

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
AGH Науково-технологічний університет імені Станіслава Сташіца в Кракові, Польща
Харківський національний університет радіоелектроніки
Вінницький національний технічний університет
Національний авіаційний університет
Представництво "Польська Академія Наук" в Києві
Фінансово-економічний інститут Таджикистану
Економічна академія "Д.А.Ценов", Болгарія
Лудзький університет, Польща
Штуттгартський університет, Німеччина
Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE), Українська секція
Громадська організація "Івано-Франківський ІТ кластер"

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

**Матеріали
Міжнародної науково-технічної конференції
здобувачів вищої освіти та молодих вчених**

**27–29 листопада 2019 року
Івано-Франківськ, Україна**

**CSYSC
2019**

**COMPUTER SCIENCE,
INFORMATION TECHNOLOGIES
AND MANAGEMENT SYSTEMS**

**Proceedings
of the International Scientific Young Scientists Conference**

**2019, November , 27th to 29th
Ivano-Frankivsk, Ukraine**

**Івано-Франківськ
2019**

Електронне видання комбінованого
використання на CD-ROM

УДК 004+005

Науковий редактор: докт. техн. наук, проф. **Л.Б. Петришин** (AGH UST, ПНУ);

Рецензенти:

д.т.н., проф. **П. Лебковський**
д.т.н., проф. **В.В. Безкоровайний**;
д.т.н., проф. **П. Маслянка**;
д.т.н., проф. **В.М. Сінеглазов**.

Комп'ютерні науки, інформаційні технології та системи управління : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, м. Івано-Франківськ, 27–29 листопада 2019 року / наук. ред. Л.Б. Петришин. – Електрон. дані. – Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрану.

ISBN 978-966-640-478-0

Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції з проблем комп'ютерних наук, інформаційних технологій, систем управління та ігрового програмного забезпечення.

УДК 004+005

ISBN 978-966-640-478-0

© ПНУ ім. В. Стефаника та автори, 2019

ЗМІСТ	3
Секція 1.	
Комп'ютерні науки	7
Комп'ютерне моделювання процесу реакції-субдифузії змінного порядку <i>Гуляницький А., Токар К.</i>	8
Development of software for solving problems of optimal control of temperature state of composite hollow cylinder <i>Aralova A.</i>	10
Про реалізацію алгоритмів багатовимірної апроксимації функцій <i>Гарт Л., Сіряк А., Балейко Н.</i>	13
Програмне забезпечення для моніторингу та класифікації хмарності за інтенсивністю та регіонами <i>Микуланинець І., Мельник Р.</i>	15
The information system design for the personalized cosmetic selection <i>Krot I.</i>	17
Категорія рефакторинг доступу <i>Струзік В.</i>	20
Особливості візуалізації 3D-об'єктів в системах дистанційного навчання <i>Остапенко В., Коваль О.</i>	22
Практична реалізація аналітичних мереж та дослідження їх характеристик <i>Филищук Р.</i>	25
Генетичні алгоритми оптимізації ансамблів згорткових нейронних мереж <i>Кудін О., Кривохата А.</i>	28
Моделювання квазіпластики капілярних поверхонь висячої краплі <i>Сусак Я., Малько О.</i>	30
Розробка системи виявлення дефектів мови на основі аналізу аудіо-сигналів <i>Скринник І.</i>	33
NP-повні задачі та їх алгоритми <i>Париляк О., Семаньків М.</i>	35
Використання технології WebAssembly у сучасних веб-додатках <i>Тершак Р., Ляш Ю.</i>	38
Дослідження методів інтерполяції на неоднорідній часовій сітці <i>Гузьо Ю., Горєлов В.</i>	40
Використання Tesseract для оптичного розпізнавання символів <i>Чихарівський А., Ляш Ю.</i>	43

Математичне та алгоритмічне забезпечення декомпозиції складних систем з аналізом і екстракцією вхідних даних <i>Силук О., Петришин Л.</i>	45
Multiagent modeling of crowd behavior <i>Lanovyy O., Lanovyy A.</i>	48
Моделювання квазіпластики капілярних поверхонь лежачої краплі <i>Кухарчук І., Малько О.</i>	50
Розробка методу розпізнавання людської діяльності мобільними сенсорами <i>Глібовицький Б., Горелов В.</i>	53
Аналіз проблеми структуризації веб-систем <i>Бугай Д., Копоть М.</i>	56
Дослідження алгоритмів фрактального кодування зображень <i>Навроцький І., Семаньків М.</i>	58
Local behavior of entire curves having bounded l -index in l_∞ <i>Geiko O., Bandura A.</i>	60
The use of ELK stack and .net core technologies for the analysis of the datasets of Ukrainian vehicle operations <i>Budianskyi O., Iordanov S., Kobziev V.</i>	62
Секція 2. <i>Інформаційні технології</i>	65
Distributed public key infrastructure using Blockchain <i>Striletskyi D.</i>	66
Model information system to increase social activity <i>Chenka M.</i>	68
Важливість реоптимізації для задач багатокритеріального програмування <i>Дрейчан Н.</i>	70
Using Computer Vision and Fuzzy Logic to assess quality of Business Process Models <i>Kopp A., Orlovskyi D.</i>	72
Аналіз цінності контингенту студентів у вищому навчальному закладі <i>Орловський Д., Пивоварова А., Копп А.</i>	74
Using generative adversarial networks for text generation <i>Gezha N., Tishchenko S., Rudnichenko N., Belyaev K., Petrov I., Voytsekhovskiy A.</i>	76
Інформаційні технології моніторингу прозорості води <i>Ішук Д., Попов І., Кривенко О., Луценко В.</i>	79
Garch algorithm usage to analyze financial data <i>Gorodok A., Markovskaya N.</i>	82
Алгоритм розпізнавання рукописних символів із використанням згорткових мереж <i>Марчук Д., Марчук Г., Сугоняк І.</i>	84

Інформаційні технології моніторингу в газовидобуваючій галузі <i>Ішук Д., Нгуен Ань, Кривенко О., Луценко В.</i>	86
Програма пошуку зображень облич за ознаками штрих кодів <i>Гаврилко Ю., Мельник Р.</i>	88
Information system of thematic apperception testing <i>Vasyliuk V.</i>	91
Інтерполяційні процеси в інформаційних технологіях <i>Макарчук А.</i>	93
Контроль динамічного інтерфейсу користувача з використанням індексу структурної подібності SSIM <i>Батурич Г., Безкоровайний В.</i>	95
Інформаційна технологія проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод <i>Гулевська К., Шумова Л.</i>	97
Розумний будинок з використанням Блокчейна <i>Білова А.</i>	100
Гідравлічна модель трубопроводу з давачем мутності та її дослідження <i>Заміховська О., Островська А., Петрів С.</i>	102
Features of the use of neural network to the classification of eye diseases <i>Mahmoud Smaida, Yaroshchak S.</i>	105
Еволюція проектних команд та методи керування ними <i>Слупська С., Кобзєв В.</i>	112
Trading in real time using an expert advisor using awesome oscillator, stochastic oscillator technical analysis methods <i>Motuzov O.</i>	114
Дослідження методів трекінгу та класифікації об'єктів через системи відеонагляду <i>Крицький С.</i>	116
Statistical analysis of foreign economic relations of Ukraine and the Baltic countries <i>Tereshchenko G., Kobziev V., Kyrychenko I.</i>	118
Секція 3.	
Системи управління	121
Dynamic model of production processes in macroeconomics <i>Yakhin S.</i>	122
Дослідження впливу горизонту управління MPC-регулятора на перебіг процесу випалювання вуглецевих виробів <i>Жученко О. Коротинський А.</i>	124
Розпізнавання звукових коливань для підвищення ефективності охоронної автоматизованої системи <i>Лещенко О., Лещенко К., Копил М.</i>	126

Дослідження температурних полів в процесі формування вуглецевих виробів в режимі підготовки	
<i>Жученко О., Хібеба М.</i>	129
Розроблення прототипу системи керування координатним верстатом на базі ПЛК STM32	
<i>Бугра Т., Паньків Ю., Пастернак О., Паньків Х.</i>	132
Розроблення системи віддаленого моніторингу за технологією LoRaWAN	
<i>Серedyк Ю., Паньків Ю., Голендир Р., Паньків Х.</i>	139
The usage of the SCRUM methodology for managing the projects	
<i>Konovarov V., Kobziev V.</i>	142
Розробка системи управління верстатом-качалкою на базі частотного перетворювача Sinamics G120 та контролера Simatic S7-1200	
<i>Мороз І., Романюк А.</i>	144
Секція 4.	
<i>Ігрове програмне забезпечення</i>	146
Процедурна генерація ігрових світів	
<i>Марцінковський А., Ровінський В.</i>	147
Розробка вікторини в APP INVENTOR 2	
<i>Винничук М., Гладкий А.</i>	149
Моделювання системи «Гравець-Комп'ютерна Гра» за допомогою методів машинного навчання	
<i>Петрук О., Горєлов В.</i>	151

СЕКЦІЯ 1

Комп'ютерні науки

Computer Science

Комп'ютерне Моделювання Процесу Реакції-Субдифузії Змінного Порядку

Андрій Гуляницький
факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Київ, Україна
andriyhul@gmail.com

Костянтин Токар
факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Київ, Україна
tokar.kostya@gmail.com

Computer Modeling of Variable-Order Reaction-Subdiffusion Process

Andrii Hulianytskyi
Faculty of Computer Science and Cybernetics
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Kyiv, Ukraine
andriyhul@gmail.com

Kostiantyn Tokar
Faculty of Computer Science and Cybernetics
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Kyiv, Ukraine
tokar.kostya@gmail.com

Анотація—Запропоновано дискретизацію за часом рівняння реакції-субдифузії змінного порядку, проведено аналіз збіжності дискретизації та чисельні експерименти для визначення експериментального порядку збіжності.

Abstract—Temporal discretization of variable-order reaction-subdiffusion equation is offered. Convergence analysis was considered and numerical experiments were conducted in order to get experimentally determined order of convergence.

Ключові слова—дробові диференціальні рівняння, субдифузія, часова дискретизація, L1-метод

Keywords—fractional differential equations, subdiffusion, temporal discretization, L1-method

І. ВСТУП

Дробові диференціальні рівняння широко досліджуються впродовж останніх десятиліть. Дробова похідна Рімана-Ліувілля нецілого порядку β визначається за формулою

$$(D_0^\beta u)(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\beta)} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t \frac{u(s)}{(t-s)^\beta} ds. \quad (1)$$

Рівняння субдифузії, що містить похідну Рімана-Ліувілля, може бути застосоване при моделюванні аномальної дифузії, в якій характерна наявність пасток в середовищі, які суттєво впливають на природу переносу речовини. Прикладом може слугувати позаклітинне середовище ембріона. Протягом раннього розвитку ембріона диференціація його клітин визначається концентрацією певних речовин, що називаються морфогенами. Морфогени секретуються в деякій частині ембріона і розподіляються по тілу шляхом дифузії. Досягнення порогової концентрації морфогенів активує чутливі до цього гени клітин, що і визначає її подальший розвиток. Таким чином, концентрація морфогенів певним чином кодує розвиток тканин ембріона [1].

В [2] показано, що щільність часу очікування стрибка дифундуючої частинки має довгий хвіст. Це призводить

до того, що середньоквадратичне зміщення зростає повільніше, ніж лінійна функція, через що процес описується субдифузією, а не звичайною дифузією.

Сьогодні вже запропоновано багато різницевих схем для рівняння субдифузії сталого порядку (напр. [3]). Проте для випадку залежного від просторової змінної порядку чисельних методів розв'язання представлено не було. Відповідне рівняння отримане на основі процесу випадкових блукань з неперервним часом в неоднорідному середовищі [4].

ІІ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Ми досліджуємо наступне рівняння в обмеженій області Ω на часовому проміжку $(0, T]$ як математичну модель процесу переносу морфогенів

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \Delta(e^{-\theta(x)t} K(x) D_0^{1-\alpha(x)}(e^{\theta(x)t} u)) - \theta(x)u + f(x, t),$$

з початковими та крайовими умовами

$$u|_{t=0} = U_0(x), \quad (3)$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0. \quad (4)$$

Тут u – невідома концентрація, θ – коефіцієнт реакції, α – залежний від просторової змінної дробовий показник дифузії, f – інтенсивність джерел та стоків речовини, а похідна Рімана-Ліувілля береться за часовою змінною.

Ми пропонуємо таку дискретизацію за часом цього рівняння. Для наближеного обчислення похідної Рімана-Ліувілля застосуємо L1-метод [5]. Будемо шукати концентрацію на часовій сітці $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = T$ зі сталим кроком τ за допомогою наступного напівдискретизованого рівняння

$$\frac{u_j - u_{j-1}}{\tau} = \Delta \left(e^{-\theta(x)t_j} K(x) \tau^{\alpha(x)-1} \sum_{k=0}^j \rho_{jk} e^{\theta(x)t_{j-k}} u_{j-k} \right) - \theta(x)u_j + f_j, \quad (5)$$

з початковою і крайовою умовами

$$u_0 = U_0(x), \quad (6)$$

$$u_j|_{\partial\Omega} = 0, \quad (7)$$

де $u_j = u(x, t_j)$, $f_j = f(x, t_j)$ та коефіцієнтами L1-дискретизації

$$\Gamma(1 + \alpha(x))\rho_{jk}(x) = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ (k-1)^{\alpha(x)} - 2k^{\alpha(x)} + (k+1)^{\alpha(x)}, & k = \overline{1, j-1} \\ (j-1)^{\alpha(x)} - k^{\alpha(x)} - \alpha(x)j^{\alpha(x)-1}, & k = j \end{cases} \quad (8)$$

Ми стверджуємо, що для розв'язку напівдискретизованої задачі має місце таке твердження.

Теорема. Нехай $\Omega \subset \mathbb{R}^N$, $N \in \{1, 2, 3\}$ та виконуються такі умови:

- $\alpha(x) \in C(\overline{\Omega})$,
- $0 < \alpha_0 \leq \alpha(x) \leq \alpha_1 < 1$,
- $K(x) \geq K_0 > 0$,
- $\theta(x) > 0$,
- $\partial\Omega \in C^2$, $u \in L_2(\Omega, C^2([0, T]))$

Тоді $\exists c > 0$ таке, що похибка апроксимації $e_j(x) = u(x, t_j) - u_j(x)$ задовольняє

$$\|e_j\|_{L_2(\Omega)} \leq c\tau \quad (9)$$

Таким чином, похибка за часом має перший порядок, такий же, як і для рівнянь субдифузії сталого порядку.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Для розв'язання напівдискретизованого рівняння (5) було використано різницеве наближення оператора Лапласа на сітці з n вузлами. В першу чергу цікавим є питання про оптимальність оцінки (9). Для обчислення експериментально визначеного порядку збіжності (ЕПЗ) використовувалась наступна формула

$$\frac{\ln(\|E(\tau_1)\|/\|E(\tau_2)\|)}{\ln(\tau_1/\tau_2)}, \quad (10)$$

де $E(\tau)$ – відносна похибка отриманого розв'язку.

В області $\Omega = (0, 1)$ на часовому проміжку $(0, 1]$ для заданих функцій: $K(x) = 1$,

$$\alpha(x) = 0.6 + 0.3 \exp(-8(x-0.5)^2), \quad (12)$$

$$\theta(x) = (x - 0.25)^2, \quad (12)$$

$$u(x, t) = e^{-\theta(x)t} t^2 \sin(\pi x), \quad (13)$$

та відповідної правої частини f при $n = 101$ ЕПЗ обчислений в нормі простору $L_2(\Omega, C^2([0, T]))$ та $C(\Omega, C^2([0, T]))$. Відповідні результати наведені в Табл. I та Табл. II.

ТАБЛ. I. ЕПЗ в нормі $L_2(\Omega, C^2([0, T]))$

$\tau_1 \backslash \tau_2$	0.025	0.02	0.0125	0.01
0.02	1.002			
0.0125	1.009	1.012		
0.01	1.010	1.012	1.014	
0.005	1.012	1.013	1.014	1.014

ТАБЛ. II. ЕПЗ в нормі $C(\Omega, C^2([0, T]))$

$\tau_1 \backslash \tau_2$	0.025	0.02	0.0125	0.01
0.02	1.017			
0.0125	1.012	1.010		
0.01	1.013	1.012	1.016	
0.005	1.013	1.013	1.014	1.014

Експерименти показують збіжність з порядком, близьким до одиниці, що узгоджується з теоремою.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] E. Abad, S. B. Yuste, and K. Lindenberg, "Reaction-subdiffusion and reaction-superdiffusion equations for evanescent particles performing continuous-time random walks," Phys. Rev. E 81 3 Pt 1, 2010, p. 031115.
- [2] G. Hornung, "Morphogen gradient formation in a complex environment: An anomalous diffusion model," Phys. Rev. E 72, 2010, p. 041916.
- [3] C. Li, F. Zeng, "Finite difference methods for fractional differential equations," Int. J. Bifurc. Chaos 22 (4), 2012, p. 1230014.
- [4] A. V. Chechkin, R. Gorenflo, and I. M. Sokolov, "Fractional diffusion in inhomogeneous media," J. Phys. A: Math. Gen. 38, 2005, pp. 679-684.
- [5] C. Li, and F. Zeng, "Numerical methods for fractional calculus," London: Chapman and Hall/CRC, 2015, pp.43-46.

Development of Software for Solving Problems of Optimal Control of Temperature State of Composite Hollow Cylinder

Albina Aralova
Department of methods for discrete optimization,
mathematical modeling, and analysis of complex systems
V.M.Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
aaaralova@gmail.com

Розробка Програмного Забезпечення для Розв'язання Задач Оптимального Керування Температурного Стану Складеного Полого Циліндра

Альбіна Аралова
Відділ методів дискретної оптимізації математичного
моделювання та аналізу складних систем
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Київ, Україна
aaaralova@gmail.com

Abstract—Considerations on some issues of software implementation of optimal control of the temperature state of a hollow composite cylinder. An algorithm for the numerical identification of temperature state parameters is proposed. The results of solving a model example are presented.

Анотація—Розглянуто деякі питання програмної реалізації оптимального управління температурним станом полого складеного циліндра. Запропоновано алгоритм чисельного ідентифікації параметрів температурного стану. Представлені результати розв'язку модельного прикладу.

Keywords—temperature deformation, optimal control, software implementation gradient methods, cylindrical bodies

Ключові слова—температурний стан, оптимальне керування, програмна реалізація градієнтні методи, циліндричні тіла

I. INTRODUCTION

For creating new materials required for modern industry, developers have to deal with various tasks. One of such problem is the deformation of various materials under the influence of temperature, in particular for cylindrical bodies. To reduce the cost of research, mathematical software that can perform calculations without the use of full-scale experiment is widely used. Thus for the developers there is a question not only about the creation of the software, but also the choice of a suitable mathematical model and method that not only will be able to model the most complete tasks, but also is convenient for the software implementation.

One of such method is the method proposed by V.S. Deineka and I.V. Sergienko [1-3], that has been developed in [4-6] and based on the optimal control theory.

II. FORMULATION OF THE PROBLEM

Consider long thick isotropic composite hollow circular cylinder. The temperature change T satisfies the equation [1, 8]:

$$-\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(rk \frac{dT}{dr} \right) = f(r), \quad r \in \Omega \quad (1)$$

where $\Omega=(r_1, \xi) \cup (\xi, r_2)$; k – the coefficient of thermal conductivity (for different Ω_1, Ω_2); $f(r)|_{\Omega_i} \in C$; $i=1,2$; $\Omega_1=(r_1, \xi)$, $\Omega_2=(\xi, r_2)$. Boundary conditions are:

$$-k \frac{dT}{dr} = -\bar{\alpha} T, \quad r = r_1, \quad k \frac{dT}{dr} = \beta_2, \quad r = r_2. \quad (2)$$

At point $r = \xi$ – on the circumferential surface of the contact components Ω_1, Ω_2 of the body, transmission conditions of nonideal contact are:

$$\left\{ k \frac{dT}{dr} \right\}^+ = u[T], \quad \left[k \frac{dT}{dr} \right] = 0, \quad (3)$$

where $u = \text{const} \geq 0$, $[T] = T^+ - T^-$, $T^\pm = \{T\}^\pm = T(\xi \pm 0)$. u – is considered to be unknown.

Setting monitoring:

$$Z(u) = CT(u), \quad CT(u) = T(u; r_2). \quad (4)$$

With each control $u \in U=R$ the value of the functional of value:

$$J(u) = \|CT(u) - z_g\|_H^2 + (\bar{a}u, u)_U, \quad (5)$$

where a known element $z_g \in H = R$. $\bar{a} = \text{const} > 0$. For each fixed $u \in U$ we will use the generalized solution of problem (1)–(3), i.e. function $T(r) \in V$ that $\forall z(r) \in V$ satisfies

$$a(y; z) = l(u; z), \quad (6)$$

where $V = \{v(r) : v|_{\Omega_i} \in W_2^1(\Omega_i), i=1,2\}$, $W_2^1(\Omega_i)$ - Sobolev's space of functions defined on a Ω_i , $i=1,2$; $[\varphi] = \varphi^+ - \varphi^-$, $\{\varphi\}^\pm = \varphi^\pm = \varphi(\xi \pm 0)$

$$a(T, w) = \sum_{i=1}^2 \int_{\Omega_i} rk \frac{dT}{dr} \frac{dw}{dr} dr + u[T][w] + \bar{\alpha} r_2 T(r_2) w(r_2), \quad (7)$$

$$l(u; w) = \sum_{i=1}^2 \int_{\Omega_i} r \bar{f} w dr + r_1 u w(r_1) + \beta r_2 w(r_2).$$

Let $T' = T(u')$, $T'' = T(u'')$ be solutions of (6) on V with element $u \in U$ equal respectively u' , u'' . Given the generalized Friedrichs inequality [8] have

$$\begin{aligned} \alpha' \|T' - T''\|_{r_2}^2 &\leq \alpha \|T' - T''\|_V^2 \leq a(T' - T'', T' - T'') = \\ &= r_1 (u' - u'') (T' - T'') \leq c_0 \|u' - u''\| \|T' - T''\|_V. \end{aligned}$$

Inequality ensures continuity of the linear functional $L(\cdot)$ and bilinear forms $\pi(\cdot, \cdot)$ on U

$$2J(u) = \|T(u) - z_g\|_H^2 + (\bar{a}u, u) = \pi(u, u) - 2L(u) + \|z_g - Y(0)\|_H^2$$

where

$$\pi(u, v) = (Y(u) - Y(0), Y(v) - Y(0)) + (\bar{a}u, v),$$

$$Y(v) = T(v; r_2), L(v) = (z_g - Y(0), Y(v) - Y(0)).$$

On the basis of [7, Ch. 1, Theorem 1.1] proved the assertion.

Theorem 1.

The state of the system be defined as a single solution of the problem (6). Then there is a unique element u convex closed in U of U_∂ for which

$$J(u) = \inf_{w \in U_\partial} J(w). \quad (8)$$

Following [2,3] conjugate state $\psi(r) \in V^* = V$ for each control $v \in U$ is defined as by a generalized solution of the boundary value problem given by equations:

$$\begin{aligned} -\frac{d}{dr} \left(rk \frac{d\psi}{dr} \right) &= 0, \quad r \in \Omega, \\ -k \frac{d\psi}{dr} \Big|_{r=r_1} &= 0, \quad k \frac{d\psi}{dr} \Big|_{r=r_2} = -\bar{\alpha} \psi(r_2) + \frac{e(v)}{r_2}, \\ \left[k \frac{d\psi}{dr} \right]_{r=\xi} &= 0, \quad \left\{ k \frac{d\psi}{dr} \right\}^\pm = u[\psi], \quad e(v) = (T(v; r_2) - z_g). \end{aligned} \quad (9)$$

Definition

A generalized solution of the problem (9) is a function $\psi(r) \in V$ that $\forall z(r) \in V$ satisfies

$$a(\psi, z) = e(v) z(r_2) \quad (10)$$

and delivering at least a functional V

$$\Phi(w) = a(w, w) - 2(T - z_g)w \Big|_{r=r_2}, \quad (11)$$

Following [2, 9] only optimal control $u \in U$ determined by the identities (6), (10) and inequality

$$(T(u) - z_g, T(v) - T(u))_H + (\bar{a}u, v - u)_U \geq 0, \quad \forall v \in U_\partial, \quad (12)$$

at $U_\partial \in U$ (without constraints), we have

$$r_1 \psi(r_1) + \bar{a}u = 0. \quad (13)$$

III. IDENTIFICATION PARAMETERS IN NONIDEAL CONTACT POINT WITH A KNOWN TEMPERATURE AT THE OUTER SURFACE.

The state of the system is described by the boundary value problem (1)–(3) wherein $u \in U$ is unknown. We believe that at $r=r_2$ known temperature

$$T(r_2) = f_0. \quad (14)$$

A functional-discrepancy

$$J(u) = \frac{1}{2} \|T(u; r_2) - f_0\|^2. \quad (15)$$

To solve the problem (6), (15) we will use gradient methods [4]:

$$u_{n+1} = u_n - \beta_n p_n, \quad n = 0, 1, \dots, n^*, \quad (16)$$

where the direction of descent p_n and coefficient β_n is given by

$$p_n = J'_{u_n}, \quad \beta_n = \frac{\|e_n\|^2}{\|J'_{u_n}\|^2}. \quad (17)$$

Insofar as

$$\langle J'_{u_n}, \Delta u_n \rangle = (T(u_n) - f_0, T(u_{n+1}) - T(u_n)) \Big|_{r=r_2} = r_1 \psi(r_1) \Delta u_n$$

$$J'_{u_n} = r_1 \psi(r_1) \quad (18)$$

IV. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF NUMERICAL IDENTIFICATION PARAMETERS BASED ON CONTROL THEORY

Proposed method is convenient because it involves discretization of the model of temperature state by finite element method. Thus, instead of solving differential equations, we will can solve the systems of linear algebraic equations. Such conversion greatly simplifies the programming.

The resulting matrix build with help of finite element method (FEM) have a band structure, which in turn allows the use of diagonal storage circuit. Thus, reduced amounts of RAM, required for the task.

Another important advantage of realization of the proposed method is its scalability to solve problems on multiprocessor computers.

Based on mentioned, the appropriate software was developed and a series of experiments was made. One of this experiments is shown below.

Example.

$r_1=\pi/16$, $r_2=\pi/4$, $\xi=\pi/8$. Classic solution of (1) - (3) on the interval $[\pi/16, \pi/8]$ is $T=\cos(-0,3r)-1,5$, on the interval $(\pi/8, \pi/4]$ is $T=0,6\cos(0,3r)+1,1$, $\alpha=0,9$; $\beta=1,511$; $k_1=2$; $k_2=1,637$.

TABLE I.

u_0	1	0	-10	10	100	10
u_n	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293	0.293
e_n	$-2*10^{-13}$	$1*10^{-14}$	$3*10^{-12}$	$1*10^{-12}$	$-2*10^{-11}$	$-3*10^{-11}$
N_1	20	20	20	50	50	30
N_2	20	20	20	50	30	50
n	2	2	2	2	2	2

where u_0 – initial approximation of the iterative process; u_n – the resulting value; e_n - error; N_1 – the number of partitions on a segment $[r_1, \xi]$; N_2 – number of partitions in the interval $[\xi, r_2]$; n – the number of iteration, which terminates the iteration process.

$u \in U$ unknown. For a given data example is solved by the gradient method, where at each step determining the $(n + 1)$ the approximation u_{n+1} solutions $u \in U$ direct and adjoint problem solved by the finite element method using piecewise linear functions by minimizing the respective energy functional. In this case, the error of the method $O(h)$ in norm of Sobolev's spaces $H_2^1(\Omega)$, where h - the largest of the lengths of all finite elements. Table 1 shows the results of the computational experiment.

CONCLUSIONS

Based on optimal control theory, thermal states of a hollow cylinder is studied. A software for indification of parameters

of the hollow composite cylinder has been developed. A series of experiments was by which conducted.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Sergienko I.V., Deineka V.S. System analysis of multicomponent distributed systems. - Kiev: Science. Dumka, 2009. - 640 p.
- [2] Deineka V.S. Optimal control elliptical multicomponent distributed systems. - Kiev: Science. Dumka, 2005. - 364 p.
- [3] Sergienko I.V., Deineka V.S. Optimal control of distributed systems with conjugation conditions. - New York: Kluwer Academic Publishers, 2005. - 400 p.
- [4] Deineka V.S., Aralova A.A. Numerical solution of inverse boundary problems on axisymmetric deformation of a long thick hollow cylinder // Computer mathematics. - 2011. - №1. - 2-12 p.
- [5] Aralova A.A., Deineka V.S. Optimal control of the thermally stressed state of a hollow cylinder // Advanced National Academy of Sciences of Ukraine. 2012.-N. 5.- P. 38-42
- [6] Aralova A.A. Numerical solution of inverse problems of thermoelasticity for a composite cylinder / A.A. Aralova // Cybernetics and systems analysis. - 2014. - N. 5. - P. 164-172
- [7] Alifanov O.M., Artyuhin E.A., Rumyantsev S.V. Extreme methods for solving ill-posed problems. - M.: Nauka, 1988. - 288 p.
- [8] Kovalenko A.D. Thermoelasticity. - Kiev: Vishcha School, 1975. - 216 p.
- [9] Motovilevets I.A., Kozlov V.I. Mechanics related fields in the structural elements. T. 1. Thermoelasticity. - Kiev: Science. Dumka, 1987. - 264 p.
- [10] Deineka V.S., Sergienko I.V. Models and methods of solving problems in heterogeneous environments. - Kiev: Science. Dumka, 2001. - 606 p.
- [11] Lions J.-L. Optimal control of systems described by partial differential equations. - M.: Mir, 1972. - 414 p.
- [12] Sergienko I.V., Deineka V.S. Identification of thermal stress state of composite cylinder of known displacements // Problems of control and informatics. - 2009. - №5. - P. 25 -52.

Про Реалізацію Алгоритмів Багатовимірної Апроксимації Функцій

Людмила Гарт
кафедра обчислювальної
математики та математичної
кібернетики
Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара
Дніпро, Україна
0000-0003-2617-7851

Аліна Сіряк
кафедра обчислювальної
математики та математичної
кібернетики
Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара
Дніпро, Україна
adelhaide22@gmail.com

Наталія Балеєко
науково-дослідна лабораторія
оптимізації складних систем
Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара
Дніпро, Україна
nata.bal77@ukr.net

On the Implementation of Algorithms for Multidimensional Approximation of Functions

Liudmyla Hart
Department of computational
mathematics and mathematical
cybernetics
Oles Honchar Dnipro National
University
Dnipro, Ukraine
0000-0003-2617-7851

Alina Siriak
Department of computational
mathematics and mathematical
cybernetics
Oles Honchar Dnipro National
University
Dnipro, Ukraine
adelhaide22@gmail.com

Natalia Baleyko
Research laboratory for complex
systems optimization
Oles Honchar Dnipro National
University
Dnipro, Ukraine
nata.bal77@ukr.net

Анотація—Робота присвячена огляду існуючих методів багатовимірної апроксимації функцій та областей їх застосування; розробці програмного продукту, що реалізує алгоритми побудови інтерполяційних поліномів Лагранжа, Ньютона, а також методу бікубічної інтерполяції; аналізу результатів та можливості їх застосування до розв'язання задач, що виникають під час обробки та масштабування цифрових зображень.

Abstract—This work is devoted to a review of existing methods for multidimensional approximation of functions and areas of their application; to developing a software product that implements the algorithms for constructing Lagrange and Newton interpolation polynomials, as well as the bicubic interpolation method; to analysis of the results and evidence their correctness. The developed software product can be functionally developed and adapted to solve the multidimensional approximation problems that arise in computer graphics and when processing and scaling of digital images.

Ключові слова—багатовимірні апроксимація функцій, інтерполювання, алгоритми бікубічної інтерполяції, програмний продукт, масштабування зображень.

Keywords—multidimensional function approximation, interpolation, bicubic interpolation algorithms, software, image scaling.

I. ВСТУП

Алгоритми апроксимації функції, як відомо [1], призначені для наближеного обчислення проміжних значень функції за наявним дискретним набором її значень на скінченній сукупності заданих (вузлових) точок в області визначення. За допомогою багатовимірної апроксимації вирішується досить широкий клас задач в математиці, фізиці, інформатиці та інших областях науки і техніки. Вивчення алгоритмів апроксимації та їх практичне застосування допомагає оптимізувати процес

обчислень і домогтися якісних результатів, що безсумнівно є складовою руху прогресу.

II. ЗАСТОСУВАННЯ

Застосування багатовимірної інтерполяції як одного з найбільш поширених методів апроксимації функцій, зокрема, допомагає полегшити процес обробки двовимірних таблиць числових даних, що є достатньо широко розповсюдженою задачею в метеорології, гідродинаміці, опорі матеріалів та ін. Такими, наприклад, є таблиці термодинамічних функцій газів, де незалежними змінними зазвичай є температура і щільність [2]. Інтерполювання застосовують також для згущення таблиць. Алгоритми безпосереднього обчислення багатьох функцій дуже складні, тому зазвичай функцію обчислюють в невеликій кількості вузлів, так що таблиці даних мають великий крок. Потім за допомогою інтерполяції високого порядку точності сітку вузлів згущують і доповнюють таблицю. Крок цієї таблиці вибирають таким, щоб найпростіша інтерполяція забезпечувала необхідну точність.

III. ОПИС РОБОТИ

У роботі програмно реалізовано алгоритми побудови двовимірних інтерполяційних многочленів Лагранжа, Ньютона та алгоритм бікубічної інтерполяції.

Вхідними даними в процесі інтерполювання були прийняті: кількість $(k+1) \times (m+1)$ вузлів інтерполяції, утворюючих прямокутну сітку в розглядуваній двовимірній області на площині xOy ; координати (x_i, y_j) , $i=0,1,\dots,k$; $j=0,1,\dots,m$ цих вузлів, а також значення $z_{ij}=z(x_i, y_j)$ деякої функції $z(x, y)$ в них. Реалізовані алгоритми дозволяють отримувати наближені значення функції $z(x, y)$ у проміжних точках, розташованих усередині комірок сітки, утворених вузлами інтерполяції. Результати розрахунків подаються у

вигляді графіків відповідних поверхонь (Рис. 1) та таблиць з числовими результатами.

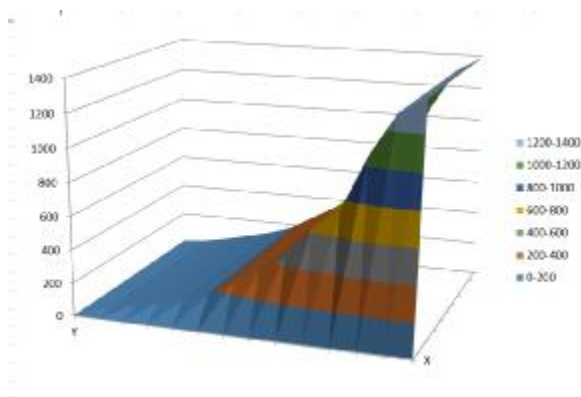


Рис. 1 Графічний результат інтерполяції

А. Двовимірний інтерполяційний многочлен Лагранжа

Алгоритм побудови многочлена полягає у тому, що на сітці обирається прямокутна комірка, у яку потрапляє проміжна точка (x, y) . Далі проводиться інтерполяція спочатку по рядках, а потім за стовбцем. Послідовну інтерполяцію можна описати формулою, аналогічною одновимірній формулі Лагранжа [3]:

$$P_{km}(x, y) = \sum_{i=0}^k \sum_{j=0}^m z_{ij} \prod_{\substack{p=0 \\ p \neq i}}^k \prod_{\substack{q=0 \\ q \neq j}}^m \frac{(x - x_i)(y - y_j)}{(x_p - x_i)(y_q - y_j)}$$

У програмній реалізації алгоритму спочатку розраховується добуток в двох вкладених циклах, потім множиться на певне значення функції у вузлі. Циклічним підсумовуванням цих добутків наприкінці отримується значення многочлена у заданій точці (x, y) .

В. Двовимірний інтерполяційний многочлен Ньютона

Многочлен використовує поділені різниці функції двох змінних. Так, поділені різниці першого порядку

$$z(x_0, x_1; y) = \frac{z(x_0, y) - z(x_1, y)}{x_0 - x_1},$$

$$z(x; y_0, y_1) = \frac{z(x, y_0) - z(x, y_1)}{y_0 - y_1}.$$

З таких же міркувань, як в одновимірному випадку, двовимірний многочлен Ньютона має вигляд [3]:

$$P_n(x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} z(x_0, \dots, x_i; y_0, \dots, y_j) \prod_{p=0}^{i-1} (x - x_p) \prod_{q=0}^{j-1} (y - y_q),$$

де $(n+1) \times (n+1)$ – кількість вузлів інтерполяції; $z(x_0, \dots, x_i; y_0, \dots, y_j)$ – поділена різниця.

У програмі спочатку розраховується добуток в двох послідовних циклах, потім множиться на поділену різницю, розраховану іншим алгоритмом. Циклічним підсумовуванням цих добутків наприкінці знаходиться значення многочлена Ньютона у заданій точці (x, y) .

С. Бікубічна інтерполяція

Алгоритм бікубічної інтерполяції для знаходження наближеного значення функції в заданій точці (x, y) використовує значення цієї функції в 16-ти найближчих точках [3]. Якщо необхідно інтерполювати значення функції $z(x, y)$ в точці (x, y) , яка лежить всередині квадрата $[0, 1] \times [0, 1]$ і відомі значення $z(x, y)$ у вузлах

(x^i, y^j) , $i = -1, 0, 1, 2$; $j = -1, 0, 1, 2$, то функцію, що задає інтерполювану поверхню, можна подати у вигляді

$$P(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^{i-1} y^{j-1},$$

де a_{ij} – коефіцієнти, які знаходяться з умов інтерполяції в 16-ти точках. У програмі спочатку обчислюється зсув точки, в якій необхідно провести інтерполяцію, щодо початку сітки, і далі генеруються коефіцієнти для відомих значень функції $z(x, y)$ у вузлах інтерполяції. Ці коефіцієнти підставляються у вихідну формулу.

IV. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В даній роботі розглянуто існуючі алгоритми багатовимірної апроксимації функцій. Створено програмний продукт на мові C#, що реалізує алгоритми двовимірної інтерполяції, побудовані на основі інтерполяційних многочленів Лагранжа і Ньютона, а також алгоритм бікубічної інтерполяції. Програмний продукт дозволяє отримувати результати розрахунків як в чисельному вигляді, так і у вигляді зображень графіків відповідних поверхонь. Проведено ряд обчислювальних експериментів, виконано порівняльний аналіз результатів, зроблено висновки стосовно ефективності реалізованих алгоритмів. А саме, метод Лагранжа та метод бікубічної інтерполяції доцільніші для розрахунків у випадках, коли вузли інтерполяції фіксовані, але змінюється функція, що наближується; метод Ньютона ж більш економічний (з точки зору обчислювальних затрат) у випадку, коли виникає необхідність долучити нові табличні значення наближуваної функції.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень можуть бути застосовані під час подальшої наукової роботи авторів зі створення нових та вдосконалення існуючих алгоритмів апроксимації. Розроблений програмний продукт може бути функціонально розвинений і адаптований для розв'язування задач багатовимірної апроксимації, що виникають в комп'ютерній графіці, під час обробки та масштабування цифрових зображень або їх розгортки з однієї сітки пікселів в іншу. Інтерполяція зображень працює в двох вимірах і прагне досягти найкращого наближення в кольорі і яскравості пікселя, ґрунтуючись на значеннях оточуючих пікселів. На даний момент існують різні алгоритми обробки зображень [4–6], проте кожен з них має свої особливості, переваги та недоліки, тому вибір алгоритму апроксимації може значно вплинути на вихідний результат.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Nikol'skii S.M. Approximation of functions of several variables and imbedding theorems. – Springer, 2012. – 432 p.
- [2] Глушко В.П. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Т.1. Методы расчета. – М.: Рипол Классик, 2013. – 266 с.
- [3] Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2005. – 320 с.
- [4] Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D изображений: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 608 с.
- [5] Maijering E.A. A chronology of interpolation: from ancient astronomy to modern signal and image processing // Proceedings of IEEE. – 2002. – Vol. 90, № 3. – P. 204-214.
- [6] Keys R. Cubic convolution interpolation for digital image processing // IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing. – 1981. – Vol. 29, № 6. – P. 1153-1160.

Програмне Забезпечення для Моніторингу та Класифікації Хмарності за Інтенсивністю та Регіонами

Іван Микуланинець
Програмне забезпечення
національний університет "Львівська політехніка"
Львів, Україна
bananachevalier@gmail.com

Роман Мельник
Програмне Забезпечення
Національний Університет "Львівська політехніка"
Львів, Україна
ramelnyk@lp.edu.ua

Cloudiness Monitoring and Classification by Intensity and Regions

Ivan Mykulanynets
Software Department
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
bananachevalier@gmail.com

Roman Melnyk
Software Department
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
ramelnyk@lp.edu.ua

Анотація—В роботі розглянуто програмне забезпечення для моніторингу та класифікації хмарності за інтенсивністю та регіонами. Наведено його призначення, основні функціональні можливості.

Abstract—This paper reviews the software for cloudiness monitoring and classification. It's purpose and basic functional capabilities.

Ключові слова—хмарність, технології, машинне навчання, обробка даних.

Keywords—cloudiness, technologies, machine learning, data processing.

I. ВСТУП

Стрімкий розвиток супутникових методів вимірювань та існуючі можливості оперативного отримання супутникових даних, а також сучасні уявлення про перспективи подальшого їх використання у синоптичній метеорології — усе це настільки швидко змінюється, що потребує періодичного осмислення з метою більш ефективного їх практичного використання, що робить проблему моніторингу та класифікації хмарності доволі актуальною.

У знімках з супутника існування хмар має великий вплив на якість зображення і подальшу обробку зображень, оскільки зображення, покриті хмарами, містять мало корисної інформації. Тому виявлення і розпізнавання хмар є однією з основних проблем при використанні знімків з супутника.

У цій роботі досліджуються алгоритми кластеризації інтенсивності хмарності такі як Кластеризація методом к-середніх[1] та просте розбиття за рівнем інтенсивності. Це дозволяє доволі точно та об'ємно оцінити хмарність.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Програмне забезпечення має забезпечувати такі функції, як: імпорт зображення хмарності, кластеризація за вказаними параметрами, фільтрація по інтенсивності сірого кольору, експорт результату аналізу.

III. ТЕХНОЛОГІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для реалізації програмного продукту використано архітектурний підхід MVC. При розробці було використано мову програмування C# та фреймворк Microsoft .NET[2].

IV. ПІДХІД ТА АЛГОРИТМИ

У цій роботі використано алгоритм к-середніх та розбиття за рівнями інтенсивності сірого кольору.

Розбиття за рівнями інтенсивності сірого кольору відбувається доволі просто. Усі піксели вхідного зображення зводяться до значення інтенсивності сірого кольору (обирається максимальне значення RGB). Якщо інтенсивність пікселя знаходиться в певних межах, то цей піксел потрапляє у відповідний відрізок (кількість відрізків залежить від n).

Недоліком цього методу є його неточність, проте швидкість роботи залежить лише від розміру масиву пікселів. Що дозволяє виконувати аналіз на досить складних зображеннях.

Мета методу к-середніх — розділити n спостережень на k кластерів, так щоб кожне спостереження належало до кластера з найближчим до нього середнім значенням. Метод базується на мінімізації суми квадратів відстаней між кожним спостереженням та центром його кластера.

В початковий момент роботи алгоритму довільним чином обираються центри кластерів, далі для кожного елемент множини ітеративно обраховується відстань від центрів з приєднанням кожного елемента до кластера з найближчим центром. Для кожного з отриманих

кластерів обчислюються нові значення центрів, намагаючись при цьому мінімізувати функцію, після чого повторюється процедура перерозподілу елементів між кластерами.

Головні переваги методу k-середніх — його простота та швидкість виконання. Метод k-середніх більш зручний для кластеризації великої кількості спостережень.

Незважаючи на очевидні переваги методу, він має суттєві недоліки:

- Результат класифікації сильно залежить від випадкових початкових позицій кластерних центрів
- Алгоритм чутливий до викидів, які можуть викривлювати середнє
- Кількість кластерів повинна бути заздалегідь визначена

V. АРХІТЕКТУРА ТА ОСНОВНІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ

Основним функціоналом програмного забезпечення можна виділити:

- Імпорт зображення хмарності (рис. 1).
- Кластеризація за вказаними параметрами (рис. 2, рис. 4).
- Фільтрація по інтенсивності сірого кольору (рис. 3).



Рис.1. Імпорт зображення хмарності

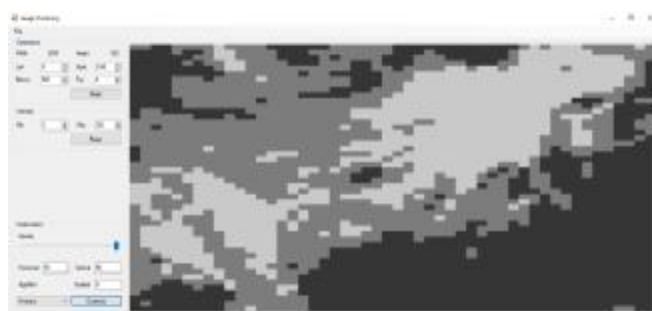


Рис.2. Кластеризація зображення



Рис.3. Фільтрація по інтенсивності сірого кольору



Рис.4. Кластеризація профільованого зображення

ВИСНОВКИ

Розроблене програмне забезпечення дає змогу провести аналіз хмарності за інтенсивністю та виконувати усі вищезазначені функціональні вимоги.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

1. "K-means algorithm (Алгоритм k средних)" Accessed on: Nov. 5, 2019. [Online]. Available: [https://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_\(k-means\)](https://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_(k-means))
2. ".NET | Free. Cross-platform. Open Source." Accessed on: Nov. 6, 2019. [Online]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/>

The Information System Design for the Personalized Cosmetic Selection

Iryna Krot
Department of Information Systems and Networks
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
irakrot1997@gmail.com

Проект Інформаційної Системи Персоніфікованого Підбору Косметичних Засобів

Ірина Крот
Кафедра інформаційних систем та мереж
Національний університет «Львівська політехніка»
Львів, Україна
irakrot1997@gmail.com

Abstract—The paper is focused on the managerial and technological perspectives of building a custom software product in the Beauty industry. It elaborates on the current industry challenges and opportunities that drive innovative solutions. Within the work, the roadmap of product development is described in regards to the information system for personalized cosmetics selection. Besides that, the room for future application enhancement is covered.

