованих технологій [1]. Ефективність ТП закладається на етапах їх проектування. Процеси проектування, модернізації чи реінжинірингу ТП передбачають, зокрема, розв'язання множини багатокритеріальних задач оптимізації їх структури, топології та параметрів обладнання. Задачі оптимізації виробничих ТП полягають у виборі кращого варіанту з множини таких, що задовольняють функціональним і вартісним обмеженням за множиною показників (продуктивність, завантаження устаткування, якість, собівартість продукції, тощо).

2. Результати дослідження

За результатами декомпозиції проблеми оптимізації комп'ютерно-інтегрованих виробничих процесів на етапі проектування можна виділити таку сукупність задач [2-3]:

$$Task = \{Task_i\}, i = 1, 6, \quad (1)$$

де $Task_1$ – вибір принципів побудови ВП; $Task_2$ – оптимізація структури ВП; $Task_3$ – оптимізація топології ВП; $Task_4$ – визначення параметрів елементів ВП; $Task_5$ – вибір технологій ВП; $Task_6$ – оцінка ефективності і вибір кращого варіанта ВП.

Кожна з задач (1) передбачає вибір варіантів рішень за множиною показників. На практиці для скалярного кількісного оцінювання варіантів з множини допустимих $x \in X$ за множиною часткових критеріїв $k_i(x)$, $i = \overline{1, m}$ найчастіше використовується адитивна функція виду [2-3]:

$$P(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \xi_i(x), \quad (2)$$

$$\xi_i(x) = \left\{ [k_i(x) - k_i^-] / [k_i^+ - k_i^-] \right\}, i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де λ_i , $\xi_i(x)$, k_i^+ , k_i^- – ваговий коефіцієнт, функція корисності, найкраще та найгірше значення i -го критерію $i = \overline{1, m}$.

Класична лінійна нормалізація, яка зводиться, наприклад, до ділення значень всіх критеріїв на максимальне значення або виду (3) не враховують щільність розподілення критеріальних значень. Це призводить до виникнення викривлених оцінок важливості критеріїв, оскільки максимальні та мінімальні значення критеріальних шкал являють собою викиди. Для усунення цього недоліку пропонується використати алгоритм блокової нормалізації.

Схема алгоритму блокової нормалізації має такий вигляд [4].

Крок 1. Обчислення різниці ліній матриці β за формулою (4):

$$L_j^{cs} = \beta_{cj} - \beta_{sj}, (c, s) \in I \vee (c, s) \in J, \quad (4)$$

де i, j – множини рядків\стовпців матриці β .

Вихідний масив L необхідно розбити на блоки. Він обчислюється як різниця двох рядків або стовпців c, s матриці багатокритеріальної задачі β .

Крок 2. Обчислення мінімуму і максимуму L .

Крок 3. Обчислення номерів блоків елементів L за формулою (5):

Для довільного масиву L , довжини n , формула визначення номера блока елемента L_j^{cs} має вигляд

$$g_j^{cs} = \left\lceil \frac{(n-1)(L_j^{cs} - \min(L^{cs}))}{(\max(L^{cs}) - \min(L^{cs}) + 1)} \right\rceil. \quad (5)$$

Можна вважати, що масив g являє собою апроксимацію початкової послідовності L . Мінімальний елемент масиву L є нульовим в g , а максимальний попадає в апроксимуючий масив g в блок з номером $(n - 1)$. Формула (4) інвертує оцінки послідовності L по відношенню до g .

Значення мінімуму чи максимуму є обчислювальним, що зручно при розв'язанні багатокритеріальних задач, в яких екстремальні значення шкал важко визначити.

Крок 4. Підсумовування номерів блоків. Щоб отримати інтегральну оцінку C_{ab} (нормоване значення) елемента β_{ab} матриці необхідно просумувати його оцінки по всіх рядках і стовпцях матриць оцінок $G^{a'}$ та $G^{b''}$

$$C_{ab} = g(\beta_{ab}) = 2(n - 1)^2 - g'(\beta_{ab}) - g''(\beta_{ab}), \quad (6)$$

де $g'(\beta_{ab}) = \sum_i G_{ib}^{a'}$; $g''(\beta_{ab}) = \sum_j G_{aj}^{b''}$; $(a, i) \in I, (b, j) \in J$.

3. Висновки

Використання алгоритму блокової нормалізації критеріїв дозволить підвищувати якість рішень багатокритеріальних оптимізаційних задач проєктування комп'ютерно-інтегрованих ТП. Завдяки вирівнюванню діапазонів критеріальних шкал при використанні даного алгоритму: зменшується кореляція та дисперсія нормованих значень; з'являється можливість з вихідних даних добувати додаткову інформацію, що полегшує порівняння рішень задачі.

4. Література

- [1] І. Ш. Невлюдов, Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Кривий Ріг: КК НАУ, 2017.
- [2] V. Beskorovainyi, L. Petryshyn, O. Shevchenko, Specific subset effective option in technology design decisions, Applied Aspects of Information Technology, 2020, Vol. 3, No.1, pp. 443-455. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.01.2020.6>.
- [3] V. Beskorovainyi, Combined method of ranking options in project decision support systems, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020, No 4 (14), pp. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.14.013>.
- [4] О. О. Подоляка, О. М. Подоляка, Розв'язання двокритеріальної транспортної задачі на основі блокової нормалізації критеріїв, Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Вип. 92, т. 1, с. 60-65, 2021.

Використання Сплайнів та Методу Скінченних Сум Фур'є для Відновлення Розривних Функцій

Олександра Литвин¹, Катерина Уколова², Владислав Кошеленко³

^{a 1,2,3}Харківський національний університет радіоелектроніки,
пр. Науки, 14, каф. Прикладної математики, Харків, 61166, Україна

Анотація

Робота присвячена відновленню розривних функцій за їх відомими проєкціями. Використовується метод, заснований на використанні розривних сплайнів і методу скінченних сум Фур'є. Застосування цього підходу дозволило усунути явище Гіббса, яке виникає при використанні подвійних сум Фур'є. Метод перевірено за допомогою тестових задач. Отримано результати, що підтверджують ефективність методу.

Ключові слова¹

Сплайн, сума Фур'є, розривна функція

1. Вступ

Застосування методу скінченних сум Фур'є для розривних функцій призводить до виникнення явища Гіббса. Існують методи, що дозволяють зменшити вплив цього явища, але не уникнути його. У даній роботі використовується метод з використанням розривних сплайнів, який суттєво підвищує точність відновлення функцій [1].

2. Основні матеріали

Задача томографічної реконструкції полягає у відновленні функції $f(x, y)$ за відомими проєкційними даними γ_k вздовж прямих $L_k: \int_{L_k} f(x, y) dl = \gamma_k, k = 1, \dots, Q$.

Вважаємо, що функція $f(x, y)$ є розривною з відомими лініями розриву.

Викладемо алгоритм реалізації методу за етапами.

1. Будуємо сплайн-функцію $Sp(x, y)$, яка має на вказаних лініях такі ж розриви першого роду, як і наближувана функція. Використовуємо метод побудови розривного сплайна, викладений у роботі [1].
2. Знаходимо функцію: $\varphi(x, y) = f(x, y) - Sp(x, y)$.
3. Відновлюємо функцію $\varphi(x, y)$ за допомогою методу скінченних сум Фур'є, наведеного у роботі [2]. Враховуючи, що ця функція не має розривів, її можна наближувати з допомогою відповідних сум Фур'є без явища Гіббса. Це функція $\tilde{\varphi}_N(x, y)$. Тут N порядок суми Фур'є.

$$\tilde{\varphi}_N(x, y) = \sum_{k=-N}^N \sum_{l=-N}^N F_{k,l} e^{i2\pi(kx+ly)}, \quad F_{k,l} = \iint_D \varphi(x, y) e^{-i2\pi(kx+ly)} dx dy.$$

4. Використовуємо для аналізу наближення функції $f(x, y)$ суму побудованого вище сплайна та наближення функції $\varphi(x, y)$ сумами Фур'є, тобто $\tilde{f}(x, y) = Sp(x, y) + \tilde{\varphi}_N(x, y)$.

Далі розглядаємо приклади, в яких лініями розриву є прямокутники. Кількість ліній розриву функції дорівнює M .

Приклад 1. Задана інформація: $M=1$; $f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$ – задані функції для побудови тестової розривної функції $f(x, y)$; довжини півсторін прямокутника a_1 та b_1 та центр $(0,5;0,5)$; проекційні дані для функції $f(x, y)$.

Приклад 2. Задана інформація: $M=2$; $f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$, $f_3(x, y)$ – задані функції для побудови тестової розривної функції $f(x, y)$; довжини півсторін прямокутників a_1, a_2, b_1, b_2 , їх центр $(0,5;0,5)$; проекційні дані для функції $f(x, y)$.

У табл. 1 наведено порівняння похибок результатів відновлення функцій з впливом явища Гіббса та без його впливу. Порівняння похибок, наведених у табл. 1, показує переваги досліджуваного методу для розривних функцій.

Таблиця 1
Порівняння результатів

Приклад 1	N	Відносна похибка	Середньоквадратична похибка
Без впливу явища Гіббса	32	$3,455 \cdot 10^{-3}$	$2,77 \cdot 10^{-3}$
З впливом явища Гіббса	32	0,553	0,581
Приклад 2	N	Відносна похибка	Середньоквадратична похибка
Без впливу явища Гіббса	32	$3,942 \cdot 10^{-3}$	$7,24 \cdot 10^{-4}$
З впливом явища Гіббса	32	0,447	0,622

3. Висновки

Проведено тестування методу відновлення розривних функцій з використанням сплайнів. Розглядалися приклади, коли лініями розриву були границі вкладених один в один прямокутників. Отримані результати, що підтверджують ефективність методу.

4. Література

- [1] Lytvyn O.M., Lytvyn O.G., Lytvyn O.O., Mezhyuev V. I. The Method of Reconstructing Discontinuous Functions Using Projections Data and Finite Fourier Sums. The IX International Scientific and Practical Conference "Information Control Systems & Technologies (ICST-2020)", 24 - 26 of September 2020, Odessa.- 661-673 p.
- [2] Литвин О. М. Періодичні сплайни і новий метод розв'язання плоскої задачі рентгенівської комп'ютерної томографії / Системний аналіз, управління і інформаційні технології: Вісник Харк. держ. політех. ун-ту. Збірка наукових праць. Випуск 125. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 27 – 35.

Класифікатор емоцій людини за зображенням обличчя на основі нейронної мережі

Ювченко К.С.^a, Єсілевський В.С.^b, Середа О.Г.^c

^{a, b, c} Харківський національний університет радіоелектроніки (61166, Харків, пр. Науки 14)

Abstract

The subject of research in the article is the software implementation of a neural image classifier. The work examines emotions as a special type of mental processes that express a person's experience of his attitude to the surrounding world and himself. They can be expressed in different ways: facial expressions, posture, motor reactions, voice. However, the human face has the greatest expressiveness. Technologies for recognizing human emotions are used by companies to improve customer service, make decisions about interviewing candidates and optimize the emotional impact of advertising. Therefore, the purpose of the work is to find and optimize the most satisfactory in terms of accuracy algorithm for classifying human emotions based on facial images. The following tasks are solved: review and analysis of the current state of the problem of "recognition of emotions"; consideration of classification methods; choosing the best method for the given task; development of a software implementation for the classification of emotions; conducting an analysis of the work of the classifier, formulating conclusions about the work performed, based on the received data. An image classification method based on a densely connected convolutional neural network is also used. Results: the results of this work showed that the method of image classification, based on a densely connected convolutional neural network, is well suited for solving the problems of emotion recognition, because it has a fairly high accuracy. The quality of the classifier was evaluated according to the following metrics: accuracy; confusion matrix; precision, recall, f1-score; ROC curve and AUC values. The accuracy value is relatively high – 63%, provided that the data set has unbalanced classes. AUC is also high at 89%. Conclusions. It can be concluded that the obtained model with weights has high indicators of recognition of human emotions, and can be successfully used for its purpose in the future.