Анотація—Наукова робота зосереджена на управлінських та технологічних перспективах створення програмного продукту в індустрії краси. Дослідження детально описує поточні виклики та можливості галузі, які сприяють впровадженню інноваційних рішень. В роботі описаний план розробки програмного продукту через призму створення інформаційної системи персоналізованого вибору косметики. Крім того, праця охоплює потенціал для подальшого вдосконалення застосування.

Keywords—product, application, cosmetics, personalized.

Ключові слова—продукт, застосунок, косметичні засоби, персоніфікований.

I. INTRODUCTION

According to the recent studies, the Beauty industry is growing faster today than ever before with an accelerated estimated market value [1]. While the manufacturing processes of the cosmetic industry are actively exposed to macro automation trends [2], the mechanisms of product distribution virtually neglect innovative transformations. This negative trend is caused by the complexity of implementing innovative solutions in this field. An information system of this level shall assimilate not only demographic but also individual characteristics of potential end users.

For these and other reasons, we aim to develop an information system that offers methods and tools for automating the process of personalized cosmetics selection. To achieve this ambitious goal, the following tasks must be performed:

1. Investigate and analyze existing market solutions;
2. Identify users involved in such a system;
3. Identify the functionality and acceptance criteria of the system;
4. Build a model of the appropriate information system.

II. MARKET AND COMPETITOR ANALYSIS

Market analysis is an effective tool that helps reduce the risks associated with a product launch. There are many methods and approaches to conducting market analysis. In the context of this research, we will describe only a few.

In particular, one of the tools available is Google Trends (trends.google.com), a Google service that analyzes the popularity of search inquiries by region, time period, and language. Having analyzed the data for “makeover app” search inquiry, we can conclude that audience interest in remained high throughout the past four years.

For a deeper market analysis, we have also identified the media activity in the corresponding subject area. This approach is especially relevant for the information system being created, as our target group actively interacts with social networks and the online press. According to our hypothesis, niche Internet resources will become one of the main channels for generating new users.

Based on our findings, reputable online resources publish content about competitive solutions of the future platform. Among other things, comparative and rating articles have gained considerable popularity and broad user reach over the last few years.

Besides market analysis, we have also taken a closer at the competitors of the information system. The competitor

analysis comes in handy when estimating a potential demand for the service, the activity of its target audience, and the future market positioning. Besides that, it allows to anticipate changes in the market, identify new trends and successful strategy to become the market leader.

Several similar solutions were found within the most common online application marketplaces. When evaluating competitive entities, we concentrated on the following aspects: functionality, intuitive interface, speed and performance. Having developed a system for evaluating and comparing the characteristics of competitors and our own information system, we concluded that the implementation of such a solution is relevant and up-to-date. The future platform will have several competitive advantages. It will have optimized characteristics in a number of features, in particular, the ability to customize your personal profile.

According to the findings of the competitor analysis, the killer feature of the system is the selection and testing of cosmetics in regards to individual physical characteristics. Other features allow a user to create a gallery of images and categorize them in order to save time when choosing a product, take photos and share them in social media, add a product to the category “Favorites”, create a shopping list and place an order. The Use Case UML diagram that covers functional requirements of the application is shown in Fig. 1.

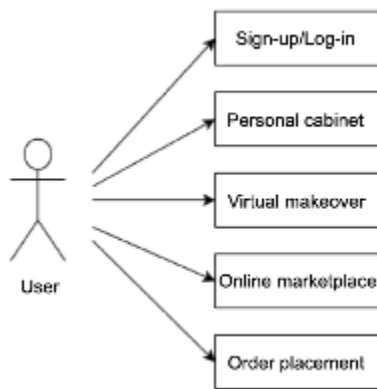


Fig. 1. Use Case UML diagram

III. TARGET AUDIENCE ANALYSIS

To build a solid foundation for our solution and accordingly tailor the marketing messaging, we have identified our target audience and a buyer persona.

Given the current economy state, a well-defined target market is more important than ever. In order to reach the widest possible market segment, young businesses often make the typical mistake of audience generalization. On the contrary, with a high level of competition, a niche market is an effective strategy for small businesses. Working with a narrow target audience will allow young businesses to adapt their marketing approach to the needs of a specific user category. Targeting a specific market does not mean that a business does not serve people who do not meet its criteria. Instead, targeted marketing allows you to direct your marketing resources to a more profitable market.

Segmentation is an extremely important marketing task. Effective engagement with your target audience requires understanding of their demographics and psychographics.

Combining this data allows you to form a buyer persona - a detailed description of a future end user.

We have taken into account age, location, income, educational attainment, marital status and occupation when evaluating the demographics of a future target audience. Based on the results of problem interviews and industry research, we have formalised a demographic description of the target market. Future users of the information system will be women aged 18 to 25 years. They reside in the territory of Ukraine and mainly represent the Ukrainian nationality. The target group has acquired or is currently undergoing professional or higher education. Their income ranges from 3 to 15 thousand UAH per month. The audience includes unmarried women who may, however, have a long-term relationship. They represent the modern innovative professions in the field of journalism, public relations, entrepreneurship, economics.

IV. RISKS, ASSUMPTIONS AND LIMITATIONS

At the initial product development stages, the importance of identifying potential risks and formalizing assumptions cannot be overestimated [3]. We have identified a few non-technical risks, that may affect the development flow:

- No performance requirement defined;
- Field for entities are not defined;
- Change requests may affect work that was done and postpone delivery date;
- Sprint duration can be delayed for one day maximum due to national holiday reason.

During the project initiation process we have made the following assumptions:

- Main stakeholders are available for communication by the rules defined in communication plan;
- Detailed scope and tasks decomposition are completed during the Business Analysis phase;
- Detailed flows are approved by all stakeholders during Sprint 1;
- The technical implementation does not imply any paid third-party services;
- The team has access to end users.

V. PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY

In order to ensure the effective product development flow and efficient communication between the project stakeholders, it is crucial to follow the best practices of a software development methodology. It implies a set of methods used at different stages of the software development lifecycle that share a common philosophical approach [4].

Having considered several options, we prefer using the Scrum methodology product development as it offers maximum openness and predictability. According to this approach, the project is broken down into 2-weeks long sprints and thus, iterative deliveries contribute to the project success.

The most important aspect of the Scrum adoption is focusing on detailed business requirements analysis, mapping them into system requirements [5]. Only when the requirements are described in a sufficient manner, the software architecture design and coding can be carried out. With this aspect in mind, we will engage a business analyst as an active team

player. They actively participate both before the project begins and during the project execution and development. Moreover, according to the selected project management methodology, each development stage has a “prototype and feedback” window [6]. As soon as feedback from project stakeholder is collected, necessary changes are implemented during the early stages of production. Iterations (sprints) are planned to be used for the project development.

Each sprint (incremental iteration) will have:

- Planning session;
- Daily status meeting;
- Demonstration session;
- Retrospective meeting.

CONCLUSION

Summarizing the paper, in the Beauty industry there is a competitive niche for automation of personalized cosmetics selection. To meet the expectations of end users, the future information system shall allow real-time cosmetics effects

and the automatic product selection. In the future research, we are to focus on the platform monetization. This stage includes drafting an investment proposal and planning activities and resources to promote the solution.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Reszko A. E., Berson D., Lupo M. P. Cosmeceuticals: practical applications // *Obstet Gynecol. Clin. North. Am.*, 2010, V. 37, N 4., pp. 547–569.
- [2] Brandt F. S., Cazzaniga A., Hann M. Cosmeceuticals: current trends and market analysis // *Semin cutan Med. Surg.*, 2011, V. 30, N 3., pp. 141–143.
- [3] Nokes, Sebastian. *The Definitive Guide to Project Management*. Second Ed.n. - London (Financial Times/Prentice Hall), 2007.
- [4] Phillips Joseph. *PMP Project Management Professional Study Guide*. – McGraw-Hill Professional, 2003, pp. 354.
- [5] Bjarne Kousholt. *Project Management. - Theory and practice*. Nyt Teknisk Forlag, 2007, pp. 59.
- [6] Dinsmore Paul C. et al. *The right projects done right!*, John Wiley and Sons, 2005, pp. 35.

Категорія Рефакторинг Доступу

Струзік Владислав Анатолійович
ТОВ "ПЕРША УКРАЇНСЬКА ЛІЗИНГОВА КОМПАНІЯ"
Київ, Україна
struzik.vladislav@gmail.com

Access Refactorings Category

Vladislav Struzik
Persha Ukrayinska Lizynhova Kompaniya Ltd.
Kyiv, Ukraine
struzik.vladislav@gmail.com

Анотація—У даній роботі описані переваги та недоліки монолітного та мікросервісного шаблонів архітектури та умови, коли доцільно їх використовувати. На ряду з цим виділено окрему категорію операцій рефакторингу — рефакторинг доступу, а також наведений перелік операцій, що входять до даної категорії, можливість його використання при переходах між шаблонами архітектури та при виникненні подій, що пов'язані з політикою безпеки.

Abstract—This paper describes the advantages and disadvantages of monolithic and microservice architecture patterns and when it is appropriate to use them. In addition, there is a new one category of refactoring operations — refactoring of access and its list of operations, the ability to use them in the migrations between architectural patterns and in the security-related events.

Ключові слова—мікросервіси, сервіс-орієнтована архітектура, рефакторинг, рефакторинг доступу, моноліт, бази даних.

Keywords—microservices, service-oriented architecture, refactoring, refactoring of access, monolith, databases.

I. ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій впливає на багато сфер життя сучасної людини. Процес створення програмних засобів є доволі складним і творчим і рутинним одночасно, але людський фактор не можливо оминути. Для покращення кінцевого програмного продукту виникла концепція рефакторингу, яка направлена на покращення елементів створюваного програмного продукту з метою зменшити витрати ресурсів на його вдосконалення. Рефакторинг є складовою частиною процесу розробки програмного коду, структури баз даних, а також має різні цілі застосування.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

При проектуванні інформаційної системи одним з ключових моментів є вибір шаблону її архітектури. Найчастіше на початкових етапах розробки нового сервісу (бізнес-ідеї) розробники програмного забезпечення надають перевагу монолітному шаблону архітектури, оскільки основною з численних переваг є можливість дешевої розробки мінімально життєздатного

продукту (англ. minimum viable product — MVP). При використанні монолітного шаблону архітектури ведеться розробка програмного продукту, в якому інтерфейс користувача та виконання прикладних задач обробки даних поєднанні у єдиний програмний модуль. Система, розроблена за таким шаблоном архітектури, автономна та працює в рамках однієї обчислювальної системи, без залежності від інших програмних додатків.

Основними перевагами використання монолітного шаблону архітектури є:

- простота розробки;
- простота розгортання;
- просте масштабування.

Варто звернути увагу на те, що при розширенні функцій системи та зміні команди розробників можуть виникнути наступні недоліки монолітного шаблону архітектури:

- складність підтримки та розширення великого програмного продукту;
- надмірне навантаження на засоби розробки;
- надмірне навантаження на середовище виконання;
- ускладненість безперервного розгортання;
- проблема масштабування — масштабування можливо тільки горизонтально, потенційне виникнення стану гонитви (англ. race condition, race hazard).

Проте вищеописані недоліки монолітного архітектурного шаблону вирішені в мікросервісному шаблоні, що є сучасним уявленням сервіс-орієнтованої архітектури програмного забезпечення.

Ресурси, створені з використанням мікросервісного шаблону архітектури, спроектовані як окремі сервіси в рамках однієї інформаційної системи, що взаємодіють між собою через стандартні засоби зв'язку (гіпертекстовий транспортний протокол, черги повідомлень тощо). Важливою особливістю мікросервісів є те, що кожен розробляється, тестується, розгортається і масштабується незалежно від інших.

Розробка інформаційної системи з використанням мікросервісного шаблону архітектури має ряд переваг:

- забезпечення безперервного розгортання системи через постійне оновлення інформаційної системи;
- усунення довгострокової відданості технологічному стеку;
- відносно невеликий розмір кожного мікросервісу;
- забезпечення ізоляції несправностей.

Також мікросервісний шаблон архітектури має наступні недоліки:

- складність розгортання;
- збільшене споживання ресурсів;
- виникнення потреби в інтеграційному тестуванні в рамках взаємодії між мікросервісами.

При проектуванні програмного продукту у відповідності до монолітного шаблону архітектури, використовують одну базу даних, що зберігає усі бізнес-важливі дані. В свою чергу, при мікросервісному шаблону архітектури мають місце два варіанти взаємодії з базою даних: “база даних на сервіс” (database per service) та “спільна база даних” (shared database). З назв підходів можна зрозуміти, що в першому випадку кожен сервіс працює виключно зі своєю базою даних, в другому випадку всі сервіси використовують одну базу даних.

Під час експлуатації та розширення монолітного програмного продукту розробники яскраво бачать вузькі місця, що потребують масштабування, і найчастіше таким вузьким місцем є запити до бази даних. Виникає необхідність виділення вузького місця в окремий сервіс, що є першим кроком до сервіс-орієнтованої архітектури. В загальному випадку масштабування баз даних здійснюється трьома варіантами: реплікація, шардинг та партиціонування. Партиціонування можливо застосовувати в рамках існуючої бази даних, проте при застосуванні реплікації та шардингу доречно вузьке місце виділити в окрему базу даних. Ще однією перевагою виділення в нову базу даних є відокремлення та ізоляція проблеми, що зменшить вплив на систему загалом. Виділення окремої бази даних з спільної при створенні окремого сервісу, виділення вузького місця в окрему базу даних, обмеження прав доступу до даних та інше — все це призвело до необхідності створення

окремої категорії операцій рефакторингу — рефакторинг доступу.

Окремим випадком використання операцій рефакторингу доступу є події, що пов’язані з політикою безпеки підприємства, а саме:

- ротація паролів;
- компрометація паролів;
- підвищення/зменшення вимог до аутентифікації.

Категорія рефакторинг доступу акумулює в собі зміни в системі управління базою даних, що пов’язані з доступом до даних. До даної категорії належать наступні операції:

- зміна атрибутів аутентифікації;
- звуження області видимості об’єктів бази даних;
- розширення області видимості об’єктів бази даних;
- звуження привілеїв доступу;
- розширення привілеїв доступу;
- виділення схеми бази даних;
- злиття схем баз даних.

ВИСНОВОК

Підводячи підсумки, важливо зазначити, що операції категорії рефакторингу доступу дають нам можливість контролювано виконувати зміни у системі управління базою даних у частині обмеження доступу, створити регламентовані процеси реакції на події, що пов’язані з політикою безпеки..

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Microservice Architecture [electronic resource] - Access to the resource: <https://microservices.io/patterns/microservices.html>.
- [2] Monolithic application [electronic resource] - Access to the resource: https://en.wikipedia.org/wiki/Monolithic_application.
- [3] Database per service [electronic resource] - Access to the resource: <https://microservices.io/patterns/data/database-per-service.html>.
- [4] Shared database [electronic resource] - Access to the resource: <https://microservices.io/patterns/data/shared-database.html>.
- [5] Monolithic Architecture [electronic resource] - Access to the resource: <https://microservices.io/patterns/monolithic.html>.

Особливості Візуалізації 3D-об'єктів в Системах Дистанційного Навчання

Остапенко Василь Олексійович
Інститут кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
Київ, Україна
ostapenko.vasil@gmail.com

Коваль Олександр Сергійович
Інститут кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
Київ, Україна
askoval@yandex.ua

Features of 3D Objects Rendering in Distance Learning Systems

Ostapenko Vasyli' Oleksiyovych,
Cybernetics Institute of VM. Glushkov
NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
ostapenko.vasil@gmail.com

Koval Olexander Sergiyovich,
Cybernetics Institute of VM. Glushkov
NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
askoval@yandex.ua

Abstract—На сьогодні проблема створення інтерактивних систем навчання є однією з основних в оновленні підходу до дистанційного професійного навчання. В статті розглядається підхід до створення уніфікованої моделі побудови дистанційних навчальних курсів з використанням 3D-об'єктів.

Abstract—Today the problem of creating interactive learning systems is one of the main goal to updating the approach to distance learning. This article describes how to create a unified model for building distance learning courses using 3D objects. State-owned enterprises and commercial companies pay great attention to improving the skills of their employees, especially in the training of operators of complex technical systems (industrial enterprises, aviation, transport, etc.). Refresher training involves training in real-world settings and in real-world settings, which can be very dangerous or expensive. There are two basic functions that must be implemented for the representing a virtual environment with using of 3D objects in distance learning: the description of the objects themselves and the rules for their interaction. These functions allow to create, edit and save information about objects and how they interact. Creating a unified model of visualization of 3D objects in distance learning systems involves the following areas of study: 1) development of the unified model of 3D objects for use in online distance learning systems; 2) development and modification of existing methods of 3D-visualization in distance learning systems; 3) development of methods of 3D-visualization of educational materials in online distance learning systems; 4) development of a conceptual model for building software to support the use of 3D visualization in distance learning systems.

Ключові слова—дистанційне навчання, візуалізація 3D, системи навчання

Keywords—distance learning, 3D visualization, learning systems.

I. ВСТУП

На даний момент не тільки державні підприємства, а і комерційні компанії все більшу увагу приділяють підвищенню кваліфікації своїх працівників, особливо це стосується тренування операторів складних технічних

систем (виробничі підприємства, авіація, транспортна галузь та ін.). Підвищення кваліфікації передбачає навчання на реальних установках і в реальних умовах, що може бути дуже небезпечним або коштовним [1]. Альтернативою є комп'ютерні імітаційно-тренажерні комплекси, які в максимально можливій надають можливість змодельовати реальні установки, створюють віртуальні лабораторії і дозволяють отримати правильні і стійкі навички під час навчання. Підготовка операторів систем на даний момент включає як теоретичну частину (вивчення відповідних математичних моделей, теорії ігор, диференціальних систем, критеріїв надійності і т.д.), так і практичну, яка передбачає не тільки отримання стійких навичок управління, а і напруження моторики рухів.

Сьогодні дистанційне навчання набуває все більшої важливості для сучасних вузів, оскільки з кожним роком все більш очевидні глобалізаційні тенденції у вищій освіті, які знижують бар'єри для поширення західними вузами своїх технологій навчання та освітніх продуктів, тягнуть за собою проблему конкурентоспроможності вітчизняних вузів на ринку освітніх послуг. Навіть в сфері підвищення кваліфікації дистанційна форма навчання, яка характеризується більш низькою вартістю в порівнянні з традиційним очним і навіть заочним навчанням, набуває все більшої популярності, особливо у випадках неможливості фахівцю відірватися від робочого процесу. Тому розробка віртуальних тренажерів для у використання у дистанційному навчанні набуває грандіозних масштабів.

II. ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

В дистанційній освіті більшого розповсюдження набули системи 3D-візуалізації з елементами інтерактивності. Інтерактивність передбачає як можливість нелінійного вивчення матеріалу (за власним сценарієм учня), так і використання стандартних сценаріїв, які закладені в систему розробниками.

Саме інтерактивність є основною проблемою для розробників подібних комплексів [2], оскільки заздалегідь підготувати і передбачити всі потрібні

ракурси, напрямки рухів, ландшафти і пейзажі розглянутих ситуацій практично неможливо. Обчислювальній системі доводиться синтезувати віртуальне оточення, тобто створювати на основі інформації, що знаходиться в базі даних, те зображення, яке повинен бачити користувач з тієї точки, де він перебуває з урахуванням переміщення в просторі його самого і його товаришів по навчальному класу (якщо це передбачено в навчальному комплексі).

III. УНІФІКОВАНА МОДЕЛЬ ВІРТУАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Для представлення віртуального середовища з використанням 3D-об'єктів у системах дистанційного навчання необхідно реалізувати дві основних функції: описання самих об'єктів та правил їх взаємодії. Дані функції передбачають створення, редагування та збереження інформації про об'єкти і правила їх взаємодії. У відповідності до [3] модель інтерактивної 3D візуалізації в системі дистанційного навчання може бути представлена описанням характеристик наявних 3D об'єктів (фізичні та функціональні параметри) та оточуючого середовища (*I3DV* – модель візуалізації інтерактивного 3D світу):

- параметри об'єктів: фізичні параметри 3D об'єктів (тип об'єкту, координати у просторі, форма, склад, колір, матеріал, тощо) та функціональні параметри (проходимість об'єкту, параметри фізичної взаємодії між об'єктами, функціональні залежності між станом об'єктів, тощо);

- параметри оточуючого середовища (освітленість, сила тяжіння, погодні умови).

В роботі [3] показано модель візуалізації інтерактивного віртуального 3D світу через описання даного середовища *I3DV* за допомогою представлення групи параметрів:

$$I3DV = \{OP\{PP, EP\}, EP\},$$

де *OP* – множина параметрів об'єкту; $PP = \{pp_1, pp_2, \dots, pp_k\}$ – підмножина фізичних параметрів; $FP = \{fp_1, fp_2, \dots, fp_l\}$ – підмножина функціональних параметрів; $EP = \{ep_1, ep_2, \dots, ep_m\}$ – множина параметрів навколишнього середовища.

Фізичні параметри об'єктів слід вважати параметрами I-го (найнижчого) рівня, на які можуть впливати функціональні параметри (II рівень) та параметри оточуючого середовища (III рівень).

В свою чергу, функціональні параметри розділяються на залежні (описують параметри об'єкту у взаємодії з іншими об'єктами (направлення переміщення об'єктів у радіусі вибуху)) та незалежні (проходимість об'єкту, можливості переміщення у просторі).

Параметри оточуючого середовища можуть впливати на фізичні та функціональні параметри об'єктів (як всіх об'єктів, так і об'єктів за обраною ознакою (втрата форми та властивостей паперових об'єктів під час дощу)).

Подібний підхід може бути використано у будь-якій електронній системі навчання [4], що дозволяє стверджувати про уніфікованість даного підходу. В залежності від наповнення моделі значеннями параметрів буде відбуватись наближення моделі до

реального світу. Так для представлення моделі вугільних шахт для інтерактивного навчання методам ліквідації наслідків можливих аварій можна задіяти не всі параметри, а тільки фізичні [3].

Так на рис. 1 представлено віртуальне середовище для підтримки проведення курсу «Сучасні інформаційні системи в туризмі». Дане середовище передбачає можливість не тільки проходити програму курсу дистанційно, а також ознайомлюватись з об'єктами екскурсій практично наживо.



Рис. 1. Приклад відображення Національного заповідника "Софія Київська" для дистанційного курсу «Сучасні інформаційні системи в туризмі»

В залежності від кількості параметрів, на основі яких будуватиметься описання об'єктів віртуального середовища, проводитиметься наближення моделі до реального світу. Наприклад, наведена на рис. 2 модель вугільних шахт для інтерактивного навчання методам ліквідації наслідків можливих аварій містить тільки параметри розташування шахт та точок їх з'єднання.

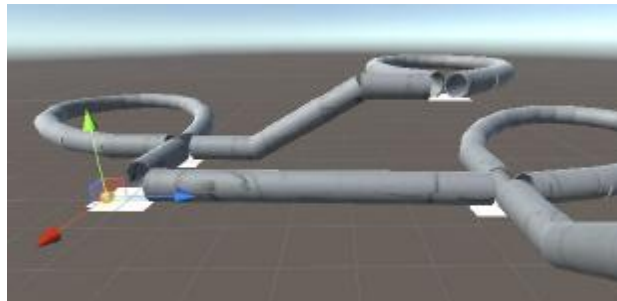


Рис. 2. Приклад схематичного відображення шахт для моделювання усунення наслідків аварій

При розробці віртуальних середовищ основними вимогами до них є:

- 1) достатньо докладна віртуальна модель об'єктів, а також навколишнього середовища (зірки, вода і земна поверхня і т.і.);
- 2) висока якість візуалізації, без сходинок на кордонах об'єктів, без зникнення або миготіння дрібних деталей;
- 3) робота в реальному режимі часу, тобто візуалізація сцени зі швидкістю не менше 25 кадрів в секунду;
- 4) імітація зовнішніх умов досліджуваного процесу або об'єкта;
- 5) імітація приладів і спеціальних засобів спостереження, а також реальних умов роботи, що

включають перешкоди, засвічення, відблиски від оптичних приладів і т.і.

При створенні віртуального простору в якості вихідних даних для каркасної моделі використовуються елементи проектної документації, аерофотознімки і знімки, зроблені з космосу, дані радарних установок і містобудівні плани або кінозйомки реальних об'єктів або синтезовані зображення (якщо об'єкти в реальності ще не створені) і ін. В завданнях навчання повинні використовуватися всі перераховані вище візуальні засоби.

Створенню подібних навчальних комплексів передують розробка моделей і методів вирішення завдань 3D-візуалізації і синтезу інформації, які в максимально можливій мірі наближають навчальні комплекси до реальних установок, забезпечують об'єднання різномірної аудіовізуальної інформації, дозволяють користувачам систем придбати правильні і стійкі навички.

ВИСНОВКИ

Створення уніфікованої моделі візуалізації 3D-об'єктів в системах дистанційного навчання передбачають наступні напрями дослідження:

1) розробка уніфікованої моделі 3D-об'єктів для використання в онлайн-системах дистанційного навчання;

2) розробка та модифікація існуючих методів 3D-візуалізації в системах дистанційного навчання;

3) розробка методик 3D-візуалізації навчальних матеріалів в онлайн-системах дистанційного навчання;

4) розробка концептуальної моделі побудови програмного забезпечення для підтримки використання 3D-візуалізації в системах дистанційного навчання.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Полат Е.С., Кухаркина М.Ю., Моисеева М.В. Теория и практика дистанционного обучения / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
- [2] Гриншкун А.В. Компьютерные игры в обучении школьников. // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, - 2008, №4 (14). С. 46-47.
- [3] Остапенко В.О. Про засоби 3D-навчання «УПРАВЛІННЯ ТЕП» / Писаренко В.Г., Писаренко Ю.В., Остапенко В.О., Чумаков В.Г., Коваль О.С. // Компьютерная математика. – 2019. – №1. – С. 49-55.
- [4] Артамонов С.Б. Розробка підходу до формування адаптивних навчальних ресурсів / С.Б. Артамонов // Вісник інженерної академії України. – 2017. – № 1. – С. 239-243.
- [5] Ostapenko V.O., Artamonov Y.B. 3D visualization in learning systems // Матеріали XIV міжнар. наук.-техн. конф. "Авіа-2019" (23-24 квітня 2019). – К.: НАУ, 2019. – Reference: <http://conference.nau.edu.ua/index.php/AVIA/AVIA2019/paper/view/6230/4724>.

Практична Реалізація Аналітичних Мереж та Дослідження їх Характеристик

Филищук Ростислав
кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
rfylyshchuk@gmail.com

Practical Implementation of Analytical Networks and Research of Their Characteristics

Fylyshchuk Rostyslav
dept. of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
rfylyshchuk@gmail.com

Анотація—Дана робота присвячена практичній реалізації аналітичних мереж та дослідження їх характеристик на прикладі розробки програми для автоматичної генерації імітаційної моделі аудіосинтезатора. Також цей проект представляє методологію для аналізу звукових можливостей синтезатора та основу для використання еволюційних алгоритмів з метою «реверс інжинірингу» способу, яким синтезатор може видавати заданий звук.

Abstract—This work is devoted to the practical implementation of analytical networks and researching their characteristics on the example of developing an application for the automatic imitation model generation of an audio synthesizer. This project also introduces a methodology for analyzing the sound capabilities of a synthesizer and a basis for using evolutionary algorithms to reverse engineer the way a synthesizer can produce a given sound.

Ключові слова—аналітична мережа, генетичний алгоритм, аудіо синтезатор, імітаційна модель

Keywords—analytical network, genetic algorithm, audio synthesizer, imitation model

I. ВСТУП

Останні досягнення науки та техніки призвели до збільшення складності інженерних систем. Складну систему можна визначити як систему, що включає компоненти та взаємозв'язки, взаємодії чи взаємозалежності, які важко описати, зрозуміти, передбачити, керувати, проектувати чи змінювати [1].

Ці інженерні системи складаються з багатьох підсистем, які теж демонструють складну поведінку. Багато з цих форм поведінки виникають внаслідок нелінійних просторово-часових взаємозв'язків між підсистемами на різних рівнях абстракції та організації. Складність в інженерних системах також передбачає, що різні підсистеми поєднані так, що зміни в певних підсистемах можуть впливати на інші підсистеми.

Моделювання таких систем займає багато часу. Це вузькоспеціалізована діяльність, яка часто вимагає знань

у різних сферах. Обчислювальні моделі мають важливе значення для аналізу та моделювання складних природних систем, незалежно від розмірів, від дуже маленьких, таких як робота бактерії, до дуже великих, таких як планетарні погодні та кліматичні системи або системи зірок і галактик.

Аналіз та пояснення функціонування – лише одне із багатьох застосувань моделей. Моделі дозволяють нам приймати рішення. Вони можуть допомогти нам візуалізувати, прогнозувати, оптимізувати, регулювати та контролювати складні системи.

Віртуальний аудіосинтезатор буде в цій роботі слугувати прикладом складної системи, на побудові моделі якого буде досліджено характеристики аналітичних мереж. Аудіосинтезатори здатні видавати найрізноманітніші звуки, які впливають з численної кількості параметрів, які використовуються для впливу на генерований звук. Основною проблемою при розробці імітаційної моделі аудіо синтезатора є те, що для кожної моделі потрібно багато часу для того, щоб виявити, як внутрішні компоненти та їх параметри впливають на генерований звук.

II. ГЕНЕРАЦІЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ПОБУДОВАНОЇ НА ОСНОВІ КОМПОНЕНТІВ

Побудова дійсної імітаційної моделі займає багато часу. Це вузькоспеціалізована діяльність, яка часто вимагає знань у різних сферах. Складно скласти дійсні та ефективні моделі, враховуючи складність та масштабність систем, що моделюються сьогодні. Збагативши базу знань з моделювання та симуляцій, вчені, які займаються моделюванням систем, починають розглядати питання, пов'язані з автоматичною генерацією моделей (АГМ). АГМ робить симуляційні дослідження дієвішими та ефективнішими. Це не тільки покращує сам процес моделювання, але й краще інтегрує його з програмними системами, такими як симулятори, інженерні та навчальні програми, тощо.

Деякі останні дослідницькі роботи схильні до інтеграції даних в модель [2]. Основною метою таких робіт є генерація імітаційних моделей безпосередньо із зовнішніх джерел, використовуючи алгоритми структуризації та аналізу даних для створення та налаштування моделі. Такий підхід називається “керованим даними” (data-driven). АГМ можна класифікувати на три основні категорії:

- Параметричні підходи: моделі створюються на основі існуючих блоків моделювання (зберігаються в бібліотеках імітації), які вибираються та налаштовуються на основі параметрів.
- Структурні підходи: генерація моделі базується на даних, що описують структуру та компонування системи, як правило, з відповідних систем автоматизованого проектування (САПР) та систем автоматизованої інженерії (CAE).
- Гібридні підходи, “засновані на знаннях”: ці підходи поєднують методи штучного інтелекту (наприклад, експертні системи та нейронні мережі) з обома вищезазначеними підходами.

Компонентне моделювання (або програмне забезпечення на основі компонентів взагалі) та його переваги широко обговорюються в літературі. Воно базується на парадигмі, спільній для всіх інженерних дисциплін: складні системи можна отримати шляхом складання з компонентів, які слугують будівельними блоками, при цьому композиція використовується для побудови складних компонентів із більш простих. Складна система може рекурсивно розкладатися на підсистеми до досягнення елементарного рівня, на якому підсистема вже не може бути розкладена; критерієм розкладеності є функціональність. Таке розкладання (або композиція, якщо спостерігати її “знизу-вгору”, а не “зверху-вниз”) формує систему та модель системи в ієрархічну структуру.

III. РОЗРОБКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕЛІ СИНТЕЗАТОРА

Генетичний алгоритм — це техніка пошуку вирішення проблем із великим пошуковим простором, що абстрагує еволюцію в природному світі. Він часто застосовується там, коли звичайний алгоритм пошуку був би непрактичним і не існує очевидного прямого підходу. Існує багато різних варіацій генетичного алгоритму, в цьому розділі викладена загальна інформація про алгоритм, який був вибраний для реалізації.

Перший крок — представити потенційні рішення у вигляді послідовності “генів”, подібної до ДНК, що існує в природі. Це включає кодування параметрів у стислій, зрозумілій формі, щоб можна було використовувати єдину структуру даних. На базовому рівні це робиться за допомогою бітових стрічок — довгих двійкових рядків, які інтерпретуються шляхом розбиття параметрів на відповідні поля в бітовій стрічці, як показано на рисунку 1. Такий спосіб представлення підходить лише для проблем, для яких є фіксована кількість параметрів.

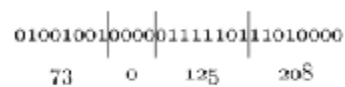


Рис. 1. Бітова стрічка, яка представляє 4 параметри

Популяція розглядається в кожній точці алгоритму для прийняття більшості рішень. Таким чином розглядається багато різних значень для кожного параметра паралельно. Зазвичай початкова популяція містить випадково згенеровані “особини”, але іноді використовується відома популяція, придатність якої краща за випадково згенеровану.

На кожному етапі алгоритму всі особини оцінюються на придатність. Під терміном “придатність” розуміється інтерпретація генів для отримання “реального рішення”, який вони представляють. Після цього використовується функція придатності для обчислення значення придатності для всієї популяції. Функція придатності повинна бути безперервною і повинна присвоювати значення будь-якій особині, оскільки вона використовується для порівняння сукупності (всієї популяції).

Після цього виконується відбір найбільш придатних осіб, наприклад, за допомогою алгоритму рулетки. Це тягне за собою вибір особин випадковим чином пропорційно їх придатності порівняно з сумою придатності всієї популяції. Таким чином, особи з кращою придатністю мають більший шанс бути обраними. Такий недетермінований відбір, як описано вище, найкраще підходить для використання в генетичному алгоритмі, оскільки він запобігає попаданню в місцеві максимуми, де придатність висока порівняно з аналогічними особами, і завдяки цьому відшукується глобальний максимум.

Потім відібрані особини розводять для отримання наступного покоління. Часто їх збирають в пару випадковим чином для отримання потомства до тих пір, поки популяція не заповниться новими особинами. За допомогою бітової стрічки це можна зробити за допомогою одноточкового кроссовера — вибирається випадкова точка і вибираються біти у будь-якого з батьків з двох сторін точки розділення.

Проблема, що стоїть перед стратегією розведення, полягає в тому, що вона повинна уникати поділу успішних генів особистості, одночасно дозволяючи включати кращий генетичний матеріал від іншого батька. Хоча одноточковий кроссовер часто використовується за замовчуванням, але краща продуктивність часто виходить із більш досконалих схем розведення. Існує багато інших варіантів, таких як кроссовер n-точок, імовірнісний кроссовер та схеми на основі дерев, однак найпростішим розширенням для найбільшого посилення є двоточковий кроссовер

Після комбінації може застосовуватися мутація — рандомізація декількох генів, щоб уникнути застою “генофонду”. Тоді нові особи містять різноманітні комбінації раніше успішних послідовностей генів, і вони мають шанс бути навіть придатнішими за попередню особину.

Потім алгоритм циклічно повторює оцінку, відбір та розведення для кожного покоління. Припинення роботи генетичного алгоритму може відбутися в залежності від

програми: у випадку коли або "достатньо хороша" придатність популяції, або досягнуто максимального числа поколінь, або будь-який інший тест, який може забезпечити корисність рішення. У деяких програмах оптимальне рішення може бути легко впізнаваним. Загальний цикл роботи генетичного алгоритму можна побачити на рисунку 2.



Рис. 2. Загальний цикл роботи генетичного алгоритму

IV. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИК

При розробці програми MusicSynth використовувалась парадигма програмування ООП. Об'єктно-орієнтоване програмування (ООП) – це модель мови програмування, в якій програми організовані навколо даних або об'єктів, а не функцій та логіки [3]. Об'єкт можна визначити як поле даних, яке має унікальні атрибути та поведінку. Приклади об'єкта можуть варіюватися від фізичних осіб, таких як людина, яка описується властивостями, такими як ім'я та адреса, аж до невеликих комп'ютерних програм, таких як віджети. Це протистойть історичному підходу до програмування, де робився акцент на тому, як була написана логіка, а не на тому, як визначити дані в логіці.

Для реалізації графічного інтерфейсу було використано JUCE Framework, який вже було згадано раніше. Інтерфейс створеної програми, який можна побачити на рисунку 3, складається з наступних частин:

- кнопка відкриття аудіо файлу
- вікно виводу вхідного сигналу в часовому домені
- вікно виводу спектру вхідного сигналу
- вікно виводу синтезованого сигналу в часовому домені
- вікно виводу спектру синтезованого сигналу
- вікно з логуванням
- вікно виводу огинаючої ADSR
- вікно виводу імітаційної моделі синтезатора

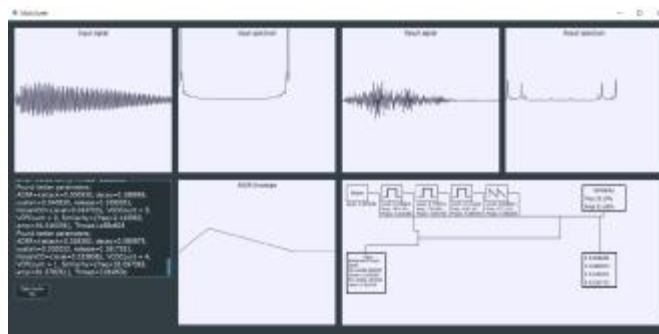


Рис. 3. Інтерфейс програми

У тестуванні швидкості та правильності підбору параметрів імітаційної моделі синтезатора брали участь різні типи аудіо сигналів. При синтезі кожного з різновидів еталонного сигналу програма виконувалась різну кількість часу. Найменше часу зайняв синтез простої синусоїдальної та пілкоподібної хвилі (3-5 хв), найбільше – нота гобоя (~25 хв). Це перш за все пов'язано зі складністю самого вхідного сигналу. Для його відтворення потрібна складна комбінація генераторів та фільтрів. Також від складності еталонного сигналу залежав відсоток подібності синтезованого сигналу в порівнянні з еталонним. Після здійснення всіх необхідних налаштувань відсоток подібності коливався в діапазоні від 75 до 93%.

ВИСНОВКИ

Основний підхід для вирішення проблеми створення імітаційної моделі синтезатора полягає у використанні стохастичних алгоритмів пошуку для автоматичного програмування синтезатора так, щоб вихідним сигналом (звучанням) був цільовий звук. Цей метод покладається на використання генетичного алгоритму для градієнтного спуску, намагаючись зменшити стандартну помилку між цільовим звуком та синтезованим звуком.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Balci, O., R. E. Nance, E. J. Derrick, E. H. Page, and J. L. Bishop. 1990, December. "Model generation issues in a simulation support environment". In Proceedings of the 1990 Winter Simulation Conference, edited by O. Balci, R. P. Sadowski, and R. E. Nance, 257–263. Piscataway, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- [2] Gruber, T. R. 1993. "Model formulation as a problem-solving task: computer-assisted engineering modeling". International Journal of Intelligent Systems 8 (1): 105–127.
- [3] Prinz, P. and U. Kirch-Prinz, 2001. A Complete Guide to Programming in C++, Jones and Bartlett Publishers, Burlington, USA.

Генетичні Алгоритми Оптимізації Ансамблів Згорткових Нейронних Мереж

Олексій Кудін
кафедра програмної інженерії
Запорізький національний університет
Запоріжжя, Україна
avk256@gmail.com

Анастасія Кривохата
кафедра програмної інженерії
Запорізький національний університет
Запоріжжя, Україна
krivohata@gmail.com

Genetic Algorithms for Convolutional Neural Networks Ensembles Optimization

Oleksii Kudin
software engineering dept.
Zaporizhzhya National University
Zaporizhzhya, Ukraine
avk256@gmail.com

Anastasia Kryvokhata
software engineering dept.
Zaporizhzhya National University
Zaporizhzhya, Ukraine
krivohata@gmail.com

Анотація—При застосуванні нейронних мереж до розв'язання практичних задач виникає проблема їх структурної оптимізації. Тобто, вибір оптимального набору гіперпараметрів мережі, при якому досягається найбільша точність. Особливо гостро ця проблема виникає при ансамблевому навчанні, коли необхідно додатково оптимізувати параметри самого ансамблю нейронних мереж. У роботі застосовується генетичний алгоритм для оптимізації як самих нейронних мереж, так і їх ансамблів. Наводяться результати обчислень.

Abstract—Neural networks applying to solving practical problems require some structural optimization. That is, choosing the optimal set of hyperparameters delivering the highest accuracy. This problem is especially acute in ensemble training, when it is necessary to further optimize the parameters of the neural network ensemble itself. The standard requirement of the ensemble construction is a different networks structure in the ensemble or different networks hyperparameters. The genetic algorithm is used to optimize both the neural networks themselves and their ensembles. We suggest using Snapshot ensemble method. The neural networks in the ensemble have similar structure but different weight matrices. The results of the calculations are given.

Ключові слова—класифікація, згорткові нейронні мережі, ансамблі, генетичні алгоритми

Keywords—classification, convolutional neural network, ensemble, genetic algorithm

I. ВСТУП

Штучні нейронні мережі отримали широке поширення у різноманітних практичних застосуваннях. Сьогодні існує велика кількість різноманітних архітектур нейронних мереж. Зокрема, для задачі розпізнавання образів, використовуються такі нейронні мережі прямого поширення, як багат шаровий перцептрон та згорткові нейронні мережі. При цьому, останніми роками в задачах розпізнавання перевага

надається саме згортковим нейронним мережам. Це пояснюється здатністю такого типу мереж до автоматичного виділення ознак сигналу, що в свою чергу, забезпечується наявністю спеціальних типів шарів: згортки та субдискретизації [1]. Завдяки своїй структурі, глибинні згорткові нейронні мережі, при вдалому налаштуванні, можуть знаходити закономірності у вихідних даних та використовувати їх для розв'язання задач класифікації. Сучасні архітектури згорткових нейронних мереж можуть використовувати десятки шарів. Так, архітектура VGG (англ. Visual Geometry Group) використовує 19 шарів «згортка-нелінійність-субдискретизація», а GoogLeNet та DenseNet (англ. Dense Convolutional Network) відповідно 22 та 250 шарів [3]. Кількість шарів сучасних ResNet (англ. Residual Convolutional Network) вже близько тисячі.

Одним із актуальних питань застосувань нейронних мереж є їхня структурна оптимізація, тобто, вибір оптимальної кількості шарів, нейронів, функцій активації тощо. Така оптимізація може проводитися як вручну, за умови відносно невеликої кількості параметрів, так і в автоматичному режимі. Генетичні алгоритми досить давно використовуються для задач структурної оптимізації нейронних мереж [2], однак, вони менше застосовувались для підбору параметрів ансамблів мереж. Мета цієї роботи полягає у розробці генетичного алгоритму структурної оптимізації згорткових нейронних мереж та їх ансамблів в задачах медичної діагностики.

II. ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ

Теорію еволюційних, зокрема, генетичних алгоритмів на даний час добре розроблено, наприклад, у роботах [2, 3] формалізовано основні поняття та приклади застосувань до задач дискретної оптимізації. Оскільки генетичні алгоритми є метаевристичними, досягнення глобального оптимуму не гарантується,

однак, ці підходи добре зарекомендували себе у низці задач дискретної математики.

Загальна схема застосування генетичних алгоритмів до нейронних мереж полягає у наступному. На першому етапі слід обрати спосіб кодування параметрів нейронної мережі у вигляді бінарного або числового вектору. Далі, виконується вибір цільової функції, яка буде визначати найбільш вдалу архітектуру окремих нейронних мереж та структуру ансамблю в цілому. Така функція повинна бути близькою за значенням до функції втрат, що використовуються при навчанні нейромереж.

Далі визначаються стандартні для генетичних алгоритмів оператори: селекції, кросоверу, мутації та відбору. Докладно зміст та призначення цих операторів викладено в монографії [3].

Підходи до використання генетичних алгоритмів для оптимізації згорткових нейронних мереж розглянуто в [4]. У практичних застосуваннях генетичних алгоритмів до нейронних мереж розв'язуються задачі вибору найбільш оптимальної структури шарів, оптимізація гіперпараметрів та вибір функції втрат. Основними задачами в цьому випадку є вибір методу кодування можливих розв'язків та визначення виду генетичних операторів. Слід також зазначити, що кількість потенційних мережевих структур експоненційно збільшується з кількістю шарів у мережі [5], що робить генетичні алгоритми ефективним підходом для пошуку у такому великому просторі можливих розв'язків.

В роботі [6] пропонується новий метод ансамблювання нейронних мереж – Snapshot ансамбль. Основна ідея цього методу полягає в тому, що при параметричній оптимізації однієї нейромережі, запам'ятовуються значення вагової матриці нейронів при потраплянні у M точок локального мінімуму. Після цього, для кожної з M вагових матриць генерується відповідна нейронна мережа. Таким чином, час навчання ансамблю з декількох мереж майже не відрізняється від часу навчання однієї нейронної мережі.

Отже, в даній роботі проводяться обчислювальні експерименти з генетичним алгоритмом оптимізації згорткових нейронних мереж та їх Snapshot ансамблів для розв'язання задачі бінарної класифікації при медичному діагностуванні.

III. ОПИС ТЕСТОВОГО НАБОРУ АУДИО ДАНИХ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КЛАСИФІКАТОРА

В роботі використано набір даних C_NMC_2019 (<https://app.box.com/s/xeclwwd2xep9ntljtgvyptmt4k5wone9n>), який містить зображення ракових (В-лімфобластів) та здорових клітин. Всі зображення отримано за допомогою електронного мікроскопа.

В наборі даних для тренування використовуються зображення 10 661 клітин, з них 7 272 ракові та 3 389 здорових клітин.

При програмній реалізації використовувалися такі бібліотеки мови програмування Python: NumPy, Pandas, Keras.

IV. РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Вектор можливих розв'язків популяції складався з таких властивостей нейромережі, як кількість шарів згортки та повнозв'язних шарів, а також тип оптимізатора, функція активації, метод субдискретизації та кількість мереж у Snapshot ансамблі. У таблиці 1 наведено точність отриманих моделей (стовпець %) на різних етапах генетичного алгоритму, отже, для різних конфігурацій. Так, можна побачити, що найбільш вдалою конфігурацією є 4 шарів згортки (Conv) та 4 повнозв'язних (Dense).