Keywords

object detection, classification of objects, supervised learning, recognition of emotions.

1. Вступ

Емоція – це особливий вид психічних процесів, які виражають переживання людиною його ставлення до навколишнього світу і себе. Вони можуть бути виражені різними способами: мімікою, позою, руховими реакціями, голосом. Проте найбільшу виразність має обличчя людини. Технології для розпізнавання людських емоцій, використовуються фірмами для поліпшення обслуговування клієнтів, прийняття рішення про співбесіду з кандидатами та оптимізацію емоційного впливу реклами.

Завдання розпізнавання емоцій на сьогоднішній день дуже актуальне на практиці різних сфер, таких як медицина (допомагає людям із синдромом аутизму розпізнавати емоції інших людей та налагоджувати нормальну комунікацію), соціологія, робототехніка, маркетинг, психологія тощо.

Метою даної роботи є розробка системи, що виявляє обличчя людини на відео та визначає її емоційний стан на основі міміки.

Information Systems and Technology (IST-2022), November 22-25, 2022, Kharkiv, Ukraine

EMAIL: kateryna.yuvchenko@nure.ua (A. 1); valentyn.yesilevskyi@nure.ua (A. 2); olena.sereda@nure.ua (A. 3)

ORCID: 0000-0002-5921-3049 (A. 1); 0000-0002-5935-1505 (A. 2); 0000-0003-3579-0092 (A. 3)

2. Аналіз проблеми

Задача розпізнавання емоцій є важко формалізованою, і тому при її постановці виникає низка проблем, головними з яких є відсутність стандарту мімічних картин та суб'єктивність думки експерта, оскільки людина не може повною мірою сприймати всі мікрорухи співрозмовника. Однак з досліджень фахівців можна виділити фактори, які допоможуть вирішити деякі з цих проблем. Наприклад, фахівці виділяють шість універсальних емоцій, мімічні прояви яких не залежать від раси та культури людини.

В рамках даної роботи задача розпізнавання емоцій зводиться до вирішення задачі машинного навчання з учителем – класифікації, тобто нам необхідно побудувати класифікатор на основі нейронної мережі. Задля навчання моделі класифікатора, потрібно надати маркований по класам набір даних.

Формальна математична постановка задачі класифікації виглядає наступним чином. Нехай X – множина об'єктів, Y – скінченна множина міток класів цих об'єктів. Нехай існує деяка невідома залежність $f : X \rightarrow Y$, яка зв'язує об'єкти та їх мітки. Дана залежність відома лише для об'єктів скінченної навчальної вибірки $(X_{\text{навч}} \in X) = \{(\bar{x}_1, y_1), \dots, (\bar{x}_n, y_n)\}$. Задача – побудувати алгоритм, здатний класифікувати довільний об'єкт $\bar{x} \in X$, $\bar{x} \notin X_{\text{навч}}$.

3. Класифікація зображень

Сьогодні, зі зростанням застосування штучного інтелекту, такі галузі, як машинне навчання та його підмножини, глибоке навчання та нейронні мережі набули величезного обертуту. Навчання потребує програмного забезпечення та інструментів, таких як класифікатори, які подають величезну кількість даних, аналізують їх та витягують корисні функції. Метою процесу класифікації є категоризація всіх пікселів цифрового зображення на один із кількох класів. Зазвичай для виконання класифікації використовуються мультиспектральні дані, і, дійсно, спектральний шаблон, присутній у даних для кожного пікселя, використовується як числова основа для категоризації.

Класифікація зображень є, мабуть, найважливішою частиною аналізу цифрових зображень. Класифікація між об'єктами є складним завданням, і тому класифікація зображень є важливим завданням у сфері комп'ютерного зору. Класифікація зображень відноситься до позначення зображень в один із ряду попередньо визначених класів. Існує потенційно класів, до яких можна класифікувати дане зображення. Ручна перевірка та класифікація зображень може бути виснажливим завданням, особливо якщо їх величезна кількість, і тому буде дуже корисно, якщо ми зможемо автоматизувати весь цей процес за допомогою комп'ютерного зору.

Контрольована (навчання з учителем) класифікація заснована на ідеї, що користувач може вибрати зразки пікселів у зображенні, які є репрезентативними для певних класів, а потім направити програмне забезпечення для обробки зображень використовувати ці навчальні зразки як посилання для класифікації всіх інших пікселів у зображенні. Користувач встановлює межі того, наскільки подібними повинні бути інші пікселі, щоб згрупувати їх разом. Користувач також визначає кількість класів, до яких класифікується зображення.

Згорткові нейронні мережі (CNN, або ConvNet) – це особливий вид багатоварштових нейронних мереж, призначених для розпізнавання візуальних шаблонів безпосередньо з піксельних зображень з мінімальною попередньою обробкою.

Згорткова нейронна мережа використовує деякі свої особливості зорової кори, і тому досягла найсучасніших результатів у задачах комп'ютерного зору. Згорткові нейронні мережі складаються з двох дуже простих елементів, а саме згорткових шарів і шарів об'єднання. Незважаючи на простоту, існує майже нескінченна кількість способів розташувати ці шари для певної проблеми комп'ютерного зору [1].

На рисунку 1 візуалізовано алгоритм класифікації зображення згортковою нейронною мережею.

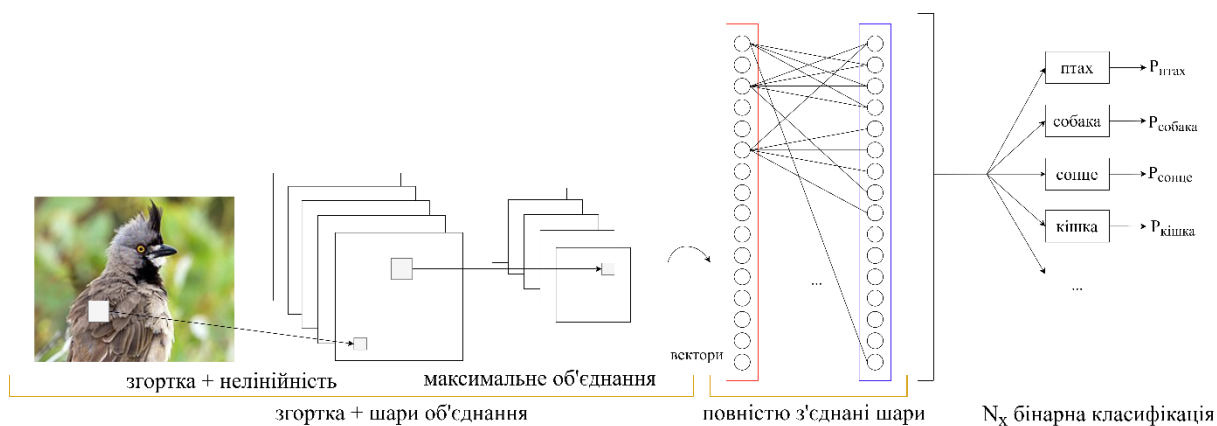


Рисунок 1: Алгоритм класифікації зображення згортковою нейронною мережею

4. Експеримент

Програма для розв'язання задач розпізнавання людських емоцій реалізована на мові програмування Python. Код в повному об'ємі написаний в одному інтерактивному web-блокноті з середою виконання на основі тензорних процесорів Google на платформі Kaggle.

Дана програма класифікує зображення обличчя людини за сьома різними емоційними станами: щастя, нейтральність, смуток, гнів, здивування, огида, страх.

Тобто метою даної програми є побудова та навчання класифікатора, який, з деякою ймовірністю, говорив би нам, яка емоція людини зображена на фото.

На першому етапі збирається набір даних для навчання та тестування класифікатора. В нашому випадку використовується FER2013 (Facial Expression Recognition 2013 Dataset) [2]. Датасет містить 35 685 прикладів зображень обличчя у шкалі сірого розміром 48x48 пікселів, розділених на набори для тренування та тестування. Зображення класифікуються на основі емоцій, що виявляються у виразах обличчя (щастя, нейтральність, смуток, гнів, здивування, огида, страх).

На другому етапі проводиться робота над даними, тобто розбиття набору даних на тренувальну, валідаційну та тестувальну вибірки, а також попередня обробка самих зображень: приведення до однакового розміру (48x48 пікселів) і кольорової моделі (RGB).

На третьому етапі будуємо модель нейронної мережі. Спочатку використовуємо попередньо навчену на ImageNet датасеті DenseNet169 для вилучення ознак. Далі створюємо класифікатор, набір шарів якого зображено на рисунку 2. Навчаємо модель на раніше підготовленому тренувальному наборі з наступними параметрами: оптимізація – стохастичний градієнтний спуск, функція втрат – перехресна ентропія та метрика – асигасу (для оцінки якості роботи класифікатора). Також задля підвищення точності моделі, використовуємо один із методів трансферного навчання – Fine Tuning («донавчання», «тонка настройка»). Після всіх навчальних процесів за допомогою відповідних метрик оцінюємо якість роботи моделі.

```
def classifier(inputs):
    x = tf.keras.layers.GlobalAveragePooling2D()(inputs)
    x = tf.keras.layers.Dense(256, activation="relu", kernel_regularizer = tf.keras.regularizers.l2(0.01))(x)
    x = tf.keras.layers.Dropout(0.3)(x)
    x = tf.keras.layers.Dense(1024, activation="relu", kernel_regularizer = tf.keras.regularizers.l2(0.01))(x)
    x = tf.keras.layers.Dropout(0.5)(x)
    x = tf.keras.layers.Dense(512, activation="relu", kernel_regularizer = tf.keras.regularizers.l2(0.01))(x)
    x = tf.keras.layers.Dropout(0.5)(x)
    x = tf.keras.layers.Dense(NUM_CLASSES, activation="softmax", name="classification")(x)

    return x
```

Рисунок 2: Програмна реалізація класифікатора зображень

У результаті роботи даного алгоритму буде побудована модель, яка з високою точністю зможе розпізнавати емоції людини.

5. Висновки

Було детально розглянуто методи класифікації емоцій та вибраний найкращий метод для поставленої задачі. З використанням датасету FER2013 програмна реалізація обраної нейронної мережі була успішно натренована та протестована.

Для класифікації емоцій залежно від вхідних даних та порівняння результатів, ми побудували модель глибокого навчання, до якої були застосовані обличчя людей на зображенні. Модель, побудована для цього дослідження, заснована на щільно зв'язаній згортковій нейронній мережі (DCCN).

Проведена оцінка якості класифікатора за наступними метриками: accuracy (рисунок 3); confusion matrix (рисунок 4); precision, recall, f1-score (рисунок 5); ROC-крива та значення AUC (рисунок 6).

Значення accuracy відносно високе – 63%, за умови, що набір даних має незбалансовані класи. AUC також має високе значення – 89%.



Рисунок 3: Розподіл значення accuracy за епохами

	Anger	Disgust	Fear	Happy	Neutral	Sadness	Surprise
Actual	581	0	83	37	135	104	18
Disgust	78	0	11	4	4	12	2
Fear	158	0	350	24	140	238	114
Happy	53	0	19	1528	97	37	40
Neutral	66	0	57	71	846	174	19
Sadness	154	0	136	51	297	595	14
Surprise	29	0	93	43	31	10	625
Predicted	Anger	Disgust	Fear	Happy	Neutral	Sadness	Surprise

Рисунок 4: Зображення матриці невідповідностей

	precision	recall	f1-score	support
0	0.52	0.61	0.56	958
1	0.00	0.00	0.00	111
2	0.47	0.34	0.39	1024
3	0.87	0.86	0.87	1774
4	0.55	0.69	0.61	1233
5	0.51	0.48	0.49	1247
6	0.75	0.75	0.75	831
accuracy			0.63	7178
macro avg	0.52	0.53	0.52	7178
weighted avg	0.62	0.63	0.62	7178

Рисунок 5: Значення метрик precision, recall, f1-score

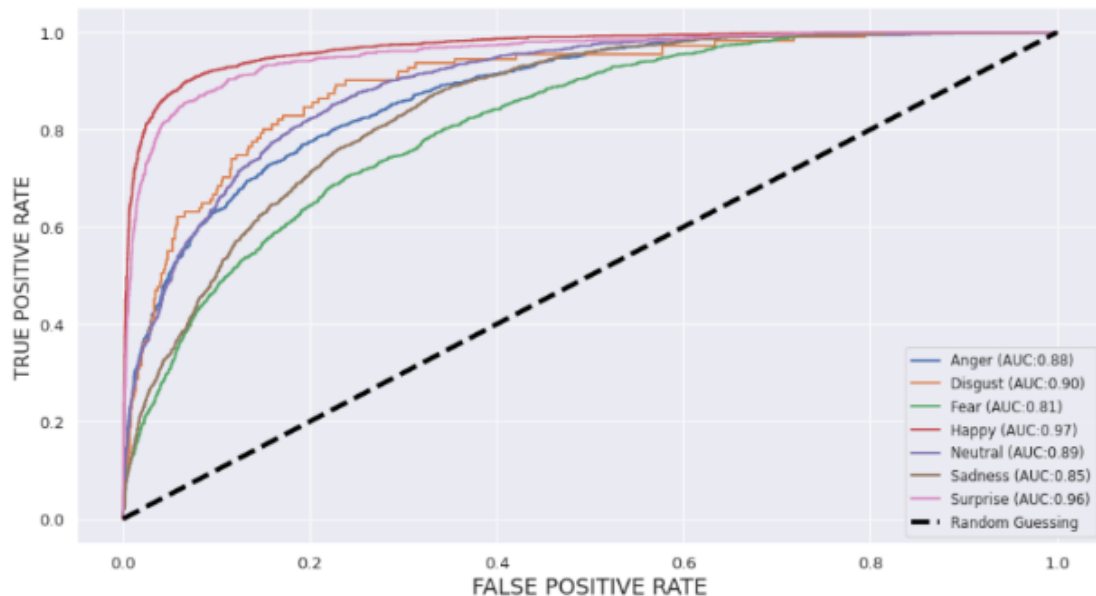


Рисунок 6: Графік ROC-кривої

Виходячи з показників, можна сказати, що дана робота відповідає сучасному рівню наукових і технічних знань в сфері глибокого навчання. Актуальність теми зростає з кожним роком і необхідність в вирішенні подібних задач стає найбільш вичерпним завданням в великій кількості галузей.

6. Список використаних джерел

- [1] K. Sanghvi, Image Classification Techniques, 2020. URL: <https://medium.com/analyticsvidhya/image-classification-techniques-83fd87011cac> (дата звернення: 12.06.2022).
- [2] FER2013 (Facial Expression Recognition 2013 Dataset). URL: <https://paperswithcode.com/dataset/fer2013> (дата звернення: 12.05.2022).

Дослідження Методів Прогнозування Показників Електронної Комерції Під Час Соціальних Катастроф

Артем Ховрат^a та Олексій Назаров^a

^a Харківський Національний Університет Радіоелектроніки, 14, просп. Науки., Харків, 61166, Україна

Анотація

Кризові соціальні хвилювання ускладнюють прогнозування ринкової діяльності компанії, а відповідно, і процес прийняття рішень. Сьогоднішня ситуація створює підґрунтя для продовольчої, міграційної, політичної та енергетичної криз. Складність математичного відображення ситуації та хаотичний характер змін в цілому зумовлюють необхідність застосування більш комплексного підходу до прогнозування ринкових показників. За результатами проведеного дослідження визначено основні підходи до прогнозування економічних показників у існуючих рамках. Отримані дані дозволили визначити сімейство VAR моделей як основу для прогнозування цих показників. Отримані результати дозволяють констатувати необхідність модифікації базових алгоритмів сімейства та доцільність використання EC-VARMA як опорної моделі при прогнозуванні показників діяльності бізнесу.

Ключові слова ¹

Авторегресія, аналіз ризиків, електронна комерція, показники бізнесу, прогнозування, соціальна катастрофа

1. Вступ

24 лютого 2022 року Російська Федерація розпочала повномасштабне вторгнення на територію України. За даними різних аналітичних агентств війна спровокувала у світі різні види кризових явищ: енергетичні, продовольчі, міграційні тощо [1]. Вони у свою чергу викликали соціальні заворушення та зсуви у різних частинах світу [2].

Задля узагальнення у визначенні вказаних проблем скористаємось поняттям соціальна вразливість [3] – це нездатність людей, організацій чи суспільства у цілому протистояти впливу стресової ситуації. Явище, яке викликає соціальну вразливість надалі називатимемо соціальною катастрофою. У такий час прогнозування ринкової діяльності стає нетиповим завданням, яке без використання сучасних інформаційних технологій та/або відповідної освіти є майже нерозв'язною задачею [4]. Одним із видів інструментів, які вирішують цю задачу є прогнозування показників з використанням авторегресійних алгоритмів [5]. У рамках дослідження буде здійснено аналіз зазначених моделей прогнозування економічних показників. Мета роботи: визначення ефективності використання авторегресійних алгоритмів для даних ринку електронної комерції під час соціальних катастроф.

2. Хід роботи

Вибір авторегресійних моделей для чинного дослідження зумовлений загальною волатильністю економічних показників, їх точністю та відносною простотою конфігурації та модифікації. Останнє стало причиною виникнення великої кількості різноманітних алгоритмів,

однак у ході роботи вирішено порівняти векторну авторегресію рухомого середнього, векторну авторегресію розподіленого лагу та векторну сезонну авторегресію. При цьому кожен з алгоритмів враховує екзогенні показники за допомогою модифікацію коригування помилок.

У якості вказаних екзогенних показників після проведення експертного оцінювання вирішено використати профіль ринкової кон'юнктури та профіль цільової аудиторії.

Водночас обидва показники враховують профіль соціальної катастрофи, який включає: загальний текстовий опис соціальної катастрофи; новини пов'язані з каталізуючим явищем; суб'єктивна оцінка компанії щодо готовності до непередбачуваних обставин; термін дії катастрофи (з моменту початку дії каталізатору).

Задля перетворення текстових показників, до яких окрім зазначених відноситься ще і опис цільової аудиторії, було вирішено використати засади контент-аналізу і відповідні інструменти та теоретичний апарат задля їх імплементації (корпуси слів, стемери, лематизатори, TF-IDF характеристики, поляризатори тощо).

Аби врахувати стан ринку, було вирішено використати інформацію щодо світової економіки, до якої було віднесено рівень світового ВВП, рівень цін на енергоресурси; індекс S&P 500; та щодо галузі, до якої було вирішено віднести показники ринкової діяльності 5 найбільших компаній на ринку.

Після впровадження вказаної модифікації було визначено метрики порівняння моделей, як базових, так і модифікованих. Було проведено по 10 замірів часу прогнозування, 5 замірів показника точності для двох вибірок даних Walmart і Amazon та 5 замірів часу підготовки даних до прогнозування.

У результаті виявлено, що найбільш ефективним є алгоритм EC-VARMA з вказаними вище модифікаціями, враховуючи більший час на виконання прогнозу. Окрім цього виявлено можливості пришвидшення роботи за рахунок паралелізації, наприклад, з використанням технології MapReduce.

3. Висновки

Чинне дослідження ставило за мету визначення ефективності використання моделей для даних ринку електронної комерції під час соціальних катастроф.

У результаті визначена необхідність у додатковій модифікації задля врахування в якості екзогенних змінних показників, що характеризують мікроекономічний профіль ринкової кон'юнктури та особливості цільової аудиторії під час соціальних зсувів. Окрім цього з'ясовано, що найбільш ефективним є алгоритм рухомого середнього векторної авторегресії з екзогенними регресорами з точністю близько 94-95%.

Отже, можна стверджувати, що використання вказаного алгоритму дозволяє збільшити точність прогнозу економічних показників різного роду під час надзвичайних обставин. Це в свою чергу підвищує ефективність управлінських рішень під час криз.

4. Перелік джерел посилання

- [1] J. Tollefson. "What the war in Ukraine means for energy, climate and food." *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00969-9> (дата звернення 30 жовт. 2022).
- [2] K. van der Zwet, A. I. Barros, T. M. van Engers, and P. M. A. Sloot, "Emergence of protests during the COVID-19 pandemic: quantitative models to explore the contributions of societal conditions," *Humanities & Social Sciences Communications*, т. 9, 2022, ст. № 68. Дата звернення: 1 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01082-y>.
- [3] C. G. Burton, S. Rufat, and E. Tate, "Social vulnerability: conceptual foundations and geospatial modeling," Cambridge University Press, с. 53–81, 2018.
- [4] R. H. Bonczek, C. Holsapple, and A. B. Whinston, *Foundations of Decision Support Systems*. New York: Academic Press, 1981.
- [5] R. B. Khodaparasti and S. Moslehi, "Application of the varma model for sales forecast: case of urmia gray cement factory," *Timisoara Journal of Economics and Business*, т. 7, № 1, с. 89–101, 2014.

Чисельне Моделювання Перехідних Режимів з Використанням Схеми Лакса-Вендроффа

Ірина Гусарова¹, Ольга Фещук²

^{1,2} Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

Розглядається задача чисельного моделювання перехідних режимів течії газу, при підключенні/відключенні великого споживача наприкінці ділянки трубопроводу з використанням схеми Лакса-Вендроффа. Математичною моделлю таких режимів течії газу є квазілінійна система диференціальних рівнянь у частинних похідних гіперболічного типу з заданими початковими та граничними умовами. Наведений алгоритм задання граничних умов у схемі Лакса-Вендроффа.

Ключові слова ¹

Квазілінійна система диференціальних рівнянь, частинні похідні, ділянка трубопроводу, схема Лакса-Вендроффа, моделювання, нестационарний неізотермічний режим течії газу

1. Вступ

Транспортування газу без втрат завжди було і залишається актуальним питанням для газотранспортних компаній України та світу в цілому. Гостро постає питання доставки газу в умовах аварійних та нештатних ситуацій в газотранспортній системі.

Метою роботи є розглядання особливостей використання схеми Лакса-Вендроффа при чисельному моделюванні перехідних режимів течії газу (ПРТГ), пов'язаних з підключенням або відключенням великого споживача наприкінці ділянки трубопроводу (ДТ).

2. Математична модель ПРТГ по ділянці трубопроводу

За математичну модель (ММ) ПРТГ береться ММ нестационарного неізотермічного режиму течії газу по ДТ, яка описується квазілінійною системою диференціальних рівнянь в частинних похідних з заданими початковими та граничними умовами: [1]

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial t} + \left(1 - \alpha TS \frac{W^2}{P^2}\right) \frac{\partial P}{\partial x} + 2\alpha TS \frac{W}{P} \frac{\partial W}{\partial x} + \frac{g}{\alpha S T} \frac{P}{dx} + \beta TS \frac{W|W|}{P} &= 0, \\ \frac{\partial P}{\partial t} + \alpha ST \frac{\partial W}{\partial x} &= 0, \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \alpha ST \frac{\gamma W}{P} \frac{\partial T}{\partial x} + \alpha S \frac{(\gamma - 1)T^2}{P} \frac{\partial W}{\partial x} + \frac{4K}{D} \frac{(\gamma - 1)T}{P} (T - T_{\text{гр}}) + g \frac{(\gamma - 1)TW}{P} \frac{dh}{dx} &= 0, \end{aligned}$$

де $W(x,t)$, $T(x,t)$, $P(x,t)$ – питома масова витрата, температура, тиск газу.