ТАБЛИЦЯ 1 Точність моделей

%	Структура нейромережі				
	Шари	Оптимізатор	Актив. ація	Метод підвибірки	Ансамбль
0,83	4 Conv+ 4 Dense	Adagrad	Selu	Average	10
0,88	4 Conv+ 4 Dense	Adagrad	Selu	Max	10
0,87	5 Conv+ 4 Dense	Adagrad	Selu	Max	10

Умовою завершення обчислень генетичного алгоритму пониження метрики точності для нової популяції у порівнянні з попередньою, тож у результатах обчислювальних експериментів простежується певне наслідування корисних властивостей.

ВИСНОВКИ

У роботі проілюстровано застосування генетичного алгоритму для структурної оптимізації згорткових нейронних мереж. Розглянуто задачу бінарної класифікації зображень, отриманих за допомогою електронного мікроскопа. Побудована система може застосовуватися у задачах медичного діагностування.

Перспективи подальших досліджень пов'язано із розширенням сфери застосування генетичних алгоритмів до нейронних мереж, наприклад, для оптимізації набору ознак, що подаються на вхід нейромережі.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Geron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. Sebastopol: O'Reilly. 2017. 861 p.
- [2] Олійник А.О., Субботін С.О., Олійник О.О. Еволюційні обчислення та програмування. Запоріжжя: ЗНТУ. 2010. 324 с.
- [3] Козин І.В. Эволюционные модели в дискретной оптимизации. Запорожье: ЗНУ. 2019. 204 с.
- [4] Lone M.A., Islam M. A Brief Overview of Developing Convolutional Neural Network Using Genetic Algorithm. International Journal of Computer Sciences and Engineering, Vol.-7, Issue 2, 2019. P. 812-818. DOI: 10.26438/ijcse/v7i2.812818
- [5] Lingxi Xie, Alan Yuille. Genetic CNN. <https://arxiv.org/abs/1703.01513>
- [6] Huang G. et al. Snapshot Ensembles: Train 1, Get M for Free. arXiv, 2017. URL: <http://arxiv.org/abs/1704.00109>

Моделювання Квазіпластики Капілярних Поверхонь Висячої Краплі

Сусак Я.Я.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
susak.slava@gmail.com

Малько О.Г.

Кафедра комп'ютерних наук
та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
malko.pochta@gmail.com

Modeling the Quasiplastics of the Capillary Surfaces for the Method of Pendant Drop

Susak Y.Y.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
susak.slava@gmail.com

Malko O.G.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
malko.pochta@gmail.com

Анотація—Створено програму моделювання квазіпластики капілярних поверхонь висячої краплі. The program of the model of the capillary surfaces for the method of pendant drop has been developed.

Ключові слова—висяча крапля, радіус капіляра, капілярна стала, диференціальне рівняння, дискретизація, pendant drop, radius of the capillary, capillary constant, differential equation, discretization.

I. ВСТУП

Об'єктом дослідження в даній роботі є метод висячої краплі.

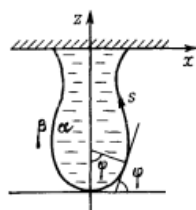
Актуальність роботи пояснюється необхідністю виконувати складні розрахунки стану висячої краплі, що вимагає математичного моделювання.

Буде описано процес створення програми в середовищі MATLAB для моделювання квазіпластики капілярних поверхонь висячої краплі.

Метою роботи є дослідити теоретичні основи для моделювання (диференціальне рівняння) та створити програму на мові MATLAB для моделювання квазіпластики капілярних поверхонь висячої краплі.

II. ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНОЇ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ

Розглянемо висячу краплю з параметрами як на цьому зображенні (тут φ — це кут між віссю z і точкою лінії краплі, x і z — горизонтальна і вертикальна координати точок лінії краплі).



Будемо використовувати капілярну сталу $a^2 = \frac{\rho g}{\sigma}$, де ρ — густина краплі, g — гравітаційна стала, σ — величина поверхневого натягу.

В літературі [1] описано систему диференціальних рівнянь, виведених Лапласом (тут індекс a означає величину розділену на a , або у випадку площі поверхні висячої краплі — на a^2 , для об'єму — a^3):

$$\begin{cases} \frac{dx_a}{dL_a} = \cos\varphi \\ \frac{dz_a}{dL_a} = \sin\varphi \\ \frac{d\varphi}{dL_a} = \frac{2}{R_a} - \frac{\sin\varphi}{x_a} - z_a \\ \frac{dV_a}{dL_a} = \pi x_a^2 \cdot \sin\varphi \\ \frac{dS_a}{dL_a} = 2\pi x_a \end{cases}$$

Тут R_a — початковий радіус кривизни, розділений на a . В подальшому будемо використовувати величину $K_a = \frac{2}{R_a}$.

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

Нижче описані головні функції, які використані для моделювання.

Функція диференціального рівняння:

```
function dYdl = Differential_Equation(l, Y, ka)
if l == 0
    dYdl = [ka/2;
            cos(Y(1));
            sin(Y(1));
            2 * pi * Y(2);
            pi * Y(2)^2 * sin(Y(1))];
else
    dYdl = [ka - sin(Y(1))/Y(2) - Y(3);
```

```

        cos(Y(1));
        sin(Y(1));
        2 * pi * Y(2);
        pi * Y(2)^2 * sin(Y(1));
    end
end

```

Функція розв'язування диференціального рівняння з допомогою розв'язника ode113:

```

function [L,Y] = Solve_Equation(ka, ra, L_end)
    options = odeset('RelTol', 1e-013, 'AbsTol', ra*1e-13);
    Lspan = [0, L_end];
    Y0 = [0; 0; 0; 0; 0];
    [L,Y] = ode113(@Differential_Equation, Lspan, Y0, options, ka);
end

```

Функція параметрів краплі:

```

function [L,Y,X,Z,Par] = Get_Parameters(Ka, ra, L_end)
    [L,Y] = Solve_Equation(Ka, ra, L_end);
    N = length(L);
    R = ones(N, 1);
    Z = (Y(:,3) - R * Y(N,3))/ra;
    X = Y(:,2)/ra;
    Par = [Y(end,1) * 180/pi,
           Y(end,3)/ra,
           Ka * ra,
           2 * L(end)/ra,
           Y(end,4)/ra^2,
           Y(end,5)/ra^3];
end

```

Функція знаходження кривизни для заданого ra:

```

function Ka = Find_Ka(ka, ra, L_end)
    function dxa = Integration(x)
        [~,Y] = Solve_Equation(x, ra, L_end);
        dxa = Y(end,2) - ra;
    end

    Ka = fzero(@Integration, ka);
end

```

Функція поступового отримання кривизни для заданого ra (з циклічним використання Find_Ka):

```

function [Kr, Table] = Generate_Kr(loopArray, Table, dL)
    if max(loopArray) < 1
        loopArray = flip(loopArray);
    end
    for a2r = loopArray
        ra = sqrt(1/a2r);
        [~,idx] = min(abs(Table(1,:)-a2r));
        if Table(1,idx) == a2r
            Ka = Table(2,idx);
            Kr = Table(3,idx);
            continue
        end
        Ka = Find_Ka(Table(2,idx), ra, dL + ra);
        Kr = Ka * ra;
        Table(:,end+1) = [a2r; Ka; Kr];
    end
end

```

Функція побудови останньої лінії:

```

function Parameters = Draw_Last_Line(Ka, ra, L_right, L_wrong,
Parameters, type)
    Ka_Condition = Ka;
    function forceMinusVolume = Condition_Function_Volume(L)
        Ka_Condition = Find_Ka(Ka_Condition, ra, L);
        [~,Y] = Solve_Equation(Ka_Condition, ra, L);
        forceMinusVolume = 2 * pi * Y(end,2) * cos(Y(end,1)) -
Y(end,5);
    end
    function angle = Condition_Function_Angle(L)
        Ka_Condition = Find_Ka(Ka_Condition, ra, L);

```

```

        [~,Y] = Solve_Equation(Ka_Condition, ra, L);
        angle = Y(end,1);
    end
    if strcmp("volume", type)
        func = @Condition_Function_Volume;
    else
        func = @Condition_Function_Angle;
    end

```

```

    L_final = fzero(func, [L_right,L_wrong]);
    [~,X,Z,Par] = Get_Parameters(Ka_Condition, ra, L_final);
    Parameters(end+1,:) = Par;
    Draw_Line(X,Z,'r');
end

```

Головна функція для моделювання висячої краплі:

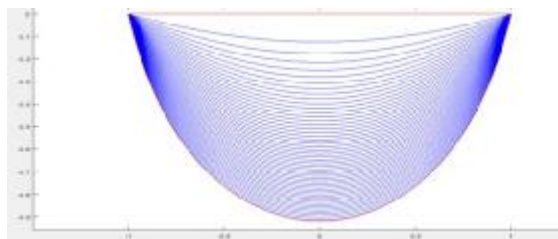
```

function Parameters = Pendant_Drop(a2r, dL)
    Table(1,1) = 1;
    Table(2,1) = Find_Ka(0.25, 1, dL + 1);
    Table(3,1) = Table(2,1);
    if a2r > 1
        loopArray = My_Vector(1, 0.1, a2r);
    else
        loopArray = My_Vector(a2r, 0.1, 1);
    end
    if a2r == 1
        Kr = Table(2,1);
    else
        [Kr,~] = Generate_Kr(loopArray, Table, dL);
    end
    ra = sqrt(1/a2r);
    Ka0 = Kr * sqrt(a2r);
    L_end = ra;
    i = 1;
    Draw_Line([-1,1],0*[-1,1],'r');
    hold on
    while true
        L_end = L_end + dL;
        if i<3
            Ka(i) = Ka0 * i;
        else
            Ka(i) = interp1(1:i-1, Ka ,i, 'spline', 'extrap');
        end
        Ka(i) = Find_Ka(Ka(i), ra, L_end);
        [L,Y,X,Z,Par] = Get_Parameters(Ka(i), ra, L_end);
        if 2 * pi * Y(end,2) * cos(Y(end,1)) >= Y(end,5)
            if Y(end,1) < 0
                L_wrong = L(end);
                type = "angle";
                break
            end
            Draw_Line(X, Z, 'b');
            Parameters(i,:) = Par;
            L_right = L(end);
        else
            L_wrong = L(end);
            type = "volume";
            break
        end
        i = i+1;
    end
    Parameters = Draw_Last_Line(Ka(end-1), ra, L_right,
L_wrong, Parameters, type);
    save Parameters.mat Parameters
end

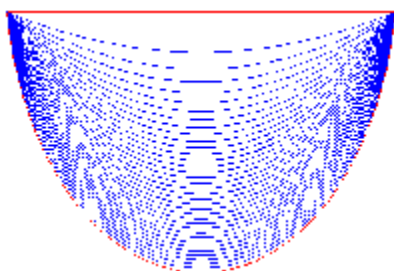
```

Розглянемо роботу розробленої програми для різних випадків.

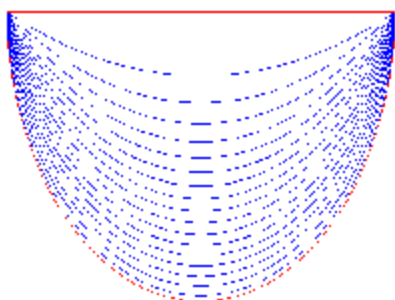
Крапля з $a2r = 1$, $dL = 0.01$:



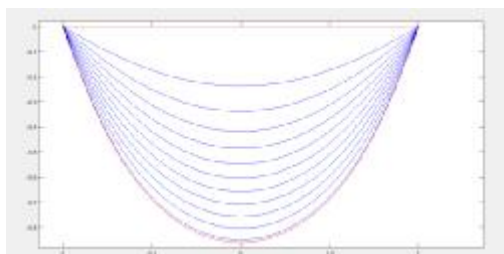
Крапля з $a2r = 2$, $dL = 0.01$:



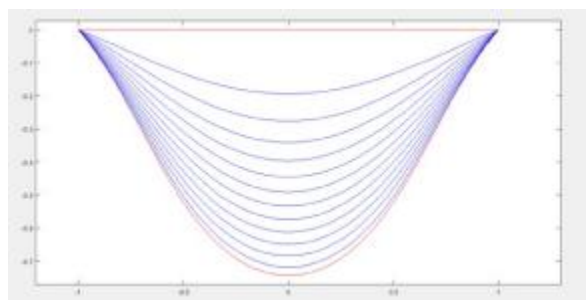
Крапля з $a2r = 10$, $dL = 0.01$:



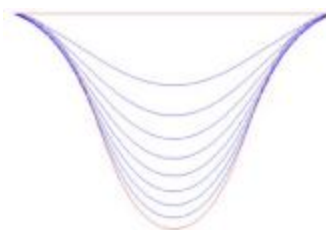
Крапля з $a2r = 0.5$, $dL = 0.05$:



Крапля з $a2r = 0.2$, $dL = 0.05$:



Крапля з $a2r = 0.1$, $dL = 0.1$:



З рисунків вище чітко видно, що зі зменшенням $a2r$ крапля стає все більш і більше випуклою (вгнутою всередину). В рисунках з великими $a2r$ спостерігалась інша тенденція: чим більше $a2r$ – тим ближчою до півсфери є кінцева лінія.

Висновки

В даній роботі було проведено огляд теоретичних основ моделювання квазіпластики капілярних поверхонь висячої краплі і розроблено програму для моделювання. Програма дозволяє малювати графіки висячої краплі і виводить параметри краплі, приведені до радіуса капіляра r .

Дані результати можуть бути використані в дослідженнях методу висячої краплі в міжфазній тензіометрії.

Актуальність роботи пояснюється необхідністю виконувати складні розрахунки стану висячої краплі, що вимагає математичного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Роулинсон Дж., Уидом Б. Молекулярная теория капиллярности.: Пер. с англ.—М.: Мир, 1986. — 376 с.
- [2] Финн, Р. Равновесные капиллярные поверхности. Математическая теория :пер. с англ. /Р. Финн ; Москва : Мир, 1989. 312 с.
- [3] Физическая химия границ раздела контактирующих фаз. — К.: Наукова думка, 1976. — 220 с.
- [4] Русанов А.И., Прохоров В.А. Межфазная тензиометрия.: СПб.: Химия, 1994. — 400 с.
- [5] Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на фортране.— М.: «Мир», 1977, 583 с.
- [6] Бабский В.Г., Копачевский Н.Д., Мышкин А.Д., Слободянин Л.А., Тюпцов А.Д. Гидромеханика невесомости. — М.:Наука, 1976.

Розробка Системи Виявлення Дефектів Мови на Основі Аналізу Аудіо-Сигналів

Іван Скринник
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
skrynnykivan@gmail.com

Development of Speech Defects Detection System Based on Audio Signal Analysis

Ivan Skrynnyk
Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
skrynnykivan@gmail.com

Анотація—Розроблено програмне забезпечення виявлення дефектів мови на основі аналізу аудіо-сигналів. Описано та проаналізовано існуючі методи аналізу аудіо-сигналів які використовуються для завдань розпізнавання мови, методи машинного навчання, які використовуються для розпізнавання мови. На основі проаналізованих методів виконана оптимізація методу мел-частотних ке́пстральних коефіцієнтів для отримання властивостей аудіо-сигналів та запропонований метод класифікації.

Abstract—Speech defect detection software based on audio signal analysis has been developed. Existing audio signal analysis methods used for language recognition tasks, machine learning methods used for language recognition are described and analyzed. Based on the analyzed methods, the optimization of the mel-frequency cepstral coefficient method was obtained to obtain the properties of the audio signals and a classification method was proposed.

Ключові слова—ке́пстральний аналіз, частота дискретизації, мел-частотні ке́пстральні коефіцієнти, властивості аудіо-сигналів, класифікація.

Keywords—cepstral analysis, sample rate, mel frequency cepstral coefficients, properties of audio signals, classification.

1. ВСТУП

Надзвичайно важко уявити наше повсякденне життя без спілкування, адже саме мовлення є одним з основних способів, за допомогою якого людина передає свої думки, почуття, інформацію та ідеї іншим людям. Людська мова надзвичайно складна. Вона складається із звукових хвиль різного діапазону частот, інтенсивності та амплітуд, які передають конкретну інформацію. Для формування та прийому цих звуків потрібна належним чином функціонування слухової системи, а також неушкоджених і здорових голосових і звукогенеруючих структур.

Мовлення та спілкування може бути ускладнене, або і зовсім унеможливлене через порушення дихання, порушення функціонування гортані, підглоткового голосового тракту, або порушення, що впливають на ділянки мозку, які обробляють мовлення та звук.

Автоматизоване виявлення голосових розладів за допомогою обчислювальних методів — це нова дослідницька область в галузі медицини. Виявлення розладу голосу за допомогою обчислювальних методів є складною проблемою, оскільки аудіо-дані є безперервними, через що, отримання відповідних особливостей та застосування машинного навчання є важким та недостовірним. Елементом дослідження у даній роботі є удосконалення методу автоматичного виявлення розладів мовлення та їх класифікація.

Тому метою даної роботи є дослідження існуючих, вдосконалення і програмна реалізація одного з вибраних методів обробки аудіо-сигналу для автоматичного виявлення порушень мовлення.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Голосовий сигнал формується і передається у вигляді звукових хвиль. Джерелом голосового сигналу є мовоутворюючий тракт людини. Приймачем сигналу є датчик звукових коливань, мікрофон — пристрій перетворення звукових коливань в електричні.

Для завдань які пов'язані з розпізнаванням голосу як правило використовують методи ке́пстрального аналізу[1]. Завдання ке́пстрального аналізу — розділити мовлення на її вихідні та системні компоненти без будь-яких апіорних знань про джерело та систему.

Методи ке́пстрального аналізу, які найчастіше застосовуються для завдань розпізнавання голосу:

- Метод мел-частотних ке́пстральних коефіцієнтів
- Метод дельта та дельта-дельта коефіцієнтів
- Метод лінійного прогнозування ке́пстральних коефіцієнтів
- Метод перцептивного лінійного передбачення

Для реалізації алгоритму виявлення дефектів мовлення були вибрані методи мел-частотних

кепстральних коефіцієнтів для отримання властивостей аудіо-файлів та метод k-найближчих сусідів для класифікації[5].

Оригінальний метод мел-кепстральних коефіцієнтів містить такі кроки[2-3]:

- Розбиття вхідного сигналу на фрейми
- Обчислюється оцінка спектральної щільності за допомогою перетворення Фур'є
- Банк-фільтрування, сумування енергій і кожному фільтрі
- Логарифм енергій по фільтрах
- Дискретне косинусне перетворення
- Взяти перших 2 – 13 коефіцієнтів.

Метод мел-частотних кепстральних коефіцієнтів може повертати 26 коефіцієнтів, але більш високі коефіцієнти представляють швидкі зміни енергії і погіршують системи розпізнавання мови.

Для отримання більш точних результатів досліджень в парі з методом мел-частотних кепстральних коефіцієнтів використовуємо метод дельта і дельта-дельта коефіцієнтів які ще називають диференціальними коефіцієнтами та коефіцієнтами прискорення. Дельта коефіцієнти вираховуються на основі мл-частотних, дельта-дельта на основі дельта коефіцієнтів.

Вводимо невелике покращення, яке базується на застосуванні одиничної гучності для наближення рівня чутливості людини до чутного звуку 40 дБ. Виходячи із закону сприйняття гучності звуку людиною, спектральні коефіцієнти стискаються шляхом обчислення кубічного кореня. Даний процес проводимо після обчислення оцінки спектральної щільності.

$$\Phi = \sqrt[3]{B}.$$

Застосовувати описаний метод будемо для аудіо-файлів взятих з «Saarbruecken Voice Database» - безкоштовний набір даних який містить 869 записів без дефектів мовлення та 1356 з різними голосовими дефектами[6]. Зразки голосу мають тривалість від 1 до 3 секунд постійних голосових звуків «а», «і», «у». Будемо використовувати тільки файли голосових звуків «а».

Обираємо 371 запис без дефектів та 371 запис для 4 голосових дефектів:

- Хордектомія (59 записів)
- Дисфонія (101 запис)
- Пахідермія (71 запис)
- Ларингізм (140 записів)

Після виконання методів для отримання властивостей можемо переходити до класифікації. Для класифікації обраний метод k-найближчих сусідів.

Метод k-найближчих сусідів – простий непараметричний класифікаційний метод, де для класифікації об'єктів у рамках простору властивостей використовуються відстані, пораховані до усіх інших об'єктів. Вибираються об'єкти, до яких відстань найменша, і вони виділяються в окремий клас.

Класифікація відбувається у два етапи. На першому етапі виконується проста класифікація де визначається чи вхідний аудіо-файл належить до класу «здорових» чи «дефективних» записів. Якщо програма класифікувала файл, як «здоровий» – класифікації завершена. Якщо файл класифікований, як «дефективний» – проводимо наступну класифікацію, де класифікуємо до якого з 4 «дифективних» класів належить аудіо-файл.

Варто зазначити, що класифікація відбувається для кожного фрейму файлу, а не для файлу в цілому. Результатом вважаємо клас до якого класифікувала більшість фреймів.

ВИСНОВКИ

В даній роботі був проведений аналіз існуючих алгоритмів розпізнавання дефектів мовлення на основі аналізу аудіо-сигналів. На основі проведених досліджень було прийнято рішення про розробку програмного продукту для класифікації дефектів мовлення на основі переданих голосових сигналів. Було прийнято рішення про вдосконалення існуючих алгоритмів отримання властивостей аудіо-файлів та алгоритму класифікації.

В результаті виконання роботи був розроблений програмний продукт і в результаті тестувань показали, що алгоритм справляється з поставленими завданнями і працює коректно. Є недоліки, які будуть усунені у наступних версіях програмного продукту.

Оскільки програма і алгоритми успішно працюють, можна вважати, що мета роботи досягнута.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] J.R. Deller Jr., J.H.L. Hansen, J.G. Proakis, Discrete-Time Processing of Speech Signals, IEEE Press, New York, 2000.
- [2] James L Hieronymus and Shubha Kadambe, "Spoken language identification using large Vocabulary speech recognition", Bell Laboratories, 700 Mountain Avenue, Murray Hill, NJ 07974 Atlantic Aerospace Elect. Corp., 6404 Ivy Lane, Greenbelt, MD 20906.
- [3] Shashidhar G.R, Deepika Rastogi, "Identification of Language using Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)" CA: University Science, 2012.
- [4] <https://medium.com/machine-learning-101/k-nearest-neighbors-classifier-1c1ff404d265>
- [5] <http://stimmdb.coli.uni-saarland.de/index.php4#target>

NP-повні Задачі та їх Алгоритми

Парияк О.В.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна
oparylyak@meta.ua

Семанків М.В.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна
semankiv.maria@comp-sc.if.ua

NP-complete Problems and Their Algorithms

Paryliak O.V.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine
oparylyak@meta.ua

Semankiv M.V.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine
semankiv.maria@comp-sc.if.ua

Анотація—Створено програми реалізації алгоритму Літгла та найближчого сусіда.

Abstract—The programs for the implementation of Little's algorithm and the nearest neighbor.

Ключові слова—NP-повний клас, клас NP, поліноміальний клас P, ортодром.

Keyword—NP-complete class, class NP, polynomial class P, orthodromic distance.

I. ВСТУП

Об'єктом дослідження в даній роботі є методи вирішення задачі комівояжера.

Актуальність роботи пояснюється необхідністю прокладання найкоротшого шляху між певними пунктами у різноманітних сферах від бізнесу до подорожування.

Буде описано процес створення програми в середовищі Rucharm для отримання практичного вирішення проблеми комівояжера.

Метою роботи є дослідити оптимальні евристичні алгоритми отримання шляху комівояжера, та показати різницю в отриманих результуючих наборах за допомогою мови Python 3.

II. ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНОЇ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ

Розглянемо проблему комівояжера. Суть її полягає у відвіданні торгівцем усіх міст із поверненням у початкову точку за найкоротший та найдешевший час.



Для пошуку результуючого набору послідовності міст буде використано алгоритм найближчого сусіда та метод Літгла що є частковим випадком методу гілок та меж.

Для отримання відстані між містами скористаємося формулою ортодромі.

$$d = r\Delta\sigma,$$

де r – середнє значення радіусі Землі. А $\Delta\sigma$ описується за формулою:

$$\Delta\sigma = \arccos(\sin\varphi_1\sin\varphi_2 + \cos\varphi_1\cos\varphi_2\cos(\Delta\lambda)),$$

де φ_1, φ_2 відповідають довготам (longitude) міста із якого прямує комівояжер та того, у яке тримає шлях, відповідно. А $\Delta\lambda = |\lambda_1 - \lambda_2|$ набуває значення абсолютної різниці між широтами (latitude) першого та другого населених пунктів.

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

Нижче описані головні методи, що використовуються для отримання псевдо-оптимального шляху.

Функція побудови матриці відстаней між містами:

```
for i in range(len(lat)):
    # генератор списку
    matrix[i] = [0] * len(lon)
    for j in range(len(lon)):
        # пошук відстані між точками на Землі
        if i != j:
            dist_between = 6371 * np.arccos(np.sin(np.radians(lat[i]))
            * np.sin(np.radians(lat[j])) +
            np.cos(np.radians(lat[i])) *
            np.cos(np.radians(lat[j])) *
            np.cos(np.radians(lon[i] - lon[j])))
            matrix[i][j] = dist_between
            print("%6.2f" % (matrix[i][j]), end=' ')
        else:
            matrix[i][j] = np.inf
            print("%6.2f" % (matrix[i][j]), end=' ')
    print()
    Метод пошуку шляху алгоритмом найближчого сусіда:
    for i in range(len(matrix)):
        temp = []
        for j in range(len(matrix[row])):
            temp.append(matrix[row][j])
        print()
        print(temp)
```

```

# кожне місто відвідати ТІЛЬКИ один раз, повернутися у
початкове
if temp.index(min(temp)) not in cities or i == len(matrix) - 1:
    minimal = min(temp)
else:
    temp[temp.index(min(temp))] = np.inf
    minimal = min(temp)
print(temp)
distance = distance + minimal
print("distance =", distance)
print("minimal =", minimal)
column = temp.index(minimal)
print("column =", column)

# виключення відвіданого міста(його стовпця)
for c in range(len(matrix)):
    matrix[c][column] = np.inf
    for j in range(len(matrix[c])):
        print("%6.2f" % (matrix[c][j]), end=' ')
    print()
    row = column
    cities.append(row)

print("cities:", cities)
print("distance:", distance)

Метод зведення матриці для алгоритму Літгла:
def redact_m(matrix_t, lower_limit_t):
# пошук мінімального елемента у рядку
minimal_in_row = []
for i in range(len(matrix_t)):
    temp = []
    for j in range(len(matrix_t[i])):
        temp.append(matrix_t[i][j])
    minimal_in_row.append(min(temp))
# підрахунок нижньої границі
lower_limit_t = lower_limit_t + min(temp)
print("Minimum in rows:", minimal_in_row)

# віднімання від кожного елемента в рядку значення
мінімального
for i in range(len(matrix_t)):
    for j in range(len(matrix_t[i])):
        matrix_t[i][j] = matrix_t[i][j] - minimal_in_row[i]
        print("%4.1f" % (matrix_t[i][j]), end=' ')
    print()

# пошук мінімального елемента у стовпці
minimal_in_column = []
for i in range(len(matrix_t)):
    temp = []
    for j in range(len(matrix_t[i])):
        temp.append(matrix_t[j][i])
    minimal_in_column.append(min(temp))
# підрахунок нижньої границі
lower_limit_t = lower_limit_t + min(temp)
print("Minimum in columns:", minimal_in_column)

# віднімання значення мінімального елемента від кожного
елемента стовпця
for i in range(len(matrix_t)):
    for j in range(len(matrix_t[i])):
        matrix_t[j][i] = matrix_t[j][i] - minimal_in_column[i]
# виведення зведеної матриці
print("reduced matrix")

for i in range(len(matrix_t)):
    for j in range(len(matrix_t[i])):
        print("%4.1f" % (matrix_t[i][j]), end=' ')

```

```

print()

print("lower_limit:", lower_limit_t)
return matrix_t, lower_limit_t

Програмна реалізація методу Літгла:
while len(matrix) > 2 :
    print()
    print(" Step number: ", count)
    # пошук ребра розгалуження
    temp_matrix = [0] * len(matrix)
    for i in range(len(matrix)):
        temp_matrix[i] = [0] * len(matrix)
        for j in range(len(matrix[i])):
            if matrix[i][j] == 0:
                temp_list_row = []
                temp_list_column = []
                for k in range(len(matrix)):
                    for l in range(len(matrix[k])):
                        if j != l and i == k:
                            temp_list_row.append(matrix[k][l])
                        if i != k and j == l:
                            temp_list_column.append(matrix[k][l])
                # print(temp_list_row)
                # print(temp_list_column)
                coefficient = min(temp_list_row) +
min(temp_list_column)
                temp_matrix[i][j] = coefficient
            else:
                temp_matrix[i][j] = -1
                print("%4.1f" % (temp_matrix[i][j]), end=' ')
        print()
        max_elem = temp_matrix[0][0]
        max_i = 0
        max_j = 0
        for i in range(len(temp_matrix)):
            for j in range(len(temp_matrix[i])):
                if temp_matrix[i][j] > max_elem:
                    max_elem = temp_matrix[i][j]
                    max_i = i
                    max_j = j
        print("Maks elem: ", max_elem, max_i, max_j)

    for i in range(len(matrix)):
        for j in range(len(matrix[i])):
            print("%4.1f" % (matrix[i][j]), end=' ')
        print()

    # виключення ребра розгалуження M1
    matrix_M1 = copy.deepcopy(matrix)
    matrix_M1[max_i][max_j] = np.inf
    matrix_M1, lower_limit_M1 = redact_m(matrix_M1,
lower_limit)
    print("Matrix M1:")
    for i in range(len(matrix_M1)):
        for j in range(len(matrix_M1[i])):
            print("%4.1f" % (matrix_M1[i][j]), end=' ')
        print()
    # включення ребра розгалуження M2

    matrix_M2 = copy.deepcopy(matrix)
    matrix_M2[max_j][max_i] = np.inf
    matrix_M2 = np.delete(matrix_M2, max_i, 0)
    matrix_M2 = np.delete(matrix_M2, max_j, 1)

    print("Matrix M2:")
    for i in range(len(matrix_M2)):
        for j in range(len(matrix_M2[i])):

```

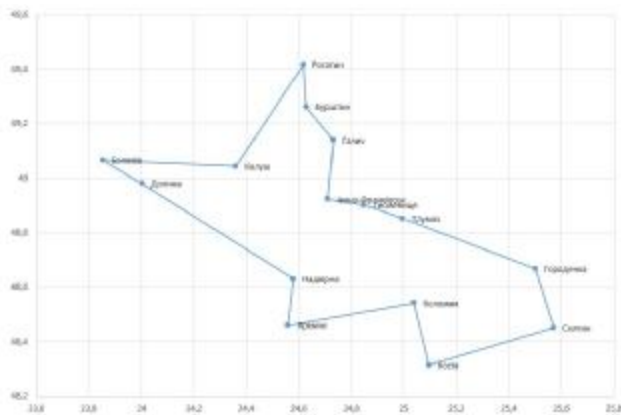
```

if lower_limit_M1 < lower_limit_M2:
    matrix = matrix_M1
    lower_limit = lower_limit_M1
elif lower_limit_M2 < lower_limit_M1:
    matrix = matrix_M2
    lower_limit = lower_limit_M2
path.append(cities_from[max_i])
path.append(cities_to[max_j])
# cities_from.remove(max_i)
# cities_to.remove(max_j)
# print("path:", path)
# if path[0] == path[-1]+1 or path[0] == path[-1]-1:
#     matrix[2][2] = np.inf

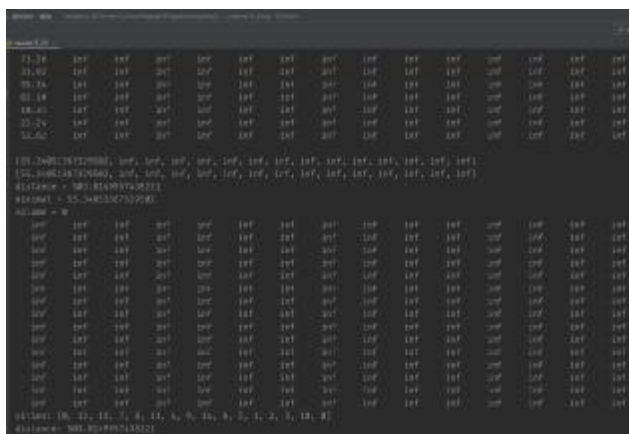
print(matrix)
print("Path:", path)

```

Розглянемо роботу розробленої програми для міст Івано-Франківської області:



Нижче показано консольний вивід програми реалізації методу найближчого сусіда.



Висновки

В даній роботі було проведено огляд теоретичних основ щодо відомих на сьогодні відомостей про клас NP та NP-complete. Розроблено методи евристичного пошуку вирішення проблеми комівояжера за прийнятний час.

Дані результати можуть бути використані у побудові логістики транспортних компаній, поштових агенств та туристичних компаній.

Актуальність роботи диктується потребою пошуку найбільш економічно вигідного шляху перевезення товарів, або максимально швидкого відвідання певної вибірки міст.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Cormen, Thomas H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L.; Stein, Clifford. Introduction to Algorithms. — 2nd. — MIT Press and McGraw-Hill, 2001. — ISBN 0-262-53196-8.
- [2] Hopcroft, John E.; Motwani, Rajeev; Ullman, Jeffrey D. (2000). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (2nd ed.). Addison-Wesley. ISBN 81-7808-347-7.
- [3] Задача про кліку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача_про_кліку.
- [4] Задача коммивояжера [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_коммивояжера.
- [5] Вершинне покриття [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вершинне_покриття.
- [6] Алгоритм Літтла [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/332208/>.
- [7] Gutin, A. Yeo and A. Zverovich, Traveling salesman should not be greedy: domination analysis of greedy-type heuristics for the TSP. Discrete Applied Mathematics 117 (2002), 81–86.
- [8] J. Bang-Jensen, G. Gutin and A. Yeo, When the greedy algorithm fails. Discrete Optimization 1 (2004), 121–127.
- [9] G. Bendall and F. Margot, Greedy Type Resistance of Combinatorial Problems, Discrete Optimization 3 (2006), 288–298.

Використання Технології WebAssembly у Сучасних Веб-додатках

Роман Тершак

кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
roman0tershak@gmail.com

Юрій Іляш

кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
yurchukil@cym.org

Using WebAssembly in Modern Web Applications

Roman Tershak

Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
roman0tershak@gmail.com

Yuriy Ilyash

Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
yurchukil@cym.org

Анотація—метою даної роботи є огляд концепцій, що лежать в основі роботи технології WebAssembly, її цілі, проблеми, які вона вирішує, і те, як ця технологія працює.

Abstract—the purpose of this work is to review the concepts of the WebAssembly technology, its goals, the problems it solves, and how does it works.

Ключові слова—веб-платформа; компілятор; JavaScript.

Keywords—web-platform; code compiler; JavaScript.

I. ВСТУП

Сучасні веб-аплікації вимагають дедалі більше ресурсів. Використання таких сценаріїв для веб-додатків як 3D-ігри, віртуальна та доповнена реальність, комп'ютерний зір, редагування зображень/відео майже немож. Крім того, тривалість завантаження великих додатків JavaScript може є непомірно високе. Мобільні та інші обмежені в ресурсах платформи можуть ще більше знизити її продуктивність. Для вирішення таких проблем і виникла нова технологія - WebAssembly.

II. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ

WebAssembly - це технологія, що надає новий тип коду, який можна запускати в сучасних веб-браузерах, що надає нові функції і значне підвищення продуктивності. Код WebAssembly не призначений для написання вручну, він спроектований для ефективної компіляції з низькорівневих мов, таких як C, C++ та Rust.

WebAssembly дозволяє запускати код, написаний на різних мовах в веб-додатках майже з вихідною швидкістю, що означає великий прорив для веб-платформи, так як раніше це зробити було неможливо. Більше того, не потрібно знати як створювати код WebAssembly, щоб його використовувати. Модулі WebAssembly можна імпортувати у веб-додатки, і експортувати з них функції для використання через JavaScript. JavaScript-фреймворки можуть використовувати модулі WebAssembly для отримання

великих переваг в продуктивності і нових функцій, в той же час роблячи їх функціональність легко доступною для веб-розробників.

Технологія WebAssembly створювалась із такими головними цілями:

- Бути швидкою, ефективною і переносною - код WebAssembly може виконуватися практично на вихідній швидкості на різних платформах, використовуючи переваги апаратних можливостей.
- Мати читабельний код - це низькорівнева асемблерна мова, але при цьому має читабельний текстовий формат (специфікація для якого ще допрацьовується), яка дозволяє писати, переглядати і відлагоджувати код вручну.
- Підтримувати безпеку - код WebAssembly призначений для запуску в безпечному, ізолюваному середовищі виконання. Як і JavaScript, він буде дотримуватися політики безпеки браузера.
- Не руйнувати поточний веб - технологія WebAssembly розроблена так, що вона прекрасно поєднується з іншими веб-технологіями і підтримує зворотню сумісність.

III. ТЕКСТОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ БАЙТ-КОДУ WEBASSEMBLY

Щоб програмісти могли читати і редагувати код WebAssembly, існує текстове представлення двійкового формату WASM. Це проміжна форма, призначена для відображення в текстових редакторах. У цьому розділі пояснюється як працює цей текстовий формат з точки зору синтаксису та як він пов'язаний з байт-кодом, який представляє.

Як у двійковому, так і в текстовому форматах основним блоком коду в WebAssembly є модуль [1]. У

текстовому форматі модуль представлений як один великий S-вираз. S-вирази - це дуже старий і дуже простий текстовий формат для уявлення дерев. І тому його можна уявляти як дерево вузлів, що описують структуру модуля і його код. На відміну від абстрактного синтаксичного дерева в мові програмування, дерево WebAssembly досить плоске і складається в основному зі списків інструкцій. Кожний вузол дерева входить в пару круглих дужок - (...). Перша мітка в дужках повідомляє який це тип вузла, за ним слід розділений пробілами список атрибутів або дочірніх вузлів.

Розглянемо приклад S-виразу: [2]

```
(module (memory 1) (func))
```

Цей вираз являє собою дерево з кореневим вузлом «module» і двома дочірніми вузлами - вузлом «memory» з атрибутом «1» і вузлом «func».

Весь код в модулі згрупований у функції, які мають наступну структуру псевдокоду:

```
(func <signature> <locals> <body>)
```

- *signature* оголошує що функція приймає і повертає

- *locals* схожі на змінні в JavaScript, але з оголошеними типами
- *body* - це просто лінійний список низькорівневих інструкцій.

ВИСНОВКИ

У цій роботі були розглянуті концепції WebAssembly, цілі даної технології, які проблеми вона вирішує, і те як вона інтегрується у веб-середовище та працює. Був розглянутий байт-код, який генерує WASM після компіляції, і описана стекова машина, на якій базується дана технологія.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] B. Eich, "From ASM.JS to WebAssembly", p. 135, 2016
- [2] E. Elliott "What is WebAssembly?", p. 240, 2017
- [3] S. Akinyemi "A curated list of languages that compile directly to or have their VMs in WebAssembly", p. 290, 2017
- [4] A. Donovan, R. Muth "Portable Native Client Executables", p. 340, 2010
- [5] L. Wagner "WebAssembly Milestone: Experimental Support in Multiple Browsers", p. 180, 2018
- [6] R. Musiol "A compiler from Go to JavaScript for running Go code in a browser", p. 335, 21

Дослідження Методів Інтерполяції на Неоднорідній Часовій Сітці

Гузьо Ю.І.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя
Стефаніка
Івано-Франківськ, Україна
vura.guzyo@gmail.com

Горелов В.О.

Івано-Франківськ, Україна
vitaliy.goryelov@gmail.com

Research of Interpolation Methods on a Nonuniform Time Grid

Huzo Y.I.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
 Ivano-Frankivsk, Ukraine
 yura.guzyo@gmail.com

Gorelov V.O.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
 Ivano-Frankivsk, Ukraine
 vitaliy.goryelov@gmail.com

Анотація—Проаналізовано методи інтерполяції на неоднорідній часовій сітці.

Ключові слова—Інтерполяція, лінійна інтерполяція, крігінг, неоднорідна часова сітка, математична модель..

I. ВСТУП

Потреба в побудові математичних моделей функціонування природних і штучних об'єктів і процесів виникає в різних областях науки, техніки, виробництва. При цьому часто необхідно вирішувати, як задачу побудови динамічної моделі досліджуваного об'єкта або процесу, так і проблему вибору адекватної моделі з числа існуючих.

Основний підхід до вирішення даного завдання, полягає в застосуванні до відновлюваного зображенню методів інтерполяції і екстраполяції.

Метою дослідження є аналіз можливостей методів інтерполяції на неоднорідній часовій сітці.

Предметом дослідження є методи інтерполяції.

Об'єктом дослідження є сукупність необхідних умов, що забезпечують найкраще вивчення методів інтерполяції на неоднорідній часовій сітці.

II. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТУ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

Завдання інтерполяції і наближення функцій є тісно пов'язаними одне з одним завданнями, які укладаються в рамки наступної єдиної неформальної схеми. Нехай дана функція $f(x)$, що належить деякому класу функцій F , і нехай також заданий клас функцій G .

Потрібно знайти функцію $g(x) \in G$, яка в певному сенсі «досить близька» (або навіть «найбільш близька») до даної функції $f(x)$.

Залежно від сенсу, який вкладається в поняття «близькості» функцій, в залежності від того, які саме функції утворюють класи F і G , тут можуть виходити різні конкретні постановки завдань.

При цьому корисно наділяти розглянуті класи функцій додатковою структурою, наприклад, вважати, що вони є лінійними векторними просторами з нормою.

Розглянемо такі варіанти інтерполяції: канонічний поліном, лінійна інтерполяція.

Вигляд канонічного полінома ступеня n має бути таким:

$$P_n(x) = a_0 + a_1x^1 + a_2x^2 + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + a_nx^n$$

Вибір багаточлена ступеня n заснований на тому факті, що через $n + 1$ точку проходить єдина крива ступеня n . Підставивши вихідні рівняння отримаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

[illegible]

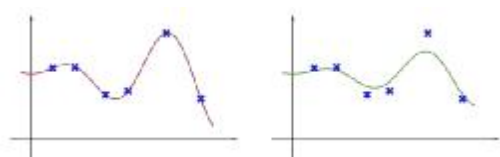


Рис. 2.1. Різниця завдань інтерполяції і наближення функцій

Вирішуючи цю систему лінійних алгебраїчних рівнянь, знайдемо коефіцієнти інтерполяційного полінома $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$.

Лінійна інтерполяція полягає в тому, що задані точки з координатами x_i, y_i при $i=0, 1, 2, \dots, n$ з'єднуються прямолінійними відрізками, а функцію $y(x)$ можна наближено уявити у вигляді ламаної.

Рівняння кожного відрізка ламаної в загальному випадку різні. Оскільки є n інтервалів (x_{i-1}, x_i) , то для кожного з них в якості рівняння інтерполяційного многочлена використовується рівняння прямої, проходить через дві точки: для i -го інтервалу можна написати рівняння прямої, що проходить через точки:

(x_{i-1}, y_{i-1}) і (x_i, y_i) :

$$\frac{y - y_{i-1}}{y_i - y_{i-1}} = \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}$$

Звідси:

$$y = a_i x + b_i, x_{i-1} \leq x \leq x_i;$$

$$a_i = \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}, b_i = y_{i-1} - a_i x_{i-1}.$$

Отже, при використанні лінійної інтерполяції спочатку потрібно визначити інтервал, в який потрапляє значення аргументу x , а потім підставити його у вихідну формулу і знайти наближене значення функції у цій точці.

Нелінійними методами інтерполяції називають методи в яких інтерполююча функція залежить від параметрів, її визначають, нелінійним чином. Розв'язання задачі нелінійної інтерполяції зазвичай зводиться до розв'язання системи нелінійних рівнянь.

Інтерполяція за допомогою раціональних функцій виду:

$$y = y(x) = \frac{a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots}{b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \dots}$$

Якщо у вузлах x_0, x_1, \dots, x_n задані значення функції y_0, y_1, \dots, y_n , то треба знайти дріб, який можна представити у вигляді $y_i = y(x_i)$, $i = 0, 1, \dots, n$.

Метод оцінної функції моделює алгебраїчне рівняння відтвореної кривої, тобто в основу рішення покладений розв'язок алгебраїчних рівнянь.

Суть методу полягає в тому, що за результатом кроку вздовж будь-якої керованої координати обчислюється допоміжна (оцінна) функція F , знак якої визначає напрямок наступного кроку, причому переміщення, що виникає в результаті цього кроку, наближає траєкторію, що відпрацьовується, до заданої кривої.

Алгоритм інтерполяції представлений на рис 1.2:

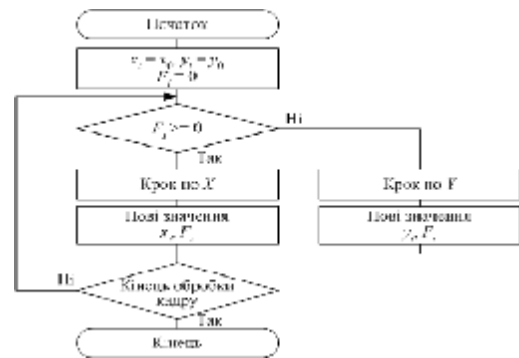


Рис. 2.2. Алгоритм інтерполяції методом оцінної функції

Для того, щоб можна було використовувати алгоритм інтерполяції на неоднорідній часовій сітці в більшості практичних задач, потрібно модифікувати інтерполянт наступним чином:

$$f(x) = \frac{\sum_{i \in K} W_i(x) Q_i(x)}{\sum_{i \in K} W_i(x)}, |K_x| = N_w < N$$

Аналізуючи алгоритм інтерполяції на неоднорідній часовій сітці можна припустити, що об'єкти, які знаходять поруч, більш подібні один одному, ніж об'єкти, які віддалені один від одного. Щоб про інтерполювати значення для невідомого положення, використовуємо виміряні значення навколо місця розташування, що інтерполюється.

Найближчі до інтерпольованого місця розташування виміряні значення мають найбільший вплив на прогнозоване значення, ніж віддалені від нього на значну відстань.

Метод зворотно зважених відстаней припускає, що кожна виміряна точка має локальний вплив, який зменшується зі збільшенням відстані. Це надає велику вагу точкам, які розташовані найближче до місця розташування, що інтерполюється. Вага точки зменшується як функція від відстані.

В подальшому дослідженні розглянемо можливості крігінг-інтерполяції. Крігінг – це вид узагальненої лінійної регресії, який використовує статистичні параметри для знаходження оптимальної оцінки в сенсі мінімального середнього відхилення при побудові поверхонь, кубів і карт.

В основу методу покладено принцип незміщеності середнього; тобто, взяті всі разом значення повинні мати правильне середнє значення.

З точки зору загальної статистики крігінг полягає в мінімізації дисперсії похибки вимірювання, яка є функцією від вимірюваних ваг.

Мінімізація цієї дисперсії зменшує середню квадратичну похибку відхилення оціненого значення від можливого. Досягається це шляхом прирівнювання до нуля першої похідної похибки щодо кожної невідомої ваги.

В результаті виводиться система рівнянь, розв'язком якої є вектор ваг.

III. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

При практичній реалізації алгоритму інтерполяції на неоднорідній часовій сітці було визначено ряд основних переваг:

- оптимальні значення знаходять перебором, але існує простий спосіб для отримання оптимальних значень;
- працездатність в просторі будь-якої розмірності;
- працездатність на будь-якій рівномірній / нерівномірній сітці;
- алгоритм ігнорує мультиколінеарність даних та здатний успішно працювати, навіть якщо всі точки сітки вкладені в підпростір меншої розмірності.

Також під час дослідження було виявлено основні недоліки алгоритму:

- алгоритм перевершує за швидкість оригінальний IDW-алгоритм тільки на великих наборах точок (порядку декількох сотень) і в просторах помірної розмірності (2–5). На менших наборах точок позначаються накладні витрати, пов'язані із навігацією по дереву пошуку, хоча швидкодія алгоритму як і раніше залишається прийнятною;
- хоча алгоритм працездатний на будь-якій сітці, швидкодія знижується, якщо точки вкладені в простір меншої розмірності.;
- у деяких рідкісних випадках $f(x)$ може мати розриви. Розрив виникає якщо більшість найближчих сусідів точки x знаходяться на абсолютно однаковій відстані від неї. У цьому випадку алгоритм пошуку найближчих сусідів не зможе зробити однозначний вибір, і, в залежності від округлень в ході операцій над числами з плаваючою комою, в околицях x найближчі сусіди будуть вибиратися випадковим чином.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було проведено аналіз історичного аспекту виникнення та формування змісту терміну «інтерполяція».

Згенерована характеристика канонічного поліному та лінійної інтерполяції. З аналізу випливає, що лінійна інтерполяція - — найпростіший і часто використовуваний вид інтерполяції.

Проаналізовано основні методи інтерполяції на неоднорідній часовій сітці. Охарактеризовано метод оцінної функції та наведено особливості використання алгоритму інтерполяції на неоднорідній часовій сітці.

Окремо описано особливості Крігінга. Недоліком Крігінга є його обчислювальна складність, що значно більша за складність багатьох інтерполяторів.

Розроблена методика дозволяє перетворювати дані емісій забруднюючих речовин від лінійних джерел в регулярну сітку із заданим горизонтальним дозволом. В завершенні даного дослідження проведено обробку результатів інтерполяції методом математичної статистики (t-критерії Стюдента).

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Абакушина М. В. Анализ методов интерполяции нерегулярно заданных высот квазигеоида // Сб. статей по итогам научно-технических конференций., – 2015. – вып. 8. – С. 76–81.
- [2] Адоньев С. О. Застосування геометричних матриць для утворення точкових рівнянь Б-поверхонь // Науковий вісник Таврійського державного університету. – Мелітополь, – 2018. – Вип. 8, – Т. 1, – С. 153–160.
- [3] Адоньев С. О., Верещага В. М., Лисенко К. Ю. Встановлення взаємозв'язків між простими відношеннями трьох точок прямої та БН-координатами для геометричних фігур // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць. – Мелітополь: Вид. МДПУ ім. Б. Хмельницького, – 2018. – Вип. 11. – С. 3–7.
- [4] Байдакова Н. В. Оценка снизу функции Лебега интерполяционного процесса алгебраическими многочленами по равномерным узлам симплекса // Математические заметки. – 2012. – Т. 92, – № 1. – С. 19–26.
- [5] Байдакова Н. В. Новые оценки величин погрешности аппроксимации производных при интерполяции функции многочленами третьей степени на треугольнике // Изв. Саратов. ун-та. – 2013. – Т. 13, – № 1 (2). – С. 15–19.
- [6] Байдакова Н. В. Об оценках П. Жамэ для конечных элементов с интерполяцией в равномерных узлах симплекса // Матем. тр. – 2017. – Т. 20, Вып. 1. – С. 43–74.
- [7] Баркалов К. А. Численные методы: учеб. – метод. пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, – 2011. – 38 с.

Використання Tesseract для Оптичного Розпізнавання Символів

Андрій Чихарівський
кафедра комп'ютерних наук
та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
a.chykharyivskyi@gmail.com

Юрій Іляш
кафедра комп'ютерних
наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
yurchukil@cym.org

Using Tesseract for Optical Character Recognition

Andrii Chykharyivskyi
Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
a.chykharyivskyi@gmail.com

Yuriy Ilyash
Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
yurchukil@cym.org

Анотація—метою даної роботи є огляд технологій розпізнавання тексту Tesseract, її цілі, проблеми, які вона вирішує, і те, як ця технологія працює.

Abstract—the purpose of this work is to review the concepts of the OCR technology Tesseract, its goals, the problems it solves, and how does it works.

Ключові слова—OP3; нейронні мережі; Tesseract.

Keywords—OCR; neural networks; Tesseract.

I. ВСТУП

Оптичне розпізнавання символів (англійською optical character recognition) - електронне, механічне перетворення графічних зображень з друкованим текстом в текстовий код. Останні подаються в вигляді послідовності різних кодових значень, які використовуються для символічного позначення[1]. Наприклад - текстовий редактор, текстова форма. Символьне розпізнавання застосовується в різних сферах життя. Наприклад, для того, щоб конвертувати документи і книги в електронний формат. Також дану технологію задіюють щоб автоматизувати бізнес процеси або опублікувати текст на веб-сторінках. Є можливим здійснювати редагування тексту, пошук по ключових словах, не втрачати якості при демонстрації чи роздруковуванню матеріалу, аналізу інформації, її збереженні в більш компактному форматі, доступне широко використовуване сьогодні електронне форматування.

II. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ

Tesseract - це оптичний механізм розпізнавання символів для різних операційних систем. Це безкоштовне програмне забезпечення, випущене під ліцензією Apache, а розробка спонсорується Google з 2006 року.

На даний час Tesseract вважається одним із найбільш точних OCR з відкритим кодом, який доступний. Двигун

Tesseract спочатку був розроблений як фірмове програмне забезпечення в лабораторіях Hewlett Packard у Брістолі, Англія та Greeley, штат Колорадо між 1985 і 1994 роками, з деякими іншими змінами, внесеними в 1996 році до порту на Windows, і деякою міграцією з C на C++ у 1998 році. Багато коду було написано на C, а потім ще кілька було написано на C++. Відтоді весь код перетворений на принаймні компіляцію за допомогою компілятора C++.

Починаючи з версії 3.00 Tesseract підтримує форматування вихідного тексту, позиційну інформацію та аналіз макетів сторінок [2].

Розпочнемо тренування нашої моделі. Бажано щоб це був реальний текст, який потім доведеться розпізнавати. Важливо, щоб кожен символ шрифту зустрічався в відсканованому фрагменті не менше 5 разів, а бажано - 20 разів. Використовувати будемо формат tiff, без стиснення, бажано не багатосторінковий, але можна і багатосторінковий. Створити багатосторінковий tiff можна за допомогою переглядача IrfanView.

Між усіма символами повинні бути чітко помітні проміжки. Кладемо наше зображення в окрему директорію і називаємо у вигляді <код мови>. <Ім'я шрифту> .exp <номер> .tif. Зображення може бути не одне і відрізнятися вони повинні тільки номером в найменуванні файлу. Формат найменувань файлів дуже важливий. На файли з невірними назвами утиліти, які я використовую будуть лягати помилками сегментування і тому подібне. Для визначеності будемо вважати, що вивчаємо ми мову sss і шрифт eee. Таким чином називаємо файл зі сканом тренувального зразка lang.font.exp0.tif.

Символи на початку рядка повністю відповідають символам в файлі? Якщо це так, то тренувати нічого не потрібно, ви можете спати спокійно. У нашому випадку швидше за все символи не збігатимуться ні по суті ні за кількістю. Тобто Tesseract зі словником за замовчуванням не розпізнає не тільки символи, а й

порахував деякі з них за два або більше. Можливо частина символів у нас “злипнеться”, тобто потрапить в загальну коробку і буде розпізнано як один. Це все потрібно поправити перш ніж йти далі. Для навчання використовую програму jTessBoxEditor - редактор тренуваних моделей для Tesseract OCR.

Виконавши команду “tesseract lang.font.exp0.tif lang.font.exp0 nobatch box.train” отримуємо багато помилок, але шукаємо в кінці щось на кшталт “Found 100 good blobs”. Якщо цифра істотно більше числа “досліджуваних” символів, то є шанс, що тренування в цілому вдалася. Інакше - повертаємося в початок. В результаті цього кроку у вас з'явився файл lang.font.exp0.tr.

Далі отримуємо набір символів у вигляді файлу unicharset в поточній директорії, де кожен символ і його характеристики розташовуються в окремому рядку. Тут нашим завданням буде перевірити і виправити характеристики символів (друга колонка в файлі). Для маленьких букв алфавіту ставимо ознаку 3, для великих 5, для розділових знаків 10 для чисел 8, все інше (типу + = -) помічаємо 0. Китайські і японські ієрогліфи помічаємо 1. Зазвичай всі ознаки стоять правильно, так що цей етап багато часу у вас не займе[3].

Створюємо файл lang.font_properties з єдиною рядком: font 0 0 0 0 0. Тут спочатку пишемо ім'я шрифту, потім числом 1 або 0 помічаємо наявність у символів стилю (відповідно italic bold fixed serif fraktur). У нашому випадку стилів немає, так що залишаємо все по нулях.

Теоретично заповнення словників часто використовуваних слів (і слів взагалі) допомагає Tesseract-у розбиратися в наших каракулях. Словники використовувати необов'язково, але якщо раптом захочеться, робимо файли frequent_words_list і words_list в які вписуємо (кожне з нового рядка) відповідно часто використовувані і просто слова мови. Щоб конвертувати ці списки в правильний формат виконуємо: wordlist2dawg frequent_words_list lang.freq-dawg lang.unicharset та wordlist2dawg words_list lang.word-dawg lang.unicharset. Натренована модель вже може застосовуватись Tesseract для розпізнавання тексту.

ВИСНОВКИ

У цій роботі були розглянуті концепції Tesseract, цілі даної технології, які проблеми вона вирішує, і те яким чином здійснюється тренування моделі для розпізнавання.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Petryshyn L. B. Theory of digital data processing in the ICT. In monography Advances in ICT for Business, Industry and Public Sector. / L. B. Petryshyn. // Springer International Publishing Switzerland. – 2015. – С. 157–170.
- [2] H. Fujisawa. “A View on the Past and Future of Character and Document Recognition”. Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, pp. 3-7, 2007.
- [3] Ye Q. Text detection and recognition in imagery: A survey. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. / Ye Q., 2015.
- [4] Patel C. Optical character recognition by open source OCR tool tesseract: A case study. / C. Patel, A. Patel, D. Patel. // International Journal of Computer Applications. – 2012. – №1.

Математичне та Алгоритмічне Забезпечення Декомпозиції Складних Систем з Аналізом і Екстракцією Вхідних Даних

Силіук О.В.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
olehsylyuk@gmail.com

Петришин Л.Б.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
Lubomyr.Petryshyn@pu.if.ua

Mathematical and Algorithmic Support for Decomposition of Complex Systems with Analysis and Extraction of Input Data

Syliuk O.V.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
olehsylyuk@gmail.com

Petryshyn L.B.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
Lubomyr.Petryshyn@pu.if.ua

Анотація—Розглянемо методи та алгоритми декомпозиції складних систем та її оптимізації на основі готельного комплексу.

Abstract—Consider methods and algorithms for decomposing complex systems and optimizing them based on the hotel complex.

Ключові слова—вісяча крапля, радіус капіляра, капілярна стала, диференціальне рівняння, дискретизація.

Keywords—pendant drop, radius of the capillary, capillary constant, differential equation, discretization.

I. ВСТУП

Об'єктом дослідження є процес прийняття управлінських рішень в складній інформаційній системі готельного комплексу з аналізом невизначеності та недостатньої повноти даних.

Актуальність теми полягає у дослідженні взаємозв'язку між потребами та видом діяльності людини як клієнта, а також надання послуг з урахуванням потреб конкретної людини, зменшення ступеня невизначеності під час замовлення та управління системою.

Буде описано математичні моделі і конструктивні методи багатокритерійної оптимізації управлінських рішень в інформаційній системі готельного комплексу та умовах невизначеності та недостатньої повноти даних.

Метою роботи є дослідити теоретичні основи та підвищити ефективності функціонування і управління основними процесами в готельному комплексі за допомогою впровадження багатофункціональної системи управління, що покращить процес організації управління.

II. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ.

Розглянемо методи та алгоритми декомпозиції складних систем та її оптимізації на основі готельного комплексу, а також проаналізуємо інформаційні системи, що є необхідними для функціонування.

Організаційна структура готельного комплексу перш за все визначається цільовим призначенням, розташуванням та іншими унікальними факторами. Також вплив мають робітники та розподілені між ними права та обов'язки. В загальному можна виділити характерну множину служб, що властива для більшості готельних комплексів

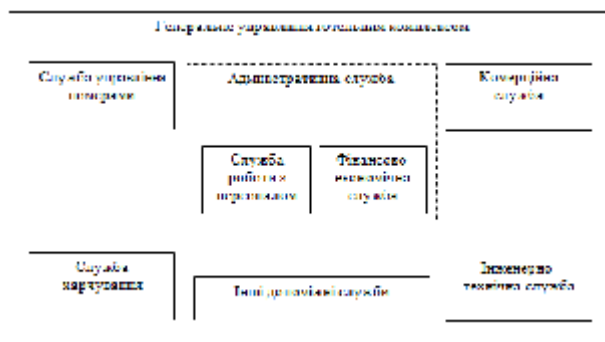


Рис. 1 Множину служб

Для координації роботи підсистем і служб використовують спільну систему керування (систему прийняття рішень під час керування). Це досягається за допомогою інтеграції в одну єдину інформаційно-керуючу інфраструктуру основних підсистем комплексу і їх взаємодію на основі єдиної сфери передачі даних створеної за принципом структурованої кабельної системи.

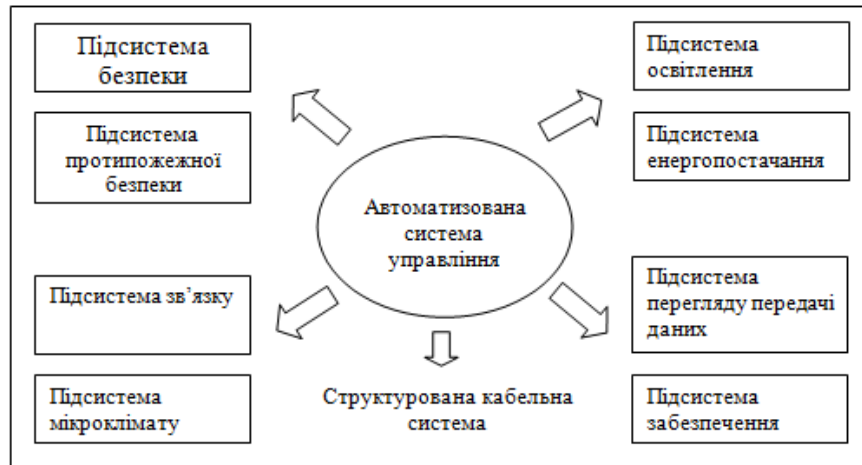


Рис.2 Єдину інформаційно-керуючу інфраструктуру

Автоматизована система управління виконує вибір, зберігання та аналіз даних від різних підсистем, а також управління роботою цих підсистем через мережеві інтелектуальні контролери



Рис.3 Автоматизована система управління

Кількість і якість потреб, які мають живі істоти, залежить від рівня їх організації, від способу життя та умов життя, від місця, займаного відповідним організмом на еволюційних сходинках.



III. АНАЛІЗ ВХІДНИХ ДАНИХ, МЕТОДИ І АЛГОРИТМИ.

Багатокритеріальна задача прийняття управлінського рішення в інформаційній системі готельного комплексу може бути сформульована таким чином:

Нехай на деякому лінійному просторі X_n визначено m функцій $y_i = \varphi_i(x)$, які можна розглядати як приватні критерії ефективності. Потрібно визначити таке значення x^* , яке доставляє екстремум (для визначеності максимум) кільком приватним критеріям y_i , $i=1, k$ утримуючи інші y_i , $i=k+1, m$ на деякому рівні b_i , $i=k+1, m$ тобто

$$Q(x) = \sum_{i=1}^k \alpha_i \varphi_i(x) \rightarrow \max_{x \in X^*},$$

$$R_i(x) - \varphi_i(x) \geq b_i, i = k+1, m,$$

$$x_i \leq x_i \leq x_i^+, x_i \geq 0, i = 1, k.$$

Система функціональних обмежень містить аналітичні залежності типу балансових рівнянь і статистичні - у вигляді виробничих функцій. Параметри останніх оцінюються за результатами спостережень, а тому містять вірогідну невизначеність.

Загальна задача прийняття управлінських рішень з фактором невизначеності може бути представлена як модель:

$$Q(x, \gamma_1) = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_k(x); \gamma_1\} \rightarrow \max_{x \in D},$$

$$D(x; \gamma_2, \gamma_3) = \{x \in R^n | R_i = \varphi_i(x, a; \gamma_2) \geq B_i,$$

$$a_j(x, \gamma_3) \leq x_j \leq b_j(x, \gamma_3), x_j \geq 0, j = 1, n\}.$$

де γ_1 - компонента, що відображає невизначеність процедури згортки критеріїв; γ_2 - випадкова компонента, що відображає дрейф характеристик; γ_3 - детермінована компонента зміни початкових умов (вихідних даних).

IV. ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДІВ

Логічне проектування бази даних - процес конструювання інформаційної (логічної) моделі на основі існуючих базових моделей даних, незалежно від цільової системи управління базами даних (СУБД) та інших фізичних умов реалізації.

Після огляду та порівняння існуючих СУБД було вибрано MS SQL Server як найкращий варіант для вирішення даної проблеми.

Нижче наведено графічне зображення структури бази даних та взаємозв'язків у ній.

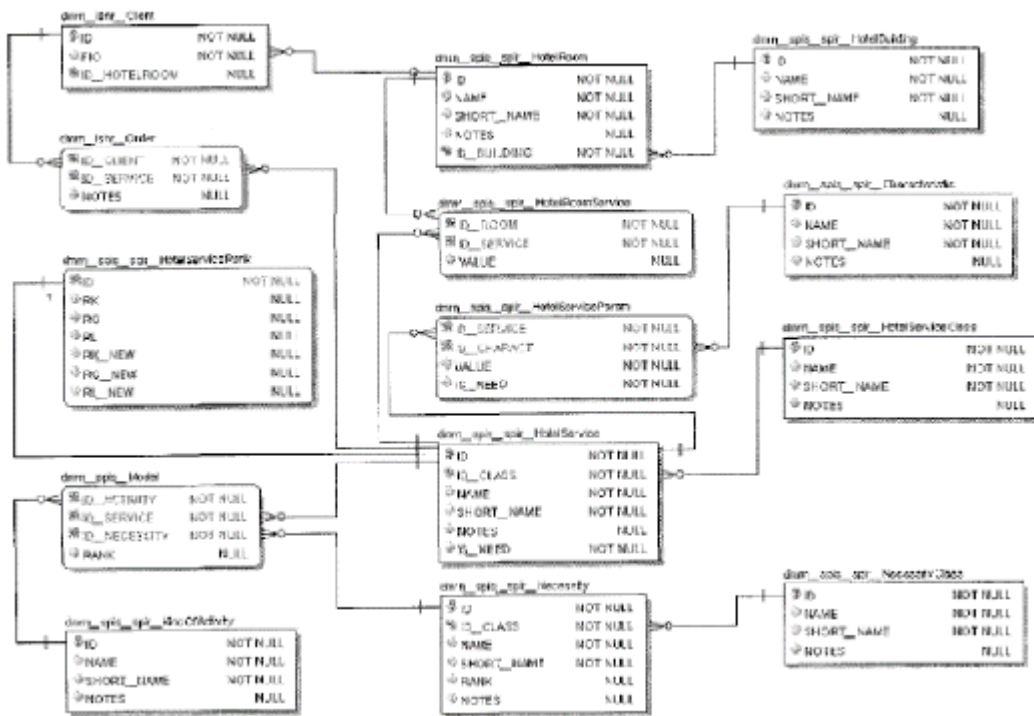


Рис.4 Структури бази даних

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження розв'язана складна для системи управління готельним комплексом завдання формалізації відносини між об'єктивними потребами клієнта готелю та переліком послуг сучасного готельного комплексу.

Запропонована модель типового готельного комплексу на основі систем множин послуг, видів діяльності і потреб людини для сфери готельного бізнесу дозволяє розробити моделі замовлень послуг клієнтами в залежності від мети поселення в готель, що, в свою чергу, дозволяє звузити перелік послуг, запропонованих для конкретної людини, і, як наслідок, знизити міру невизначеності замовлення.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Reich, Yoram; Kapeliuk, Adi. Decision Support Systems., Nov2005, Vol. 41 Issue 1, pl-19, 19p.
- [2] Saaty T.L. Fundamentals of Decision Making and Priority with The Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1994. — 284 p.
- [3] Абрахам Маслоу и иерархия потребностей// Энциклопедия маркетинга [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.marketing.spb.ru/lib- around/ maslow.htm>
- [4] Автоматизация зданий: весенний вернисаж-2006 // Сети и бизнес. - 2006. - №2 (46). - С. 72-74.
- [5] Азар В. Пора вспомнить о стандартизации услуг // Отель. 2001. - № 3. - С.12-13.
- [6] Бурякова Е.С. Разработка и принятие управленческих решений, постановка задач, делегирование полномочий. - М.: Издательство: МБС, 2010. - 563 с.

- [7] Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 7-е издание: Пер. с англ. - К.; М.; СПб.: Издательский дом «Вильямс», 2006. - 863 с.
- [8] Мамаев Е. Microsoft SQL Server 2000. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 1280 с.

Multiagent Modeling of Crowd Behavior

Oleksiy Lanovyy
dept. of Software Engineering
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
oleksiy.lanovyy@nure.ua

Artem Lanovyy
dept. of System Engineering
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
artem.lanovyy@nure.ua

Abstract—The research considers the problems connected with the modeling of crowd behavior. Particular attention is paid to the problems of an increase or a sharp decrease in the speed of the local flow of people in the crowd.

Keywords—crowd modeling; multiagent approach; behavioral force

I. INTRODUCTION

The human crowd is a complex social phenomenon. In some cases, a crowd can be a well-organized structure and demonstrate great constructive power. Attempts to predict and to control the crowd behavior in different situations have become a milestone for the works of many psychologists, sociologists, mathematicians and programmers.

The crowd is not just a gathering of people – human behavior can be triggered by the behavior of others, which in turn can depend on various physiological, psychological and social factors. Thus, "pure" mathematical approaches or analytical models are unable to describe crowd dynamics with a sufficient degree of reliability.

While analyzing the works on mathematical crowd modeling, we can come to the conclusion that there are two main approaches: the construction of micro- and macromodels. In micromodels people as elements of the crowd are described individually using basic primitives. Movements are defined by ordinary equations with a certain set of constraints and most often they are projected onto two-dimensional surfaces that combine the area available for movement and obstacles within the area.

II. PROBLEM STATEMENT

The practical side of the use of crowd models is of great interest. There is a significant demand for crowd visualization systems in the entertainment industry – the use of ready-made visualized models of mass and battle scenes can significantly reduce the financial costs of creating cinematic products and increase its entertainment.

The paper proposes a solution to the problem by constructing a framed agent-oriented crowd model taking into account the restrictions imposed by social phenomena and the environment.

In this context the main objectives of the study are:

- formation of a simplified framework of the crowd model, taking into account the general principles of its creation (number, manageability, orientation, heterogeneity, etc.);
- use of discrete-event, agent-oriented approach to build detailed models of individual agents of the system for a more complete simulation of the crowd dynamics;

- implementation of the granularity function of individual elements with the possibility of reassignment of their properties, the formation of conditions of boundary transitions;
- ensuring compatibility of different models at the level of requests and the possibility of structural modeling by identifying incompatible inputs and outputs, as well as a variety of inputs and outputs.

III. GOALS AND OBJECTIVES ESTABLISHMENT

The generalized crowd model consists of two parts: the environment (or state space) and a set of separate autonomous elements of the system (agents) which interact with each other and with the environment. For a more complete description of many phenomena and processes taking place in the crowd, it is also necessary to take into account the "local" changes in the collective behavior of a sufficiently large number of agents. Beside other factors, the behavior of each individual agent depends on the choice of behavior strategies of other agents who make an immediate environment of the agent.

When constructing mathematical models focused on the demonstration of social interaction between agents, it is essential to take into account the conformity of behavior, when individual behavior is largely determined by social factors forming the system of social restrictions. Critical mass models [1] represent one of the directions of conformity research. These models are characterized by the following features:

- agents make discrete (or binary) choices;
- agents are homogeneous in their preferences, i.e. their behavior can be described by a single objective function;
- the utility function of an agent increases with the proportion of other agents of its environment who have made the same choice.

The position of the agent a_i can be represented by discrete points of its state space $r_a(t)$, which can continuously change over a long period of time t . Then the dynamics of the agent can be described by the following equation of motion:

$$\frac{dr_a(t)}{dt} = v_a(t) \quad (1)$$

Functions that limit temporal changes in the actual speed of the agent's movement can also be interpreted as driving forces of that movement, and can be called behavioral or social forces.

If the behavioral force is a reflection of various systematic influences on the behavior of the agent (from the environment or other agents), the frequency of such influences can be characterized as random behavioral changes (resulting from accidental or intentional deviations of the agent's trajectory) and is described by the following expression:

$$\frac{dv_a}{dt} = f_a(t) + \xi_a(t) \quad (2)$$

The behavioral force $f_a(t)$ will be the sum of several force vectors that correspond to the different simultaneous influences on the agent's behavior a_i :

$$f_a(t) = f_a^0(v_a) + f_{a\beta}(r_a) + \sum_{\beta(\neq a)} f_{a\beta}(r_a, v_a, r_\beta, v_\beta) + \sum_n f_{an}(r_a, r_n, t) + \xi_a(t), \quad (3)$$

where $f_a^0(v_a)$ is the deviation within the so called relaxation time τ_a connected with the deviation of the actual speed v_a from the desired speed v_a^0 due to the influence of the crowd; $f_{a\beta}$ is a boundary repulsive force which steadily increases as the decreasing distance between the location r_a of the agent a_i and the nearest boundary point r_d^β decreases; $f_{a\beta}(r_a, v_a, r_\beta, v_\beta)$ is a repulsive force which indicates the fact that each of the agents maintains a situation-dependent distance from the other agents β ; $f_{an}(r_a, r_n, t)$ is the force of mutual gravitational embrace between agents a and n (friends or relatives). Here below the desired speed v_a^0 is taken as the standard walking speed in the direction e_a :

$$f_a^0(v_a) = \frac{1}{\tau_a} (v_a^0 e_a - v_a), \quad (4)$$

we explain the equilibrium between the behavioral forces for which the acceleration tends to zero based on these expressions: if there are no external influences (both physical and social), the position of the agent in space is determined by the expression:

$$\sum_{\beta(\neq a)} f_{a\beta}(r_a, 0, r_\beta, 0) = 0. \quad (5)$$

A classic example of the situation where the speed of agents in a crowd equals 0 is waiting on a railway platform for a train to arrive. In case of additional factors of attraction (or repulsion) fan (such as the performance of a celebrity at a rock concert or the occurrence of a local hazard), the equation (6) can be supplemented:

$$\sum_{\beta(\neq a)} f_{a\beta}(r_a, 0, r_\beta, 0) + \sum_n f_{an}(r_a, r_n) = 0. \quad (6)$$

Taking into account the possibility of a situation in a crowd when an agent a_i with the speed v_a^0 , cannot catch up with a deliberately slower agent β_i ($v_a^0 > v_\beta^0$) due to the crowd

counteraction, we change the expression (4) in such a way that there is a balance between the force of acceleration f_a^0 and the repulsive force $f_{a\beta}$. In this case the expression (4) becomes:

$$\frac{1}{\tau_a} (v_a^0 e_a - v_a) + f_{a\beta}(r_a, v_a, r_\beta, v_\beta) = 0, \quad (7)$$

where the actual speed of the agents in the crowd is denoted by v_a . Having determined the distance vector between the agents a and β as $\|r_a - r_\beta\|$, we direct the repulsive force $f_{a\beta}$, in the direction of motion e_a , we get (8):

$$f_{a\beta}(\tau_a) + f_{a\beta}(r_a, e_a v_a, r_\beta + \Delta r_{a\beta} e_a, v_a e_a) = \frac{v_a^0 - v_a}{\tau_a} + f_{a\beta}(r_a, e_a v_a, r_\beta + \Delta r_{a\beta} e_a, v_a e_a) = 0, \quad (8)$$

where $f_{a\beta}(\tau_a)$ is the force of acceleration τ_a is the time which the agent a_i needs to accelerate in order to achieve the desired speed v_a . From this formula (given that the repulsive force increases when the distance decreases) it follows that the closer the agents are to each other ($\Delta r_{a\beta} = \|r_a - r_\beta\| \rightarrow 0$), the greater the difference between their own desired speed v_a^0 and the speed of the previous agent v_β . This fact corresponds to the well-known phenomenon of "pushing" in the crowd. Thus, in the process of modeling it is necessary to organize constant information interaction between different levels of the model and switch between its different agent-oriented levels, depending on the goals of modeling.

SUMMARY

In recent years, there has been increased interest in crowd modeling, especially from the entertainment industry and government agencies. However, it should be noted that despite significant advances in crowd visualization, the construction of an adequate crowd behavior model of is still to be done in future. At summary, in this paper we described and have proposed models have been related to the phenomenon of the local flow of people in the crowd. The ultimate goal of the research is to develop a software implementation of a model that could help assess the risks related to the crowd dynamics in different settings and identify possible ways of their resolution in case of emergency and minimize the consequences.

REFERENCES

- [1] Cristiani, E., Piccoli, B., Tosin, A. (2011). Multiscale modeling of granular flows with application to crowd dynamics. Multiscale Model. Simul., 9(1), 155-182.
- [2] Helbing, D., Johansson, A., Al-Abideen, H. Z. (2007). Dynamics of crowd disasters: An empirical study. Physical Review E 75: 046109.
- [3] Lighthill, M. J., Whitham, G. B. (1956) On kinematic waves. II. A theory of traffic flow on long crowded roads. Proceedings of the Royal Society of London, 229 (1178), 317-345.
- [4] Piccoli, B., Tosin, A. (2011). Time-evolving measures and macroscopic modeling of pedestrian flow. Arch. Ration. Mech. Anal, 199(3), 707-738.

Моделювання Квазіпластики Капілярних Поверхонь Лежачої Краплі

Кухарчук І.Ф.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
kuharchukivan123@gmail.com

Малько О.Г.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
malko.pochta@gmail.com

Modeling the Quasiplastics of the Capillary Surfaces for the Method of Sessile Drop

Kuharchuk I.F.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
kuharchukivan123@gmail.com

Malko O.G.

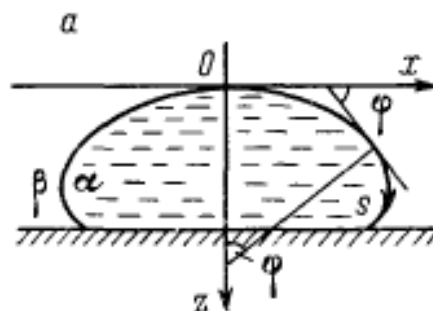
Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
malko.pochta@gmail.com

Анотація—Створено програму моделювання квазіпластики капілярних поверхонь лежачої краплі.

Abstract—The program of the model of the capillary surfaces for the method of sessile drop has been developed.

Keywords—sessile drop, radius of the capillary, capillary constant, differential equation, discretization, radius of curvature.

Ключові слова—лежача крапля, радіус капіляра, капілярна стала, диференціальне рівняння, дискретизація, радіус кривизни.



I. ВСТУП

Об'єктом дослідження в даній роботі є метод лежачої краплі.

Актуальність роботи пояснюється необхідністю виконувати складні математичні розрахунки стану лежачої краплі, що вимагає математичного моделювання.

Буде описано процес створення програми в середовищі MATLAB для моделювання квазіпластики капілярних поверхонь лежачої краплі.

Метою роботи є дослідити основне диференціальне рівняння та написати програму на мові MATLAB для моделювання квазіпластики капілярних поверхонь лежачої краплі.

II. ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНОЇ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ

Розглянемо лежачу краплю з параметрами як на цьому зображенні (тут φ — це кут між віссю x і точкою лінії краплі, x і z — горизонтальна і вертикальна координати точок лінії краплі).

Будемо використовувати капілярну сталу $a^2 = \frac{\rho g}{\sigma}$, де ρ — густина краплі, g — гравітаційна стала, σ — величина поверхневого натягу.

В літературі [1] описано систему диференціальних рівнянь, виведених Лапласом:

$$\begin{cases} \frac{dx_a}{dL_a} = \cos\varphi \\ \frac{dz_a}{dL_a} = \sin\varphi \\ \frac{d\varphi}{dL_a} = \frac{2}{R_a} - \frac{\sin\varphi}{x_a} - z_a \\ \frac{dV_a}{dL_a} = \pi x_a^2 \cdot \sin\varphi \\ \frac{dS_a}{dL_a} = 2\pi x_a \end{cases}$$

Тут R_a — початковий радіус кривизни, розділений на a . В подальшому будемо використовувати величину $K_a = \frac{2}{R_a}$.

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

Нижче описані головні функції, які використані для моделювання.

Функція `Laplas5` представляє собою основне диференціальне рівняння:

```
function dYdl = Laplas5 (l, Y, ka)
if l == 0
    dYdl = [ka/2;
            cos(Y(1));
            sin(Y(1));
            2 * pi * Y(2);
            pi * Y(2)^2 * sin(Y(1))];
else
    dYdl = [ka - sin(Y(1))/Y(2) + Y(3);
            cos(Y(1));
            sin(Y(1));
            2 * pi * Y(2);
            pi * Y(2)^2 * sin(Y(1))];
end
end
```

Функція `Surface_la` розв'язує рівняння `Laplas_5` за допомогою розв'язника `ode113`:

```
function [L,Y] = Surface_la( ka,ra,la)
options = odeset('RelTol',1e-013, 'AbsTol', ra*1e-13);
Lspan = [0, la];
Y0 = [0; 0; 0; 0; 0];
[L,Y] = ode113(@Laplas5, Lspan, Y0,options,ka);
L=L(end);Y=Y(end,1:5);
end
```

Функція `SurfaceOll` є функцією параметрів краплі:

```
function [ L,Y,LE,YE ] = SurfaceOll( Ka,ra )
[L,Y,LE,YE]=SurfaceOll( Ka,ra );

N=length(L);
R=ones(N, 1);
Z=(Y(:,3)-R*Y(N,3))/ra;
X=Y(:,2)/ra;
plot(X,Z,R,Z);
P=Ka+YE(3);
Paramet=[YE(1)*180/pi, YE(3), Ka, 2*LE(1), YE(4), YE(5), P];

disp(Paramet);
end
```

Функція `Non_equal_kafi` є знаходженням кривизни для заданого r_a :

```
function kafi = Non_equal_kafi( ka,ra ,fi)
function dxa = Surface_dx_fi(x)
    P = Surface_fi4( x,ra,fi);
    dxa =P(2)-ra;

end
[x,f]=fzero(@Surface_dx_fi,ka);
kafi = x;

end
```

Функція `Generate_Kr` призначена для поступового отримання кривизни для заданого r_a (з циклічним використанням `Non_equal_kafi`):

```
function [Kr, Table] = Generate_Kr (loopArray, Table, dL)
if max(loopArray) < 1
    loopArray = flip(loopArray);
end

for a2r = loopArray
    ra = sqrt(1/a2r);
    [~,idx] = min(abs(AK(1,:)-a2r));

    if AK(1,idx) == a2r
        Ka = AK(2,idx);
        Kr = AK(3,idx);
        continue
    end

    Ka = Non_equal_kafi (Table(2,idx), ra, dL + ra);
    Kr = Ka * ra;

    AK(:,end+1) = [a2r; Ka; Kr];
end
```

end
end

Функція `Kr_Table_Fi` призначена для створення файлу значень a_r^2 та відповідних їм значень K_a та K_r :

```
function Kr_Table_Fi(a2r1, da2r, a2r2,dFi)

if exist('AK.mat')
    load('AK.mat','AK');
else
    AK(1,1) = 1;
    AK(2,1) = Non_equal_kafi(0.15, 1, dFi*pi/180);
    AK(3,1) = AK(2,1);
end
```

Головна функція для моделювання лежачої краплі:

```
function [Par] = Sessile_drop113_Fi_0_270( a2r ,Kr, dFi)
hold on
ra=sqrt(1/a2r);
dFi=dFi*pi/180;
i=0; key=0;
Ka0=Kr*sqrt(a2r);
iend=270/dFi;
disp('a^r      ra');
disp([a2r, ra]);
disp('      Fi_d      Z_a      K_a      L_a      S_a      V_a
P_a      N');

for i=1:iend
    Fi_r=dFi*i;

    if i<3
        Ka(i)=Ka0*i;
    else
        Ka(i)= interp1 (1:i-1,Ka,i,'spline','extrap');
    end
    if i<5

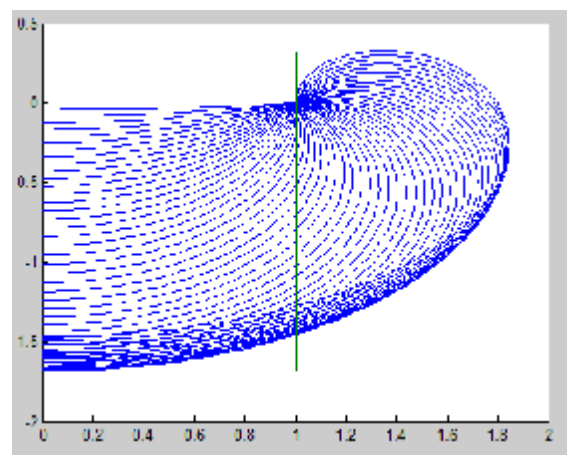
        Ka(i) = Non_equal_kafi( Ka(i),ra,Fi_r);
        Par(i,:) = Parameters_Fi( Ka(i),ra,Fi_r );

    end
    for i=1:iend

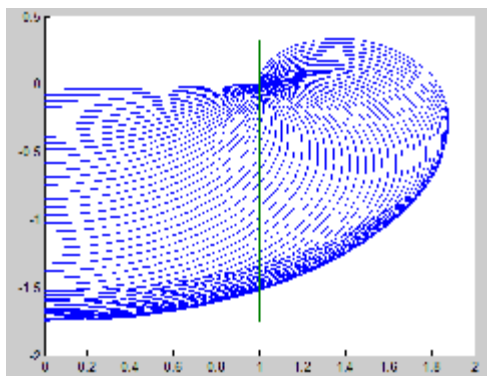
    hold off
    end
```

Розглянемо роботу розробленої програми для різних випадків.

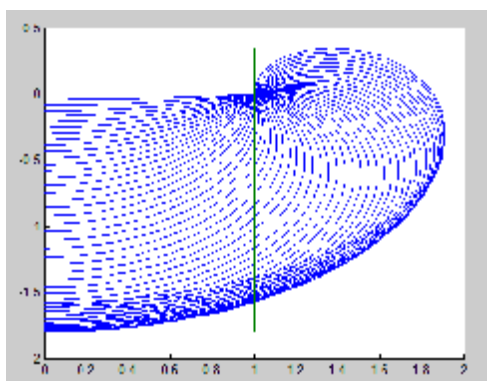
Графік лежачої краплі з ($a_r^2 = 1$), при кривизні $Kr=0.15$ та куту $d\varphi = 5$:



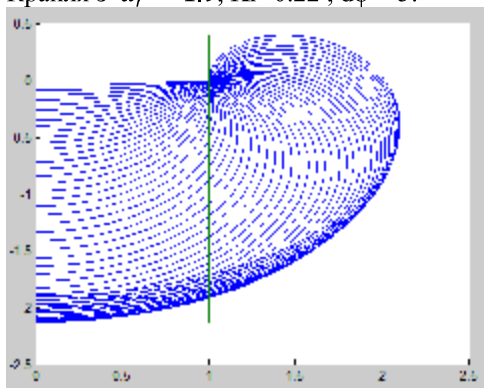
Крапля з $a_r^2 = 1.1$, $Kr=0.16$, $d\varphi = 5$:



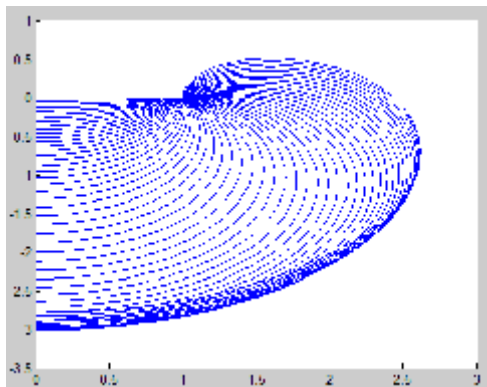
Крапля з $a_r^2 = 1.2$, $Kr=0.17$, $d\varphi = 5$:



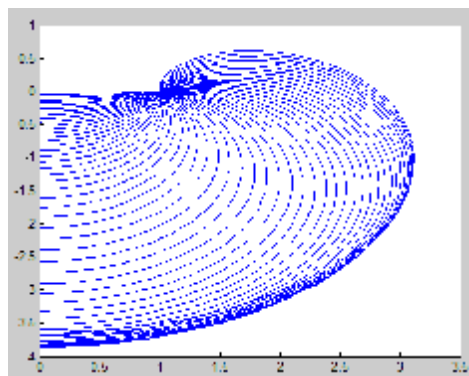
Крапля з $a_r^2 = 1.9$, $Kr=0.22$, $d\varphi = 5$:



Крапля з $a_r^2 = 5$, $Kr=0.38$, $d\varphi = 5$:



Крапля з $a_r^2 = 10$, $Kr=0.54$, $d\varphi = 5$:



З рисунків вище чітко видно, що зі збільшенням a_r^2 крапля стає все більш витягнутою. В рисунках з малим a_r^2 спостерігається зворотній процес: чим менше a_r^2 – тим більше крапля стає сплюснутою.

Висновки

В даній роботі було проведено огляд теоретичних основ моделювання квазіпластики капілярних поверхонь лежачої краплі і написано програму для моделювання. Програма дозволяє малювати графіки лежачої краплі і виводить параметри краплі, приведені до радіуса капіляра r .

Дані результати можуть бути використані в дослідженнях методу лежачої краплі в міжфазній тензіометрії.

Актуальність роботи пояснюється необхідністю виконувати складні розрахунки стану лежачої краплі, що вимагає математичного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Роулинсон Дж., Уидом Б. Молекулярная теория капиллярности.: Пер. с англ.–М.: Мир, 1986. – 376 с.
- [2] Финн, Р. Равновесные капиллярные поверхности. Математическая теория :пер. с англ. /Р. Финн ; Москва : Мир, 1989. 312 с.
- [3] Физическая химия границ раздела контактирующих фаз. – К.: Наукова думка, 1976. – 220 с.
- [4] Русанов А.И., Прохоров В.А. Межфазная тензиометрия.: СПб.: Химия, 1994. – 400 с.
- [5] Дорси Н. // Дж. Вашингтон Acad. Sci. 1928. V. 18, № 19. – Р. 505-509с.
- [6] Іващенко Ю. М., Єрьоменко В. Н. Основи прецизійного вимірювання поверхневої енергії розплавів металів за методом лежачої краплі. — К.: Наукова думка, 1972.

Розробка Методу Розпізнавання Людської Діяльності Мобільними Сенсорами

Глібовицький Б.І.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна

glibbogd@gmail.com

Горелов В.О.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна

vitaliy.goryelov@gmail.com

Human Activity Type's Recognition Method Development Using Mobile Sensors

Glibovytskyi B.I.

Department of computer sciences and information systems

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine

glibbogd@gmail.com

Goryelov V.O.

Department of computer sciences and information systems

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine

vitaliy.goryelov@gmail.com

Abstract—Розроблено демонстраційну програму для розпізнавання типу діяльності людини за допомогою мобільних датчиків.

Анотація—Demo application for human activity type's recognition using mobile sensors has been developed.

Keywords—розпізнавання людської діяльності, рекуррентна нейронна мережа, машинне навчання, python, java.

Ключові слова—human activity recognition, recurrent neural network, machine learning, python, java.

I. ВСТУП

Об'єктом дослідження в даній роботі є метод розпізнавання людської діяльності.

Актуальність роботи пояснюється швидким ростом мобільних технологій а отже методів розпізнавання діяльності людини на основі мобільних сенсорів, що на сьогодні використовується у сферах реабілітації життя, спорті, розвагах, спостереженнях у домашніх умовах.

Буде описано процес створення програми в середовищі java для створення нейронної мережі що розпізнаватиме вид діяльності людини.

Метою роботи є дослідити теоретичні основи методів машинного навчання та створити мобільний застосунок на мові PYTHON та JAVA для визначення шести видів діяльності людини

II. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА МЕТОДИ РОЗРОБКИ

Теоритичною основою даної роботи є рекуррентні нейронні мережі. Рекуррентні нейронні мережі це нейронні мережі із зворотними зв'язками, завдяки яким вони мають власну динаміку, що відрізняє їх від статистичних нейронних мереж, наприклад, нейронних мереж прямого розподілу. Стан РНМ в поточному моменті часу визначається не лише вхідними сигналами, але і попереднім станом. За рахунок цього РНМ мають безкінечну пам'ять на відміну від статичних мереж котрі

запам'ятовують інформацію на входах лише за обмежений проміжок часу.

Структура рекуррентних нейронних мереж є її основною характеристикою, від якої напряму залежать всі її властивості. Виділяють повнов'язні РНМ і РНМ з локальними зв'язками. У повнов'язних РНМ усі нейрони зв'язані між собою що призводить до упорядкування всіх нейронів мережі якомусь одному. У рекуррентній мережі з локальними зв'язками кожен нейрон пов'язаний лише з нейронами в деякій області навколо нього. Такі зв'язки формуються детермінованим або випадковим чином. Локальна зв'язність дає нейронам більше незалежності, в різних областях можна спостерігати різні динамічні режими. Існують приклади РНМ зі змінною структурою. У ході роботи нейронної мережі у неї можуть з'являтися чи зникати нейронні зв'язки.