3. Метод та алгоритм розв'язання

Алгоритм застосування схеми Лакса-Вендроффа до математичної моделі ПРТГ включає в себе два етапи: метод Лакса та метод з переступанням [2]. За загальним алгоритмом, що визначають схему, впливає, що з їх допомогою можна визначити розв'язок у всіх внутрішніх вузлах. Розглянемо особливості рівнянь, які визначають масову витрату на початку ділянки та тиск і температуру наприкінці ДТ, при заданих граничних умовах.

На першому етапі схеми з першого рівняння у 0-му вузлі знайдемо величину $W_0^{k+1/2}$, знаючи, що згідно граничних умов значення тиску $P_0^{k+1/2}$ та температура $T_0^{k+1/2}$ відомі.

В останньому вузлі при $i = N$ значення питомої масової витрати $W_N^{k+1/2}$ відоме з граничних умов, для знаходження $T_N^{k+1/2}$ і $P_N^{k+1/2}$ скористаємось другим та третім рівняннями:

$$P_N^{k+1/2} = P_N^k - \frac{\tau}{2\Delta} (\alpha ST)_N^k (W_N^k - W_{N-1}^k),$$

$$T_N^{k+1/2} = T_N^k - \frac{\tau}{2\Delta} \left(\alpha ST \frac{\gamma W}{P} \right)_N^k (T_N^k - T_{N-1}^k) - \frac{\tau}{2\Delta} \left(\alpha S \frac{(\gamma - 1) T^2}{P} \right)_N^k (W_N^k - W_{N-1}^k) -$$

$$- \frac{\tau}{2} \left(\frac{4K(\gamma - 1)T}{D} \frac{T}{P} (T - T_{\text{гр}}) \right)_N^k - \frac{\tau}{2} \left(g \frac{(\gamma - 1)TW}{P} \frac{dh}{dx} \right)_N^k.$$

На другому етапі коректору у початковому вузлі $i = 0$ знаходимо величину W_0^{k+1}

$$W_0^{k+1} = W_0^k - \frac{2\tau}{\Delta} \left(1 - \alpha TS \frac{W^2}{P^2} \right)_0^{k+1/2} (P_{1/2}^{k+1/2} - P_0^{k+1/2}) -$$

$$- \frac{2\tau}{\Delta} \left(2\alpha TS \frac{W}{P} \right)_0^{k+1/2} (W_{1/2}^{k+1/2} - W_0^{k+1/2}) - \tau \left(\beta TS \frac{W|W|}{P} \right)_0^{k+1/2} - \tau \left(\frac{g}{\alpha S T} \frac{P}{dx} \right)_0^{k+1/2}.$$

В останньому вузлі при $i = N$ значення T_N^{k+1} і P_N^{k+1} знаходимо з рівнянь:

$$P_N^{k+1} = P_N^k - \frac{2\tau}{\Delta} (\alpha ST)_N^{k+1/2} (W_N^{k+1/2} - W_{N-1/2}^{k+1/2}),$$

$$T_N^{k+1} = T_N^k - \frac{2\tau}{\Delta} \left(\alpha ST \frac{\gamma W}{P} \right)_N^{k+1/2} (T_N^{k+1/2} - T_{N-1}^{k+1/2}) - \frac{2\tau}{\Delta} \left(\alpha S \frac{(\gamma - 1) T^2}{P} \right)_N^{k+1/2} \times$$

$$\times (W_N^{k+1/2} - W_{N-1}^{k+1/2}) - \tau \left(\frac{4K(\gamma - 1)T}{D} \frac{T}{P} (T - T_{\text{гр}}) \right)_N^{k+1/2} - \tau \left(g \frac{(\gamma - 1)TW}{P} \frac{dh}{dx} \right)_N^{k+1/2}.$$

4. Висновки

Для розрахунку ПРТГ по ДТ був створений програмний продукт в математичному пакеті Mathematica 11.1, який дозволяє розрахувати ПРТГ з використанням явної двокрокової схеми Лакса-Вендроффа, знаходити час поширення збурень від кінця ділянки до її початку та прогнозувати наслідки аварійних ситуацій.

5. Література

- [1] Гусарова І.Г. Численное моделирование режимов течения газа методом конечных разностей / И.Г. Гусарова, Д.В. Мелиневский // Системи Обробки Інформації: збірник наукових праць, 2016. №4(141). С. 23–27.
- [2] Гусарова І.Г., Фещук О.П. Використання схеми Лакса-Вендроффа при моделюванні нестационарних режимів течії газу // Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та системи»: тези доповідей (м. Харків, 8-9 квітня 2021 р.). Харків: ФОП Бровін О.В, 2021. С. 16.

Впровадження ERP Систем Для Автоматизації Роботи Підприємств З Організації Масових Заходів

Надія Калита^а, Олександр Настенко^а

^а Харківський національний університет радіоелектроніки, пр.Науки, 14, м.Харків, 61166, Україна

Анотація

У доповіді розглядається задача автоматизації роботи підприємств з організації комерційних масових заходів, зокрема впровадження системи планування ресурсів задля підвищення ефективності їх діяльності. Метою діяльності таких підприємств є отримання максимального прибутку та успішне просування нових товарів на ринку за допомогою електронного маркетингу. Інформаційні системи для автоматизації масових заходів вимагають одночасного використання сторонніх сервісів і програм з використанням множини різноманітних даних з різних джерел. Впровадження ERP-систем вирішує проблему цілісності даних, спрощує створення різноманітних звітів, застосовувати методи аналізу даних та інтелектуалізації прийняття рішень.

Ключові слова ¹

Event, планування масових заходів, management, інформаційна система, ERP, прийняття рішень

1. Вступ

Масові заходи — це заходи культурно-видовищного, громадсько-політичного, релігійного, спортивного характеру за участю значної кількості громадян, що проводяться з нагоди відзначення офіційних (державних), професійних, релігійних свят, пам'ятних дат, а також за ініціативою окремих громадян, спортивних організацій, закладів культури тощо. Масові заходи являють собою цілісну систему з властивими тільки їй процесами, хоча за змістом вони поділяються на культурно-видовищні, культурно-просвітницькі, суспільно-політичні, спортивні, рекламно-комерційні. Управління масовими заходами пов'язано з усіма різними галузями планування, включаючи різні типи постачальників, проектування, перевірку правил і управління на місці, що вимагає впровадження технологій інформаційних систем задля підвищення ефективності планування та керування. Складність, різноманітність та взаємозв'язок процесів управління масовими заходами обумовлює актуальність вирішення задачі створення систем підтримки прийняття рішень для такої сфери діяльності.

2. Основна частина

Вид рекламно-комерційних масових заходів зазвичай відносять до окремої класифікації. Такий тип масових заходів виник відносно нещодавно. Мета таких заходів – отримання максимального прибутку та успішне просування нових товарів на ринку збуту за допомогою електронного маркетингу. Завдання полягає у розкритті позитивних якостей товарів, їх сутності та можливості, показати потенційному покупцю необхідність володіння цими товарами. Формою рекламно-комерційного заходу зазвичай представляють як ярмарки, виставки-продажу, рекламні акції, презентації.

Організація масових заходів як вид комерційної діяльності включає низку факторів впливу на внутрішні процеси та зовнішні комунікації, а саме:

- розвиток каналів надання послуг;
- вивчення, прогнозування попиту на ринку та виявлення потреб споживачів у послугах;
- дослідження та оцінка джерел надходження нових послуг;
- організація роботи з замовниками послуг: ведення переговорів, підписання договорів, оформлення комерційних розрахунків, контроль виконання зобов'язань за договорами тощо;
- рекламно-інформаційна діяльність щодо реалізації товарів та формування позитивного іміджу підприємства;
- організація маркетингової кампанії.

Інформаційні системи для автоматизації масових заходів вимагають одночасного використання низки сторонніх сервісів та програм, причому менеджер повинен мати змогу використовувати дані з різних джерел та паралельно їх обробляти. Впровадження інтеграцій є ключовим методом при експлуатації таких систем, готові програми і застосунки з відкритою документацією для інтегрування спрощують рішення, але не забезпечують системної та логічної цілісності бази даних інформаційної системи. Отже, власна система планування ресурсів (ERP система) дозволяє бути самому постачальником технологій та відповідати за майбутній розвиток бізнес-процесів.

Бізнес-процеси в області організації масових заходів відображають різноманітність самих компаній галузі та охоплюють різні види діяльності, такі як управління процесами та персоналом, управління інформацією про масові заходи, управління запасами, управління проектами та даними тощо. В результаті ERP системи організації масових заходів на додаток до основних функцій повинні включати безліч індивідуальних розширень, що дає можливість охопити всю комерційну діяльність.

Типова організаційна структура ERP система для організації масових заходів має включати:

- CRM-підсистему, яка оптимізує процеси та підвищує ефективність у відділах продажу та обслуговування;
- Sales-модуль, який дозволяє налагоджувати комерційні процеси, як-то створення професійних пропозицій та їх легке перетворення на рахунки-фактури;
- модуль POS-менеджменту для керування точками реалізації;
- CMS-модуль для контролю версій вмісту веб сторінок;
- модуль управління проектами, який дозволяє налаштовувати кожен проект індивідуально - завдання стадій, етапи виконання завдань, оповіщення тощо;
- Customer Support модуль – інтерфейс взаємодії постачальників та замовника.

ERP зберігає всі введені дані в єдиній базі даних і дозволяє всім відділам працювати з однією інформацією. Крім того, Вся інформація зберігається в єдиній базі даних, її можна систематизувати, аналізувати та перетворювати у звіти.

Серед найнеобхідніших функцій в системі на сьогоднішній час є ведення статистики, маркетингової інтеграції, та інтелектуальне винесення рішень. Якщо ж використання ERP-систем частково полегшує процес інтеграції з сторонніми сервісами, а введення статистики добре впроваджена у багато діючих систем, то інтелектуальне прийняття рішень потребує конструктивного підходу. У доповіді пропонуються до розгляду методи та підходи прийняття рішень для різних ситуацій повноти інформації і можливості застосування різних методів обробки наявної вхідної інформації.

3. References

- [1] J. Allen, Planning Business: A Creative Approach to Gaining the Competitive Edge, 1st. ed., Wiley, New York, NY, 2013
- [2] M. Pelphrey, Directing the ERP Implementation. A Best Practice Guide to Avoiding Program-Failure Traps While Tuning System Performance, 1st. ed., CRC Press, New York, NY, 2015.

Модуль Психолога Медичної Інформаційної Системи для Проведення Ефективного Лікування Пацієнтів з Ментальними та Генетичними Порушеннями

Валерія Уварова¹, Дмитро Міхнов¹

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки, 14, Харків, 61166, Україна

Анотація

В даній роботі було розглянуто метод побудови модуля «Кабінет психолога» медичної інформаційної системи для вибору найбільш ефективного методу проведення медичної реабілітації та відслідковування прогресу лікування пацієнта.

Ключові слова

Медична інформаційна система, модуль, психолог, реабілітація

Health Information System Module for Effective Treatment of Psychologist Patients with Mental and Genetic Disorders

Valeriia Uvarova^a, Dmytro Mikhnov^a

^aKharkiv National University of Radioelectronics, Nauky ave. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine

Abstract

This paper considers a method of building “Psychologist’s office” module of Healthcare information system for choosing the most effective method of medical rehabilitation and monitoring the progress of the patient's treatment.