При невеликій кількості елементів структура мережі представляє собою решітку в одно-, дво- і максимально тривимірному дискретному просторі. Стан нейронної мережі характеризується сукупністю значень вихідів її нейронів. Для аналізу структури РНМ може застосовуватися наступний, заснований на теорії графів підхід. Він заключається у обчисленні різних показників, таких, як шляхи, цикли, маршрути, кластерні індекси та ін. На основі цих показників можна приблизно оцінити взаємодію елементів в РНМ. Мережа являє собою динамічну систему, та працює в дискретному або безперервному часі. У випадку дискретного простору значень виходів, зміни її станів можуть бути описані системою диференціальних рівнянь (1.4.1):

$$\begin{aligned}x[t+1] &= g_1(x[t], U[t]) \\ \frac{dX}{dt} &= g_2(X, U)\end{aligned}$$

де $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - стан системи, n - розмірність систем; x_i - значення i -го

виходу РНМ, U - вплив на вході; g_1 і g_2 - функція і відображення, що описують залежність стану системи від попереднього стану і впливу на вході.

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

Оскільки для нейронної мережі необхідний значний обсяг навчальних даних, у роботі використано дані, надані лабораторією бездротового вивчення даних (WISDM)[4]. Набір даних був отриманий у лабораторних умовах, зібраних для реального використання програми для смартфонів.

Модель містить 2 повністю пов'язаних шари та 2 шари LSTM (складених один на одного) з 64 одиницями кожен:

```
N_CLASSES = 6
N_HIDDEN_UNITS = 64
def create_LSTM_model(inputs):
    W = {
        'hidden':
tf.Variable(tf.random_normal([N_FEATURES,
N_HIDDEN_UNITS])),
        'output':
tf.Variable(tf.random_normal([N_HIDDEN_UNITS,
N_CLASSES]))
    }
    biases = {
        'hidden':
tf.Variable(tf.random_normal([N_HIDDEN_UNITS], mean=1.0)),
        'output':
tf.Variable(tf.random_normal([N_CLASSES]))
    }
    X = tf.transpose(inputs, [1, 0, 2])
    X = tf.reshape(X, [-1, N_FEATURES])
    hidden = tf.nn.relu(tf.matmul(X, W['hidden']) +
biases['hidden'])
    hidden = tf.split(hidden, N_TIME_STEPS, 0)
    # Stack 2 LSTM layers
    lstm_layers =
[tf.contrib.rnn.BasicLSTMCell(N_HIDDEN_UNITS,
forget_bias=1.0) for _ in range(2)]
    lstm_layers =
tf.contrib.rnn.MultiRNNCell(lstm_layers)
    outputs, _ = tf.contrib.rnn.static_rnn(lstm_layers,
hidden, dtype=tf.float32)
    # Get output for the last time step
    lstm_last_output = outputs[-1]
    return tf.matmul(lstm_last_output, W['output']) +
biases['output']
tf.reset_default_graph()
X = tf.placeholder(tf.float32, [None, N_TIME_STEPS,
N_FEATURES], name="input")
Y = tf.placeholder(tf.float32, [None, N_CLASSES])
pred_Y = create_LSTM_model(X)
pred_softmax = tf.nn.softmax(pred_Y, ім'я = "y_")
```

Визначимо точність операцій:

```
LEARNING_RATE = 0.0025
optimizer =
tf.train.AdamOptimizer(learning_rate=LEARNING_RATE).minimize(loss)
correct_pred = tf.equal(tf.argmax(pred_softmax, 1),
tf.argmax(Y, 1))
accuracy = tf.reduce_mean(tf.cast(correct_pred, dtype=tf.float32))
```

Навчальна частина моделі містить багато ітерацій. Ми будемо навчати нашу модель протягом 50 ітерацій і будемо відслідковувати точність та помилки:

```
N_EPOCHS = 50
BATCH_SIZE = 1024
saver = tf.train.Saver()
history = dict(train_loss=[],
                train_acc=[],
                test_loss=[],
                test_acc=[])
sess=tf.InteractiveSession()
sess.run(tf.global_variables_initializer())
train_count = len(X_train)
for i in range(1, N_EPOCHS + 1):
    for start, end in zip(range(0, train_count,
BATCH_SIZE),
                        range(BATCH_SIZE, train_count +
1, BATCH_SIZE)):
        sess.run(optimizer, feed_dict={X:
X_train[start:end],
                                      Y: y_train[start:end]})
        _, acc_train, loss_train = sess.run([pred_softmax,
accuracy, loss], feed_dict={X: X_train, Y: y_train})
        _, acc_test, loss_test = sess.run([pred_softmax,
accuracy, loss], feed_dict={X: X_test, Y: y_test})
        history['train_loss'].append(loss_train)
        history['train_acc'].append(acc_train)
        history['test_loss'].append(loss_test)
        history['test_acc'].append(acc_test)
        if i != 1 and i % 10 != 0:
            continue
        print(f'epoch: {i} test accuracy: {acc_test} loss:
{loss_test}')
        predictions, acc_final, loss_final =
sess.run([pred_softmax, accuracy, loss], feed_dict={X: X_test, Y:
y_test})
        print()
        print(f'final results: accuracy: {acc_final} loss:
{loss_final}')
Результати точності:
epoch: 1
test accuracy: 0.7736998796463013
loss: 1.2773654460906982
epoch: 10
test accuracy: 0.9388942122459412
loss: 0.5612533092498779
epoch: 20
test accuracy: 0.9574717283248901
loss: 0.3916512429714203
epoch: 30
test accuracy: 0.9693103432655334
loss: 0.2935260236263275
epoch:
40 test accuracy: 0.9747744202613831
loss: 0.2502188980579376
```

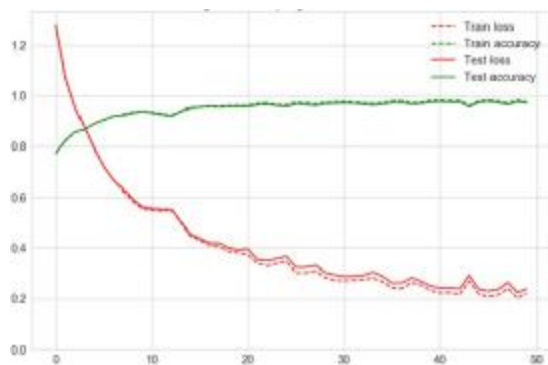


Рис.1 Тренування моделі через ітерації

Наша модель, схоже, добре вчиться з точністю, що досягає 97%, а втрати коливаються приблизно на рівні 2%.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було проведено огляд теоретичних основ машинного навчання. Програма дозволяє визначати вид діяльності людини використовуючи мобільний сенсор акселерометр.

Дана програма може використовуватись у сферах реабілітації життя, спорті, розвагах, спостереженнях у домашніх умовах.

Актуальність роботи пояснюється швидким ростом мобільних технологій а отже методів розпізнавання діяльності людини на основі мобільних сенсорів.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] S. Panchal Object Classification from Scratch using TensorFlow and Keras. <https://medium.com/>, 2019.
- [2] Davide Anguita, Alessandro Ghio, Luca Oneto, Xavier Parra and Jorge L. Reyes-Ortiz. A Public Domain Dataset for Human Activity Recognition Using Smartphones. 21th European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, ESANN 2013. Bruges, Belgium 24-26 April 2013.
- [3] Jorge Luis Reyes-Ortiz, Alessandro Ghio, Xavier Parra-Llanas, Davide Anguita, Joan Cabestany, Andreu Català. Human Activity and Motion Disorder Recognition: Towards Smarter Interactive Cognitive Environments. 21th European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, ESANN 2013. Bruges, Belgium 24-26 April 2013.
- [4] Метод k-ближайших соседей. Википедия. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [wiki/Метод_k-ближайших_соседей](https://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_k-ближайших_соседей)
- [5] Логістична регресія. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Логістична_регресія
- [6] MACHINE LEARNING A-Z™: DOWNLOAD PRACTICE DATASETS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.superdatascience.com/machine-learning/>

Аналіз Проблеми Структуризації Веб-систем

Дмитро Бугай
кафедра програмної інженерії
Харківський національний університет
Радіoeлектроніки
Харків, Україна
dmytro.buhai@nure.ua

Михайло Копоть
кафедра програмної інженерії
Харківський національний університет
Радіoeлектроніки
Харків, Україна
mykhaylo.kopot@nure.ua

Analysis of Web Structuring Problems

Dmytro Buhai
Department of Software Engineering
Kharkiv National University
of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
dmytro.buhai@nure.ua

Mykhaylo Kopot
Department of Software Engineering
Kharkiv National University
of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
mykhaylo.kopot@nure.ua

Анотація—Аналізується проблема структуризації та способи побудови веб-систем. Розглядаються шляхи покращення зручності використання сайту. Була проведена класифікація веб-ресурсів за їх структурою та класифікація вимог для покращення ергономічності користування або «юзабіліті».

Abstract—The problem of structuring and ways of building web systems are analyzed. Ways to improve the usability of the site are discussed. Web resources were classified according to their structure and requirements for improving ergonomics of use or usability were classified.

Ключові слова—структура сайту; класифікація; вимоги; контент; аналіз;

Keywords—structure of the site; classification; requirements; content; analysis;

I. ВСТУП

Підхід до побудови сайту повинен встановити/зробити веб-ресурс зрозумілим та зручним для кожного користувача мережі Інтернет. Невід'ємною частиною кожного сайту є чітка структура, спрямована на конкретний спектр діяльності чи то компанія, чи то блог, чи Інтернет-магазин. Без гарного представлення або зовнішнього вигляду, який не повинен відволікати, відвертати увагу від головного контенту, успіху у користувачів такий веб-ресурс не буде мати. Тому чим простіше для прийняття буде сайт, тим більша аудиторія буде у нього, і тим частіше до нього будуть звертатися [1].

II. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ

Розглянемо сайт, який зображений на рис.1



Рис 1. Зображення масивного меню-каталогу товарів.

Даний сайт є Інтернет-магазином з великим обсягом товарів. Червоною лінією виділено меню веб-сайту. Правило семи – це досить відоме правило, у котрому йдеться про те, що людина досить добре запам'ятовує 5-9 сутностей чи предметів, але не більше [3]. Виходячи з цього можна дати характеристику меню-каталогу товарів як дуже не зручне та запутане для пошуку потрібної інформації. Ще одне досить поширене Правило трьох кліків – одне з найвідоміших правил зручного для використання сайту. Його означенням є те, що користувач повинен знайти інформацію за три рази натискання на мишу. Тут потрібно зазначити, що чим більш розгалужена структура сайту, чим більше елементів має меню, то можна цим правилом нехтувати, так як досліди, які були

опубліковані User Interface Engineering, говорять про те, що від кількості натискань поведінка користувача та його враження від сайту не залежать один від одного. Веб-ресурс можуть залишити як після одного кліку так і від двадцятого.

III. СТРУКТУРА САЙТУ

Сайти можуть бути різними за призначенням, тому вони повинні відповідати кожній своїй структурі, а саме існують такі приклади як Landing Pages (односторінкові сайти), Сайти-каталоги, Сайти-форуми, Сайти-візитки, Корпоративні сайти, Промо-сайти, Інтернет-магазини, Іміджеві сайти, Сайти-портали, On-line сервіси тощо [4]. Функціонал кожного виду відрізняється метою створення веб-сторінки, чи то надати повну інформацію про послуги фірми, чи продати товар, чи замовити тур для відпочинку.

Майже обов'язково кожна сторінка повинна містити пункт горизонтального чи вертикального меню, за допомогою якого можна буде повернутися до головної сторінки. Негласним правилом є повернення на головну за допомогою натискання на логотип сайту або компанії.

Правильна безперебійна робота веб-системи гарантує горну клієнтську базу. Кожна «поломана» кнопка або посилання на неіснуючу сторінку коштує користувачів. Потрібно думати про зручність користування сайтом, про правильну організацію роботи веб-сторінки та актуальність інформації.

Потрібно використовувати одну й ту саму систему навігації на всіх сторінках сайту. Незручні сайти користувачів не приваблюють.

IV. КОНТЕНТ САЙТУ

Контент сайту – це вся інформація, що на ньому розміщена (тексти, відео, аудіо, зображення, фотографії).

Від вмісту сайту безпосередньо залежить його прибутковість. Відвідувачі в першу чергу шукають корисну інформацію. Тому, тільки якісний і унікальний контент може гарантувати успіх. Неможливо вивести сайт на верхівку пошукових видач і підвищити прибутковість без якісного контенту та регулярного його оновлення. Уся інформація на сайті має бути корисною. Тільки достовірний експертний контент, який повністю розповідає про всі переваги та недоліки компанії/товарів/послуг спонукає здійснювати покупки [5]. Головна інформація повинна бути спочатку. Ідея ресурсу повинна бути на головній сторінці й бути першою інформацією, яку побачить користувач. Не потрібно завантажувати сайт зайвою інформацією та вводити користувачів в оману.

ВИСНОВКИ

Ергономічність або зручність використання – одні з головних критеріїв відбору в сучасному житті. Пристрої, меблі, посуд, автомобілі – жоден компонент з переліку не може обійтися без підходу юзабіліті, сайти в тому числі. Вони повинні створюватися напряду для звичайних користувачів, з правильно обраною структурою,

контентом, які сприятимуть позитивному враженню та залишатимуть гарні відгуки [6].

Кожен товар на комерційному сайті повинен мати опис і всю детальну інформацію про його склад та доставку. Сайти візитки мусять в повному обсязі надати користувачу повну інформацію про певний вид діяльності фірми, компанії, організації тощо. Обрана структура повинна мати конкретну спеціалізацію, що характеризує саме цей веб-ресурс, що значно полегшує орієнтацію користувачів на сайті та знаходження актуальної інформації

Цікавим рішенням для кожної Інтернет-сторінки буде режим зміни мови на сайті та функція пошуку за ключовими словами, що спростило би процес знаходження інформації.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Steve Krug Don't make me think, revisited: a common sense approach to web usability (3rd edition), published by Pearson Education, Inc., publishing as New Riders.
- [2] Сайт "Ардуіно в Україні" [Online]. Available: <http://arduino.ua/>, дата звернення 15.11.2019.
- [3] 8 основных правил юзабилити сайта Cetera [Online]. Available: <https://cetera.ru/about/articles/eight-basic-rules-of-site-usability/>.
- [4] Види сайтів та їхній функціонал [Online]. Available: <https://webmaestro.com.ua/ua/blog/vydy-saitiv/>.
- [5] Наповнення сайту контентом: як це робимо ми? [Online]. Available: <https://webmaestro.com.ua/ua/blog/vydy-saitiv/>.
- [6] Mander Richard Web Usability for Dummies in Hungry Minds, 2002.
- [7] 8 признаков устаревшего сайта TexTerra [Online]. Available: <https://texterra.ru/blog/priznaki-ustarevshego-sayta.html>.
- [8] Що потрібно знати про юзабіліті аудит та аналіз сайту? Lemarbet [Online]. Available: <https://lemarbet.com.ua/razvitie-internet-magazina/yuzabiliti-sajta/>.
- [9] О принципах грамотного юзабилити Каспер системс [Online]. Available: <https://www.kasper.by/blog/o-printsipah-gramotnogo-yuzabiliti/>.
- [10] Ключ к успеху вашего ресурса, или что такое юзабилити сайта WebForMySelf [Online]. Available: <https://webformyself.com/klyuch-k-uspehu-vashego-resursa-ili-chto-takoe-yuzabiliti-sajta/>.

Дослідження Алгоритмів Фрактального Кодування Зображень

Навроцький І.П.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
vanoo0621@gmail.com

Семаньків М.В.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
semankiv.maria@comp-sc.if.ua

Research Fractal Image Coding Algorithms

Navrotskyi I.P.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
vanoo0621@gmail.com

Semankiv M.V.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
semankiv.maria@comp-sc.if.ua

Abstract—Створено програму для порівняння алгоритмів фрактального стиснення зображень.

Анотація—А program has been developed to compare fractal image compression algorithms.

Keywords—фрактальне кодування, доменний блок, ранговий блок, PSNR, метод Хаффмана.

Keywords—fractal coding, domain block, rank block, PSNR.

I. ВСТУП

Об'єктом дослідження в даній роботі є методи фрактального кодування зображень.

Актуальність роботи пояснюється в необхідності дослідити та вдосконалити вже існуючі методи фрактального стиснення зображень.

Метою роботи є дослідити та вдосконалити алгоритм фрактального стиснення зображення. Який би зміг краще працювати з зображенням, видавав менше втрат і працював набагато швидше.

II. БАЗОВИЙ АЛГОРИТМ КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Отже, розглянемо математичне обґрунтування можливості фрактального стиснення. Є відображення $w: \Delta \rightarrow \Delta$, де Δ — множина всіх можливих зображень. W є об'єднанням відображень w_i :

$$W(R) = \bigcup_i w_i(d_i) \quad (1.1)$$

де R — зображення, а d_i — якісь області зображення D . Кожне перетворення w_i переводить d_i в g_i . Таким чином:

$$W(R) = \bigcup_i g_i \quad (1.2)$$

Буде логічно уявити зображення у вигляді функції двох змінних $f(x, y)$. На безлічі всіх таких функцій введемо метрику (відстань між зображеннями), наприклад, таким чином:

$$\delta(f, g) = \max_{x,y} |f(x, y) - g(x, y)| \quad (1.3)$$

Згідно з теоремою Банаха, існує певний клас відображень, для яких існує константа $c < 1$ така, що для будь-яких зображень f і g виконується нерівність:

$$\delta(W(f), W(g)) \leq c * \delta(f, g) \quad (1.4)$$

Такі відображення називаються стискаючими, і для них справедливо наступне твердження: Якщо до якогось зображення F_0 ми почнемо багаторазово застосовувати відображення W таким чином, що:

$$\begin{aligned} F_1 &= W(F_0) \\ F_i &= W(F_{i-1}) \end{aligned} \quad (1.5)$$

то в межі, при i , яка прагне до нескінченності, ми отримаємо одне і те ж зображення незалежно від того, яке зображення ми взяли в якості F_0 :

$$\lim_{i \rightarrow \infty} F_i = F \quad (1.6)$$

Це кінцеве зображення F називають аттрактором, або нерухомою точкою відображення W . Також відомо, що якщо перетворення w_i є стискаючим, то їх об'єднання W теж є стискаючим.

Типова схема фрактального стиснення:

З урахуванням вищесказаного, схема компресії виглядає так: зображення R розбивається на шматочки g_i , звані ранговими областями. Далі для кожної області g_i знаходять область d_i і перетворення w_i такі, що виконуються наступні умови:

1. d_i за розмірами більше g_i .
2. $w_i(g_i)$ має ту ж форму, розміри і положення, що і g_i .
3. Коефіцієнт u перетворення w_i повинен бути менше одиниці.
4. Значення u має бути якомога менше.

Перші три умови означають, що відображення w_i буде стискаючим. А в силу четвертої умови кодоване

зображення R і його образ $W(R)$ будуть схожі один на одного. В ідеалі $R = W(R)$. А це означає, що наше зображення R і буде нерухомою точкою W [17]. Саме тут використовується подібність різних частин зображення (звідси і назва - «фрактальна компресія»). Як виявилось, практично всі реальні зображення містять такі схожі один на одного, з точністю до афінного перетворення, частини.

Таким чином, для компресії зображення W потрібно:

1. Розбити зображення на рангові області g_i (непересічні області, що покривають все зображення).

2. Для кожної рангової області g_i знайти область d_i (звану доменної), і відображення w_i , з зазначеними вище властивостями.

3. Запам'ятати коефіцієнти афінних перетворень W , положення доменних областей d_i , а також розбиття зображення на домени.

Відповідно, для декомпресії зображення потрібно буде:

1. Створити якийсь (будь-яке) початкове зображення R_0 .

2. Багаторазово застосувати до нього відображення W (об'єднання w_i).

3. Так як відображення W стискаюче, то в результаті, після достатньої кількості ітерацій, зображення прийде до аттрактору і перестане змінюватися. Аттрактор і є нашим вихідним зображенням. Декомпресія завершена.

ВИСНОВКИ

В ході даної роботи отримано нові знання про фрактальні алгоритми та їх реалізацію на практиці, було вдосконалено один з них. Результати досліджень показують що фрактальне кодування це прогресивний метод який варто застосовувати на практиці, не тільки для стиснення зображення а й для інших галузей.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Мюррей, Д. Энциклопедия форматов графических файлов [Текст] / Д. Мюррей, У. ван Райпер; пер. с англ. – К.: Издательская группа BHV, 1997. – 672 с.
- [2] Бенуа, Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы [Текст] / Б. Бенуа. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 666 с.
- [3] Ватолин, Д. Методы сжатия данных [Текст] / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 381 с.
- [4] Барнсли, М. Фрактальное сжатие изображений [Текст] / М. Барнсли, Л. Ансон // Мир ПК. – 1992. – № 10. – С. 52–58.
- [5] Красильников, Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений [Текст]: уч. пос. / Н. Н. Красильников. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 608 с.
- [6] Ватолин, Д. С. Использование ДКП для ускорения фрактального сжатия изображений [Текст] / Д. С. Ватолин // Программирование. – 1999. – № 3. – С. 51–57.

Local Behavior of Entire Curves Having Bounded l -index in l_∞

Orest Geiko
Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
ifgo69@gmail.com

Andriy Bandura
Department of Advanced Mathematics
Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk, Ukraine
andriykopanytsia@gmail.com

Локальне Поводження Цілих Кривих Обмеженого l -індексу в l_∞

Орест Гейко
кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
ifgo69@gmail.com

Андрій Бандура
кафедра вищої математики
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу
Івано-Франківськ, Україна
andriykopanytsia@gmail.com

Abstract—We present necessary and sufficient conditions of l -index boundedness for entire curves which map complex plane in l_∞ . These conditions are generalizations of corresponding propositions known for other classes of holomorphic functions of bounded l -index. These conditions describe local behavior of maximum norm of the curve in l_∞ on the greater circle by the maximum norm of the curve in l_∞ on the lesser circle.

Анотація—Для цілих кривих обмеженого l -індексу, що діють з комплексної площини у l_∞ отримано необхідні і достатні умови приналежності до цього класу. Ці умови є узагальненням відповідних тверджень встановлених раніше для інших класів голоморфних функцій обмеженого l -індексу. Отримані умови описують локальне поведіння максимуму норми кривої у l_∞ на більшому колі через максимум норми кривої у l_∞ на меншому колі.

Keywords—entire curve, bounded l -index, infinite-dimensional space, l_∞ , local behavior.

Ключові слова—ціла крива, обмежений l -індекс, нескінченновимірний простір, l_∞ , локальне поведіння.

We will use notations from [1], [2]. Let ℓ^∞ be a sequence space whose elements are the bounded complex sequences. The space is equipped with the norm $\|x\|_\infty = \sup_n |x_n|$. Let $F: \mathbb{C} \rightarrow \ell^\infty$ be an entire curve, i.e. $F = (f_1, f_2, \dots, f_n, \dots)$, where every f_j is an entire function, $j \in \mathbb{N}$. By B^∞ we denote a space consisting from functions $F: \mathbb{C} \rightarrow \ell^\infty$ which are bounded on every compacta, i.e. $F \in B^\infty$ if for every compacta $G \subset \mathbb{C}$ there exists $C > 0$ such that for any $z \in G$ one has $\|F(z)\|_\infty \leq C$. Let $l: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{R}_+$ be a positive continuous function. The notation $F^{(k)}(z)$ stands for $(f_1^{(k)}(z), \dots, f_n^{(k)}(z), \dots)$.

Recently, there was presented [1], [2] a generalization of concept of bounded l -index for entire curves in l_∞ . Also there was proved one criteria describing local behavior of these curves. Here we continue these investigations and present another criteria for the class B^∞ .

Let us remind a main definition from [1], [2]:

Definition. A function $F \in B^\infty$ is called a function of bounded l -index, if there exists $m_0 \in \mathbb{Z}_+$ such that for every $m \in \mathbb{Z}_+$ and for all $z \in \mathbb{C}$ one has

$$\frac{\|F^{(m)}(z)\|_\infty}{m!l^m(z)} \leq \max_{0 \leq k \leq m_0} \frac{\|F^{(k)}(z)\|_\infty}{k!l^k(z)}. \quad (1)$$

Let us denote

$$\lambda_b(\eta) = \sup_{t_1, t_2 \in \mathbb{C}} \left\{ \frac{l(t_1)}{L(t_2)} : |t_1 - t_2| \leq \frac{\eta}{\min\{L(t_1), L(t_2)\}} \right\}.$$

By \mathcal{Q} we denote a class of positive continuous function $l: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{R}_+$, satisfying the condition

$$(\forall \eta \geq 0): \lambda_b(\eta) < +\infty. \quad (2)$$

Using results from [1], [2], we obtain the next criterion of l -index boundedness for functions from B^∞ . Similar result was firstly deduced by G. H. Fricke [5] for entire functions of one variable having bounded index. Further it was generalized for various classes of holomorphic functions [7], [6], [3], [4]. Our main result is following:

Theorem 1. Let $l \in Q$. A function $F \in B^\infty$ has bounded l -index if and only if for any $r_1 > 0$, $r_2 > 0$ ($r_1 < r_2$), there exists $P_1 = P_1(r_1, r_2) \geq 1$ such that for every $z^0 \in \mathbb{C}$

$$\begin{aligned} & \max\{\mathbf{P}F(z)\mathbf{P}_\infty : |z - z_0| \leq \frac{r_2}{l(z^0)}\} \leq \\ & \leq P_1 \max\{\mathbf{P}F(z)\mathbf{P}_\infty : |z - z_0| \leq \frac{r_1}{l(z_0)}\}. \end{aligned} \quad (3)$$

REFERENCES

- [1] A. I. Bandura, Entire curves having bounded l -index in ℓ_∞ , *Mat. Stud.*, 52 (1), 108–112 (2019). doi: 10.30970/ms.52.1.108-112
- [2] A.I. Bandura, Entire curves having bounded l -index in an infinite-dimensional space *Infinite-Dimensional Analysis and Topology: international conference dedicated to the 70th anniversary of Professor Oleh Lopushansky: book of abstracts*, 16–20 October, 2019, Ivano-Frankivsk, Ukraine. -- P. 4–5.
- [3] Bandura, A., Skaskiv, O. Sufficient conditions of boundedness of L -index and analog of Hayman's Theorem for analytic functions in a ball, *Stud. Univ. Babeş-Bolyai Math.* **63** (4), 483–501 (2018). doi:10.24193/subbmath.2018.4.06
- [4] A. Bandura, O. Skaskiv, *Functions Analytic in the Unit Ball Having Bounded L -Index in a Direction*, *Rocky Mountain J. Math.*, **49** (4), 1063–1092 (2019). doi: 10.1216/RMJ-2019-49-4-1063
- [5] Fricke, G.H. Entire functions of locally slow growth. *J. Anal. Math.* **28**(1), 101–122 (1975).
- [6] Sheremeta, M.N., Kuzyk, A.D. *Logarithmic derivative and zeros of an entire function of bounded l -index*, *Sib. Math. J.* **33** (2), 304–312 (1992). doi:10.1007/BF00971102
- [7] Sheremeta, M. *Analytic functions of bounded index*, Lviv: VNTL Publishers, 1999.

The Use of ELK Stack and .NET Core Technologies for the Analysis of the Datasets of Ukrainian Vehicle Operations

Oleksii Budianskyi

*Faculty of computer science, Software
Engineering department
Kharkiv National University of Radio
Electronics
Kharkiv, Ukraine
oleksii.budianskyi@nure.ua*

Serhii Iordanov

*Faculty of computer science, Software
Engineering department
Kharkiv National University of Radio
Electronics
Kharkiv, Ukraine
serhii.iordanov@nure.ua*

Kobziev Volodymyr

*Faculty of computer science, Software
Engineering department
Kharkiv National University of Radio
Electronics
Kharkiv, Ukraine
kobziev.volodymyr@nure.ua*

Abstract—The article dedicated to the analysis of the Ukrainian register of vehicles and their owners from 2014 till the 2019 years with use of ELK Stack (Elastic Search and Kibana) and .NET Core technologies. The information about the strategy of analysis and the results of the data investigation.

Keywords—analysis, vehicles, elasticsearch, kibana, multithreading, .NET core, big data, statistics.

I. INTRODUCTION

Ukraine government has created a portal of open data with different types of data sets related to versatile operations inside the country for all citizens [1]. The largest open dataset of the site is a register of vehicles and their owners which contains all information about car operations such as initial registration, registration of imported or re-registration of a vehicle to a new owner. All operations related to vehicles are listed in the dataset. Single data row contains main information about the car (color, registration plate, capacity, brand, etc.), the owner (registration address, individual registration type) and the operation information (name, code).

We decided to format the data to one style, collect it in one database, analyze and make graphs with the most interesting findings. There were several decisions made considering the huge number of the records in the dataset (11 million) and the format it was kept.

II. DATA PREPARING

To analyze all the data and find any dependencies it had to be collected in one database and had to have a single format, to be able to compare records.

The first question that we had was where to store the data and how to display it. There were about 11 million data records that should be filtered and aggregated quickly with the ability to display the results of aggregation as charts. After some investigation of the available tools and databases for such purposes, Elasticsearch was chosen as the main database. Elasticsearch is a distributed, RESTful search and analytics engine capable of addressing a growing number of use cases, it lets perform and combine many types of searches - structured, unstructured, geo, metric, etc. So, it was perfect for storing a huge number of data and performing searches. The crucial think we had to think about is a performance of data filtering, aggregation and search in general and Elasticsearch meets our expectations by using of Lucene Core under the hood which provides Java-based

indexing and search technology, as well as spellchecking, hit highlighting and advanced analysis/tokenization capabilities. In addition, there is a great visualization tool for Elasticsearch named Kibana, which is an open-source data visualization dashboard for the database. It provides visualization capabilities on top of the content indexed on an Elasticsearch cluster. Users can create bar, line and scatter plots, or pie charts and maps on top of large volumes of data.

In the register, the information was kept in several tar.gz archives which contained csv files with the operation rows. It was not a convenient way to analyze the data and the chosen database was tuned for JSON format. So, the next challenge that we had was converting and transferring the data to the local Elasticsearch cluster.

To perform the operation we have created a C# tool, which parses csv data row, depending on a format, as files have a little bit different ways of naming, then converts data to standard view to be capable of making a comparison, converts the resulting entity to JSON format and sends to Elasticsearch. In order to perform that transformation, we have used CsvHelper and Json.NET (formally known as Newtonsoft JSON). They both are distributed under the licenses which are free for commercial use (MS-PL and Apache 2 for CsvHelper and MIT for Json.NET).

The created solution did the job correctly however the data processing speed was quite slow. The tool was able to process 20-25 data records per second on the local computer, which meant that 11 million data rows would have been processing for more than 150 hours. We decided to improve the tool to make it use all the capabilities of modern computers and made it multithread. The most time-consuming operations were parsing the data from csv and converting the data to JSON. As all datafiles were approximately the same size, we decided to split the threads by data source. That means that we will always have the next number of working threads:

$$k = \text{abs}(m/n) \text{ if } n > m \text{ and } k = n, \text{ if } n < m$$

where k – number of active threads; m – number of cores; n – number of data sources.

The parallel solution worked much better and the throughput was about 100 data rows per second, so all the data were transferred to the Elasticsearch database in around 30-35 hours and became ready to be analyzed.

III. RESULTS OF ANALYSIS

We created a dashboard, with statistics, taking into account operation parameters, such as fuel type, popular brands, registration region, capacity, etc., and we have got some interesting results.

First of all, we have made an analysis of the imported cars and have got the data displayed in *Fig. 1*.



Fig. 1. Number of imported cars from 2014 to 2019 (Per month)

We can see that in 2019 there is a very sharp increase in the registration of cars imported from abroad. The registration of imported cars increased to 80,000 items per month in January which was not usual for Ukraine. It was provoked by several changes in the law related to customs clearance and new non-customs fines.

If we try to take a look in detail on which cars were imported during the winter of 2019, we will see that the most popular brand was Volkswagen. The number of imported car registrations of brand Volkswagen rose to 900 units per day. It is twice bigger than second popular in import brand – Opel, which had up to 450 registrations per day (*Fig. 2*).

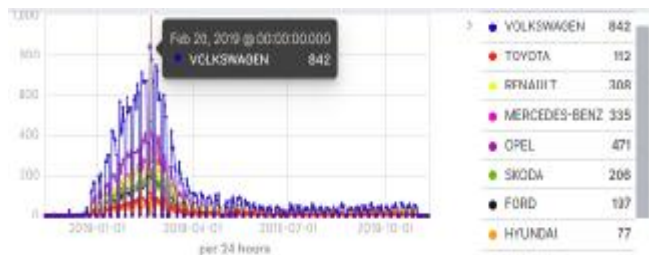


Fig. 2. Popularity of brands for import (Per 24 hour)

Trying to dig deeper and find which cars had import demand from 2014 to 2019, we have found out that the most popular cars for import to Ukraine are cars with production year between 2000 and 2010. There were about 60,000 registrations of the cars in January 2019 (*Fig. 3*).

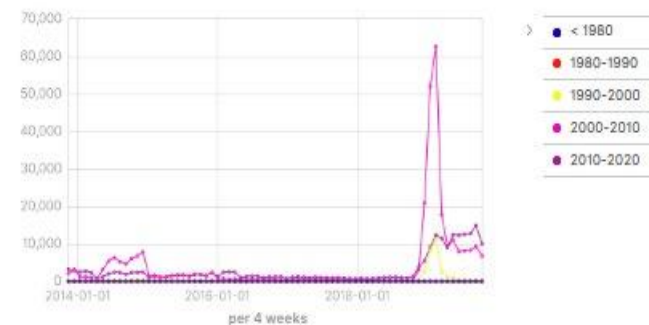


Fig. 3. Production years of cars for import from 2014 to 2019 (Per month)

The most popular body type for import is a station wagon, and during the import car registration raise in the winter of 2019 the number of registered station wagons per month was about 50,000 which was triple bigger than the number of sedans (up to 15,000 per month).

Also, an interesting fact is that the most popular fuel type of cars for import is diesel, however on average petrol is more popular in Ukraine than diesel. More than 50% of imported cars in January 2019 had diesel fuel type (*Fig. 4*).

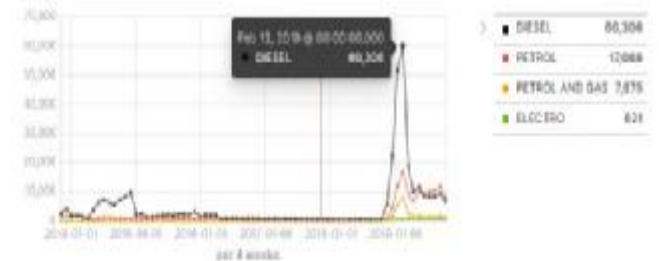


Fig. 4. Popularity of fuel of imported cars from 2014 to 2019 (Per month)

So, that means that currently, we have a huge number of diesel station wagons of brand Volkswagen of 2000-2010 production years, which will become a disposal disaster in 10-15 years.

The most popular brand of a car bought as a new in 2019 is Renault. The brand had up to 170 sales of brand-new cars per day all over Ukraine. Also, Toyota brand was quite successful in the sale of the new vehicles and had up to 100 sales per day. Then Volkswagen with 35 sales per day on average. So, that means that Volkswagen is quite popular as a used car but not so popular as a brand new in Ukraine. Probably, it can show that Volkswagen vehicles are fairly reliable cars to buy them in 10-15 years after production, but still quite expensive for Ukrainians if they buy it from the car showroom.

Despite the fact that at the top of statistics of imports and sales are European brands, still, the most popular brand among Ukrainians is AutoVaz – Russian automobile manufacturer (*Fig. 5*). It is because the cars are quite cheap and used as the cheapest individual transport in the country.

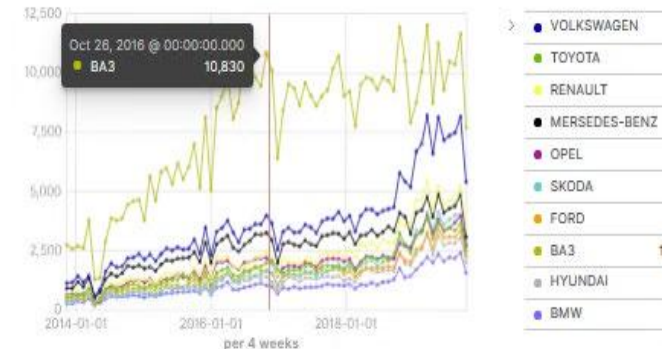


Fig. 5. Brand popularity over resell operations from 2014 to 2019 years (Per 24 hour)

With this new wave of vehicle electrification, electro cars become more and more popular in Europe and America. We decided to investigate the popularity of the type of cars in Ukraine and can see that the demand for it constantly growing from the 2014 year till now. The average number of

sold electro cars in 2014 was 70 per month and the average number in 2019 is 2200. That means that the demand has grown 30 times from 2014 (*Fig. 6.*).

The most popular electro car models are Nissan Leaf and Toyota Prius. In addition, 20 percent of the cars were sold in Kyiv, 12 percent in Odesa, 8 percent in Kharkiv and Dnipro.

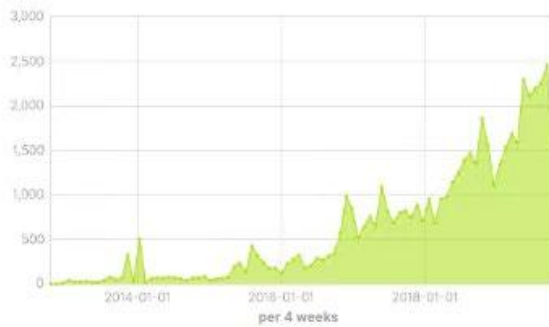


Fig. 6. Number of operations with electro cars from 2014 to 2019 years (Per month)

REFERENCES

- [1] Open data portal [Electronic resource] – URL: <https://data.gov.ua/> (access date: 11/14/2019)

СЕКЦІЯ 2

Інформаційні технології

Information Technologies

Distributed Public Key Infrastructure using Blockchain

Dmytro Striletskyi

State University of Telecommunications

Kyiv, Ukraine

dmytro.striletskyi@gmail.com

Abstract—The security of web communication via the SSL/TLS protocols relies on safe distributions of public keys associated with web domains in the form of X.509 certificates. Certificate authorities (CAs) are trusted third parties that issue these certificates. However, the CA ecosystem is fragile and prone to compromises. Starting with Google's Certificate Transparency project, a number of research works have recently looked at adding transparency for better CA accountability, effectively through public logs of all certificates issued by certification authorities, to augment the current X.509 certificate validation process into SSL/TLS.

Keywords—certificate, blockchain, public key infrastructure, hyperledger, ssl, https, authority

I. INTRODUCTION

Currently, SSL/TLS heavily relies on trusted third parties to assert the authenticity of a server's claim to its public key. certificates authorities (CAs) are trusted third parties that endorse the public keys of servers by performing checks and issuing X.509 certificates. An X.509 certificate is a digital document, signed using a CA's secret key, attesting to the binding of a public key to a server's identity. The client browser is pre-configured with the public keys of a number of known CAs. An X.509 digital certificate (signed using a CA's secret key) received over a TLS handshake session is then verified by the client browser using the CA's public key, if it is available with the client browser. A typical installation of Firefox has public keys of more than 1000 CAs in its database [26]. The above CA model users from the following major problem. Suppose the key-pair for a server hosting a domain, say d , is (pk_d, sk_d) . Let T be a CA who is having the key pair (pk_T, sk_T) and who, on the request of d 's owner, has issued, using sk_T , a certificate $cert_T \rightarrow d/pk_d$ attesting to the binding between d and pk_d . For the $cert_T \rightarrow d/pk_d$ to be accepted by any browser, T must be trusted (in practice a chain of CAs must be trusted), i.e., the public key pk_T must be available with the browser. The communication to d can be intercepted by an adversary A (having key pair (pk_A, sk_A)) in one of the following ways. As already mentioned, a browser typically has thousands of CAs registered in it, and the user cannot be expected to have evaluated the trustworthiness of all of them. A might first get an untrusted CA, say U with key pair (pk_U, sk_U) , to issue a certificate $cert_U \rightarrow d/pk_A$ attesting to an incorrect binding between its public key pk_A and d . Finally if A manages to insert the public key pk_U of U into the client's browser, the malicious certificate $cert_U \rightarrow d/pk_A$ gets accepted in turn. And therefore by getting a browser to accept fake keys for standard services (such as bank web sites and webmail sites), the attacker can intercept and manipulate the user's traffic with those sites [8], [14], [27].

II. RELATED WORK

The preceding discussion emphasizes the glaring vulnerability in placing trust on certifications authorities under the existing SSL/TLS system. In the current trust model of X.509-based PKI, a single compromised CA can issue a certificate for any domain. Moreover, such malicious certificates can go unnoticed over long periods of time. A variety of proposals have been made to reduce trust in the CAs. Trusted certificate observatories such as Perspectives [21], and SSL Observatory [2] confirms that a TLS certificate seen by a client is the same as the one seen by the notary. Other approaches attempt to reduce the scope of CAs' authority [9], [10], [11], thereby reducing the amount of trust and power held by CAs today. Another promising approach is to create public-logs of all certificate operations. This approach leverages high-availability servers called public logs that maintain append-only databases of certificates issued by CAs. These databases provide ancient proofs of a certificate's presence in a log and of the log's temporal consistency. Google's certificates Transparency (CT) project [13] was among the first to propose publicly auditable logs as a way of providing better CA accountability. CT creates a system of public logs, which maintains a database of observed certificates issued by CAs. The log then provides a proof of a certificate's presence in the log's database, and this proof can be checked by clients during the TLS handshake. Additionally, the log is publicly auditable so that any party can fetch proofs of presence or consistency from the hash tree of the log to monitor its operations. Special entities called auditors and monitors may perform these functions as a service for clients, publishing any evidence of CA misbehavior. The end goal of certificates Transparency is that web clients should only accept certificates that are publicly logged and that it should be impossible for a CA to issue a certificate for a domain without it being publicly visible. Google's certificates Transparency works on top of the existing X.509 PKI assisted SSL/TLS. Therefore it is not a disruptive technology and only creates an additional layer of security. Unlike CT, some of the other proposals in this field seek to recommend fundamental changes to the existing system and therefore a considerable analysis must be carried out for them to be applied in practice. The Accountable Key Infrastructure (AKI) [12], like CT, adds new entities such as public log servers (called Integrity Log Servers (ILS)) and Validators. Validators are entities that monitor ILS operations, by downloading the entire ILS data structure and performing consistency checks. Additionally, AKI certificates contain several extensions over standard X.509 certificates. Among others, it recommends multiple CAs to sign a single certificate and the domain can specify in its certificate which CAs and logs are allowed to attest to the authenticity of the certificate. Attack Resilient Public-key Infrastructure (ARPKI) [6] is a system inspired by AKI,

which redesigns and improves many aspects of AKI. PoliCert [20] extends the AKI by giving the domain owner a way to describe its own certificates and properties of TLS connections. The crucial property that many of these log-based approaches seek is the detectability of a log's misbehavior, i.e., if the log presents a different set of certificates to different clients at a given point of time, or if, it does not respect the append-only property. A somewhat necessary solution to this problem would be verifying whether all (possibly worldwide) clients share a consistent view of the log. A couple of gossip protocols for certificates Transparency that aim at detecting several types of attacks by log servers were proposed in [7].

III. THE GOAL

Leveraging recent progress in blockchain technology, we propose a novel system, called CTB, that makes it impossible for a CA to issue a certificate for a domain without obtaining consent from the domain owner. We further make progress to equip CTB with certificate revocation mechanism. We implement CTB using IBM's Hyperledger Fabric blockchain platform. CTB's smart contract, written in Go, is provided for complete reference.

REFERENCES

- [1] D. Madala, Mahabir Prasad Jhanwar, and Anupam Chattopadhyay. Certificate Transparency Using Blockchain. <https://eprint.iacr.org/2018/1232.pdf> 2018.
- [2] Electronic frontier foundation. ssl observatory. <https://www.eff.org/observatory>.
- [3] Muneeb Ali, Jude C. Nelson, Ryan Shea, and Michael J. Freedman. Blockstack: A global naming and storage system secured by blockchains. In 2016 USENIX Annual Technical Conference, USENIX ATC, pages 181194. USENIX Association, 2016.
- [4] Elli Androulaki, Artem Barger, Vita Bortnikov, Christian Cachin, Konstantinos Christidis, Angelo De Caro, David Enyeart, Christopher Ferris, Gennady Laventman, Yacov Manevich, Srinivasan Muralidharan, Chet Murthy, Binh Nguyen, Manish Sethi, Gari Singh, Keith Smith, Alessandro Sorniotti, Chrysoula Stathakopoulou, Marko Vukolic, Sharon Weed Cocco, and Jason Yellick. Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. In Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference, EuroSys 2018, pages 30:130:15. ACM, 2018.
- [5] J. Appelbaum. Detecting certificate authority compromises and web browser collusion. Tor Blog, 2011.
- [6] David A. Basin, Cas J. F. Cremers, Tiany Hyun-Jin Kim, Adrian Perrig, Ralf Sasse, and Pawel Szalachowski. ARPKI: attack resilient public-key infrastructure. In Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, pages 382393. ACM, 2014.
- [7] Laurent Chuat, Pawel Szalachowski, Adrian Perrig, Ben Laurie, and Eran Messeri. Ancient gossip protocols for verifying the consistency of certificate logs. In 2015.
- [8] IEEE Conference on Communications and Network Security, pages 415423. IEEE, 2015.
- [9] P. Eckersley. Iranian hackers obtain fraudulent https certificates: How close to a web security meltdown did we get? <https://www.eff.org/deeplinks/2011/03/iranian-hackers-obtain-fraudulent-https>. Electronic Frontier Foundation, 2011.
- [10] C. Evans, C. Palmer, and R. Sleevi. Public key pinning extension for http. RFC, 7469:128, 2015.
- [11] Phillip M. Hallam-Baker and Rob Stradling. DNS certification authority authorization (CAA) resource record. RFC, 6844:118, 2013.
- [12] James Kasten, Eric Wustrow, and J. Alex Halderman. Cage: Taming certificate authorities by inferring restricted scopes. In Financial Cryptography and Data Security - 17th.
- [13] International Conference, FC 2013, volume 7859 of Lecture Notes in Computer Science, pages 329337. Springer, 2013.
- [14] Tiany Hyun-Jin Kim, Lin-Shung Huang, Adrian Perrig, Collin Jackson, and Virgil D. Gligor. Accountable key infrastructure (AKI): a proposal for a public-key validation infrastructure. In 22nd International World Wide Web Conference, WWW, pages 679690.
- [15] International World Wide Web Conferences Steering Committee / ACM, 2013.
- [16] B. Laurie and E. Kasper. Revocation transparency. www.links.org/files/RevocationTransparency.pdf. Google Research, 2012.
- [17] Ben Laurie, Adam Langley, and Emilia Käsper. certificates transparency. RFC, 6962:127, 2013.
- [18] J. Leyden. Trustwave admits crafting ssl snooping certificate: Allowing bosses to spy on sta was wrong, says security biz. www.theregister.co.uk/2012/02/09/tustwavedisavowsmittedigitalcert. The Register, 2012.
- [19] Stephanos Matsumoto and Raphael M. Reischuk. IKP: turning a PKI around with decentralized automated incentives. In 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy, SP, pages 410426. IEEE Computer Society, 2017.
- [20] Ralph C. Merkle. A digital signature based on a conventional encryption function. In Advances in Cryptology - CRYPTO '87, A Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Santa Barbara, California, USA, August 16-20, 1987, Proceedings, volume 293 of Lecture Notes in Computer Science, pages 369378. Springer, 1987.