Keywords

Healthcare Information system, module, psychologist, rehabilitation

1. Вступ

На сьогоднішній день багато дітей мають хвороби пов’язані з психічними, фізичними, генетичними порушеннями та порушеннями нервової системи. Тільки розладами аутистичного спектру страждає кожна 54 дитина у світі. Такі діти потребують допомоги висококваліфікованих спеціалістів у спеціальних медичних закладах. Частіше за все, батьки у пошуках результату звертаються до різних фахівців у різні заклади та проходять курси реабілітації за різними методами. Кожен новий фахівець не має можливості у електронному вигляді відстежувати динаміку та прогрес лікування цієї дитини у минулих спеціалістів, визначати які методи лікування вже були ефективними, а які краще не використовувати під час реабілітації, через що процес реабілітації відбувається значно довше та з більшими витратами. На даний момент вже існують інформаційні системи в медицині, що використовуються в Україні у закладах медичної реабілітації, забезпечуючи автоматизацію ведення обліку медичних послуг та управління медичною інформацією в електронному вигляді. Але ще не має такого модуля психолога, який можна було б впровадити в МІС будь-якого спеціалізованого закладу, який би об’єднував дані виписок пацієнтів з різних медичних закладів та результати реабілітації у теперішнього спеціаліста, у вигляді статистичних даних, за допомогою яких, можна було б обрати

найефективніший метод лікування у найкоротший термін та відстежувати прогрес реабілітації. Саме через це, з'явилась необхідність для розробки модуля «Кабінет психолога» МІС для забезпечення швидкого введення даних та отримання необхідної структурованої інформації з різних медичних закладів у одному місці, та відсутності дублювання описових даних.

2. Метод побудови модуля «Кабінет психолога»

Для того, щоб побудувати модуль «Кабінет психолога», необхідно виконати наступні етапи:

1. Обрати архітектуру МІС;
2. Обрати технологічну платформу. Включає в себе вибір СУБД та інструментальних засобів розробки;
3. Зібрати медичні дані: на рівні пацієнта, на рівні медичних закладів та на рівні системи охорони здоров'я [1];
4. Необхідно розробити функціонал, який би забезпечив автоматизацію необхідних бізнес-процесів. За основу беруться декілька типів МІС, а саме: Electronic medical record і electronic health record системи, системи ментального здоров'я та системи підтримки клінічних рішень[2].
5. Визначити стандарти розробки модуля «Кабінет психолога» медичної інформаційної системи та підтримувати їх.
5. Вибрати та розробити оптимальні рішення щодо забезпечення інформаційної безпеки, зокрема, роботи з персональними даними в модулі «Кабінет психолога».
6. Розробити зрозумілий та ефективний інтерфейс користувача.

3. Побудова модуля «Кабінет психолога»

В даній роботі пропонується побудова модуля «Кабінет психолога» медичної інформаційної системи, що має забезпечити такі функції:

1. Можливість отримання виписок пацієнта з даними про проведення минулих медичних реабілітацій та виведення їх у статистичні дані;
2. Внесення нових даних про процес реабілітації пацієнта до модуля «Кабінет психолога», їх обробка та представлення у вигляді діаграм для зручного відстеження прогресу лікування;
3. Рекомендація вибору методу лікування на основі отриманих даних.

Для вирішення поставленої задачі було розроблено DFD-діаграму, де визначено потоки даних пацієнтів, розроблено вимоги до системи в яких вирішено, що система має забезпечити цілісність, безпеку, надійність зберігання даних, стійкість до збоїв, доступність, зручність та простоту використання. Тому було запропоновано таку систему управління базами даних як PostgreSQL, використання мови програмування високого рівня Java та інші. Для реалізації алгоритмів управління даними в сховищі даних було запропоновано використання стандартної мови запитів до даних SQL. Для організації діалогу системи з користувачем - використання графічного віконного інтерфейсу користувача. Під час аварійної ситуації має відбуватися резервне копіювання інформації, для подальшого відновлення у стаціонарному режимі. Також було розроблено алгоритм функціонування системи, схему автоматизації робочого місця, інструкцію користувача та екранні форми.

4. Висновки

Спроектowana підсистема забезпечить зменшення часу на введення інформації про курс реабілітації та швидкий доступ до неї, що дозволить більше часу приділяти саме лікуванню пацієнта, а не на заповнення документації.

5. Література

Інтернет джерела: [1,2].

- [1] How to Make a Hospital Management Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.aimprosoft.com/blog/how-to-develop-a-hospital-management-system/>.
- [2] Brook C. What is a Health Information System? [Електронний ресурс] /Chris Brook – Режим доступу до ресурсу: <https://digitalguardian.com/blog/what-health-information-system>.

Технологія Big Data при Аналізі Даних Дефіциту Донорства Крові

Катерина Чиркова¹, Олександра Тронько²

Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки. 14, Харків, 61166, Україна

Анотація

Пропонується використання технологій Big Data для проведення аналізу даних, на основі яких будуть прийматися рішення щодо розв'язань критичних ситуацій дефіциту донорів та донорської крові.

Описується проблематика, що виникає у сфері донорства та можливості технологій Big Data для вирішення зазначених проблем. Одним із таких рішень є створення централізованого сховища даних для центрів здачі крові. Сховища даних є провідним інструментом для аналітики даних, зокрема для системи підтримки прийняття рішень. Тому при правильному підході до обробки великих масивів даних про донорів та потреби в компонентах донорської крові та їх аналізу можна знайти певні закономірності в питаннях донорства, прогнозування потреби в донорах, прийняття рішень керування кількістю необхідних донорів.

Ключові слова¹

Донація, потреба крові, аналітика даних, Big Data, OLAP.

1. Вступ

Нестача донорів у нашій країні стало проблемою хворих та лікарів, а не справою суспільства. Населення недостатньо обізнане у питанні нестачі донорської крові у зв'язку з недостатнім висвітленням цієї проблеми. Про гостру потребу донорської крові більшість нашого населення дізнається лише тоді, коли їх рідні або родичі потребують переливання компонентів донорської крові. В Україні завжди існував дефіцит донорської крові [1]. Відповідно до статистики, в Україні 14,05 донорів припадає на 1000 жителів/рік, тим часом як у Німеччини цей показник сягає 62,15 донорів на 1000 жителів/рік [2].

Повномасштабна війна в Україні докорінно змінила ставлення до проблеми дефіциту донорської крові. Протягом дев'ятих місяців потреба в донорській крові лишається стабільно високою. Залучення інформаційних технологій може внести вагомий внесок у вирішення проблеми дефіциту донорів та донорської крові, яку потребують цивільні, що постраждали від воєнних дій, бійці ЗСУ, пацієнти, що потребують планових операцій, пацієнти з онкологічними захворюваннями, породіллі.

Вирішення питання дефіциту донорської крові потребує проведення заходів залучення донорів до процедури донорства. Ряд країн в цьому питанні спирається на родинне донорство як одне із значних джерел поповнення запасів донорської крові [3].

Аналітика даних є перспективним і потужним інструментом. Наразі жодне велике підприємство не обходиться без проведення аналізу даних, що допомагає на основі цього приймати рішення, які стають запорукою успіху підприємства, бо через непередбачені прийняті рішення можна зазнати величезних збитків, які призводять до банкрутства, зниження репутації тощо.

--

2. Аналіз існуючих підходів

Наразі в Україні не існує єдиної системи, що відображає стан таких даних як запасів фонду донорської крові, кількість донорів та проведених донацій, кількість використаних компонентів донорської крові. Згідно до затвердженої галузевої статистичної звітної форми N 39-здоров, кожен центр крові надає щорічно звіт щодо зданої крові, використаних компонентів донорської крові, тощо. Відомості формуються у програмному середовищі Excel ручним способом та надається Міністерству охорони здоров'я, де дані для кожного центру крові підсумовуються і утворюють єдину відомість щодо показників роботи центрів крові. Іншим способом акумуляції даних центрів крові виступає платформа ДонорUA – автоматизована система рекрутингу та управління донорами, розроблена з метою популяризації донорського руху в Україні. Кожен центр крові надає дані щодо запасів крові до даної платформи з певною періодичністю, використовуючи не кількісні, а якісні показники, що не дає чіткого розуміння щодо донацій, запасів компонентів донорської крові.

Підводячи підсумки з аналізу існуючих підходів, можна сказати, що наявні рішення є неефективними щодо обліку показників донацій та запасів компонентів донорської крові, бо немає чіткої організованої системи, яка б автоматично визначала запаси компонентів донорської крові, враховуючи донації та використання компонентів донорської крові, мінімізуючи виникнення похибки збоку персоналу, мінімізації ручної праці та централізованого зберігання даних, при аналізі яких можна виявити дефіцит компонентів донорської крові у відповідних областях або центрах здачі.

3. Постановка проблеми

Центр крові – заклад, у якому проводять донації, дослідження та заготівлю донорської крові. Донорська кров потребується для багатьох закладів медичного призначення.

Важливим фактором є уникнення ситуації, при якій запасів донорської крові не вистачає, бо дана ситуація може коштувати життя не одній людині. Тому питання дефіциту донорської крові потребує впровадження рішення, яке допоможе контролювати запаси фонду донорської крові на державному рівні.

Для обробки, аналітики та прогнозування даних пропонується використання засобів технологій Big Data [4], які можуть широко використовуватися в медицині, а саме для:

- вдосконалення прийняття рішень у клінічній практиці;
 - виявлення пацієнтів групи ризику;
 - підвищення якості індивідуального обслуговування пацієнтів з метою отримання найкращих результатів;
- покращення планування ресурсів охорони здоров'я.

4. Вирішення

Варто відзначити перспективні напрямки застосування технологій аналізу великих обсягів інформації у сфері інформатизації медицини та практичної охорони здоров'я. Одним із таких рішень є розробка єдиного централізованого сховища даних. Сховище даних – це особлива форма організації бази даних, що призначена для зберігання в погодженому вигляді агрегованої інформації, що отримується на основі баз даних різних систем та зовнішніх джерел. Сховище даних призначене для аналітики, що передбачає читання великих обсягів даних, виявлення тенденцій і зв'язків з-поміж них [5].

Даний підхід допоможе розкрити ряд наступних питань: контроль обліку донацій; контроль споживання компонентів крові; прогнозування виникнення дефіциту певної групи крові; контроль запасів крові за областями, тим самим організовуючи раціональний розподіл запасів крові між центрами здачі крові; виявлення співвідношення чоловічої та жіночої статі серед донорів; виявлення способів повторного залучення донорів.

Обробка даних, що зберігаються у сховищах, відбуваються з використанням OLAP — це обчислювальний метод, який дозволяє користувачам легко та вибірково витягувати та запитувати дані, щоб аналізувати їх з різних аспектів[6]. Запити бізнес-аналітики OLAP часто допомагають в аналізі тенденцій медицини, фінансової звітності, прогнозуванні показників, бюджетуванні та інших цілях планування медичних установ, зокрема центрів крові. Дані збираються зі сховищ та організовуються в куби [7]. Кожен куб OLAP містить дані, класифіковані за параметрами (донори та період часу), отримані за допомогою таблиць розмірів у сховищах даних. Потім розміри заповнюються значеннями (імена донорів, місця проведення донорів, дати проведення донорів тощо), які організовані ієрархічно. Куби OLAP часто попередньо підсумовуються за вимірами, щоб значно скоротити час запиту порівняно з реляційними базами даних.

Тому концепція роботи полягає у розробці сховищ даних для центрів здачі крові. Такі сховища повинні зберігати відомості щодо: донорів; центрів здачі крові; медичних досліджень, які проходять донори для допущення до донорів та зданої крові безпосередньо; проведення донорів; фактів видачі крові.