Model Information System to Increase Social Activity

Maryana Chenka

National university Lviv Polytechnic

Lviv, Ukraine

Maryana.chenka@gmail.com

Abstract— This study aimed at creating the project of the development information system. The main purpose is the development system that should increase the level of social responsibilities. The designed system is like a charity e-commerce platform. The study contains information about the most important functionality and the process of the business logic of the information system.

Keywords—social sphere, crowdfunding, charity, information system.

Relevance of work. In today's realities, the issue of social activity and the involvement of society in the processes related to the social sphere is quite acute. The level of social responsibility of the citizens of our country is low, as evidenced by numerous social experiments conducted by activists and sociologists. The importance of social activity is hard to dispute. This is one of the factors in the formation of a social order that ensures harmony and sustainable development of the community and the country. The level of social activity can be changed by creating convenient, accessible and reliable information technology solutions that will ensure involvement in volunteer and charitable processes. However, when it comes to social inclusion, it is worthwhile to provide convenient and accessible mechanisms for doing so. Throughout the world, volunteering is quite popular and is increasing in popularity. This is seen as voluntary, socially oriented activity. However, this area needs to be improved in the technical part, because despite the popularity of successfully implemented projects are scarce, or they occur without the involvement of modern IT systems. Often the key factors are the issue of usability, accessibility and reliability [1]. As one example, the level of social activity can be changed by creating IT solutions that will provide a convenient way to get involved in volunteer and charitable processes.

The purpose of the study is to develop an information system aimed at enhancing the level of social activity and social responsibility. This service is designed to create a comfortable environment for volunteerism and charity. The project's ideology is based on the dreams of socially disadvantaged children. Crowdfunding is gaining popularity on social networks and media, which is why it is raising people's awareness of how to engage in volunteering as a simple and accessible method [2].

The **object** of work is the process of information and technological support of the social sphere.

The **subject** of the work is an information system of dreaming that promotes community involvement in volunteering and charity through the use of a convenient and accessible platform.

Tasks to realize the purpose of the work:

- Conducting an analysis of the phenomenon of volunteering and specialized information systems to support social projects.
- Developing a model of the information system workflow
- Description and definition of platform functionality requirements.
- Forming roles for all members of the system.

Performing a systematic analysis of this subject area, we found several similar solutions. Analogs of such a system exist in Ukraine. For example:

Mrii.in.ua - <http://www.mrii.in.ua/wish>, which gets in the way of fulfilling the dreams of HIV-infected children.

Make a dream come true - <https://wish.1plus1.ua>, which is mainly focused on raising funds to fulfill the dreams of hospital patients.

Dream Realization Site - <http://mrii.at.ua/>

UBB - <https://ubb.org.ua/en/projects/>, which raises funds for Help Operators.

Each of these information technologies has been evaluated for the following characteristics: scalability, unification, interoperability, scope, functionality, usability, performance, reliability, mobility, user-friendliness, user interaction, Accreditation for Performers, pervasiveness and accessibility, user-friendliness.

The result of this comparison is a list of requirements for the system that anticipates the achievement of the set goals. There are a number of problematic issues that need to be addressed in order for the system to meet all the above tasks. So, the basic requirements for the information system:

- accessibility for volunteer organizations and contractors;
- the truth of published dreams;
- transparency of financial information and confirmation of dream fulfillment;
- ease of use;
- adaptation to different target audiences;
- involvement of large corporations in using the system through advertising campaigns.

The created information system will ensure the interaction of three main participants of the process: volunteer organization, patron and performer.

Volunteer organizations will fulfill the function of collecting and publishing dreams. That is, with their own databases of information on socially disadvantaged children, in cooperation with other institutions, organizations will fulfill the dream of children. The platform provides that each organization has its own admin panel and access to its office, where it can publish dreams, make changes, answer questions from other actors and more.

There is another type of participant's cabinet, namely the artist. That is, everyone who wants to realize the dream is logged in to access the dream information.

After the dream is fulfilled, the Contractor must provide a confirmation of the dream fulfillment, which is verified by the platform administrator and the volunteer organization. If the confirmation of the fulfillment of the dream is satisfactory, then after double verification from the administrator and the organization, the dream receives the status of "Done".

Another option is that the dream requires significant financial costs. Then the Executor "reserves" the dream and indicates the amount that is necessary for realization with a detailed list of financial expenses. After that, the dream "waiting" changes the charter and moves to another section, where you can donate a certain amount or fully pay for the dream.

A simplified model of an information system is represented by a UML diagram. Use case that reflects the functionality of two actors - the volunteer organization and the Performer (Fig. 1).



Fig. 1. Use Case designed information system

Conclusions. The analysis of the studied subject area allows to form a list of analogues of information systems for volunteering, defines the functionality of the platform, which is necessary to ensure the goal, and also defines the

requirements for the developed system. A simplified model of the information system was developed. Further research involves the development of a detailed model of the information system and a comprehensive list of functionalities of the information system.

REFERENCES

- [1] Горелов Д. М. Волонтерський рух: світовий досвід та українські громадянські практики: аналіт. доп. – К.: НІСД, 2015. – 36 с.
- [2] Characteristic peculiarities of main crowdfunding websites. Ugolkova, O. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/34932>

Важливість Реоптимізації для Задач Багатокритеріального Програмування

Надія Дрейчан
Факультет інформаційних систем, фізики та математики
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Луцьк, Україна
nadyushka.dr@gmail.com

The Importance of Reoptimization for Multicriteria Programming Problems

Nadiia Dreichan
Faculty of Information Systems, Physics and Mathematics
Lesya Ukrainka Eastern European National University
Lutsk, Ukraine
nadyushka.dr@gmail.com

Анотація—У статті розглянуто поняття зведення, наближених розв'язків і складності для комбінаторних багатокритеріальних задач, щоб дослідити питання реоптимізації. Досліджено ефект додавання множини вершин з деякими інцидентними ребрами до довільного екземпляра 2-критеріальної задачі про мінімальне вершинне покриття на оптимальний розв'язок.

Abstract—The article considers construction, approximate solutions and NP-complexity to combinatorial multicriteria problems to research questions reoptimization. The effects of the adding a set vertices incident with some edges to an arbitrary instance of 2-objective problem of minimum vertex cover for the optimal solution.

Ключові слова—багатокритеріальна NP-складність, багатокритеріальний розв'язок, багатокритеріальна апроксимація, реоптимізація, поліноміально розв'язна задача.

Keywords—multi-objective NP-hardness, Multi-objective solution, Multi-objective approximation, reoptimization, polynomial-time solvable problem.

1. ВСТУП

Різні економічні, технічні, природні і соціально-наукові процеси містять багатокритеріальну оптимізацію природним чином. Множина Парето складається з усіх розв'язків, які оптимальні в тому сенсі, що не існує розв'язку, який строго кращий. Для осіб, яким приходится приймати рішення множина Парето дуже корисна, оскільки вона враховує компроміси між оптимальними розв'язками для поточного екземпляра. Ми будемо розглядати комбінаторну багатокритеріальну оптимізацію [1].

Концепція реоптимізації [2-5] полягає в наступному. Нехай Q — деяка NP-складна (можливо NP-повна) задача, I — початковий екземпляр задачі Q , оптимальний розв'язок якого відомий. Ми пропонуємо новий екземпляр I' задачі Q , отриманий деякими «незначними» змінами I . Виникає питання: як ми

можемо ефективно використовувати знання про оптимальний розв'язок I для знаходження точного або наближеного розв'язку екземпляра I' ? Мета реоптимізації при використанні наближених методів — застосування знань про розв'язок початкового екземпляра I для досягнення кращої якості наближення (відношення апроксимації), або більш ефективного (за часом) алгоритму для визначення оптимальних або близьких до них розв'язків або виконання першого і другого пунктів.

II. ГОЛОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Поняття розв'язку можна порівняти з допомогою зведень для загальної багатозначної функції. Ми використовуємо означення Зельмана зведення за поліноміальний час Тюрінга для багатозначних функцій, обмежених загальною багатозначною функцією. Загальна багатозначна функція F поліноміально зводиться по Тюрінгу до загальної багатозначної функції $G, F \leq_T^p G$, якщо існує детермінована поліноміально обмежена оракульна машина Тюрінга M , така, що уточнення g функції G впливає, що M з g , як оракул обчислює загальну функцію, що є уточненням F . Відмітимо, що оракульна модель передбачає, що \leq_T^p є транзитивним, навіть якщо довжина елементів в $set - F(x)$ не є поліноміально обмеженою по $|x|$.

Поняття розв'язку F називається поліноміально розв'язною, якщо існує загальна поліноміально обчислювана функція f , така, що f є уточненням F . Поняття розв'язку F називається NP-складним, якщо всі задачі в NP поліноміально зводяться до F .

Для k - критеріальної задачі $O = (S, f, \leftarrow)$ обговоримо кілька понять "розв'язання O ". Таким чином, ми зацікавлені тільки в невідомованих розв'язках, які називаються (Парето-) оптимальними розв'язками. Зауважимо, що множина S_{opt}^x

недомінованих розв'язків може мати кілька розв'язків з однаковими значеннями. Так як ці розв'язки не можуть бути розпізнаними, достатньо знайти один розв'язок для кожного оптимального значення, як це зазвичай буває в однокритеріальній. Це мотивує такі означення.

$D - O$ Домінуюче поняття розв'язку

Обчислити розв'язок, який слабо домінує заданий цільовий вектор.

Вхід: екземпляр X , цільовий вектор $c \in N^k$.

Вихід: деякий $s \in S^x$ з $f^x(x) \leftarrow c$ або повідомити, що немає таких S .

$W - O$ Зважене поняття суми (тільки, якщо всі цілі треба мінімізувати або максимізувати)

Однокритеріальна задача яка "зважує" всі цілі заданим способом.

Вхід: екземпляр X , вектор ваги $w \in N^k$.

Вихід: деякий $s \in S^x$, що оптимізує $\sum_{i=1}^k w_i f_i^x(s)$ або повідомити, що $S^x = \emptyset$

Ми припускаємо, що ці поняття аналогічні поняттю точного оптимального розв'язку в звичайній однокритеріальній оптимізації.

Нехай $O = (S, f, \leq)$ є 2-критеріальна задача про мінімальне вершинне покриття ($2 - MVC$, скорочено)

екземплярами є N^2 -вершинно-помічені граfi $G = (V, E, l)$ $S^G = \{C : C \text{ є вершинне покриття } G\}$, $l(v) = (l_1(v), l_2(v))$, $v \in V$ з невід'ємними компонентами, $f^G(C) = \sum_{v \in S^G} (w_1 l_1(v) + w_2 l_2(v))$ для вагового вектора з невід'ємними компонентами $w = (w_1, w_2)$, $f^G(C) \rightarrow \min$.

Теорема 1. 1) 2-критеріальна задача про мінімальне вершинне покриття ($2 - MVC$) задовольняє поняттю $W^2 - O$ і є поліноміально розв'язуваною.

2) 2-критеріальна задача про мінімальне вершинне покриття ($2 - MVC$) задовольняє поняттю $D^{(4,4)} - O$ і є поліноміально розв'язуваною.

Реоптимізаційна версія 2-критеріальної задачі про мінімальне вершинне покриття визначається додаванням не більше ніж h вершин ($h = O(\log n)$, n – кількість вершин у графі) з деяким числом інцидентних ребер. Для реоптимізаційних версій багатокритеріальних оптимізаційних задач отримані поліпшені розв'язки (з кращою якістю наближення).

Висновки

Вивчається складність і наближення комбінаторних багатокритеріальних NP -складних оптимізаційних задач. Визначені поняття розв'язків, що дають можливість розглянути типові алгоритмічні задачі в багатокритеріальній оптимізації з допомогою поліноміальної зведеності Тюрінга, що дозволяє порівнювати поняття розв'язків, а також визначити відповідні поняття NP -складності.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] C. Glaßer, C. Reitwießner, H. Schmitz, M. Witek, "Hardness and approximability in multi-objective optimization," *Computability in Europe (CiE)*, 2010, *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 6158, pp. 180 – 189, 2010.
- [2] G. Ausiello, B. Escoffier, J. Monnot and V. T. Paschos, "Reoptimization of minimum and maximum traveling salesman's tours," *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 4059, pp. 196–207, 2006.
- [3] H.J Bockenhauer, L. Forlizzi, J. Hromkovic et al, "On the approximability of TSP on local modifications of optimal solved instances," *Algorithmic Oper. Res.*, vol. 2 (No. 2), pp. 83 – 93, 2007.
- [4] H. J. Bockenhauer, J. Hromkovic, T. Momke and P. Widmayer, "On the hardness of reoptimization," *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol 4910, pp. 50–65, 2008.
- [5] C. Archetti, L. Bertazzi and M. G. Speranza, "Reoptimizing the travelling salesman problem," *Network*, vol. 42(No. 3), pp. 154 – 159, 2003.

Using Computer Vision and Fuzzy Logic to Assess Quality of Business Process Models

Andrii Kopp
Department of Software Engineering
and Management Information Technologies
National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”
Kharkiv, Ukraine
kopp93@gmail.com

Dmytro Orlovskyi
Department of Software Engineering
and Management Information Technologies
National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”
Kharkiv, Ukraine
ordm@kpi.kharkov.ua

Використання Комп’ютерного Бачення та Нечіткої Логіки для Оцінки Якості Моделей Бізнес-Процесів

Андрій Михайлович Копп
Кафедра програмної інженерії
та інформаційних технологій управління
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Харків, Україна
kopp93@gmail.com

Дмитро Леонідович Орловський
Кафедра програмної інженерії
та інформаційних технологій управління
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Харків, Україна
ordm@kpi.kharkov.ua

Abstract—In this paper we propose a method for quality assessment of business process models using computer vision and fuzzy logic. OpenCV library usage as well as bypassing of its drawbacks of template matching is considered. Membership functions of metrics of the business process model quality are outlined. Obtained results and future research are discussed.

Анотація—В даній роботі пропонується метод оцінки якості моделей бізнес-процесів на основі комп’ютерного бачення та нечіткої логіки. Розглянуто використання бібліотеки OpenCV та обхід її недоліків щодо пошуку за шаблоном. Наведено функції належності метрик якості моделей бізнес-процесів. Описано отримані результати та напрямки подальших досліджень.

Keywords—business process model, quality assessment, computer vision, fuzzy logic

Ключові слова—модель бізнес-процесу, оцінка якості, комп’ютерне бачення, нечітка логіка

I. INTRODUCTION

Business Process Management (BPM) is one of the most popular management techniques. BPM includes methods and tools for design, analysis, and improvement of organizational activities. Business process is considered as a structured set of tasks that takes one or more kinds of input and produces a product or a service valuable for a specific customer [1]. The fundamental technique of BPM is process modeling, so it is required to design such business process models that can be easily understood by process performers, analysts, managers, and stakeholders [2].

II. RELATED WORK

A. Goals and Notations of Business Process Modeling

The goals of business process modeling include:

- Understand business processes.
- Document business processes (for instructing people).
- Analyze business processes (to find errors or measure performance)
- Improve business processes described by models.

Event-driven Process Chain (EPC) and Business Process Model and Notation (BPMN) models are the most popular process modeling notations nowadays. EPC business process models are used in the field of business process automation, for example in SAP Reference Model [3]. However, there is no open exchange format for EPC models and the available tool ARIS Express allows to store designed process models only in a form of images or text descriptions, which makes their further analysis extremely complicated.

B. State-of-the-art of Process Model Quality Assessment

Related work on business process model quality is shown in [4]. There are three groups of methods related to business process model quality are demonstrated:

- Process modeling guidelines, such as 7PMG.
- Process model metrics (e.g., the number of nodes S_N , connectors S_C , events S_E , functions S_F , arcs S_A) used to evaluate correctness of analyzed models.
- Threshold values for identified metrics.

III. PROPOSED SOLUTION

A. Templates of Business Process Model Objects

According to the introduced metrics, it is required to use the templates (see Fig. 1) of connectors of all possible types (XOR, OR, AND), events, functions, and arcs (that income from left, right, top, and bottom of an object).

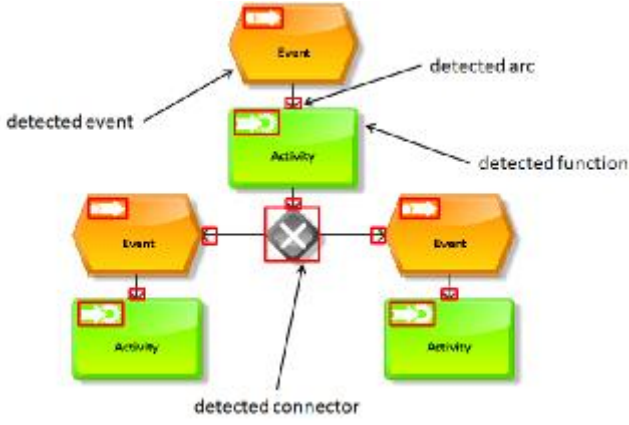


Fig. 1. Templates of detected objects

Open-source computer vision library OpenCV is used to detect objects required to calculate process model metrics on a business process diagram.

B. Overcoming Drawbacks of OpenCV Template Matching

The template matching algorithm of OpenCV library has the drawback related to multiple detected objects around the actual single object on the image. In order to define correct values of the business process model metrics it is required to combine such close matches.

For this purpose the Euclidean distance might be used to merge close points that represent detected objects:

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}. \quad (1)$$

Here p and q are 2D space points that describe the same object on the business process diagram, which was detected by the OpenCV template matching algorithm.

The following procedure is proposed in order to bypass possible collisions of detected objects (Fig. 2).

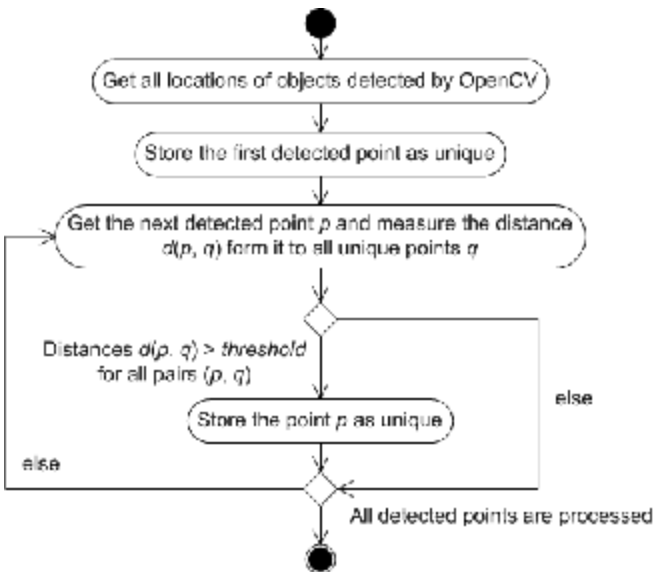


Fig. 2. Procedure of possible collisions bypassing

C. Applying Fuzzy Logic to Assess Process Model Quality

We can provide $m = 5$ process model metrics in a form of the following tuple $(S_N, S_C, S_E, S_F, S_A)$, as well as respective threshold values – (48, 8, 22, 40, 62). Therefore, by applying fuzzy logic ideas, we can define the following membership function for each of the j -th business process metric:

$$\forall j = \overline{1, m} : \mu_j(x) = \begin{cases} \frac{x}{a}, & x \leq a; \\ 1, & x > a. \end{cases} \quad (2)$$

Here x is the value of j -th metric of the business process model quality and a is the threshold value of the j -th metric. These functions show degrees of truth that metrics overstep the corresponding thresholds, which indicates possible errors in a business process model. Since the all thresholds should not be overstepped to ensure the quality of a business process model, the intersection operation is applied:

$$hasErrors = \min_{j=1, m} \{ \mu_j(x) \} \quad (3)$$

IV. RESEARCH RESULTS

Developed Python application that implements proposed solution was used to perform calculations. EPC diagrams of goods receipt and software development business processes were analyzed (see Tab. 1) [5].

Obtained results of quality assessment demonstrate that business process models of high complexity are more error-prone than business process models of low complexity:

- “diagram106.jpeg” – $S_N = 31$, $S_C = 6$, $S_E = 16$, $S_F = 9$, $S_A = 51$, $hasErrors = 0.82$;
- “diagram107.jpeg” – $S_N = 7$, $S_C = 9$, $S_E = 4$, $S_F = 3$, $S_A = 10$, $hasErrors = 0.18$.

CONCLUSION

Quality of small process models is always higher than of large models because of human ability to concentrate only on a limited number of objects. Hence, further work in the field of business process model quality is relevant and should be focused on quality improvement methods and tools as well.

REFERENCES

- [1] M. Hammer and J. Champy, *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Zondervan, 2009.
- [2] W. van der Aalst, *Business process management: a comprehensive survey*. Hindawi Publishing, 2013.
- [3] J. Mendling, G. Neumann, and W. van der Aalst, “Understanding the occurrence of errors in process models based on metrics,” in Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 113–130.
- [4] F. Corradini, A. Ferrari, F. Fornari, S. Gnesi, A. Polini, B. Re, and O. Spagnolo, *Quality Assessment Strategy: Applying Business Process Modelling Understandability Guidelines*. University of Camerino, Italy, 2015.
- [5] Research calculations made during PhD study. [Online]. Available: <https://github.com/andriikopp/researchcalculations>, [Accessed: 09-Nov-2019].

Аналіз Цінності Контингенту Студентів у Вищому Навчальному Закладі

Орловський Дмитро Леонідович
Кафедра програмної інженерії
та інформаційних технологій
управління
Національний технічний
університет
«Харківський політехнічний
інститут»
Харків, Україна
ordm@kpi.kharkov.ua

Пивоварова Анастасія Андріївна
Кафедра програмної інженерії
та інформаційних технологій
управління
Національний технічний
університет
«Харківський політехнічний
інститут»
Харків, Україна
nysic96@gmail.com

Копп Андрій Михайлович
Кафедра програмної інженерії
та інформаційних технологій
управління
Національний технічний
університет
«Харківський політехнічний
інститут»
Харків, Україна
kopp93@gmail.com

Value Analysis of the Student Contingent in a Higher Education Institution

Orlovskiy Dmytro Leonidovych
Department of Software Engineering
and Management Information
Technologies
National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”
Kharkiv, Ukraine
ordm@kpi.kharkov.ua

Pyvovarova Anastasiia Andriivna
Department of Software Engineering
and Management Information
Technologies
National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”
Kharkiv, Ukraine
nysic96@gmail.com

Kopp Andrii Mykhailovych
Department of Software Engineering
and Management Information
Technologies
National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”
Kharkiv, Ukraine
kopp93@gmail.com

Анотація—В даній роботі розглядається питання цінності різних груп контингенту студентів, що дозволяє мінімізувати витрати вищого навчального закладу на студентів. Мінімізація витрат відбувається за рахунок набору «дорогих» студентів (з найбільшою вартістю навчання) з урахуванням ресурсних обмежень та обмежень, пов'язаних з ліцензійним обсягом.

Abstract—This paper considers the problem of the value of different groups of students in order to minimize the cost of students for a university. Cost is minimized through the recruitment of “expensive” students (with the highest cost of study) with considering resource and licensing constraints.

Ключові слова—вищий навчальний заклад, ліцензійний обсяг, процесний підхід, цінність студентів

Keywords—higher education institution, license volume, process approach, student value

I. ВВЕДЕННЯ

У сучасних умовах соціально-економічний стан країни безпосередньо залежить від того вкладу, який вона вносить в розвиток освіти. Комерційна діяльність вищих навчальних закладів (ВНЗ) в умовах обмеженого бюджетного фінансування дає їм додатковий потенціал розвитку. Практично всі навчальні заклади сьогодні надають платні освітні послуги [1].

Існування ВНЗ немислимо без щорічного набору нових студентів, від якості якого залежить майбутнє функціонування ВНЗ і академічна діяльність. В умовах посилення міжвузівської конкуренції за абітурієнта орієнтація на споживача стає ключовим принципом організації освітньої діяльності. В рамках такого підходу одним з головних умов є створення налагодженої системи взаємодії, яка може стати одним з факторів

конкурентної переваги і забезпечити розвиток університету [2].

Саме тому, актуальною сьогодні є тема підвищення ефективності розподілу місць ліцензійного обсягу між різними контингентами студентів.

II. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У діяльності освітньої організації вищої освіти важливим є планування раціонального використання ресурсів для забезпечення набору абітурієнтів та подальшого їх навчання за освітніми програмами бакалаврату, магістратури (при дворівневій освіті) [3].

Більшість завдань планування раціонального використання ресурсів для організації пов'язано з відшукування найбільш ефективного вирішення шляхом спрямованого перебору всіх можливих варіантів розподілу матеріальних, фінансових, навчальних та кадрових ресурсів. Метод математичного програмування дозволяє вирішувати задачі оптимізації та раціоналізації розподілу ресурсів за кінцеве число ітерацій [1]. Цільова функція загальних витрат на підготовку студентів по спеціальності за один семестр навчання має вигляд:

$$F(x_{ukg}) = \sum_{u=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{g=1}^f (c_u - a_{ukg}) \cdot x_{ukg} \rightarrow \min_{\{x_{ukg}\}}, \quad (1)$$

де c_u – витрати на 1 студента, з групи, що відповідає x_{ukg} ;

a_{ukg} – вартість контракту 1 студента/відшкодування витрат від держави, з групи, що відповідає x_{ukg} ;

$(c_u - a_{ukg})$ – загальні витрати на 1 студента, з групи, що відповідає x_{ukg} , з урахуванням вартості контракту 1

студента/відшкодування витрат від держави, з групи, що відповідає x_{ukg} ;

f – кількість мов g , якими є можливість навчатися на спеціальності;

u – кваліфікаційний рівень: бакалавр ($u = 1$), магістр ($u = 2$);

k – бюджетна ($k = 1$) або контрактна форма навчання для вітчизняних ($k = 2$) та іноземних студентів ($k = 3$).

Цільова функція мінімізує витрати на студентів за однією спеціальністю (з урахуванням ціни контракту кожного студента). Рішенням задачі є кількість місць, які необхідно виділити з ліцензійного обсягу для кожної групи студентів (бюджетники, контрактники, іноземці, що навчаються різними мовами).

Необхідно набрати більше «дорогих» студентів, з урахуванням ліцензійного обсягу. Оскільки від витрат віднімається вартість контракту/відшкодування витрат від держави, то загальні витрати на «дорогих» студентів

будуть мінімальними, тому цільова функція мінімізується.

III. ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ЦІННОСТІ КОНТИНГЕНТУ СТУДЕНТІВ

Графічно процес аналізу цінності контингенту студентів у вищому навчальному закладі, можна зобразити у вигляді діаграми в нотації IDEF0, що зображена на рис. 1. Спочатку, від особи, що приймає рішення (ОПР), надходить початкова інформація. На основі цієї інформації формуються вхідні дані для вирішення задачі. Також на цьому етапі може відбуватися корекція вхідних даних.

На основі вхідних даних, відбувається витяг даних з бази даних (наприклад, на основі спеціальності, може бути витягнена основна інформація по ресурсам). Таким чином, формуються дані, необхідні безпосередньо для вирішення задачі. В нашому випадку, це задача лінійного програмування (1), описана в другому розділі.



Рис. 1. Процес аналізу цінності контингенту студентів у вищому навчальному закладі

Використовуючи отримані дані, здійснюється вирішення задачі аналізу цінності контингенту студентів у вищому навчальному закладі. Результат вирішення задачі подається на вхід наступного етапу – аналізу результатів. Користувач системи аналізує рішення, видане системою. Після чого він може корегувати вхідні дані та проводити аналіз ще раз. На основі отриманих результатів аналізу формуються рекомендації, щодо розподілу місць ліцензійного обсягу.

ВИСНОВКИ

Таким чином можна побачити, що використовуючи процесний підхід для розв'язання задачі аналізу цінності клієнта, особа, що приймає рішення, зможе прийняти обґрунтоване рішення. Також в моделі присутній ітеративний підхід. Після аналізу результатів, користувач системи може повернутися до корекції вхідних даних та провести новий аналіз. На основі

проведеного аналізу будуть сформовані рекомендації, щодо розподілу ліцензійного обсягу.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] В. С. Вознюк, Маркетинг освітніх послуг. Волинська книга, Луцьк, 2017.
- [2] Б. С. Гершунский, Философия образования для XXI века, Вид-во «Совершенство», Москва, 2016.
- [3] О. А. Грішнова, Формування людського капіталу в системі освіти і професійної підготовки: Дис. д-ра екон. наук: 08.09.01, Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка, Київ, 2015.
- V. S. Voznyuk. Marketyng osvithnix poslug. Volynska knyga, Luczk, 2017.
- [3] B. S. Gershunskyj, Fylosofyya obrazovanyya dlya XXI veka, Publishing House "Sovershenstvo", Moscow, 2016.
- [4] O. A. Grishnova, Formuvannya lyudskogo kapitalu v systemi osvity i profesijnoyi pidgotovky: Thesis for doctoral degree in economical sciences: 08.09.01, Kyiv Taras Shevchenko National Technical University, 2015.

Using Generative Adversarial Networks for Text Generation

Nikita I. Gezha
Department of Information Technology
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
znongz1@gmail.com

Nickolay D. Rudnichenko
Department of Information Technology
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
nickolay.rud@gmail.com

Igor M. Petrov
Department of Sea Transportation
Odessa National Maritime Academy
Odessa, Ukraine
firmness@list.ru

Sophia E. Tishchenko.
Department of Information Technology
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
s5187565@gmail.com

Kirill A. Belyaev
Department of Information Technology
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
aska20135@gmail.com

Andrii S. Voytsekhovskiy
Department of Information Technology
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
irbiis@ukr.net

Використання Генеративно Змагальних Мереж для Генерації Тексту

Гежа Н.І.
Кафедра інформаційних технологій
Одеський національний політехнічний
університет
Одеса, Україна
znongz1@gmail.com

Рудніченко М.Д.
Кафедра інформаційних
технологій
Одеський національний
політехнічний університет
Одеса, Україна
nickolay.rud@gmail.com

Петров І.М.
Кафедра морських перевезень
Національний університет «Одеська
морська академія»
Одеса, Україна
firmness@list.ru

Тіщенко С.Є.
Кафедра інформаційних технологій
Одеський національний політехнічний
університет
Одеса, Україна
s5187565@gmail.com

Беляєв К.О.
Кафедра інформаційних
технологій
Одеський національний
політехнічний університет
Одеса, Україна
aska20135@gmail.com

Войцеховський А.С.
Кафедра інформаційних технологій
Одеський національний політехнічний
університет
Одеса, Україна
irbiis@ukr.net

Abstract—In this paper, we provide the result of the experiment on using the generative-adversarial network for producing natural language text. We discuss the main problems of the adversarial text generation task, describe the proposed operating principle of the created model, and provide recommendations for further improvements of the models.

Keywords—artificial intelligence, machine learning, neural networks, generative-adversarial network, natural language processing

I. INTRODUCTION

The field of natural language processing uses text generation for many tasks, such as modelling complex language structures, translating texts, composing descriptions and summaries [1].

To improve the quality of the generated text an often-used approach is to use generative-adversarial networks (GAN). GANs have achieved significant results in generating artificial images of people, animals, and other objects, in addition they have also achieved success in generating music [2].

Consequently, usage of GANs is possible for generating text content of different genres as well. GANs are composed of two artificial neural networks, one of which is producing the required content (generator network), and another is

discriminating between real and generated content (discriminator network).

The learning process involves teaching the discriminator to discern between real and artificial input data, and teaching the generator in such a way as to make discriminator accept its output data as real.

In this manner, during the fitting process the generator learns to produce samples which are similar to the real ones [2].

II. SPECIFICS OF THE TEXT GENERATION PROBLEM USING GENERATIVE-ADVERSARIAL NETWORKS

Unlike imagery or music, natural language text is a discrete information.

This presents special complications for constructing generator and discriminator models, as the traditional method of fitting neural networks (gradient descent) requires generator's output to be differentiable, which it is not in this case.

Different approaches exist to work around this problem, such as using a reinforcement learning – based model as a generator, using a differentiable approximation of discrete data, or using an autoencoder to project the text into a differentiable form.

The first approach uses the “REINFORCE” algorithm, it is successfully utilized in different models such as SeqGAN [3].

Downsides of this approach include comparatively long training time, as well as model’s tendency to localize at the local maxima, especially with a large vocabulary size.

The second method is based on using the “Gumbel-Softmax” distribution for approximating generator’s output data to a one-hot code, which is then passed into discriminator [4].

Downside of this approach is the fact that discriminator is able to learn to discern approximated generated one-hot code from the code that represents real text.

In this paper, we propose using a priori method, which encodes the text into vectors with specified dimensionality before training the adversarial network.

This way, generator’s task is to produce differentiable vectors, not discrete characters, which will allow the discriminator to discern real from generated vectors [5].

III. DEVELOPMENT OF THE TEXT GENERATION MODEL

For the development of the model based on the proposed approach, we used “TensorFlow” library version 2.0 and Python 3.6 programming language.

The code was ran on Google Colab. As an example of the real text, we used material from <https://sherlock-holm.es/>.

Considering the conducted analysis, we decided to use text encoding into differentiable vectors.

This architecture avoids long training times with reinforcement learning and the downsides of using approximations, while providing the ability to train the model using gradient descent.

For text encoding, we created an autoencoder, capable of encoding discrete symbols into a vector with a length of four elements in range from -1 to 1.

The encoder is composed of one embedding type layer, and the decoder applies a fully connected layer (FC) with a softmax activation for decoding the vector into a one-hot encoded symbol.

After training the autoencoder model, we encoded all real text into a vector representation for its subsequent use in the discriminator.

We used the decoder to convert generator output data into a readable text.

The developed generator model utilizes long short-term memory (LSTM) layers for generating sequences. Generator receives a sequence of vectors with a random noise (mean = 0, std = 1) as its input.

The amount of vectors represents the amount of generated symbols.

The LSTM layer with a dimensionality of 1024 processes the input noise and returns a sequence. Following this, the sequence is encoded into vectors with a length of four by the FC layer with batch normalization. Discriminator model is composed of 1D convolutional layers.

During the research, we gave preference towards the convolutional model, as it displayed a higher stability during the training compared with LSTM layers.

Discriminator takes a sequence of vectors as its input and processes it with convolutional layers, which have sizes of 64, 128, 256 and 256 filters with a kernel size of three. The first two convolution layers have padding with the size of two elements.

A global average pooling operation is then applied on the sequence, followed by two FC layers with sized of 128 and 1.

We used binary cross-entropy as the loss function. Loss function for the generator equals $-\log D(G(x))$, and the loss function for the discriminator equals $-(\log(1 - D(G(x))) + \log D(r))$,

where G - generator, D - discriminator, x - random noise, r - real encoded text).

The developed learning algorithm is illustrated on the Fig 1.

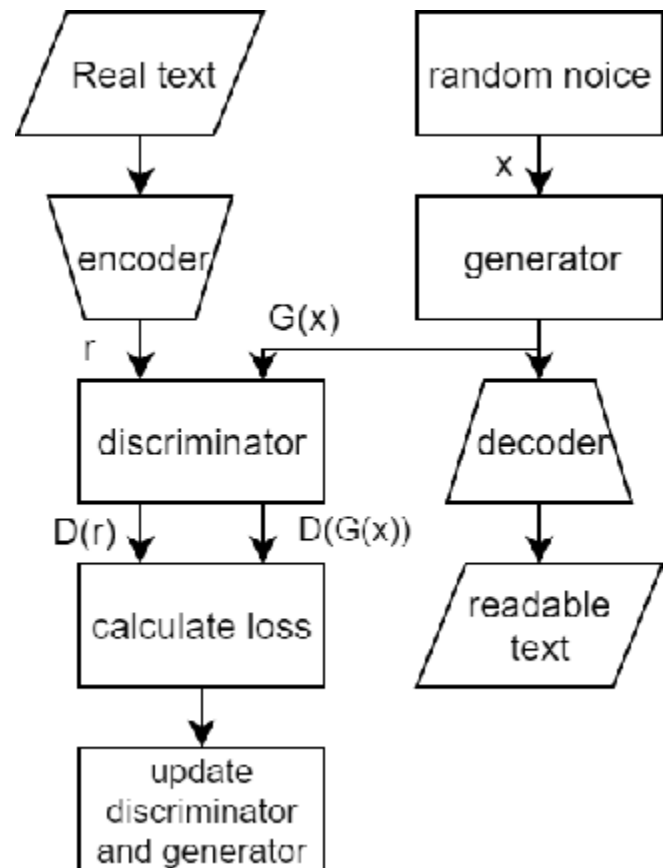


Fig 1. Proposed learning algorithm

The size of the generated text is 32 symbols, and the size of one batch during training equals 64.

We used Adam as the optimizer for generator and discriminator, with learning rate of 1e-4 for generator and 1e-6 for discriminator.

We conducted training for 50 epochs, with 292 batches in each one.

IV. RESULTS OF THE EXPERIMENT

After training the adversarial model during 50 epochs, we observed low quality of the generated text.

Examples of the produced text are provided in the table 1. From the examples, it is seen that the generator has learned several words (“wind”, “ha”, “oh”, and “hat”) and to separate words with whitespaces.

wind e.eeF FeeF eeF e
ha.hathathatha.ha.ha.ha.hat p oh
ccwind FeeeF JeeF eeF
abc hyf leggtt bjigi bcjic
cat beug fiigob oofu fiidof ifoog
fliop hurioeioii. jeepfks kvifllk

Table 1: generated text examples

We visualized loss functions of generator and discriminator with relation to training steps (Fig. 2).



Fig. 2. Loss value with relation to training steps

Based on the chart, beginning from 10000th step the training becomes unstable, as loss functions of the generator and discriminator start to change rapidly with a large amplitude.

This problem could be resolved by reducing the learning rate, using regularization, as well as using other generator and discriminator architectures.

It is also possible that better experiment results would emerge if the training lasted for more epochs, or had a different batch size.

CONCLUSIONS

From the results of the experiment, we concluded that the created GAN model becomes unstable during training.

To facilitate the improvement of models, we recommend further research on GAN text generators with different methodologies of selecting hyperparameters of convolutional and LSTM models, as well as introducing reinforcement-learning methods into the training process.

To increase model precision in the future, it will be reasonable to alter learning rate of the generator and discriminator based on their loss.

REFERENCES

- [1] M. A. Haidar, M. Rezagholizadeh, “TextKD-GAN: Text Generation using Knowledge Distillation and Generative Adversarial Networks”, 2019
- [2] I. J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, “Generative Adversarial Nets”, Universite de Montréal, 2014
- [3] L. Yu, W. Zhang, J. Wang, Y. Yu, “SeqGAN: Sequence Generative Adversarial Nets with Policy Gradient”, 2017
- [4] E. Jang, S. Gu, B. Poole, “Categorical Reparameterization with Gumbel-Softmax”, 2017
- [5] D. Donahue, A. Rumshisky, “Adversarial Text Generation Without Reinforcement Learning”, 2019

Інформаційні Технології Моніторингу Прозорості Води

Дмитро Ішук

*Кафедра радіоелектронних та біомедичних
комп'ютеризованих засобів і технологій
Національний аерокосмічний університет - Харківський
авіаційний інститут
Харків, Україна
talvi@ukr.net*

Ігор Попов

*Відділ квантової електроніки й нелінійної оптики
Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усикова
НАН України
Харків, Україна
igpo@ukr.net*

Олена Кривенко

*Відділ радіофізики твердого тіла
Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усикова
НАН України
Харків, Україна
talvi@ukr.net*

Владислав Луценко

*Лабораторія моніторингу і спектроскопії
Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усикова
НАН України
Харків, Україна
lutsenko@ire.kharkov.ua*

Water Monitoring Information Technology

Dmytro Ischuk

*Department of radio-electronic and biomedical computer aids
and technologies
National Aerospace University - Kharkiv Aviation Institute
Kharkiv, Ukraine
talvi@ukr.net*

Igor Popov

*Department of quantum electronics and nonlinear optics
Usikov Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine
Kharkiv, Ukraine
igpo@ukr.net*

Elena Krivenko

*Department of solid-state radiophysics
Usikov Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine
Kharkiv, Ukraine
talvi@ukr.net*

Vladislav Lutsenko

*Laboratory for monitoring and spectroscopy
Usikov Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine
Kharkiv, Ukraine
lutsenko@ire.kharkov.ua*

Анотація—У роботі розглянуті деякі фізичні принципи, які можуть бути покладено в основу створення датчиків контролю якості води. Запропоновані методи оцінки якості води з використанням природного освітлення в оптичному діапазоні. Запропоновано методику визначення забрудненості (прозорості) води, яка полягає у використанні функцій розподілу яскравості (інтенсивності) зображення, отриманого при різних ступенях забрудненості для визначення функцій спотворення середовища.

Abstract—The paper discusses some physical principles that can form the basis of the creation of water quality control sensors. Methods for estimating water quality using natural light in the optical range are proposed. The technique of determining the contamination (transparency) of water, which consists in using the functions of distribution of brightness (intensity) of the image obtained at different degrees of pollution to determine the functions of distortion of the medium, is shown.

Ключові слова—функції розподілу яскравості, ослаблення світла в середовищі, оптична прозорість.

Keywords—brightness distribution functions, light attenuation in the medium, the optical transparency.

I. ВСТУП

Якість питної води є багатокритеріальною характеристикою, залежною від багатьох показників, у

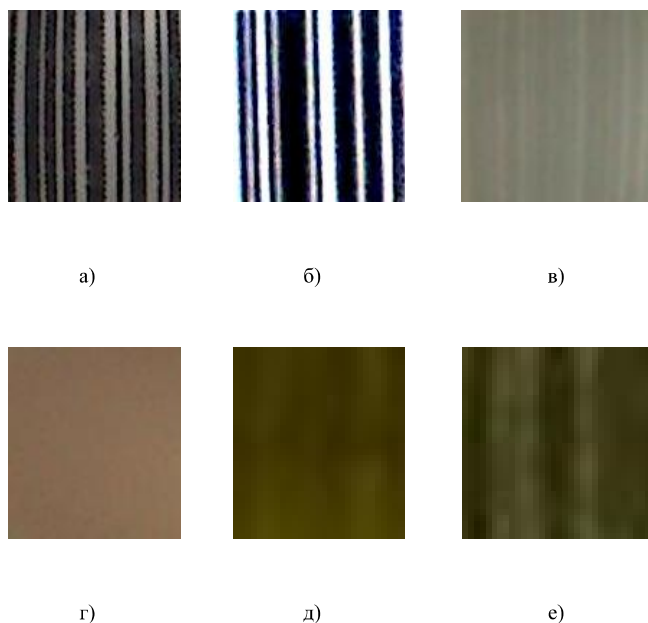
тому числі і її прозорості. Прозорість води визначається - відношенням інтенсивності світла, що пройшло через шар води, до інтенсивності світла, що входить у воду. Поширення випромінювання в середовищі з випадковим розподілом параметрів є класичним завданням [1], що має численні застосування в різних галузях сучасної науки і техніки [2].

II. ВИМІРЮВАННЯ ПРОЗОРОСТІ ВОДИ ПРИ ЇЇ ПІДСВІЧУВАННІ ПРИРОДНИМ ФОНОМ

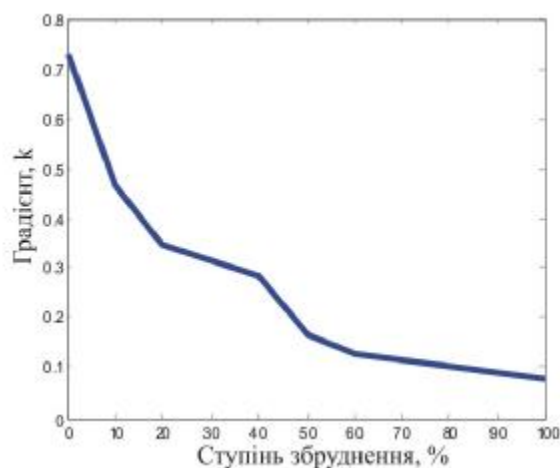
Методика полягає в реєстрації зображення тест смужок штрих-коду через товщу забрудненої води. Використовувалися два типи води: забруднена ґрунтом, така, що має коричневий колір, і забруднена вода у фазі цвітіння, що має зелений колір.

Здійснювалися відносні вимірювання води кожного з типів з максимальною забрудненістю у бік її зниження за рахунок розведення забрудненої води дистильованою в заздалегідь розрахованій пропорції. При цьому первинна забрудненість бралася за 100%.

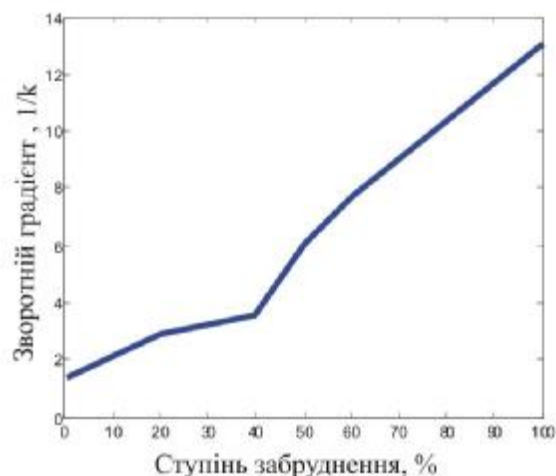
У прозору циліндричну кювету з полістиролу заливалася вода, що вимірюється. Дно кювети розташовувалося на білому листі, з нанесеними тест смужками. Фотографувалися зображення штрих коду через забруднену воду і для контролю через повітря. Як приклад на рис. 1 приведено отримані зображення.



відображені данні для води зеленого кольору, 2в,г коричневого.



а)



б)

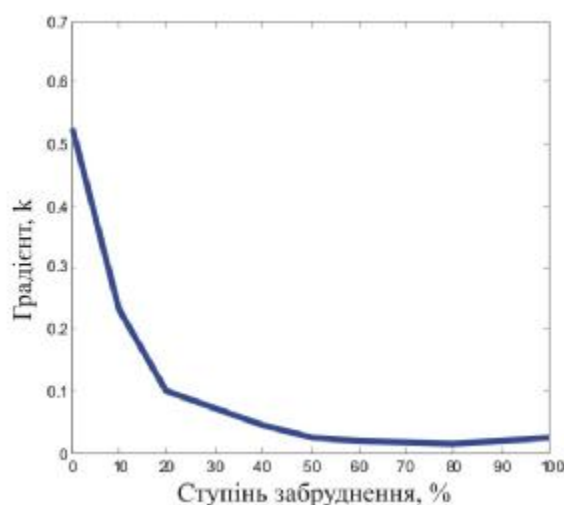


Рис.1. Реєстрації зображення тест смужок штрих-кода через середовище: а чиста вода; б повітря; в, е -50% забруднення (коричнева і зелена вода відповідно); г, д 100% забруднення (коричнева і зелена вода відповідно).

Видно, що по мірі забруднення води, як коричневого, так і зеленого кольору знижується чіткість зображення ліній штрих коду. Ця обставина і може легити в основу визначення загасання що вноситься середовищем. Для цього з сфотографованих зображень вирізувалися ділянки однакових розмірів (32*32 пікселі), потім здійснювалося їх оцифрування і отримувалися матриці зображень. По них будувалися щільність і інтегральні функції розподілу яскравості (інтенсивності) зображення для визначення функцій спотворення середовища. Показано, що маючи функцію розподілу яскравості початкового зображення і спотвореного середовищем, зіставивши однакові квантілі спотвореного і початкового зображень, можна отримати значення функції спотворення.

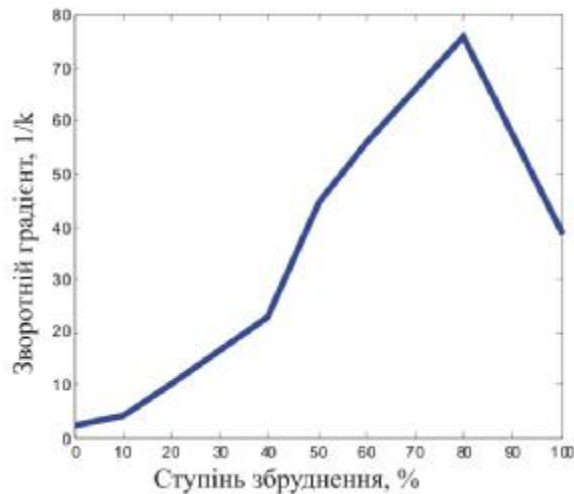
Слід зазначити, що це справедливо у разі, якщо оператори будуть лінійні, що, в загальному випадку, не відповідає дійсності. Проте якщо цікавитися відновленням яскравостей, що описуються лінійною частиною функції розподілу, то це припущення про лінійність функції розподілу від параметра виконується у більшості випадків.

Для різних типів води отримані, на підставі функцій розподілу початкового зображення і спотвореного - функції спотворення, які трансформують початкове зображення в повітрі I в зображення, отримане через каламутне середовище \hat{I} . Спотворюючі функції можуть апроксимуватися лінійною функцією виду :

$$\hat{I} = kI + b \quad (1)$$

Залежність коефіцієнтів апроксимації від ступеню забруднення води приведена на рис.2. На рисунку 2а,б-

в)



г)

Рис.2. Залежність коефіцієнтів апроксимації від ступеню забруднення води : а, б- зелена вода; в, г - коричнева вода; а, в- залежність градієнта (k) від ступеню забруднення; б, г- залежність зворотного градієнта (1/k) від ступеню забруднення.

Залежність градієнта k від ступеню забруднення води приведена на рис.2а, в. Видно, що отримана залежність градієнта k, що характеризує нахил функції спотворення від міри забруднення, істотно нелінійна - рис.2а, в. В той же час залежність - рис.2б, г. величини зворотного градієнту $k_0 = 1/k$ від міри забруднення води може апроксимуватися лінійною залежністю.

$$k_0 = \frac{1}{k} = k_1 C + b_1, \quad (2)$$

де C - ступінь забруднення води.

Слід зазначити, що ця величина, як видно з рівняння (1) використовується для відображення спотвореного зображення в початкове:

$$I = \frac{1}{k} \hat{I} - \frac{b}{k} = k_0 \hat{I} - b_0 \quad (3)$$

З виразу (2) виходить, що ступінь забруднення води можна визначити, як:

$$C = \frac{k_0}{k_1} - b_1, \quad (4)$$

Таблиця 1 Коефіцієнти лінійної апроксимації залежності величини зворотної градієнту $=1/k$ від ступеню забруднення води.

$y=ax+b$	a(градієнт)	b
Зелена вода	0,117951176	0,54731452
Вода із землею	0,622250558	3,68063478

Таким чином з використанням відомого значення k_1 b_1 (таблиця.1) і виразу (4) оцінюється значення ступеню забрудненості води.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто фізичні принципи, які можна бути покласти в основу створення датчиків контролю якості води. Запропоновано методи оцінки якості води з використанням природного освітлення в оптичному діапазоні.

Показана методика визначення забрудненості (прозорості) води, яка полягає у використанні функцій розподілу яскравості (інтенсивності) зображення, отриманого при різних мірах забрудненості для визначення функцій спотворення середовища.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Шифрин К.С. Рассеяние света в в мутной среде / К.С.Шифрин.- М.-Л.: гос.и-во технико-теоретической литературы, 1951.-289с.
- [2] В.Ф. Кравченко Смарт грид технология - основа модернизации системы водоснабжения для будущего устойчивого развития общества / В.Ф. Кравченко, Е.В. Кривенко, С.А. Левченко, В.И. Луценко // Физические основы приборостроения 2015,Т.4,№1.-С. 12-29.

Garch Algorighm Usage to Analyze Financial Data

Gorodok Alexander

Department of Mathematical and
Information Support of Economic Systems
Yanka Kupala State University of Grodno
Grodno, Belarus
alexander.gorodok.ed@gmail.com

Markovskaya Natalia

Department of Mathematical and
Information Support of Economic Systems
Yanka Kupala State University of Grodno
Grodno, Belarus
n.markovskaya@grsu.by

Abstract—GARCH is a statistical model that can be used to analyze several different types of financial data, for instance, macroeconomic data. Although an GARCH model could possibly be used to describe a gradually increasing variance over time, most often it is used in situations in which there may be short periods of increased variation. (Gradually increasing variance connected to a gradually increasing mean level might be better handled by transforming the variable). In this article we will see what is GARCH and how it's helpful for analyzing economic and financial data and how to use it in R-Studio.

Keywords—GARCH; Akaike, MSFT, statistical modeling, stocks prices, volatility.

I. INTRODUCTION

This GARCH is a statistical model that can be used to analyze a number of different types of financial data, for instance, macroeconomic data. Financial institutions typically use this model to estimate the volatility of returns for stocks, bonds and market indices. They use the resulting information to help determine pricing and judge which assets will potentially provide higher returns, as well as to forecast the returns of current investments to help in their asset allocation, hedging, risk management and portfolio optimization decisions.

The general process for a GARCH model involves three steps. The first is to estimate a best-fitting autoregressive model. The second is to compute autocorrelations of the error term. The third step is to test for significance. Two other widely used approaches to estimating and predicting financial volatility are the classic historical volatility (VolSD) method and the exponentially weighted moving average volatility (VoleWMA) method [1].

II. DATA DETAILS

A. Selecting data for GARCH usage

For algorithm was used historical dataset for Microsoft (MSFT) symbol. The Company develops, licenses, and supports a range of software products, services and devices. The Company's segments include Productivity and Business Processes, Intelligent Cloud and More Personal Computing. The Company's products include operating systems; cross-device productivity applications; server applications; business solution applications; desktop and server management tools; software development tools; video games, and training and certification of computer system integrators and developers.

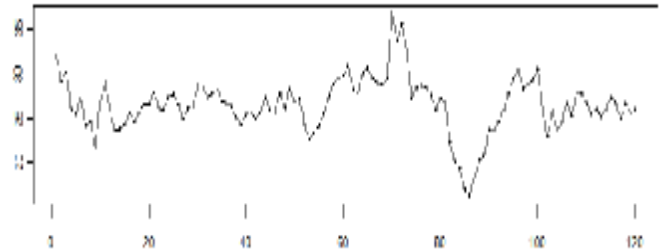


Fig. 1. Plot with MSFT prices data

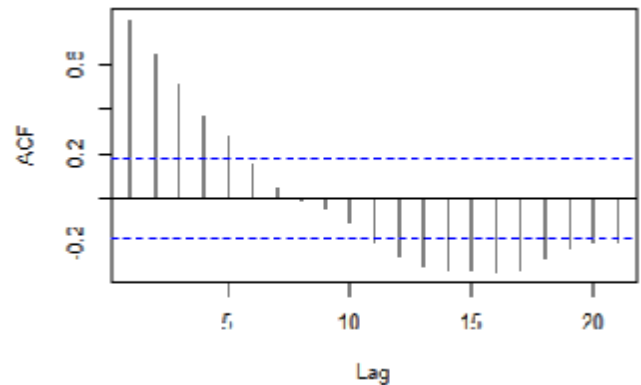


Fig. 2. Plot with MSFT prices data ACF details

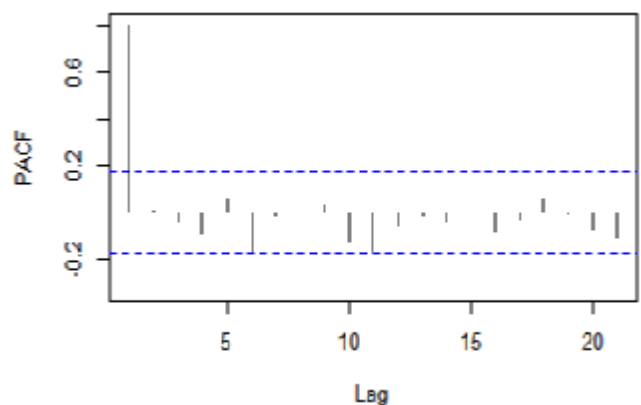


Fig. 3. Plot with MSFT prices data ACF details

III. ALGORIGHM USAGE

In this part we're going to show usage of this algorithm. In R we need some additional packages for comfortable work with GARCH and needed data.

- Tidyverse: package for working with tables
- Xts: package for working with time series
- Lubridate: package for working with data
- Rugarch: package for garch usage
- Forecast: package for displaying data

Next code related to model creating and usage.

```
y <- msft_for_garch$close
t <- ymd(msft_for_garch$date)
msftDataXts <- xts(y, order.by=t)

tsdisplay(msftDataXts)

model <- ugarchspec(
  variance.model = list(garchorder = c(1, 1)),
  mean.model = list(armaorder = c(1, 1))
)
model_est <- ugarchfit(spec = model,
  data=msftDataXts)
```

Fig. 4. Code with model creating

“Ugarchspec” is a model, in the “rugarch” package, may be described by the dynamics of the conditional mean and variance, and the distribution to which they belong, which determines any additional.

“Ugarchfit” details. The “out.sample” option controls how many data points from the end to keep for out of sample forecasting, while the “solver.control” and “fit.control” provide additional options to the fitting routine. Importantly, the stationarity option controls whether to impose a stationarity constraint during estimation, which is usually closely tied to the persistence of the process. The fixed.se controls whether, for those values which are fixed, numerical standard errors should be calculated. The scale option controls whether the data should be scaled prior to estimation by its standard deviation (scaling sometimes facilitates the estimation process). The option “rec.init”, introduced in version 1.0-14 allows to set the type of method for the conditional recursion initialization, with default value ‘all’ indicating that all the data is used to calculate the mean of the squared residuals from the conditional mean filtration. To use the first ‘n’ points for the calculation, a positive integer greater than or equal to one (and less than the total estimation datapoints) can instead be provided. If instead a positive numeric value less than 1 is provided, this is taken as the weighting in an exponential smoothing “backcast” method for calculating the initial recursion value [2].

IV. RESULTS OF USAGE

After model usage it will be used for prediction and have some parameters which will be described.

```
Information Criteria
-----
Akaike          4.1323
Bayes           4.2716
shibata         4.1276
Hannan Quinn    4.1889
```

Fig. 5. Model details

Akaike information criterion (AIC) (Akaike, 1974) is a fined technique based on in-sample fit to estimate the likelihood of a model to predict/estimate the future values.

```
Optimal Parameters
-----
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      27.164625   0.910053  29.84931  0.00000
ar1      0.784420   0.098731   7.94500  0.00000
ma1      0.031961   0.128737   0.24826  0.80303
omega    1.169849   0.997011   1.17116  0.24065
alpha1    0.114246   0.127700   0.89465  0.37098
beta1     0.519375   0.392838   1.32211  0.18613

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      27.164625   1.82158  14.91768  0.00000
ar1      0.784420   0.18777   4.17755  0.00029
ma1      0.031961   0.13396   0.23858  0.81133
omega    1.169849   0.83171   1.40655  0.15956
alpha1    0.114246   0.13417   0.58838  0.55627
beta1     0.519375   0.43352   1.19805  0.230896
```

Fig. 6. Model parameters and errors

A good model is the one that has minimum AIC among all the other models. The AIC can be used to select between the additive and multiplicative Holt-Winters models.

Bayesian information criterion (BIC) is a criterion for model selection among a finite set of models. It is based, in part, on the likelihood function, and it is closely related to Akaike information criterion (AIC) [3].

When fitting models, it is possible to increase the likelihood by adding parameters but doing so may result in overfitting. The BIC resolves this problem by introducing a penalty term for the number of parameters in the model. The penalty term is larger in BIC than in AIC.

BIC has been widely used for model identification in time series and linear regression. It can, however, be applied quite widely to any set of maximum likelihood-based models.

If maximum likelihood is used to estimate parameters and the models are non-nested, then the Akaike information criterion (AIC) or the Bayes information criterion (BIC) can be used to perform model comparisons. The two criteria are very similar in form but arise from very different assumptions. The AIC is derived from information theory and it is designed to pick the model that produces a probability distribution with the smallest discrepancy from the true distribution (as measured by the Kuhlbeck–Liebner discrepancy (see Bozdogan, 2000). The BIC is derived from a large sample asymptotic approximation to the full Bayesian model comparison (described later) [4].

REFERENCES

- [1] Al-Mahmood, Ahmed Wasfi Dahir Using garch algorithm to analyze data in R language/ A. Al-Mahmood, N. Markovskaya // International Journal Vallis Aurea.- 2019.- T.5.- № 1.- C.49-56.
- [2] Alexios Ghalanos, “Introduction to the rugarch package. (Version 1.3-8)”, 2017.
- [3] Emad A. Mohammed, ... Behrouz H. Far, in Emerging Trends in Computational Biology, Bioinformatics, and Systems Biology, 2015.
- [4] Analytica TreasureHunt, “What is Bayesian Information Criterion (BIC)”.

Алгоритм Розпізнавання Рукописних Символів із Використанням Згорткових Мереж

Дмитро Марчук
Кафедри інженерії
програмного забезпечення
Держаний університет
«Житомирська політехніка»
Житомир, Україна
E-mail dimonos96@gmail.com

Галина Марчук
Кафедра комп'ютерних наук
Держаний університет
«Житомирська політехніка»
Житомир, Україна
E-mail: mgv.555.mgv@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-1057>

Інна Сугоняк
Кафедра комп'ютерних наук
Держаний університет
«Житомирська політехніка»
Житомир, Україна
E-mail isugonyak@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0484-4839>

Handwriting Recognition Algorithm using Collapsed Networks

Dmitro Marchuck
Software engineering department
State university «Zhytomyr politechnic»
Zhytomyr, Ukraine
E-mail dimonos96@gmail.com

Halina Marchuk
Department of computer science
State university «Zhytomyr politechnic»
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: mgv.555.mgv@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-1057>

Inna Sygonyak
Department of computer science
State university «Zhytomyr politechnic»
Zhytomyr, Ukraine
E-mail isugonyak@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0484-4839>

Анотація—В роботі досліджено можливості згорткових нейронних мереж для розпізнавання рукописних символів. Архітектура ЗНМ призначена і використовується для ефективного розпізнавання зображень, де чергуються шари згортки з шарами субдіскретизації.

Abstract—In this work the possibilities of convolutional neural networks for the recognition of handwritten characters are investigated. CTT architecture is designed and used to efficiently recognize images, where alternating layers of convolutions with sub-sampling layers. To train the neural network, we use the method of reverse error propagation. This is an iterative algorithm that is used to minimize the mistake of working a multilayer perceptron and obtain the desired result. A software application is developed that recognizes a character written by the user, creating a text and storing it in a file. In addition, the software application provides the ability to create its own neural network under the personal characteristics of the letters and characters.

Ключові слова—нейрон, мережа, символ, текст, згортка, субдіскретизація, навчання, похибка.

Keywords—neuron, network, symbol, text, convolution, sub-sampling, training, mistake.

I. ВСТУП

Згорткова нейронна мережа (англ. convolutional neural network, CNN) - спеціальна архітектура штучних нейронних мереж, запропонована Яном Лекуном у 1988 році і націлена на ефективне розпізнавання образів, входить до складу технологій глибокого навчання (англ. deep learning) і успішно зарекомендувала себе в задачах розпізнавання та класифікації зображень.

Актуальність розробок в області нейронних мереж обумовлюється їх широкими можливостями застосування в самих різних областях.

Метою роботи є розробка програмного додатку, що розпізнає написаний користувачем символ, збирає у текст та зберігає його у файл у форматі txt. Крім того програмний додаток надає можливість створити власну нейронну мережу або використовувати вже існуючу навчену мережу.

В роботі була реалізована модель згорткової нейронної мережі.

Архітектура створеної нейронної мережі реалізує три ідеї:

- кожен нейрон отримує вхідний сигнал від локального рецептивного поля в попередньому шарі, що забезпечує локальну двовимірну зв'язність нейронів;
- кожен прихований шар мережі складається з безлічі карт ознак, на яких всі нейрони мають загальні ваги, що забезпечує інваріантність до зміщення і скорочення загального числа вагових коефіцієнтів мережі;
- за кожним шаром згортки іде обчислювальний шар, який здійснює локальне усереднення і підвибірку, що забезпечує зменшення дозволу для карт ознак.

Слід зазначити, що навчання мережі здійснюється з вчителем. Вхідними даними нейронної мережі є зображення розміром 250x250 пікселів. З цього випливає, що на вхідному шарі мережі знаходиться 62500 нейронів.

II. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За реалізацію системи навчання відповідає клас EducationStrategy. Навчання проводиться на прикладах з вже відомою відповіддю.



Рис.1 Алгоритм зворотного поширення похибки

Після запуску програмного додатку, у головному вікні з'являється дві кнопки «Load network», «Create network» (fig 2).



Рис. 2 Головне вікно програмного додатку

Для роботи з навченою нейронною мережею необхідно підключити файл з розширенням *.cnn.

Якщо користувач із головного меню перейшов по кнопці «Create network», він попадає в меню налаштування нейронної мережі (fig. 3 (a)).

Для створення власної мережі потрібно ввести параметри для її налаштування:

- Кількість шарів нейронів;
- Кількість нейронів в кожному шарі;
- Символи, що повинна розпізнати нейронна мережа.
- Кількість навчаючих прикладів для кожного символу.

На fig. 3 (б) показано приклад введення символу для навчання, на fig. 3 (в) показано навчання мережі.

В центрі вікна введення символів (fig. 4) знаходиться поле для написання символів. Після того як користувач ввів символ і натиснув кнопку «OK» в верхній частині екрану з'являється символ, що пройшов через нейронну мережу, і є розпізнаним. Якщо користувач зробив помилку, то він може видалити символ за допомогою кнопки «Backspace».

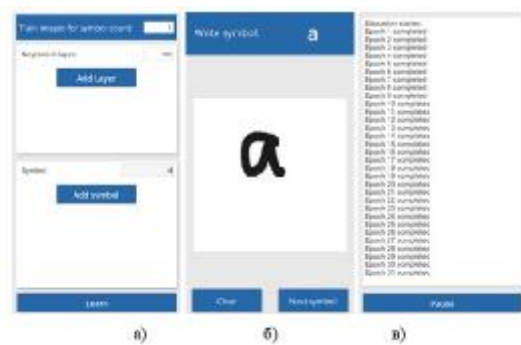


Рис.3 Створення власної мережі

Якщо нейронна мережа пройшла курс навчання,

Користувач може ввести слово буква за буквою, після чого поставити пробіл кнопка «Space». Коли користувач ввів текст, він може скопіювати його у буфер обміну (кнопка «Copy») або зберегти у файл (кнопка «Save to file»).



Рис. 4 Введення і розпізнавання символів

III. ВИСНОВКИ

Розроблений алгоритм, який використовує згорткову нейронну мережу, може бути застосований для вирішення задач онлайн-розпізнавання рукописного тексту. Точність розпізнавання достатньо висока. Ефективність реалізованої системи залежить від розміру навчальної та тестової вибірок, кількості шарів та нейронів у кожному шарі. Точність вирішення поставленого завдання з використанням моделі згорткової нейронної мережі може бути поліпшена практично до 99%.

Програмний продукт забезпечує розпізнавання букв, цифр, арифметичних і пунктуаційних символів. У числі інших особливостей значиться робота злюбими мовами, два режими роботи розпізнавання символів (робота з уже навченою нейронною мережею або спочатку навчити мережу, а потім робота з нею) та система навчання нейронної мережі.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] LeCun Y., Y. Bengio Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series, in Arbib, M. A. (Eds), The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, 1995.
- [2] Krizhevsky Alex, Sutskever Ilya, Hinton Geoffrey E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks, NIPS. 2012.

Інформаційні Технології Моніторингу в Газовидобуваючій Галузі

Дмитро Ішчук

Кафедра радіоелектронних та біомедичних
комп'ютеризованих засобів і технологій
Національний аерокосмічний університет - Харківський
авіаційний інститут
Харків, Україна
talvi@ukr.net

Нгуен Ань

Директор
Інститут геофізики, Вищий університет науки і техніки
Ханой, В'єтнам
nxuananh05@gmail.com

Олена Кривенко

Відділ радіофізики твердого тіла
Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усикова
НАН України
Харків, Україна
entropia1981@gmail.com

Владислав Луценко

Лабораторія моніторингу і спектроскопії
Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усикова
НАН України
Харків, Україна
lutsenko@ire.kharkov.ua

Information Technologies for Monitoring in the Gas Industry

Dmytro Ishchuk

Department of radio-electronic and biomedical computer aids
and technologies
National Aerospace University - Kharkiv Aviation Institute
Kharkiv, Ukraine
talvi@ukr.net

Elena Krivenko

Department of solid-state radiophysics
Usikov Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine
Kharkiv, Ukraine
entropia1981@gmail.com

Vladislav Lutsenko

Laboratory for monitoring and spectroscopy
Usikov Institute of Radiophysics and Electronics NAS of Ukraine
Kharkiv, Ukraine
lutsenko@ire.kharkov.ua

Nguyen Anh

Director
Institute of Geophysics, Graduate University of Science and
Technology, VAST
Hanoi, Vietnam
nxuananh05@gmail.com

Анотація—У роботі розглянута можливість визначення відсоткового вмісту повітря в газо-повітряній суміші за обчисленням різниці між поляризованостями повітря й газу. Отримані теоретично і підтверджені експериментально залежності діелектричної проникності газо-повітряної суміші від тиску і відсоткового вмісту повітря.

Abstract—The paper considers the possibility of determining the percentage of air content in the gas-air mixture by calculating the difference between the polarizations of air and gas. Obtained theoretically and experimentally confirmed the dependence of the dielectric constant of the gas-air mixture on the pressure and the percentage of air content.

Ключові слова—поляризованість газу, газові суміші, діелектрична проникність.

Keywords—gas polarizability, gas mixtures, dielectric constant.

I. ВСТУП

Останнім часом знаходять широке застосування методи контролю, що ґрунтуються на використанні сенсорів радіолокації що використовують метод діелектрометрії для екологічного моніторингу повітряного басейну при здобичі та транспортуванні природного газу [1, 2]. У роботі розглянуто можливості використання радіофізичних методів контролю у газовій галузі промисловості.

II. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДІЕЛЕКТРОМЕТРІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

Зараз проблема раціонального використання природних ресурсів придбала особливу актуальність. Економіка отримує відчутний збиток внаслідок значних втрат при транспортуванні до місця подальшої переробки здобутих корисних копалин. У зв'язку з цим останнім часом зростає інтерес до розробки радіофізичних методів оперативного контролю компонентного складу газу, що транспортується. Це завдання може вирішуватися з використанням підходів, прийнятих в діелектрометрії. З рівняння Менделєєва - Клапейрона для ідеального газу з урахуванням співвідношення Клаузіуса - Моссоті для поляризованості суміші компонент і з урахуванням того, що для газів $\varepsilon_r - 1 \ll 1$:

$$\varepsilon_r \approx 1 + \frac{1}{kT} \sum_j \alpha_j p_j, \quad (1)$$

Коефіцієнт поляризованості газу α , згідно (1), можна визначити, знаючи діелектричну проникність $\varepsilon_r(p)$ або

їх відношення при різних тисках $\gamma = \frac{\varepsilon_r(p_2)}{\varepsilon_r(p_1)}$. При цьому:

$$\gamma = 1 + \alpha / (kT + \alpha) \cdot p_{изб}, \quad (2)$$

де $p_{изб} = p - 1$ - надмірний тиск.

Співвідношення (1) дозволяє оцінювати не лише діелектричну проникність газових сумішей, але і відсотковий вміст кожної складової в суміші, маючи в розпорядженні дані по їх поляризованості і загальному тиску. Воно може бути покладене в основу оцінки компонентного складу газових сумішей за їх діелектричними характеристиками. Для вимірювань відносної діелектричної проникності використовувався спеціально створений конденсаторний рефрактометр. Газові суміші утворювалися шляхом змішування в окремих ресиверах газу пропан-бутану з повітрям. При цьому манометрами контролювалися тиск, як газу, так і повітря, а також отриманої суміші. Це дозволяло розрахунковим методом оцінювати об'ємну концентрацію газу у суміші. На рис.1 показано результати вимірювання відношення діелектричної проникності з природним газом і повітрям при різних значеннях надлишкового тиску.

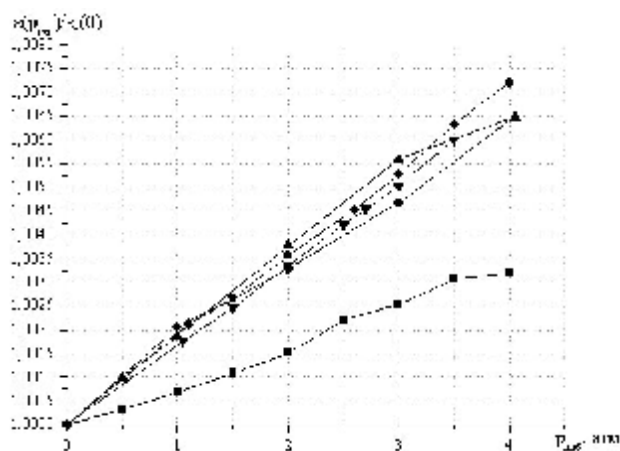


Рис.1 Залежність проникності повітря і газу від тиску: ■ - повітря; ●, ◆ - газ підвищення тиску; ▲, ▼ - газ пониження тиску.

Істотна різниця між поляризованостями газу і повітрям (приблизно у два рази) служить фізичною передумовою, що забезпечує рішення зворотної задачі - визначення відсоткового вмісту повітря в газі - повітряній суміші рис.2.

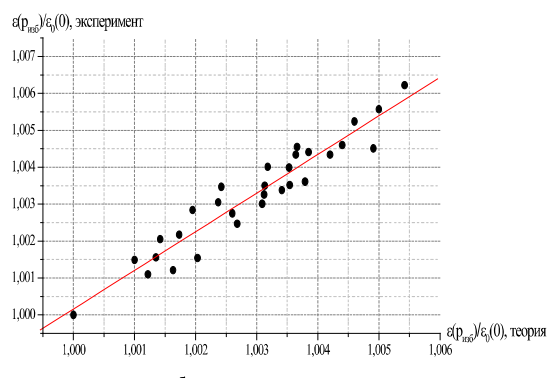


Рис 2. Теоретичні і експериментальні залежності відношення діелектричної проникності газів-повітряних сумішей від тиску.

Експерименти з сумішами пропан - бутану з

повітрям в широкому діапазоні об'ємних концентрацій від 0 до 83% і тисків від 0 до 4 атмосфер показали, що експериментально отримані залежності $\gamma(p_{\text{взб}})$ задовільно узгоджується з теоретично очікуваними - рис.2 [1, 2]. На рис. 3 представлені отримані за експериментальними даними результати обчислення об'ємного змісту повітря в газі-повітряній суміші залежно від істинних концентрацій, розрахованих по відомих парціальних тисках [2]. Як видно з рисунка, обміряні значення групуються навколо теоретичних оцінок.

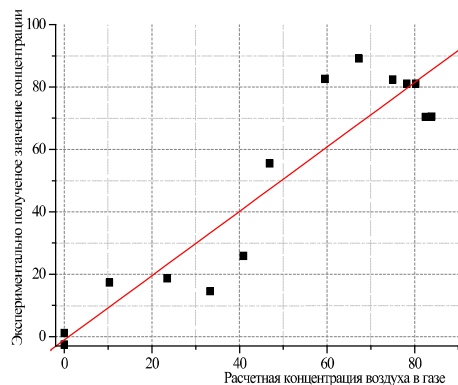


Рис.3. Експериментально виміряна концентрація повітря в газі - повітряній суміші.

Це підтверджує висновок про можливість використання запропонованого підходу для оцінки компонентного складу газових сумішей, зокрема, повітря і газу методами діелектрометрії.

ВИСНОВКИ

Експериментально підтверджена наявність істотної різниці між поляризованостями повітря і газу, що і забезпечує можливість визначення відсоткового вмісту повітря в газі - повітряній суміші. Отримані теоретично і підтверджені експериментально залежності діелектричної проникності газу - повітряної суміші від тиску і відсоткового вмісту повітря. Пропонований підхід може використовуватися для створення приладів, що забезпечують оперативний і безперервний контроль компонентного складу газових сумішей в магістральних газогонках.

This work was the participation of the Ministry of Industry and Trade of Vietnam.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Е.Н.Белов, В.К.Иванов, Е.В.Кривенко, В.Л.Прудкий, Г.И.Хлопов, С.И.Хоменко Использование метода диэлектрометрии для оценки компонентного состава газовых смесей // «Радиофизика и электроника», Сб. научн. трудов ИРЭ НАНУ, 2004, т.9, № 3, с.535-540.
- [2] Кабанов В.А., Тургенев И.С. Рефрактометрические измерения с помощью вертолета // Радиотехника.- Харьков. Высшая школа.- Вып. 52.- С.94-97.

Програма Пошуку Зображень Облич за Ознаками Штрих Кодів

Ю. В. Гаврилко

кафедра програмного забезпечення
національний університет «Львівська політехніка»
Львів, Україна
yurii.havrylko@gmail.com

Р. А. Мельник

кафедра програмного забезпечення
національний університет «Львівська політехніка»
Львів, Україна
ramelnyk@polynet.lviv.ua

Software for Face Image Searching by Barcode Features

Yu. V. Havrylko,

Software Department
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
yurii.havrylko@gmail.com

R. A. Melnyk

Software Department
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
ramelnyk@polynet.lviv.ua

Анотація—Представлено алгоритм виділення координат основних ознак обличчя і пошуку в базі зображень. Виділені ознаки у виді штрих кодів використовуються для визначення відстаней між зображеннями. Реалізоване програмне забезпечення для пошуку подібних зображень облич.

Abstract—In this paper an algorithm for determination of coordinates of the main features in the face image is considered. Distances between lines of barcodes are taken as a goal function. The software to find similar face images by their barcodes was developed.

Ключові слова— ознаки обличчя, штрих коди відстані між ознаками, розподілена кумулятивна гістограма.

Keywords—face features, distance, barcodes, distributed cumulative histogram.

I. INTRODUCTION

Human face searching tools are widely used in face recognition and identification systems. The task of face recognition has a serious practical perspective, since methods of identification of a person are natural and are implemented on an intuitive level [1]. It is expected that the identification of a person by the image of his face will be the most used biometric technology.

Nowadays, there are a great number of publications on methods for facial recognition algorithms. The paper [2] proposes to use two feature extraction method for two-dimensional face recognition in particular Euclidean and Geodesic distances, Gabor Feature Based Boosted Classifiers algorithm for facial feature detection, SVM, NN and KNN for classification. They achieve 97.40% of performance.

The paper [3] proposes a method by using Viola-Jones algorithm for face detection, ROI-based method for find facial features coordinates and Euclidean distance between them. For classification authors proposed Naïve Bayes, SVM and MLP algorithm and achieve 93.15% of performance with Naïve Bayes

The above-mentioned techniques are computationally expensive that constraints their dealing with a large number of DB samples or images from video streams. That is why we present very simple approach and try to investigate it by segmenting a three-dimensional object in metric and intensity spaces. Our approach attempts to identify faces using global representations. These types of methods consider the face image as a whole and extract features from the whole face region.

The aim of this paper is to propose a fast and simple, one-dimensional face recognition algorithm by the facial feature points detection using Distributed Cumulative Histogram and compute a relative linear distance between all main points.

II. PROPOSED METHOD

We propose our geometric approach based on face feature points detection and compute a relative linear distance between these points. This should allow to avoid the restrictions within the existing methods of face recognition.

Proposed method used four main human face features: eyebrow, eye, nose, mouth. Distances between them are unique for each human so could be used for classification of same person on different images. In the classifying step, we use sum of differences between each distance. The Fig. 1 shows steps of the proposed method.

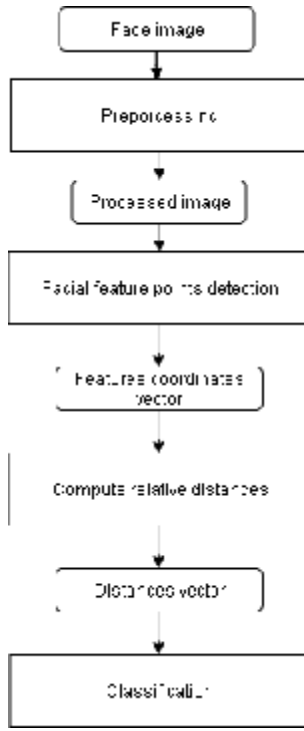


Fig. 1. Method architecture.

In preprocessing stage, the face image is converted to grayscale and cropped oval area with most relevant data, as it is shown in Fig. 2.

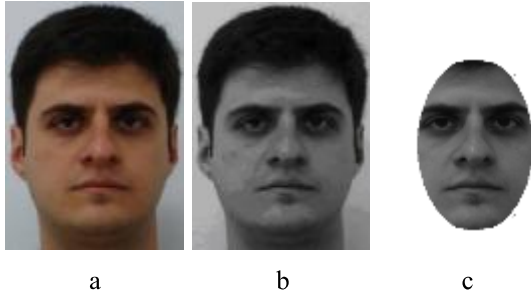


Fig. 2. Input image from [5] (a), grayscale(b), ROI of image (c).

In second stage, we formulate the distributed cumulative matrix as sets of cumulative histograms of all original image matrix rows or columns. For them we have the following formulas of two matrixes:

$$h_{ij} = \sum_{k=1}^j f_{i,k}, i = 1, \dots, W, j = 1, \dots, H \quad (1)$$

$$h_{ij} = \sum_{k=1}^i f_{k,j}, i = 1, \dots, W, j = 1, \dots, H \quad (2)$$

where $f_{i,k}$, $f_{k,j}$ are pixel frequencies in row and column.

The matrixes in (1, 2) we present by image in which every pixel has intensity proportionally to the values of the matrix element h_{ij} .

We applied (1-2) two times, for grayscale ROI image, and then for the output histogram. For more accurate feature extraction, we crop a right part of second DCH, and get so-called barcode, as shown in Fig. 3.

The distributed cumulative histogram in Fig. 2b has distinct peaks indicating coordinates of the main face objects on the axis OY.

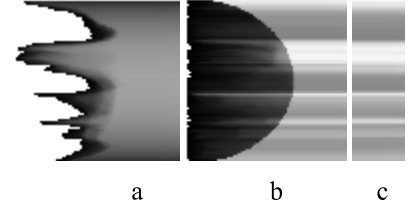


Fig. 3. DCH of image (a), DCH of DCH (b) and barcode (c).

We apply statistical features considering a barcode as of pixel intensity matrix. So, for every row or column of the matrix we calculate the mean intensity by following formula:

$$\bar{B}_j = 1/H \sum_{i=1}^H b_{i,j}, 1 \leq j \leq W, \quad (3)$$

$$\bar{B}_i = 1/W \sum_{j=1}^W b_{i,j}, 1 \leq i \leq H, \quad (4)$$

where b_{ij} – pixel intensity in the i -th row and j -th column.

But it is inconvenient to read data from a part of distributed cumulative because the image presents the 3-D model (XYZ) of DCH. For main features localization we applied equation (4). Then for extracted function, we use the Ramer–Douglas–Peucker algorithm [4] to get an approximation of the intensity function, as shown in Fig. 4.

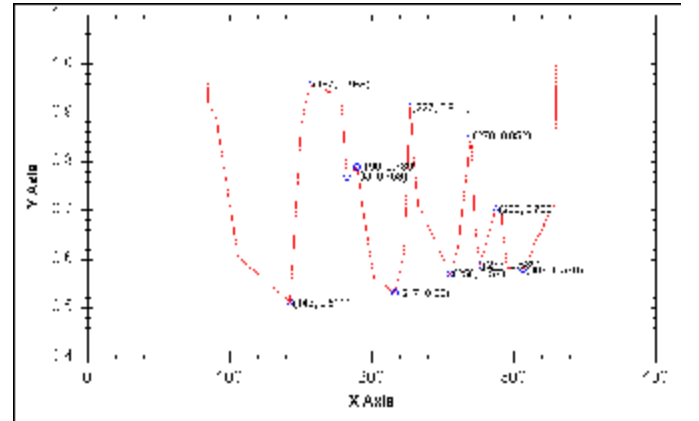


Fig. 4. Approximated intensity function with extremums.

Four maximal extremes points in the plot are taken as four main facial features. So, it is our feature vector.

In third stage we calculate relative distances between feature coordinates, using equation (5).

$$d_j = \frac{|y_i - y_{i+1}|}{y_k - y_0}, i = 0, \dots, k, j = 0, \dots, k-1 \quad (5)$$

where d_j are distances, y_i are coordinates of facial features.

Calculated distances for several barcodes generated from images from [5] are presented in Fig. 5.






Barcode ...	File name	Distances
	1a.bmp	0.136363636363636 0.472727272727273 0.390909090909091
	1b.bmp	0.148514851485149 0.514851485148515 0.336633663366337
	3b.bmp	0.193548387096774 0.459677419354839 0.346774193548387
	4b.bmp	0.228813559322034 0.474576271186441 0.296610169491525
	3a.bmp	0.0534351145038168 0.16793893129771 0.778625954198473

Fig. 5. Barcodes and distances between facial features.

Final stage includes calculation of distances between each vector of distances using equation (6). The smaller formula result is obtained, the closer the input face is to a face from the dataset.

$$D = \sum_{i=0}^k |d_i - d'_i|, i = 0, \dots, k \quad (6)$$

where D is distance between faces, d and d' are vectors of distances.

To process the face image and to search the most similar to the input one the application under the Windows operation system was developed. Software was implemented on a base of the proposed method and was tested on the [5] dataset. Some examples of faces are shown in Fig 6.

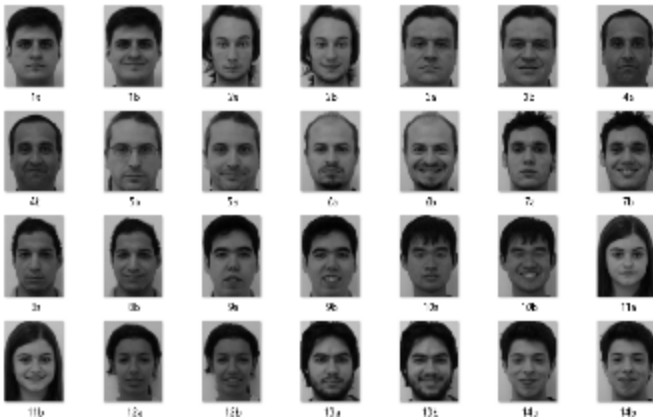


Fig. 6. Face images database from [5] in grayscale.

In Fig. 7 processed barcodes and distances between them are shown. The smallest value illustrates that the image 1a is very close to 1b.

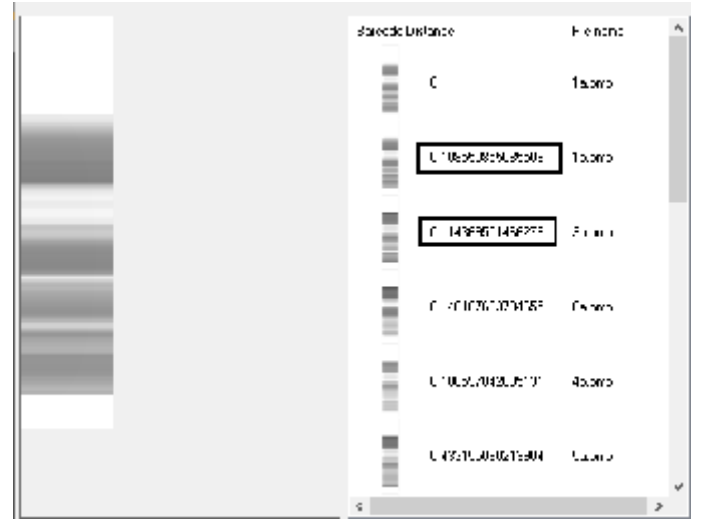


Fig. 7. Software interface for searching of similar faces.

CONCLUSION

The distributed cumulative histogram was calculated twice to obtain the main facial features. Distances between faces are based on a sum of difference vectors of facial feature. All proposed algorithms were realized in the software application.

REFERENCES

- [1] A. Gupta; S. K. Majumdar, "Machine recognition of human face", (2008).
- [2] R. Ahdid, K. Taifi, S. A F. I Said, B. Manaut, "Euclidean & geodesic distance between a facial feature points in two-dimensional face recognition system", *Human-computer interaction*, 1, p. 5. (2017).
- [3] N. Sabri, J. Henry, Z. Ibrahim, N. Ghazali, N. N. A Mangshor, N. F. M Johari, S. Ibrahim, "A Comparison of Face Detection Classifier using Facial Geometry Distance Measure", *9th IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)* (pp. 116-120) (2018).
- [4] D. H. Douglas, T. K. Peucker, "Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature", *Cartographica: the international journal for geographic information and geovisualization*, 10(2), 112-122. (1973)
- [5] FEI data base, <http://fei.edu.br>.

Information System of Thematic Apperception Testing

Viktoriia Vasyliuk
Department of Applied Linguistics
Lviv Polytechnic National University
Lviv, Ukraine
mrs.ria.smith@gmail.com

Abstract—This article highlights the significant aspects of information systems, researches the methods of creating them, describes ways to create information models, presents a model of information system functioning in the sphere of psychological testing: thematic apperception test for the Ukrainian language.

Keywords—information system, thematic apperception test, UML, psycholinguistics research, text analysis.

I. INTRODUCTION

The information system is based on the thematic apperception test (TAT) created by Henry Murray in 1930s at Harvard. It is a projective method of analyzing the emotional state of the person by making her create a story in response to the picture provided. Then, the psychologist interprets all said and makes a decision about a person's mental and emotional state. There were several attempts to automatize this process to help psychologists and to apply psycholinguistic researches. In the 1990s the LIWC (Linguistic Inquiry and Word Count) was created as a program analyzing texts. It uses the methods of mathematic linguistics and knowledge and researches of psycholinguistics to provide a result. This program works only with English texts and cannot be applied to Ukrainian. The information system provided there will help to create an instrument for analyzing Ukrainian texts as an aid for psychologists.

II. THEORETICAL BACKGROUND FOR INFORMATION SYSTEMS

A. UML

UML was used to design the proposed information system, so we will take a closer look at this toolkit. UML (Unified Modeling Language) is a modelling language (artificial one) that is used to represent structured and visual knowledge, information or systems. Using UML, business and other processes, as well as software-based systems, are modelled, analyzed, designed, and implemented. UML is used by business analysts, designers and software developers to describe, design and document existing or new processes or information systems structures. This language has its own set of rules that help to understand the content of the structural components. There is a great difference between textual and graphic modelling languages: in the first case, the material is presented descriptively using standardized and specialized keywords and natural languages as well, whereas graphic modelling languages use diagrams to structure information.

B. Use case and activity diagrams in presenting information.

UML diagrams have at least 14 different types. In this paper, two of them are applied. A use case diagram is a diagram of behaviour in UML. It is used to visualize the functionality of the system with the help of actors and precedents. Use case diagram contains the set of actions and functions that the system needs to perform. In this context, a "system" is something that is developed or operated, such as a website; "actors" are people or organizations that have defined roles in the system. Such diagrams also help to identify any internal or external factors that may affect the system, since they should also be taken into account. Case diagrams provide high-quality, high-level analysis from outside the system. They indicate how the system interacts with the entities, regardless of how this feature is implemented. Use Case diagrams are good at visualizing the functional requirements of the system, which are being transformed into design decisions and development priorities.

Also, to develop the model of functioning of the information system, we will use the activity diagram, so we will consider it in more detail. The activity diagram visually represents a series of actions, similar to a flowchart. Activity diagrams are often used in business process modelling. They can also describe the steps of a use case diagram. Certain activities or processes in the diagram can occur sequentially and simultaneously. In both cases, the activity chart will have a start (start point) and end (endpoint). Activity charts are used in:

- dynamic modelling of a system or process;
- illustrating the various steps in the UML use case diagram;
- modelling of program elements such as methods, operations and functions;
- illustrations of simultaneous actions;
- display of constraints, conditions and logic of algorithms.