Рисунок 1 демонструє один із прикладів розробленого сховища даних у вигляді зіркоподібної схеми для вирішення задачі обліку донорів. Для врахування всіх аспектів процесів, що відбуваються у центрах крові, сховище даних буде розширюватись відповідно до поставлених цілей.

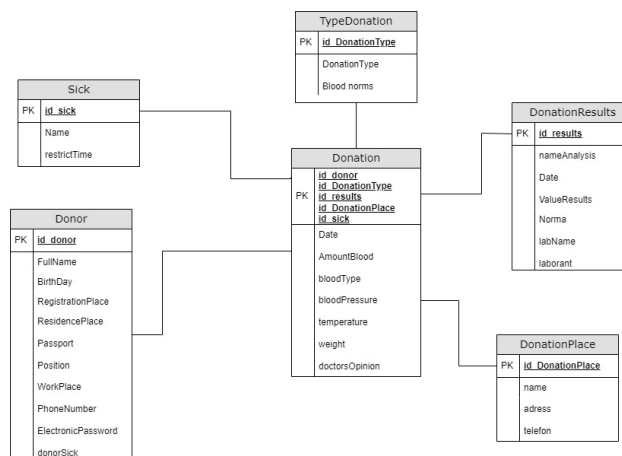


Рисунок 1: Приклад сховища даних для задачі обліку донорів

Сховища даних надають змогу отримувати різноманітну інформацію. Відповідно до результатів аналізу сховищ даних є можливість відслідковування тенденції зросту, спадання кількості донорів та використання компонентів донорської крові. Рисунок 2 відображає статистику щодо зданої донорської крові та використаних компонентів донорської крові за групами крові.



Рисунок 2: Статистика щодо зданої та використаних компонентів донорської крові за групами крові

Окрім аналізу кількості зданої донорської крові і використаних компонентів донорської крові за допомогою розробленого сховища даних є можливість дослідити «якість» проведеної донорської крові, тобто оцінити чи відповідає донорська кров всім необхідним параметрам, або ж чи є за певним критерієм відхилення результатів від нормативних значень, що призводить до вилучення донорської крові з обігу. Рисунок 3, зазначений нижче, описує статистику щодо зданої донорської крові за параметрами відповідності якості, зібрану згідно з даними 2010 та 2011 років.



Рисунок 3: Статистика щодо зданої донорської крові за параметрами відповідності якості

5. Висновки

Використання сховищ даних допоможе зберігати та проводити аналітику даних центрів крові, прогнозувати дефіцит груп крові, тим самим маючи змогу попереджати виникнення дефіциту донорської крові шляхом залучення донорів відповідної групи крові. Дана технологія може бути використана як інструмент управління кількістю залучених донорів в залежності від різних аспектів. Застосування інструментів Big Data у процесі обліку даних центру крові та їх аналізу сприяє покращенню розуміння загальної ситуації за рахунок знаходження прихованих закономірностей у масивах даних. Це може застосовуватись для прогнозування можливих ситуацій у центрах крові і ймовірності їх виникнення для прийняття стратегічних рішень.

6. Посилання

- [1] Донорство крові та її компонентів під час воєнного стану [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.donor.ua/pages/2519>
- [2] Порівняльна статистика донорства крові в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.donor.ua/pages/2276>
- [3] What Works to Increase Charitable Donations? A Meta-Review with Meta-Meta-Analysis [Електронний ресурс] / Alexander K. Saei, Peter Slattery, Joannie Lee та ін.]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11266-022-00499-y>.
- [4] Einfach erklärt: Was ist Big Data? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://weissenberg-group.de/einfach-erklart-was-ist-big-data/>.
- [5] Сховище даних [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/74246/informatika/shovische_danih.
- [6] Online Analytical Processing (OLAP) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.computerweekly.com/de/definition/Online-Analytical-Processing-OLAP>.
- [7] Was ist OLAP? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.computerwoche.de/a/was-ist-olap,3552712>.

Дослідження та Розробка Трендових Індикаторів Технічного Аналізу для Інтернет-платформи з Продажу Комерційної Нерухомості

Ігор Завтур^a, Сергій Тітов^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна

Анотація

Проведено дослідження трендових індикаторів технічного аналізу для подальшого їх використання на різних інтернет-платформах з продажу комерційної нерухомості. Використання технічних індикаторів на ринку нерухомості дозволить користувачеві забезпечити власні інвестиції у ринок нерухомості.

Ключові слова ¹

Технічний аналіз, трендові індикатори, інтернет платформа, нерухомість.

Research And Development of Technical Analysis Trend Indicators for an Internet Platform for the Sale of Commercial Real Estate

Ihor Zavtur^a, Serhii Titov^a

^a Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine

Abstract

A study of trend indicators of technical analysis was conducted for their further use on various Internet platforms for the sale of commercial real estate. The use of technical indicators in the real estate market will allow the user to secure his own investments in the real estate market.

Keywords

Technical analysis, trend indicators, internet platform, real estate.

1. Вступ

Для оцінки перспективності та привабливості об'єкта у який інвестують, зазвичай використовують технічний аналіз, за допомогою якого можливо передбачити зміни ціни ринку в майбутньому на основі цінових змін у минулому. Він заснований на аналізі часових рядів ціни. Методи технічного аналізу найчастіше використовуються для аналізу цін, що вільно змінюються залежно від середовища та глобальних інвестиційних настроїв. Саме з його допомогою інвестор може оцінити поточний стан ринку і майбутні ризики, пов'язані з прибутком або збитком. Здебільшого індикатори технічного аналізу використовуються на трейдингових платформах, однак існує можливість їх використання для передбачення тренду на ринку нерухомості, що в свою чергу виведе інвестиції у цій сфері на новий рівень.

--

2. Індикатори технічного аналізу

Індикатори технічного аналізу (технічні індикатори ринку) – являють собою деякий математичний алгоритм або набір математичних алгоритмів, за допомогою яких здійснюється прогнозування тих чи інших явищ на ринку на базі даних за певний проміжок часу. На основі сигналів технічних індикаторів прогнозується майбутня поведінка ціни на актив на підставі статистичних даних за минулі періоди. Виходячи з поведінки індикаторів, користувачі приймають рішення про вхід або вихід з ринку (відкриття і закриття торгових позицій) [1]. Їх суть полягає в математичному перетворенні ціни і/або обсягів фінансового інструменту для виявлення закономірностей на ринку в залежності від призначення або виду індикатора.

Відповідно до властивостей та застосування, індикатори можна умовно поділити на два основні класи: трендові індикатори та осцилятори. Трендові індикатори – це технічні інструменти, які вимірюють напрямок і силу трендів у вибраний період часу, тобто підтверджують тенденцію на ринку. Осцилятори використовуються, коли на ринку немає чіткого тренду та дозволяють визначати поворотні моменти з випередженням або синхронно.

2.1. Трендові індикатори

Трендові індикатори ґрунтуються на застосуванні різних математичних формул до руху ринку та представляють собою математичне усереднення ціни. Ці індикатори найкраще демонструють свою роботу на великих проміжках часу. На основі цього можна лише передбачити напрямок руху ціни в майбутньому, адже трендові індикатори трохи запізнюються та демонструють лише тенденцію в її розвитку [2,3].

Трендові індикатори на ряду з іншими індикаторами технічного аналізу мають власні переваги та недоліки.

Переваги:

- Визначають тип поточного тренду. Використовуючи такі алгоритми, користувач має змогу швидко оцінити та зрозуміти яка саме тенденція розвивається в даний момент часу на ринку.
- Трендові індикатори можуть бути поєднанні з осциляторами в якості фільтрів, що дасть більш точну оцінку ситуації на ринку. Оскільки трендовий індикатор зможе передбачити формування тренду, а осцилятор його розворот.
- Трендові індикатори мають гнучкі налаштування, що дозволяє користувачеві підлаштовувати алгоритми під певні ситуації та отримувати більш точні сигнали для відкриття позицій. [4]
- Основною перевагою трендових індикаторів є те, що вони менш схильні давати помилкові сигнали. Трендові індикатори дають сигнали тільки тоді, коли ціни ясно формують тренд або розворот [5].

Так само як і у інших індикаторів технічного аналізу, у трендових індикаторів є і свої недоліки. До недоліків можна віднести наступне:

- Одним із головних недоліків є те, що трендові індикатори показують поточну ринкову тенденцію, але вони не вказують на те, коли вона буде завершена. Незважаючи на те, що навіть такі сигнали починають надходити, трендові індикатори демонструють їх з запізненням.
- Незважаючи на можливість гнучкого налаштування, досягти певного, ідеального співвідношення в налаштуваннях досі не вдавалося. В результаті користувачеві необхідно шукати додаткові фільтри, поєднувати з іншими типами індикаторів для відсіву хибних сигналів.
- Зменшуючи періоди часу, трендовий індикатор буде більш чутливо реагувати на зміни, проте подібні зміни призведуть до надходження як позитивних, так і негативних сигналів та в цілому якість сигналів значно зменшиться. Проте, це не означає, що найбільший період часу буде працювати найкраще, адже існує ризик дуже сильного згладжування.

3. Аналіз ринку нерухомості

Використання трендових індикаторів не обмежується невеликою кількістю предметних галузей. Найбільшої популярності вони отримали у сфері трейдингу, але можуть використовуватися при передбачуванні цін на різних ринках у тому числі й ринку нерухомості.

Інвестування у ринок нерухомості є одним із найпоширеніших та безпечних видів інвестування у світі.

Незважаючи на те, ринок нерухомості є дуже стабільним, все ж таки він залежить від ряду політичних та геополітичних чинників. Різкі зміни настроїв у світі, або внутрішньої політики держави роблять її ринок нерухомості більш або менш привабливими для інвесторів.

Відстеження та своєчасна реакція на ситуації у світі гарантує інвесторам можливість отримати нові прибутки, або навпаки зберегти якомога більше статків. Використання саме технічних індикаторів допоможе інвестору зрозуміти чи є тренд взагалі та його тип. Оскільки інвестиції у ринок нерухомості потребують більше часу на реалізацію – використання осциляторів не є доречним, адже вони працюють на невеликих часових проміжках.

4. Висновки

Використання саме технічних індикаторів допоможе інвестору зрозуміти чи є тренд взагалі та його тип. Оскільки інвестиції у ринок нерухомості потребують більше часу на реалізацію – використання осциляторів не є доречним, адже вони працюють на невеликих часових проміжках.

Трендові індикатори підходять для використання у галузі нерухомості, адже ціни на нерухомість знаходяться у певному діапазоні дуже довгий період часу, що дозволить користувачеві отримати якісні сигнали. Виходячи з сигналу трендових індикаторів інвестор зможе запустити процес придбання або продажу нерухомості у самий вигідний для цього час.

Технічні індикатори не є розповсюдженими на ринку нерухомості, але їх використання може бути привабливим для користувачів різних платформ з продажу нерухомості. Це дозволить їм своєчасно реагувати на поточний тренд у світі або власній країні та робити швидкий вибір, що принесе користь, адже чим раніше користувач попаде у тренд тим вигіднішим буде його становище.

5. Література

- [1] Що таке індикатори і для чого вони потрібні URL: <https://cbt.center/ua/shho-take-indikatori-i-dlya-chogo-voni-potribni>.
- [2] The Complete Guide to Trend-Following Indicators URL: <https://finance.yahoo.com/news/complete-guide-trend-following-indicators-100425674.html>.
- [3] Все Индикаторы технического анализа – Списки и Классификация URL: <https://equity.today/vse-indikatory-texnicheskogo-analiza.html>.
- [4] Трендовые индикаторы и как они работают URL: <https://equity.today/trendovye-indikatory.html>.
- [5] Випереджаючи або трендові індикатори. Що краще? URL: <https://itstatti.in.ua/15-treidinh/264-viperedzhayuchi-abo-trendovi-indikatori.html>.

Моделювання Комп'ютерної Гри Хокейного Менеджера

Ольга Матвієнко^a, Дмитро Удовенко^b

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки 14, м. Харків, Україна

^b Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки 14, м. Харків, Україна

Анотація

З розвитком комп'ютерних ігор-менеджерів вдосконалюються симуляції для них, бо планка якості постійно підвищується. В удосконаленні комп'ютерних ігор, що відтворюють хокейний матч, можна виділити дві задачі. Одна з них – це збільшення ігрових коштів. Друга задача полягає у забезпеченні реалістичності гри – відповідності можливостей віртуальних гравців можливостям їх реальних прототипів на ігровому полі. Для розв'язання цих задач необхідний інструмент, що дозволяє зіставити ігрові можливості віртуальних гравців з можливостями їх реальних прототипів, за який будемо використовувати математичну модель комп'ютерної гри, що відтворює хокейний матч.

Ключові слова ¹

Комп'ютерна гра, математичне моделювання, блокчейн, токенизація.

1. Введення

Глобально симуляції вже досить давно використовуються у будь-якій грі-менеджері, та з розвитком ігор цього жанру вдосконалювалась симуляція в кожній з них, бо постійно піднімалася планка якості [1-3]. Проте, в нашій грі є дві принципові різниці від усіх конкурентів на ринку:

1. повний ухил гри в бік технології блокчейн та токенизація усіх ігрових елементів, тобто усі картки (гравці, шайби, ключки, тощо) є токенами, якими дуже зручно обмінюватись між гравцями а сам блокчейн NEAR гарантує безпеку усіх транзакцій;

2. поєднання мультиплеєра та безпеки завдяки використанню смарт-контрактів. Майже усі дані про користувача знаходяться на боці блокчейну. Дані розбиваються на загальні блоки, які зчіплюються один з одним за допомогою унікальних ідентифікаторів, що мають форму криптографічних хеш-функцій. Блокчейн забезпечує цілісність даних з єдиним джерелом достовірної інформації, усуваючи дублювання даних та підвищуючи їхню безпеку. У системі блокчейна неможливі шахрайство та маніпуляція даними, оскільки змінити їх можна лише з дозволу кворуму сторін. Книжкою блокчейна можна обмінюватися, але її не можна змінити. Якщо хтось спробує змінити дані, всі учасники отримають повідомлення про це і знатимуть, хто це був.

Одна з переваг – робота на блокчейні Near.Protocol. Він здатний обробляти близько 100 000 транзакцій за секунду завдяки 1-секундному створенню блоку.

Вартість транзакцій може бути в 10 000 разів нижчою, ніж на Ethereum.

2. Опис гри

Користувачу довірили керування хокейним клубом. Його завдання: покращення команди, ведення грамотної трансферної політики та перемоги у матчах проти інших користувачів.

Гра написана на NEAR блокчейні, що дає доступ до play-to-earn механік і в майбутньому можливість переміщення ігрових активів між іграми.

Гра орієнтована на західну аудиторію. "Ідеальний" користувач – чоловік віком близько 26 років, що працює в офісі, з вищою технічною освітою, грає щодня по 2 години з метою відпочинку та розваг, стежить за новинами на форумах, найчастіше використовує комп'ютер. Також є фанатом хокею і активно відвідує ігри, активний користувач Twitter і Discord.

Переваги гри:

- керування віртуальною хокейною командою та заробіток реальних грошей;
- досвід управління хокейною командою, наближений до реального;
- поєднання технологій майбутнього та найкращих ігрових механік жанру;
- кросплатформенність;
- час ігрової сесії.

Гра розрахована на короткі ігрові сесії 5-7 хвилин. Сама гра розробляється на ігровому движку Unity, відповідно є кросплатформенною, а саме: мобільні телефони та персональні комп'ютери. Керування здійснюється за допомогою миші або клавіатури.

Користувач розставляє гравців у слоти п'ятірками.

Підбір суперника для гри визначається за сумою ставки та рейтингом гравця.

Під час матчу гравець може міняти склади, тактики та час знаходження на льоду своїх гравців. Також він може брати тайм-аут, знімати воротаря і використовувати мотивуючу промову для підняття духу своїх гравців. Гравець може переглядати склад команди суперника.

Користувач може купити або продати гравців. Купити гравців можна у вигляді пакета, або в інших користувачів.

На екрані результатів показується фінальний рахунок, фінансові та не фінансові заслуги гравця.

2.1. Математична модель гри

Постановка задачі: розробити гру, яка буде не відставати від конкурентів на ринку, вона буде конкурентноспроможною, сам ігровий процес має бути наближений до реального досвіду [4-6].

Математична модель ігри в хокей повинна задовольняти наступним вимогам: послідовність подій, що відображаються в моделі, повинна відповідати послідовності дій реальних гравців в процесі гри.

Хокейний матч представляється як набір кроків, під час яких можуть виникнути якісь пов'язані події, кожна з яких має свій коефіцієнт.

Вихідними даними для задачі моделювання гри в хокей є характеристики кожного гравця з відповідними коефіцієнтами. Характеристики гравця приймають значення із відрізка [0,100] і можуть бути такими: skating (катання на ковзанах), strength (міць), shooting (удар), stickhandling (володіння клюшкою), defence (захист). Кожна характеристика в свою чергу має набір параметрів, які теж оцінюються числовими значеннями з відрізка [0,100]. Наприклад, характеристика skating (катання на ковзанах) має параметри: acceleration (прискорення), agility (спритність), balance (баланс), endurance (витривалість), speed (швидкість). Параметри інших характеристик наведені на рисунку 1.

00 Skating	00 Strength	00 Shooting
00 Acceleration	00 Aggressiveness	00 Slap Shot Accuracy
00 Agility	00 Body Checking	00 Slap Shot Power
00 Balance	00 Durability	00 Wrist Shot Accuracy
00 Endurance	00 Fighting Skill	00 Wrist Shot Power
00 Speed	00 Strength	
00 Stickhandling	00 Hockey IQ	00 Defense
00 Deking	00 Discipline	00 Defensive Awareness
00 Hand-Eye	00 Offensive Awareness	00 Faceoffs
00 Passing	00 Poise	00 Shot Blocking
00 Puck Control	00 Morale	00 Stick Checking

Рисунок 1: Характеристики та параметри гравця

Перед кожною грою рахується показник зіграності команди, від нього залежить успішність п'ятірки, він рахується на основі коефіцієнтів.

Ролі гравців розподіляються у відповідності з позицією, яку займає гравець на полі на даний момент. Кожній позиції надається коефіцієнт:

- своя позиція – 1;
- інший край – 0,95;
- інша позиція – 0,8;
- у центрі боковий – 0,75.

Загальний розподіл ролей такий: нападник, захисник, воротар. Більш детально: enforcer , shooter, try harder, defensive forward і т.п. Матч складається з 3-х періодів, у кожному 25 раз викликається функція GenerateEvent, яка генерує події. У ній може бути декілька подій (action, event), які пов'язані між собою: dump (скидання), shot (удар), move (рух), dangle (відбір), pass (пас). Усі actions розглядаються відносно гравця з шайбою. Нижче наведений рисунок 2 з ваговими коефіцієнтами для кожної ролі та кожної можливої події (action).

	dump	shot	move	dangle	pass
Playmaker	1	2	3	3	2
Enforcer	4	2	1	1	3
Shooter	1	4	3	2	1
Try-harder	2	1	4	1	3
Defensive forward	4	2	1	1	3
Grinder	4	1	4	1	1
Defensive defensemen	4	2	1	1	3
Offensive defensemen	1	4	2	3	1
Two-way	1	3	3	2	2
Tough guy	4	1	4	1	1

Рисунок 2: Вагові коефіцієнти подій у відповідності з ролями

Після створення події action йде розрахунок того, у чию користь вона була. Формула розрахунку корисності гравця 1:

$$(\text{Compared_stats_1} + \text{Morale_1} + \text{Strength_1}) / 3 * \text{teamwork_1}, \quad (1)$$

де Compared_stats_1, Morale_1, Strength_1 – це вихідні дані, параметри гравця 1.

Далі значення корисностей порівнюються та подія передається гравцю з більшим значенням корисності.

Розглянемо визначення події на прикладі playmaker (гравця) (рис.3):

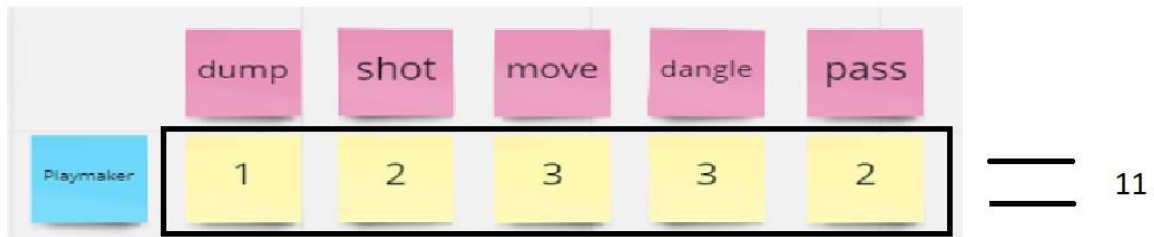


Рисунок 3: Визначення події для playmaker (гравця)

Позначимо вагові коефіцієнти кожної події λ_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$, $\lambda_{ij} \in [1, 5]$, $\lambda_{ij} \in \mathbb{Z}$, де n – кількість подій, m – кількість ролей. Коефіцієнт події для кожної ролі будемо обчислювати за формулою:

$$Coef_Action_{ij} = \frac{100 \cdot \lambda_{ij}}{\sum_j \lambda_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Для кожної події кожної ролі будується інтервал:

$$\begin{aligned} &[1; Coef_Action_{i1}), \quad [Coef_Action_{i1}; Coef_Action_{i1} + Coef_Action_{i2}), \\ &[Coef_Action_{i1} + Coef_Action_{i2}; Coef_Action_{i1} + Coef_Action_{i2} + Coef_Action_{i3}), \dots, \\ &[Coef_Action_{i1} + \dots + Coef_Action_{in-1}; Coef_Action_{i1} + \dots + Coef_Action_{in}), \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (3)$$

На рисунку 4 під ваговими коефіцієнтами наведені значення $Coef_Action_{1j} = 9, 18, 27, 27, 18$ та праві межі інтервалів подій: 9, 27, 54, 81, 100.

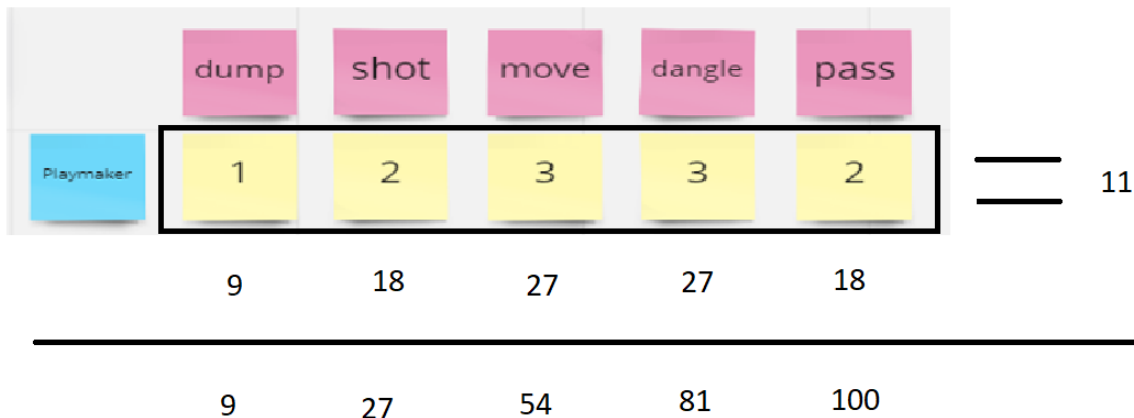


Рисунок 4: Визначення інтервалів подій для playmaker (гравця)

Для визначення події генерують випадкове ціле число із відрізка $[0, 100]$, визначають інтервал, в який потрапляє це число, обирають подію, яка відповідає цьому інтервалу. Якщо, наприклад, випадкове число дорівнює 50, то відповідна подія: $action = move$.

Результат даної роботи – працездібна гра, відповідна рівню; успішний розвиток гри; здатність до розширення архітектури та функціоналу; наявність ком'юніті та його розширення; активність з боку інвесторів. Під час розробки гри використовувалися нові технології, такі як Unity [7], блокчейн, метод розробки scum. Подальша робота в цьому напрямі передбачає усунення проблем, які виникли під час розробки, оптимізація усього процесу гри.

3. Література

- [1] Y. Wang, Mathematical models and properties of games, Conference: Cognitive Informatics, 2005, P. 294-300. DOI:10.1109/COGINF.2005.1532644
- [2] A.P. Sutiono, A. Purwarianti, H. Iida, A Mathematical Model of Game Refinement, Intelligent Technologies for Interactive Entertainment, Volume 136 of the series Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, 2014, P. 148-151. DOI:10.1007/978-3-319-08189-2_22
- [3] В.И. Сердюков, Н.А. Сердюкова, С.И. Шишкина Математическая модель однопользовательской компьютерной игры, воспроизводящей дуэльный бой танков. Математика и математическое моделирование, 2020, №3 С.29-42. DOI:10.24108/mathm.0320.0000225
- [4] <https://metanit.com/sharp/>
- [5] <https://visualstudio.microsoft.com/ru/msdn-platforms/>
- [6] <https://learn.microsoft.com/en-us/docs/>
- [7] <https://docs.unity.com/>

Сучасні Методи Надання Персоналізованих Рекомендацій в Інформаційних Системах

Катерина Мещан ^a, Юрій Міщеряков ^a

^a Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки 14, Харків, 61166, Україна

Анотація

Розглянуто методи, придатні для вирішення завдань надання персоналізованих рекомендацій в інформаційних системах.

Ключові слова ¹

Персоналізовані рекомендації, системи рекомендацій

1. Вступ

Зі зростанням популярності інтернет-магазинів зростає і їх асортимент. Тому, як правило, виникають проблеми, які негативно позначаються як на магазинах, так і на клієнтах. Покупець, який побачив перед собою велику кількість товарів та їх параметрів, може не одразу зрозуміти, який із них йому потрібен. Однак, на відміну від звичайного магазину, тут продавець-консультант відсутній. З цієї причини для збільшення зручності користування інтернет-магазинами та підвищення прибутку було запроваджено нові функції. Зокрема різні персоналізовані рекомендації.

2. Виклад основного матеріалу

Під персоналізацією слід розуміти спосіб як правильно підібрати потрібний тип послуги та продукту, а також вміст для потрібних користувачів. Завдяки цьому це допомагає покращити залучення користувачів – будь-яка взаємодія людей з продуктом, веб-сайтом, програмою тощо.

У систем рекомендацій використовуються системи фільтрації інформації надання індивідуальних рекомендацій. Такі системи, також відомі як механізми рекомендацій, надають індивідуальні рекомендації в режимі реального часу. Системи рекомендацій використовують алгоритми та методи машинного навчання для надання найбільш релевантних пропозицій користувачам, вивчаючи дані (наприклад, минулу поведінку) з метою прогнозування поточних інтересів.

Персоналізовані системи можуть надавати такі рекомендації, як [1, 2]:

- рекомендації на основі продуктів (наприклад, Amazon, Booking.com);
- рекомендації на основі вмісту (наприклад, Netflix, Spotify, TikTok, Instagram).

Є три основні підходи до створення системи рекомендацій, які засновані на методах і функціях для прогнозування того, яким елементам віддадуть перевагу користувачі [3]:

- фільтрація на основі вмісту (content-based filtering), яка генерує прогнози шляхом аналізу атрибутів елементів і пошуку подібності між ними;
- спільна фільтрація (collaborative filtering), яка генерує прогнози, аналізуючи поведінку користувачів і зіставляючи користувачів зі схожими смаками;
- гібридна фільтрація (hybrid filtering), яка об'єднує дві або більше моделей.

У сучасних комерційних системах найбільшого поширення набули гібридний підхід і підхід, заснований на використанні моделей (алгоритми кластеризації, байєсовські мережі довіри, латентні семантичні моделі). Для виявлення груп користувачів зі схожими характеристиками часто використовуються різні алгоритми кластеризації.

Модель фільтрації на основі вмісту надає рекомендації, використовуючи конкретні атрибути елементів шляхом пошуку схожості. Такі системи створюють профілі даних на основі описової інформації, яка може містити характеристики елементів або користувачів. Потім створені профілі використовуються для рекомендації предметів, подібних до тих, які користувач любив/купував/дивився/слухав у минулому.

Найпоширеніша модель, спільна фільтрація, надає відповідні рекомендації на основі взаємодії різних користувачів із цільовими елементами. Такі системи рекомендацій збирають інформацію про минулу поведінку користувачів, а потім викопують її, щоб вирішити, які елементи відображати іншим активним користувачам із подібними смаками. Це може бути що завгодно: від пісень, які користувачі слухали, або продуктів, які вони додали в кошик, до оголошень, які користувачі натискали, і фільмів, які вони раніше оцінювали, тощо. Ідея такої системи полягає в спробі передбачити, як людина відреагує на предмети, з якими вона ще не взаємодіяла.

Гібридна фільтрація була створена, щоб усунути проблеми та обмеження чистих моделей систем рекомендацій. Гібридні моделі використовують кілька методів рекомендацій під одним дахом, щоб отримати вищу точність рекомендацій із меншою кількістю недоліків будь-якої окремої. Як правило, це спільна фільтрація, яка змішується з іншими методами, щоб подолати проблему холодного запуску. Але не виключно, оскільки підходи можуть поєднуватися різними способами.

Існує декілька найпоширеніших проблем персоналізованих систем – проблема холодного запуску і проблема частого поновлення даних про активність користувача. Проблема холодного запуску істотно знижує якість роботи рекомендаційної системи внаслідок відсутності даних про переваги нових (або мало активних) користувачів. Проблема частого поновлення даних про активність користувача (наприклад, в компанії Amazon мова йде про мільйони покупців) різко знижує продуктивність рекомендаційної системи в цілому.

3. Висновки

Таким чином, мета створення персоналізованих систем є допомога користувачам підібрати релевантний товар. Такі системи видають різні рекомендації для різних користувачів. Персоналізовані системи розділені на три великі групи: фільтрація на основі вмісту, спільна фільтрація та гібридна фільтрація. Для надання рекомендацій системи можуть використовувати конкретні атрибути елементів для пошуку подібності (колір, технічні характеристики) та взаємодію різних користувачів з цільовими елементами (перегляд товару, придбання).

4. Література

- [1] Greg Linden, Brent Smith and Jeremy York Amazon.com recommendations: Item-to-Item Collaborative Filtering // Industry Report, IEEE INTERNET COMPUTING, 2003.
- [2] Николенко С. Рекомендательные системы: user-based и item-based [Електронний ресурс] / Сергей Николенко. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/surfingbird/blog/139518/>.
- [3] Recommender Systems: Behind the Scenes of Machine Learning-Based Personalization [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.altexsoft.com/blog/recommender-system-personalization>.

Зміст

1. Оптимізація Структур Розподілених Баз Даних з Використанням Масштабування Павло Таран, Володимир Безкоровайний.....	5-6
2. Структурно-Топологічна Оптимізація Комп'ютерних Мереж CALS-Систем Микола Смірнов, Володимир Безкоровайний.....	7-8
3. Імітаційне Моделювання Процесу Функціонування Розподіленої Бази Даних Комп'ютерно-Інтегрованого Виробництва Ольга Іванюк, Володимир Безкоровайний	9-10
4. Моделювання Технологічного Процесу Виготовлення MEMC-Акселерометрів Катерина Прінь, Володимир Безкоровайний	11-12
5. Формалізація Задачі Структурно-Параметричної Оптимізації Технологічних Процесів Володимир Ханджян, Володимир Безкоровайний	13-14
6. Оптимізація Страхових Заділів у Технологічних Процесах Приладобудівельного Виробництва Дмитро Філонич, Володимир Безкоровайний.....	15-16
7. Синтез Виробничої Системи Ідентифікації та Обліку Деталей на Основі Технології Штрихового Кодування Максим Аргунов, Володимир Безкоровайний	17-18
8. Підтримка Прийняття Рішень При Проектуванні Комп'ютерно-Інтегрованих Виробничих Процесів Нікіта Здорик, Володимир Безкоровайний.....	19-20
9. Використання Сплайнів та Методу Скінчених Сум Фур'є для Відновлення Розривних Функцій Олександра Литвин, Катерина Уколова, Владислав Кошеленко	21-22
10. Класифікатор Емоцій Людини за Зображенням Обличчя на Основі Нейронної Мережі Ювченко К.С., Єсілевський В.С., Середа О.Г.....	23-27
11. Дослідження Методів Прогнозування Показників Електронної Комерції Під Час Соціальних Катастроф Артем Ховрат, Олексій Назаров.....	28-29
12. Чисельне Моделювання Перехідних Режимів з Використанням Схеми Лакса-Вендроффа Ірина Гусарова, Ольга Фещук	30-31
13. Впровадження ERP Систем для Автоматизації Роботи Підприємств З Організації Масових Заходів Надія Калита, Олександр Настенко	32-33
14. Модуль Психолога Медичної Інформаційної Системи для Проведення Ефективного Лікування Пацієнтів з Ментальними та Генетичними Порушеннями Валерія Уварова, Дмитро Міхнов	34-35
15. Технологія Big Data при Аналізі Даних Дефіциту Донорства Крові Катерина Чиркова, Олександра Тронько.....	36-39
16. Дослідження та Розробка Трендових Індикаторів Технічного Аналізу для Інтернет- платформи з Продажу Комерційної Нерухомості Ігор Завтур, Сергій Тітов.....	40-42
17. Моделювання Комп'ютерної Гри Хокейного Менеджера Ольга Матвієнко, Дмитро Удовенко	43-47
18. Сучасні Методи Надання Персоналізованих Рекомендацій в Інформаційних Системах Катерина Мещан, Юрій Міщеряков.....	48-49

Наукове видання

«Інформаційні системи та технології» ІСТ-2022

МАТЕРІАЛИ
11-ї Міжнародної науково-технічної конференції
Частина 2

22-25 листопада 2022

Харків, Україна

**«INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES»
IST-2022**

Proceedings
of the 11-th International Scientific and Technical Conference
Part 2

November 22-25, 2022

Kharkiv, Ukraine

Наукові редактори: В.В. Безкоровайний, L. Petryshyn, В.Г. Кобзєв
Коректор – Ю.В. Міщеряков
Комп'ютерна верстка – К.Г. Онищенко, О.О. Олійник

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14,
ХНУРЕ

Підписано до друку 25.11.2022.

Папір 80 г/м².

Умов.-друк. арк. – _____. Обл.-вид. арк. – _____.

Наклад 150. Зам. № 038

Видавець та виготовлювач ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД»
61024, м. Харків, вул. Гуданова, 18
Тел.: (057) 756-53-25
www.madrid.in.ua : info@madrid.in.ua