III. THE MODEL OF INFORMATION SYSTEM

A model of functioning of the TAT information system was projected. To do this, we used the Use case diagram, which gives an opportunity to represent a set of actions and functions that need to be performed in the system. The UML model was used to create the operation model shown in Figure 1. There are three types of actors involved in ensuring the functioning of the information system: linguists, psychologists, and IT-specialists. The linguist and psychologist are directly developing the information system

model and new methods of psycholinguistic text analysis that will be explored throughout the lifetime of this system. New methods of text analysis in the psycholinguistic key include identification of new indicators and coefficients, which can be used to make reliable conclusions about the client's emotional state; study of the connection of individual words of a certain emotional state [5;7], etc. In the meantime, the IT-specialist should create the information system of thematic apperception testing, and throughout the system, he will constantly implement advanced researches of linguists and psychologists in this field. All this will ensure the functioning of the information system and its continuous improvement.

The model of functioning of the information system for the needs of the client of services of psycholinguistic analysis can be depicted by means of the diagram of activity (Fig. 2). To begin, the researcher needs to log in and enter their own data and customer data (e-mail) to send the test results. After that, you need to run a test and therefore write the text in response to the picture. The program then performs two parallel processes independently of each other: statistical text analysis and lemmatization and, as a consequence, further statistical analysis of lemmas. Later, the program uses statistics to be obtained from previous parallel processes to calculate various indicators.

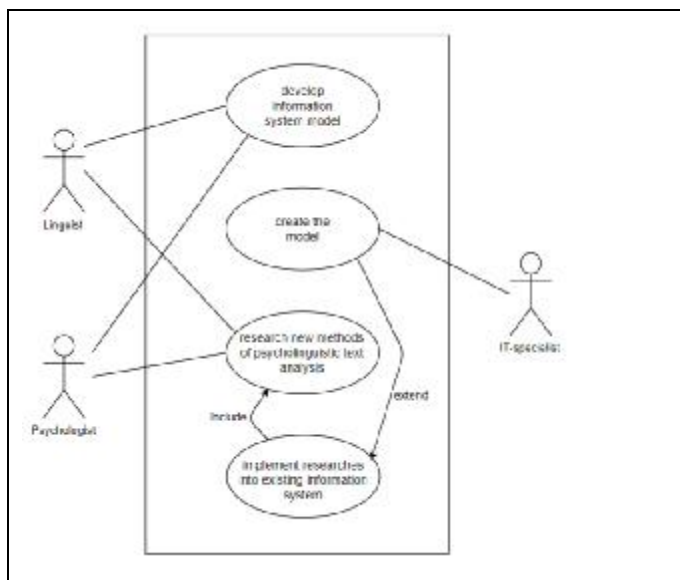


Fig. 1. Use case diagram for operation model of information system

The model of functioning of the information system for the needs of the client is depicted at the diagram of activity (Fig. 2). A client is a person, who needs someone to be assessed, for example, human resources manager, recruiter, psychotherapist or military psychologist. To begin, the person needs to log into the system and enter his/her own data and client's data (e-mail) for the test results to be sent. After that, you need to run a test and therefore write the text in response to the picture. The program then performs two parallel processes independently of each other: statistical text analysis and lemmatization and, as a consequence, further statistical analysis of lemmas. Later, the program uses statistic data from previous parallel processes to calculate various indicators. The result of all the above processes is the conclusion about the psycho-emotional state of the subject. It is to be sent to the e-mail addresses of the investigated and the client specified in the authorization. All written texts will

be stored in a database for further research by psychologists and applied linguists.

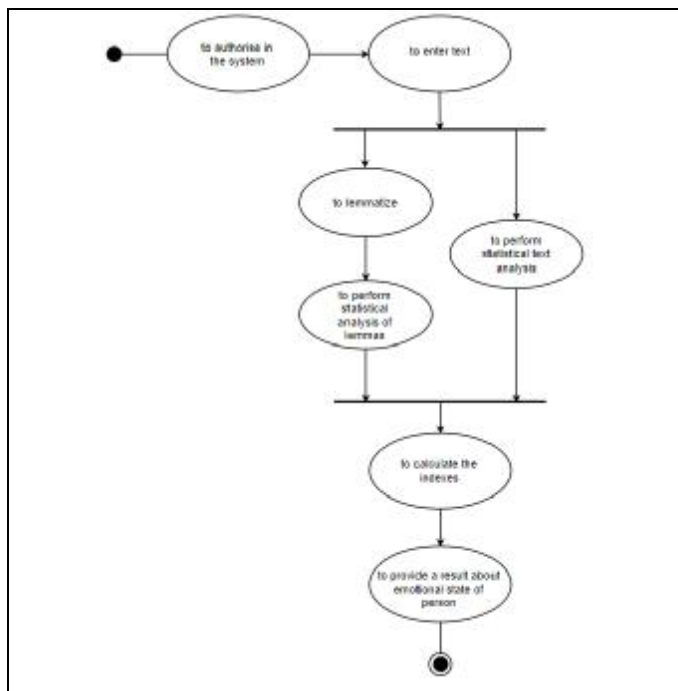


Fig. 2. Activity diagram of the functioning TAT information system

CONCLUSIONS

To conclude, such information system will be used to produce a psycholinguistic analysis of the texts, will be adapted for Ukrainians, will work instantly, and will also be open for continuous improvement by scientists (psychologists and applied linguists). All these and other characteristics and functions of the information system will be convenient for all participants of the process: potential clients, researchers, psychologists and linguists.

REFERENCES

- [1] Field, J., (2004). Psycholinguistics: the Key Concepts. New York: Routledge
- [2] Morgan, Ch.D. & Murray, H.A. (1935) A method for investigating fantasies: The Thematic Apperception Test / Ch.D. Morgan, H.A. Murray. – Archives of Neurology and Psychiatry, 1935 – №34 – pp. 289-306.
- [3] Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. — Пер. с англ. — М.: ДМК, 2000. — 432 с.
- [4] Гальперин И. Р. Текст как объект лингвистического исследования / И. Р. Гальперин. — М.: Наука, 1981. — 139 с.
- [5] Козаченко Ю. Психолінгвістичний аналіз внутрішнього монологу героя драматичного твору (на основі драми Бертольта Брехта «Життя Галілео») / Ю. Козаченко. — Траектория науки: Международный электронный научный журнал. Раздел «Филологические науки», 2016. — Т. 2, №12. — С. 4.1-4.6.
- [6] Попович М. В. Поняття «дискурс» у метафоричному та логіко-лінгвістичному розумінні / М. В. Попович // Філософська думка : український науково-теоретичний часопис. — 2003. — Вип. 1. — С. 27—36.
- [7] Радецька С. В. Засоби вираження експресії в науково-популярній літературі. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Філологічні науки (літературознавство). 2014. К. 2. С. 191–195.

Інтерполяційні Процеси в Інформаційних Технологіях

А. Макаρχук

Факультет інформаційних систем, фізики і математики
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки,
Луцьк, Україна
andreyamakr2@gmail.com

Анотація—дана робота присвячена дослідженню застосування інтерполяції в комп'ютерних технологіях, а саме використанню інтерполяції в комп'ютерному моделюванні. За основу дослідження взяті теоретичні методи моделювання процесів зі застосуванням методів інтерполяції.

Abstract—this work is about study of use of interpolating polynomials, especially in use interpolation in computers modeling. As base of study is theoretical methods of modeling with use interpolation.

Ключові слова—інформаційні технології, комп'ютерне моделювання, мережеві технології, телекомунікаційні технології.

Keywords—information technologies, computer modeling, network technologies, telecommunications.

I. ВСТУП

У повсякденному житті сучасні технології, які зустрічають нас ледь не на кожному кроці (в бізнесі, в освітній сфері, вдома, в офісах). Наприклад, при користуванні Інтернетом ми користуємося мережевими технологіями, коли дивимося телебачення – телекомунікаційними.

Останніми десятиліттями комп'ютерні технології все частіше використовуються в сферах, пов'язаних з комп'ютерним моделюванням, мережевими та телекомунікаційними технологіями, робототехнікою. Це часто супроводжується з роботою з певним набором даних, що нерідко задається у вигляді таблиць, які, в свою чергу, задають певну функціональну залежність одних параметрів від інших.

У зв'язку з тим, що в багатьох задачах, маючи такі дані, потрібно встановити певну неперервну функцію, яка буде визначеною на проміжку, на якому задані дані, і яка дає можливість бодай наближено обчислювати значення досліджуваних параметрів, то виникає питання про використання інтерполяції.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Одним із відомих напрямків в інформаційних технологіях є комп'ютерне моделювання. Іноді при моделюванні конкретного процесу ми маємо лише деякі значення певних параметрів, залежних від іншого, значення якого для відомих значень параметрів відомо також. Тому часто виникає потреба обрахувати проміжні значення залежних параметрів. Для цього зазвичай

використовують інтерполяційні процеси. Під інтерполяцією зазвичай розуміють процес заміни даної функції певного класу на функцію іншого, часто більш простого класу, яка дає можливість наближено обчислювати значення досліджуваної.

При моделюванні та дослідженні періодичних процесів популярним є використання трикутних методів підсумовування рядів Фур'є [1], таких як метод Діріхле, Фейєра та інші. На основі них були побудовані відповідні інтерполяційні суми, які досить широко в даний час використовуються в інформаційних технологіях, зокрема, в прогнозуванні та наближенні процесів, пов'язаних з сонячною активністю, біологічними ритмами людини, економічними явищами періодичного характеру (наприклад, інфляція) та багатьох інших питаннях, що мають періодичний характер.

При моделюванні і подальшому дослідженні з використанням засобів комп'ютерних технологій конкретних процесів часто буває так, що досліджуваний процес має періодичний характер. При достатньо великих обсягах даних це дає можливість використовувати інтерполяцію з використанням тригонометричних поліномів. Так як зараз досить актуальним вважається дослідження та використання рядів Фур'є, то, відповідно, це дозволяє використовувати інтерполяційні поліноми, побудовані за допомогою процесів їх підсумовування. Досить оптимальними в цьому плані є інтерполяційні поліноми, побудовані на методі підсумовування Діріхле, які мають наступний вигляд:

$$D_n(x) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^n y_k \frac{\sin \frac{2n+1}{2}(x-x_k)}{\sin \frac{x-x_k}{2}}$$

Він є нескладним у реалізації, а тому його можна використовувати при роботі з періодичними процесами, з якими ми працюємо під час використання комп'ютерних технологій.

Даний інтерполяційний поліном можна використовувати, наприклад, при спробі оцінити частоту перебоїв мережі [2] при певній її завантаженості. Такого роду питання є досить актуальними в даний час, так як від цього залежить більшість наших сфер життя, зокрема, сфера бізнесу, сфера медицини та інші, що можуть безпосередньо вплинути на якість життя людей.

Поряд з трикутними методами підсумовування рядів Фур'є існують прямокутні методи, такі, наприклад, як метод Абеля-Пуассона, метод Вейерштрасса, які є більш ефективними при застосуванні в інформаційних системах, так як вони будуються на модифікованих сумах рядів Фур'є, що відповідають більш реальному процесу, який моделюється.

Так як трикутні інтерполяційні поліноми мають широке застосування в інформаційних технологіях, то виникає логічне питання про використання в комп'ютерних технологіях більш ефективних прямокутних інтерполяційних поліномів, наприклад, поліномів Абеля-Пуассона чи поліномів Вейерштрасса. Самим простим, але надійним в дослідженні та використанні є вище згаданий інтерполяційний поліном, побудований на методі Абеля-Пуассона підсумовування ряду Фур'є, а саме:

$$P_n(x) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^n y_k \frac{1 - e^{-\frac{2}{n}}}{1 - 2e^{-\frac{1}{n}} \cos(x - x_k) + e^{-\frac{2}{n}}}$$

де $(x_k; y_k)$ – вузли інтерполяції.

Основна увага при дослідженні зверталась на оцінку похибки записаного вище інтерполяційного полінома, похибку при обчисленні з його використанням, на його заміну відповідними дробово-раціональними сумами та на похибку після цього переходу. При цьому бралися до уваги функції, що належать до класу H^α , тобто такі функції, що:

$$\forall x', x'': |f(x') - f(x'')| \leq |x' - x''|^\alpha$$

Під час дослідження вище зазначеного інтерполяційного тригонометричного полінома було записано формулу знаходження похибки, з якою він наближає шукану функцію. При цьому, також було показано, що при заміні в останньому співвідношенні $\cos(x - x_k), k = \overline{1, n}$ на відповідну йому формулу Тейлора з першими n елементами, ми отримуємо наступний раціональний поліном:

$$P_n(x) = \frac{1 - e^{-\frac{2}{n}}}{2\pi} \sum_{k=1}^n \frac{y_k}{\left(1 + e^{-\frac{2}{n}}\right) + 2e^{-\frac{1}{n}} \sum_{i=0}^n (-1)^{i-1} \frac{(x - x_k)^{2i}}{(2i)!}}$$

узагальнивши який, в кінцевому результаті отримаємо:

$$P_{n,n}(x) = \frac{1 - e^{-\frac{2}{n}}}{2\pi} \sum_{k=1}^n \frac{y_k}{\left(1 + e^{-\frac{2}{n}}\right) + 2e^{-\frac{1}{n}} \sum_{i=0}^n (-1)^i \frac{(x - x_k)^{2i}}{(2i)!}}$$

Отриманий інтерполяційний поліном можна використовувати при моделюванні та подальшому дослідженні різних процесів, особливо, періодичних процесів. Для прикладу, їх можна застосувати для дослідження сонячної активності, попередньо ввівши множину замірів і враховуючи, що Сонце має свій цикл активності - приблизно 11 років. Також даний інтерполяційний поліном можна використовувати для дослідження похибок при передачі даних в мережі [2-3] чи збоїв у її роботі, припускаючи, дані періодичними. Не можна не відзначити можливість моделювання людських біологічних процесів засобами комп'ютерної техніки,

які, в свою чергу, часто також є періодичними. На основі цього можна оцінювати стан людини та її здоров'я, що може досить допомогти в медицині.

III. ВИСНОВКИ

В час сучасних інформаційних технологій важко обійтися без засобів, пов'язаних з комп'ютерним моделюванням та мережевими технологіями. Вони та плоди їх застосування охоплюють досить великий, якщо й не весь спектр нашого нинішнього життя. Наприклад, ми постійно користуємося мережею Інтернет, спостерігаємо за різними економічними процесами та прогнозами щодо їх можливої подальшої поведінки, передаємо один одному дані, використовуємо різного роду технікою. Часто все це є результатом комп'ютерного моделювання чи тестування з використанням інтерполяційних процесів. Це все саме говорить про значущість інтерполяції у нашому житті.

Часто при роботі з вище згаданими процесами відбувається взаємодія з певним набором даних, які можна розглядати як функцію, задану у вигляді таблиці на певному заданому проміжку. Але також нерідко бувають такі задачі, які, маючи такий набір даних, вимагають на цьому проміжку роботу не з дискретним набором даних, а з певною неперервною функцією, яка б по даному дискретному набору даних наближено описувала залежність між параметрами та параметрами, що від них залежні. В даному випадку є сенс використовувати інтерполяцію як спосіб вирішення поставленої задачі.

Такого виду задачі або задачі, що вирішуються за рахунок них, досить широко зустрічаються навколо нас. Як уже зазначалося вище, моделювання з використанням інтерполяції може використовуватися в різних сферах життєдіяльності, зокрема, в сфері бізнесу, в сфері медицини, в природничих науках типу геології чи біології. Це дає нам можливість полегшити прогнозування і, як результат, планування різного роду подій, процесів, заходів.

Отже, видно, що інтерполяційні поліноми мають досить широке застосування в сферах, де використовуються комп'ютерні технології, а тому можуть бути досить корисним інструментом для вирішення ряду задач, найбільш значущими з яких є задачі, пов'язані з охороною здоров'я, економікою, медициною та розвитком нових технологій. Це становить причину досліджувати їх в подальшому та інтегрувати в різні напрями комп'ютерних технологій, пов'язаних з вище згаданими сферами діяльності людини.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] A.I. Stepanets, "Classification and approximation of periodic functions", Kiev: Naukova dumka, 1987.
- [2] N.A. Rudenkov, L.I. Doliner "Basics of local computer networks", Saint-Peterburg, Lan', 2016
- [3] O. Barabash, Y. Kravchenko, V. Mukhin, Y. Kornaga, O. Leshchenko, "Optimization of parameters at SDN technologie networks," International Journal of Intelligent Systems and Applications. Hong Kong: MECS Publisher, 2017, vol. 9 (9), pp. 1-9.

Контроль Динамічного Інтерфейсу Користувача з Використанням Індексу Структурної Подібності SSIM

Григорій Батурин
кафедра системотехніки
Харківський національний університет
радіоелектроніки
Харків, Україна
baturings@gmail.com

Володимир Безкоровайний
кафедра системотехніки
Харківський національний університет
радіоелектроніки
Харків, Україна
vladimir.beskorovainyi@nure.ua

Dynamic User Interface Control Using Structural Similarity Index SSIM

Hryhorii Baturin
Department of System Engineering
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
baturings@gmail.com

Volodymyr Beskorovainyi
Department of System Engineering
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
vladimir.beskorovainyi@nure.ua

Анотація—Розглядається задача автоматизації аналізу динамічного інтерфейсу користувача з використанням індексу структурної подібності. Досліджуються властивості SSIM і похідних від нього функцій. Запропоновано варіанти модифікації індексу SSIM.

Abstract—The problem of automation of the analysis of the dynamic user interface using structural similarity index is considered. The properties of SSIM and its derivatives are investigated. SSIM index modification options are offered.

Ключові слова—міра подібності зображень, модифікація, метод повного співставлення, індекс SSIM, інтерфейс користувача.

Keywords—image similarity measure, modification, full mapping method, SSIM index, user interface.

I. ВСТУП

Серед ключових задач, що виникають у системах керування технологічними процесами, ігрових додатках, інших застосуваннях, є задача автоматичного контролю моніторних зображень, що передбачає оцінку міри подібності зображень. Залежно від специфіки інтерфейсу з цією метою можуть застосовуватися різні метрики оцінки якості, однією з кращих серед яких є заснована на індексі структурної подібності (SSIM) [1]. Однак SSIM-індекс сприйнятливий до динамічних елементів сторінки, що вимагає налаштування додаткового порога, для відсікання

помилкових спрацьовувань. Підвищення стійкості метрики до динамічних елементів, без зниження ефективності знаходження помилок, позитивно відобразиться на показнику універсальності системи [2].

II. КЛЮЧОВІ ВЛАСТИВОСТІ SSIM-ФУНКЦІЇ

Показник SSIM ґрунтується на обчисленні трьох компонент подібності (яскравості, контрасту і структури) і об'єднання їх значень у підсумковий результат [3]:

$$SSIM(X, Y) = \frac{(2\mu_x \mu_y + c_1) * (2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1) * (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}, \quad (1)$$

де μ_x , μ_y — показники середньої яскравості пікселів порівнюваних зображень X і Y ; σ_x , σ_y — дисперсія яскравості пікселів порівнюваних зображень X і Y ; σ_{xy} — коваріація зображень; $c_1 = (k_1 * L)^2$ і $c_2 = (k_2 * L)^2$ — константи; $L = 255$, — значення динамічного діапазону яскравості; $k_1 = 0,01$, $k_2 = 0,03$ — експериментально визначені константи.

При аналітичному аналізі індексу SSIM, було виявлено, що при рівних значеннях μ_x , μ_y і σ_x , σ_y індекс SSIM має значення рівне ρ (тобто, спрощується до коефіцієнта кореляції Пірсона [4]). Виявлено також, що він складається з трьох оцінок: локальної структури — s , локальної яскравості — l , локального контрасту — c :

$$\begin{aligned}
s(x, y) &= \frac{\delta_{xy} + c_3}{\delta_x^2 + \delta_y^2 + c_3}, \\
l(x, y) &= \frac{2 * \mu_x * \mu_y + c_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1}, \\
c(x, y) &= \frac{2 * \delta_{xy} + c_2}{\delta_x^2 + \delta_y^2 + c_2}, \\
c_3 &= c_2 / 2.
\end{aligned} \quad (2)$$

На основі компонентів (2) індекс структурної подібності, можна подати у вигляді:

$$SSIM(X, Y) = s(x, y)^{p_1} * l(x, y)^{p_2} * c(x, y)^{p_3}, \quad (3)$$

де p_i – вагові коефіцієнти відповідних компонент.

У класичній формі (1), значення вагових p_i дорівнюють 1, а показник $SSIM(X, Y) = SSIM(Y, X)$, що є важливою властивістю, при складанні тестових сценаріїв для інтерфейсу користувача. Метою модифікації індексу (1) є зниження його сприйнятливості до динамічних елементів інтерфейсу.

III. Модифікація індексу SSIM

Мультимасштабний індекс структурної подібності.

Одним з найбільш поширених поліпшень індексу SSIM є мультимасштабний індекс структурної подібності (MSSIM) [5]:

$$SSIM(x, y) = [l_N(x, y)]^{\alpha_N} \prod_{j=1}^N [c_j(x, y)]^{\beta_j} [s_j(x, y)]^{\gamma_j}. \quad (4)$$

Його відмінність полягає в необхідності побудови піраміди Гаусса з N рівнів. Для спрощення моделі, автори пропонують використовувати рівні значення для констант α, β, γ на всіх рівнях подання. Обмежує використання індексу (4) при автоматизації аналізу динамічних інтерфейсів користувачів суттєве збільшення часу порівняння зображень.

Модифікація показника SSIM з використанням нейронних мереж. Використання нейронних мереж, для підбору коефіцієнтів p_i (3) і констант k_1, k_2 (2), є найбільш ефективним методом, в довгостроковій перспективі [6]. Недоліком даного методу є значні витрати часу на навчання мережі, що робить його практично непридатним у системах, які вимагають постійних змін інтерфейсу користувача.

Вибір значущості компонентів. Метод вибору значень коефіцієнтів для подання (3) розглянуто в роботі [7] на основі бази зображень TID2008 [8], в якій не враховані інтерфейси користувачів з високою динамікою. Для інтерфейсів з високою динамікою було виявлено, що найбільший вплив, на якість порівняння, має оцінка s , а як найбільш ефективні для (3) визначено значення параметрів: $p_1 = 0,34$, $p_2 = 0,74$, $p_3 = 0,08$. З їх використанням було знижено значення порога впливу динамічних елементів без значного зниження показників для помилки в інтерфейсі (рис. 1). Як результат, вдалося збільшити різницю між значеннями, отриманими при

порівнянні скріншотів, що не містять і містять помилки на 91%, що на практиці дозволить суттєво зменшити кількість хибнопозитивних спрацювань.

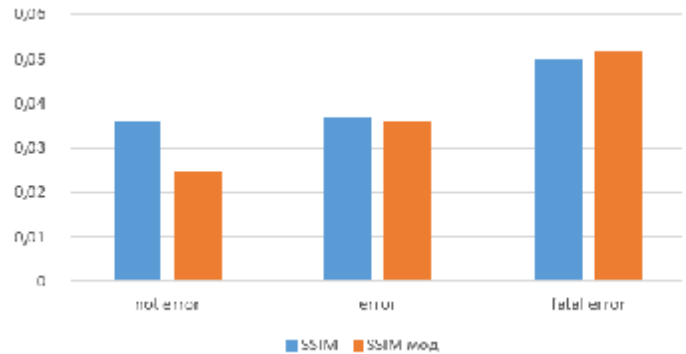


Рис. 1. Відгук класичного і модифікованого показника SSIM на помилки і динамічні зміни сторінки.

Ідентифікація вагових коефіцієнтів SSIM (3) позитивно позначилася на переносимості системи, що дозволяє використовувати автоматизацію без зміни порогових значень при зміні виду інтерфейсу в наслідок зміни візуальної складової.

Висновки

У роботі досліджені основні властивості індексу структурної подібності зображень SSIM у рамках задачі розробки системи контролю інтерфейсу користувача з високою динамікою. Через високу часову складність і ризики при модифікації системи використання мультимасштабного індексу MSSIM і модифікації показника SSIM на основі нейронних мереж в рамках даної задачі виявилось недоцільним. Ідентифікація вагових коефіцієнтів SSIM з урахуванням особливостей зображень інтерфейсів дозволяє суттєво підвищити якість роботи системи контролю без змін показників її швидкодії.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення" (випуск 43) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.konferenciaonline.org.ua/arhiv-konferency/arhiv-konferency14-11-2019>. Дата звернення: Січ. 12, 2019.
- [2] Липаев В. В., Сертификация программных средств., Directmedia, 449 с., 2015.
- [3] Wang Z., Modern Image Quality Assessment., Morgan&Claypool, 157 с., 2006.
- [4] Brunet D., Vrscay E. R., Wang Z., D.On the mathematical properties of the structural similarity index., 1480–1495 с., 2012.
- [5] Еремеев О. И., Интегрированная метрика визуального качества изображений при наличии эталона., 35–42 с., 2015.
- [6] Wang Z., Bovik A., Sheikh H., "Image Quality Assessment: Form Error Visibility to Structural Similarity", 600-607 с., 2004.
- [7] Сидоров Д.В., Модификация алгоритма SSIM., Прикладная информатика, 123–125 с., 2010.
- [8] TID2008: TAMPERE IMAGE DATABASE 2008 [Електронний ресурс]. Режим доступу: computervisiononline.com/dataset. Дата звернення: Січ. 10, 2019.

Інформаційна Технологія Проектування Автоматизованої Системи Контролю Очистки Стічних Вод

Гулевська Ксенія Вячеславівна
Кафедра Комп'ютерних Наук
та Інженерії
Східноукраїнський Національний
Університет ім. В. Даля
Сєверодонецьк, Україна
makotoyorigaka@gmail.com

Шумова Лариса Олександрівна
Кафедра Комп'ютерних Наук
та Інженерії
Східноукраїнський Національний
Університет ім. В. Даля
Сєверодонецьк, Україна
shumova@ukr.net

Information Technology of Design the Automated System of Control Waste Water Treatment

Kseniia Hulevska
Computer Science and Engineering
Department
V. Dahl East Ukrainian
National University
Severodonetsk, Ukraine
makotoyorigaka@gmail.com

Larisa Shumova
Computer Sciens and Engineering
Department
V. Dahl East Ukrainian
National University
Severodonetsk, Ukraine
shumova@ukr.net

Анотація—У поданій роботі розглянуті інформаційні процеси контролю очищення стічних вод. Запропоновано модель прикладної інформаційної технології проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод.

Abstract—This paper considered the information processes of wastewater treatment control. The model of applied information technology for designing the automated wastewater treatment control system is proposed. The Toad Data Modeler software was used to design the functional structure of the database. The database is implemented in MySQL DBMS. The implementation of the system will reduce the complexity of the process of technological control, increase the accuracy of calculations of the required volume of reagent, improve the quality of water treatment.

Ключові слова—інформаційна технологія, інформаційні процеси, модель даних, автоматизована система очистки стічних вод.

Keywords—information technology, information processes, data model, automated water treatment system

I. ВСТУП

Прискорене розростання міст, утворення мегаполісів, розвиток промисловості призводять до збільшення обсягу стічних вод і загостренню проблеми забруднення води, яка є найціннішим природним ресурсом в Україні [1].

Частково вирішити цю проблему дозволяє побудова очисних споруд та забезпечення їх безперебійного функціонування, що досягається засобами автоматизованого контролю очищення стічних вод [2]. Для цього необхідні додаткові програмно-технічні засоби інформаційно-аналітичної підтримки процесів

контролю очищення стічних вод, що працюють у контурі АСУТП в режимі реального часу. Проектування такої автоматизованої інформаційної системи є досить складна задача, що потребує системного підходу. Тому розробка інформаційної технології проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод, є актуальною.

Метою роботи є розробка прикладної інформаційної технології проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- провести аналіз процесів контролю очищення стічних вод;
- побудувати інформаційну технологію проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод.

Згідно [3], інформаційна технологія – сукупність методів, моделей, алгоритмів та програмно-технологічних засобів, що забезпечують збір, зберігання, обробку та виведення інформації. Причому, алгоритми реалізуються як інформаційні процеси, різноманіття яких визначається специфікою предметних галузей та відповідними методами і моделями.

Тому рішення задачі побудування інформаційної технології полягає у розробці комплексу взаємопов'язаних інформаційних процесів, що використовують певні методи і моделі.

II. ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ І РЕЗУЛЬТАТИ.

У роботі [4] було запропоновано метод, який дозволяє синтезувати раціональний склад інформаційних технологій моніторингу складного технологічного процесу.

Запропонована методика використовується у даній роботі для побудовання інформаційної технології проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод та полягає у виконанні наступних етапів:

- формування моделі інформаційної технології;
- формування складу бази даних та баз моделей;
- формування комплексу математичних методів і моделей;
- формування структури комплексу інформаційних процесів;
- розробка схеми інформаційної технології.

Основні інформаційні процеси рішення задачі, що була поставлена, представляють собою технологічну послідовність у відповідності з виділеними етапами:

- досліджені системи контролю очистки стічних вод (Рис. 1), методи та інформаційні технології, що впроваджені у такі системи;
- побудована імітаційна модель для розрахунку необхідної дози реагенту [5, 6, 7];
- описані інформаційні процеси та їх взаємодія (Рис. 2);
- побудована модель даних (Рис. 3).

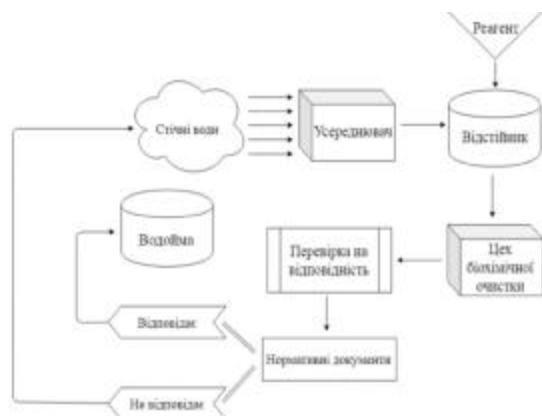


Рис. 1. Структурна схема системи контролю очистки стічних вод



Рис. 2. Діаграма інформаційних процесів контролю очистки стічних вод

БД формується на основі інформації з технологічних регламентів даних моніторингу технологічного процесу

засобами АСУ ТП та даних по технічному обслуговуванню обладнання.

Інформація з БД забезпечує інформаційно-аналітично підтримку процесів контролю очищення стічних вод. Крім того, інформація з БД може використовуватися головними спеціалістами підприємства для керування технічним обслуговуванням обладнання.

БД параметрів технологічного процесу містить інформацію о параметрах, що контролюються, показники датчиків, що зчитуються, прив'язка до обладнання та технологічному процесу, одиниці вимірювання, час та дата зчитування.

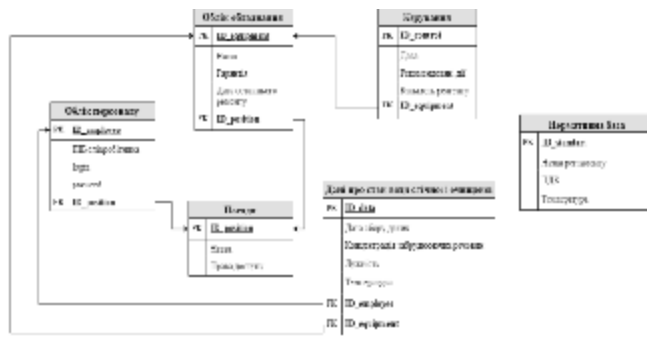


Рис. 2. Схема бази даних

Сутність «Облік персоналу» містить у собі особисту інформацію о співробітниках та дані доступу до управління системою. «Облік обладнання» фіксує інформацію про назву обладнання (усереднювач, відстійник, насос), дату останнього ремонту обладнання та гарантійний термін. Сутність «Посади» містить інформацію про назву посади (технолог, лаборант, оператор) та права доступу, що для неї передбачені. Сутність «Керування» представляє собою журнал у якому фіксуються дані стосовно дій, які буде здійснено у разі виявлення невідповідності показників води нормативним документам. «Дані про стан води стічної і очищеної» фіксують показники проб води, які беруться у різний час, згідно із розкладом. У «Нормативній базі» зберігаються допустимі показники якості води за нормативною документацією.

У таблиці 1 відображенні характеристики деяких атрибутів бази даних.

ТАБЛИЦЯ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА АТРИБУТІВ БД

Атрибут	Описання	Приклад
ID_	Унікальний ідентифікатор у базі	1234
ПІБ співробітника	Ім'я співробітника, який має доступ до управління системою	Біленко Тарас Артемович
Назва посади	Назва посади, яку обіймає співробітник	Технолог
Назва обладнання	Назва обладнання	Усереднювач
Рекомендовані дії	Дія, яку виконав фахівець	Подати більше реагенту до відстійника
Назва регламенту	Назва документу, що регламентує ГДК забруднюючих речовин у водоймі	Водний Кодекс України

Для проектування функціональної структури БД був використаний програмний продукт Toad Data Modeller. БД реалізована в СКБД MySQL.

Висновки

Таким чином, застосовуючи системний підхід до проектування прикладних інформаційних технологій моніторингу складних технологічних процесів, побудована інформаційна технологія проектування автоматизованої системи контролю очистки стічних вод.

Впровадження системи дозволить скоротити трудомісткість процесу технологічного контролю, підвищити точність розрахунків необхідного обсягу реагенту, підвищити показники якості водоочищення.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Ковшун Н. Е. Проблемы обеспечения устойчивого водопользования в Украине. / Н. Е. Ковшун // Стратегія і тактика державного управління. Збірник наукових праць. – Рівне, 2014. – Вип. 1. – С. 88-92.
- [2] Зайнуллин Р.Р. Проблема очистки городских сточных вод. / Р.Р. Зайнуллин, А.А. Галяутдинов // Инновационная наука. – 2016. - № 6. – С. 68-69.

- [3] Коголовский М. Р. Перспективные технологии информационных систем / М. Р. Коголовский. - М.: ДМК Пресс, 2003. - 288 с.
- [4] Левыкин В. М. Метод построения информационной технологии диагностики состояния сложного технологического процесса / В. М. Левыкин, И. В. Шевченко // Управляющие системы и машины. – 2014. - №3. - С. 33-38.
- [5] Гулевська К. В. Математична модель процесу дифузії для вирішення гідроекологічних завдань / К. В. Гулевська, Л. О. Шумова, В. І. Мохонько // Вісник Східноукраїнського Національного Університету ім. В. Даля. – 2019. - № 5 (253). - С. 44-46.
- [6] Гулевська К. В. Використання імітаційного моделювання при відображенні фізичних процесів. / К. В. Гулевська, Л. О. Хилькова // Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. - Рубіжне: видавець О. Зень. - 2018. - С. 267-269.
- [7] Hulevska K. Modeling of the Water Diffusion Mechanism / K. Hulevska, L. Shumova, V. Mokhonko // Theoretical and Applied Computer Science and Information Technology: Proceedings of the III International Conference TACSIT-2019. – Severodonetsk: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2019. – P. 29-30.

Розумний Будинок з Використанням Блокчейна

Білова Анастасія

Факультет інформаційних технологій

Державний Університет Телекомунікацій, Київ, Україна

anastasiabilova@gmail.com

Анотація—Звичайні підходи до безпеки та конфіденційності, як правило, не застосовуються для IoT, головним чином через його децентралізовану топологію та обмеження ресурсів більшості її пристроїв. У цій роботі глибше заглибимось та окреслимо основні компоненти та функції розумного будинку. Запропонована платформа розумного будинку на основі Blockchain захищена шляхом ретельного аналізу її безпеки з урахуванням основних цілей безпеки: конфіденційності, цілісності та доступності.

Abstract—Conventional security and privacy approaches are generally not applicable to IoT, mainly because of its decentralized topology and limited resources of most of its devices. In this work, we delve deeper and outline the basic components and functions of a smart home. The proposed Blockchain smart home platform is protected by a thorough analysis of its security, taking into account the main security goals: confidentiality, integrity, and accessibility.

Ключові слова—Blockchain; Інтернет речей; розумний будинок; майнер; конфіденційність; децентралізація; безпека.

Keywords—Blockchain; Internet of Things; smart home; miner; security; confidentiality; decentralization.

I. ВСТУП

Інтернет речей (IoT) складається з пристроїв, які генерують, обробляють та обмінюються величезною кількістю критично важливих для безпеки даних, а також інформації, залежної від конфіденційності, і, отже, є привабливими цілями різних кібератак [1]. Багато нових мережевих пристроїв, які складають IoT, мають низьку енергію та легку вагу. Ці пристрої повинні приділяти більшу частину своєї доступної енергії та обчислень виконанню основних функціональних додатків, що робить завдання доступної підтримки безпеки та конфіденційності досить складним завданням. Традиційні методи безпеки, як правило, є дорогими для IoT з точки зору споживання енергії та переробних витрат. Більше того, багато сучасних систем безпеки є сильно централізованими, тому вони не обов'язково добре підходять для IoT через складність масштабу, багатоосібний характер руху та єдину точку відмови [2]. Для захисту конфіденційності користувачів існуючі методи часто виявляють галасливі дані або неповні дані, що може завадити деяким програмам IoT пропонувати персоналізовані послуги [3]. Отже, IoT вимагає легкої, масштабованої та розподіленої безпеки та захисту конфіденційності. Технологія Blockchain, яка лежить в основі Bitcoin першої системи криптовалют [4], має потенціал для подолання вищезазначених проблем

внаслідок її розподіленого, безпечного та приватного характеру.

II. ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ

Транзакції. Зв'язок між локальними пристроями або вузлами накладання називається транзакціями. У розумному будинку на базі Blockchain проводяться різні транзакції, кожна призначена для певної функції. Усі транзакції до розумного будинку або з нього зберігаються в місцевому приватному Blockchain.

Локальний Blockchain. У кожному розумному будинку є локальний приватний блокчейн, який відслідковує транзакції та має заголовок політики, щоб застосовувати політику користувачів щодо вхідних та вихідних транзакцій.

Домашній майнер. Пристрій, що централізовано обробляє вхідні та вихідні транзакції до та з розумного будинку. Майнер може інтегруватися з домашнім Інтернет-шлюзом або окремим автономним пристроєм. Подібно до існуючих центральних пристроїв безпеки, майнер підтверджує, авторизує та перевіряє транзакції.

Локальне сховище. Запам'ятовуючий пристрій, наприклад резервний диск, який використовується пристроями для локального зберігання даних. Це сховище може бути інтегровано з майнером або це може бути окремий пристрій.

III. ОЦІНКА І АНАЛІЗ

Аналіз безпеки. Існує три основні вимоги безпеки, які повинні відповідати будь-які проекти безпеки, а саме: конфіденційність, цілісність та доступність, відомі як CIA [5]. Конфіденційність гарантує, що лише авторизований користувач може прочитати повідомлення. Цілісність гарантує, що надіслане повідомлення отримано в пункт призначення без будь-яких змін, а доступність означає, що кожна послуга або дані доступні користувачеві, коли це потрібно. Для збільшення доступності розумного будинку пристрої захищені від шкідливих запитів. Це досягається обмеженням прийнятих транзакцій на ті об'єкти, з якими кожен пристрій встановив загальний ключ. Операції, отримані від накладання, дозволені майнером перед тим, як переслати їх на пристрої. Крім того, можна стверджувати, що наша система, що базується на Blockchain, лише вводить незначне збільшення затримок обробки транзакцій порівняно з існуючими продуктами шлюзу розумного дому.

Оцінка ефективності. На основі Blockchain-архітектури передбачені обчислювальні та пакетні накладні витрати на пристрої розумного дому та майнер для забезпечення кращої безпеки та конфіденційності. Для порівняння накладних витрат на основі Blockchain архітектури, треба змодельовати інший сценарій, який обробляє транзакції без шифрування, хешування та Blockchain. Цей метод базової лінії ми називаємо «базовим методом». Використали IPv6 через бездротові бездротові персональні мережі (6LoWPAN) як базовий протокол зв'язку в нашому моделюванні, оскільки він добре підходить до обмежень ресурсів для налаштування розумного будинку. Також змодельовали три датчики мот z1 (які імітують розумні домашні пристрої), які надсилають дані безпосередньо до домашнього майнера (також імітується як мот z1) кожні 10 секунд. Кожне моделювання тривало 3 хвилини, а представлені результати усереднювались протягом цієї тривалості. Хмарне сховище безпосередньо підключено до майнера для зберігання даних та повернення номера блоку. Оцінювали наступні показники:

- Пакетні накладні витрати (посилається на тривалість передачі пакетів);
- Час накладних витрат (посилається на час обробки для кожної транзакції в майнері і вимірюється з моменту отримання транзакції в майнер до моменту надсилання відповідної відповіді запитувачу);
- Споживання енергії (відноситься до енергії, яку споживає майнер на обробку операцій, він є найвищим енерговитратним пристроєм у розумному будинку, оскільки він обробляє всі транзакції та виконує багато хешування та шифрування).

Пакетні накладні витрати: використання шифрування та хешування збільшує розмір корисного навантаження пакетів; однак, враховуючи заголовки нижнього шару (6LoWPAN), збільшення корисної навантаження даних має відносно невеликий ефект.

Час витрат: проект на основі Blockchain витрачає більше часу на обробку пакетів порівняно з базовим методом, який можна віднести до додаткових операцій шифрування та хешування. У гіршому випадку для транзакції магазину на основі запитів додаткові накладні витрати, введені цим методом, становлять 20 мс, що все одно мало.

Споживання енергії: на рисунку 1 наведені результати споживання енергії. Як очевидно, метод Blockchain збільшує споживання енергії на 0,07 (мдж). У таблиці внизу рисунка 1 викладено споживання енергії для трьох основних завдань, які виконує майнер, а саме: процесор, передача (Tx) та прослуховування (Lx). Споживання енергії процесором збільшилося приблизно на 0,002 (мдж) в нашій конструкції за рахунок шифрування та хешування. Передача довгих пакетів даних удвічі збільшилася

споживання енергії для передачі нашого методу порівняно з базовим методом. Якщо радіо з періодичністю вимикається для економії енергії, то відносна накладні витрати на прослуховування, здійснені нашим методом, будуть вищими. Однак, навіть якщо припустити дуже агресивний робочий цикл у 1%, відносне збільшення енергії прослуховування все одно становитиме лише близько 60%.

Підводячи підсумок, низькі накладні витрати, введені методом на основі Blockchain, значно переважають, враховуючи значні переваги щодо безпеки та конфіденційності.

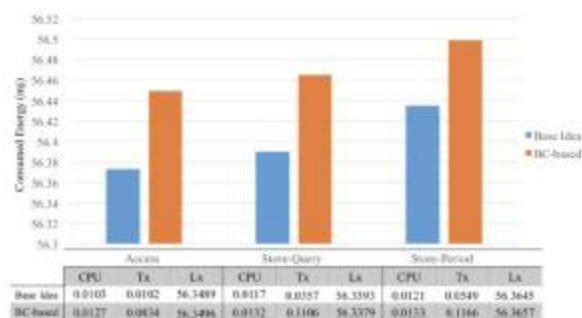


Рис. 1. Оцінка споживання енергії в різних потоках руху.

ВИСНОВКИ

Безпека IoT сьогодні привертає велику увагу як з наукових кіл, так і з галузі. Існуючі рішення безпеки не обов'язково підходять для IoT через великі витрати енергії та переробні витрати. У цій роботі окреслено основні компоненти рівня розумного дому та обговорено різні транзакції та процедури, пов'язані з Bitcoin Blockchain. Також представлено всеосяжний аналіз щодо його безпеки та конфіденційності. Результати моделювання показують, що накладні витрати, здійснені цим методом, є низькими та керованими для пристроїв IoT з низькими ресурсами. Ці накладні витрати варті своєї ваги і дали значні переваги щодо безпеки та конфіденційності.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] S. Sicari, A. Rizzardi, L. A. Grieco, and A. Coen-Porisini, "Security, privacy and trust in internet of things: The road ahead," *Computer Networks*, vol. 76, pp. 146–164, 2015.
- [2] R. Roman, J. Zhou, and J. Lopez, "On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things," *Computer Networks*, vol. 57, no. 10, pp. 2266–2279, 2013.
- [3] A. Chakravorty, T. Włodarczyk, and C. Rong, "Privacy preserving data analytics for smart homes," in *Security and Privacy Workshops (SPW)*, 2013 IEEE. IEEE, 2013, pp. 23–27.
- [4] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008.
- [5] N. Komninos, E. Philippou, and A. Pitsillides, "Survey in smart grid and smart home security: Issues, challenges, countermeasures," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 4, pp. 1933–1954, 2014.

Гідравлічна Модель Трубопроводу з Давачем Мутності та її Дослідження

Заміховська О.Л.
ІФНТУНГ,
кафедра ІТТС
Україна, м. Івано-Франківськ
elenazam@meta.ua

Островська А.А.
ІФНТУНГ,
кафедра ІТТС
Україна, м. Івано-Франківськ
n280797@gmail.com

Петрів С.Я.
ІФНТУНГ,
кафедра ІТТС
Україна, м. Івано-Франківськ
lichtschvester@gmail.com

Hydraulic Model of Pipeline with the turbidity Sensor Model research

Zamikhovska O.L.
IFNTUNG,
ITTS
Ukraine, Ivano-Frankivsk
elenazam@meta.ua

Ostrowska A.A.
IFNTUNG,
ITTS
Ukraine, Ivano-Frankivsk
n280797@gmail.com

Petriv S.Y.
IFNTUNG,
ITTS
Ukraine, Ivano-Frankivsk
lichtschvester@gmail.com

Анотація—Розроблено гідравлічну модель та програму, що дозволяють вибрати режим роботи і параметри трубопровідної системи, для забезпечення ламінарного потоку води через давач мутності.

Abstract—A hydraulic model and program have been developed. The program allows you to select the operating mode and parameters of the pipeline system, to ensure laminar flow of water through the turbidity sensor.

Ключові слова—гідравлічна модель, трубопровідна система, ламінарний потік, турбулентний потік, давач мутності.

Keywords—hydraulic model, pipeline system, laminar flow, turbulent flow, turbidity sensor.

I. ВСТУП

Однією з важливих задач при розробці розподілених систем моніторингу та контролю мутності річкових вод на водозабірних станціях є встановлення давача мутності біля берега річки таким чином, щоб швидкість потоку води через нього відповідала швидкості течії ріки. В багатьох випадках рельєф річки (круті береги) вимагає встановлення давача мутності на значній віддалі від берега річки з підведенням води до нього за допомогою відцентрового насоса. В цьому випадку режим потоку води в трубопроводі може не відповідати режиму течії ріки. При переході режиму потоку води у трубопроводі з ламінарного в турбулентний з утворенням кавітаційного режиму можуть спостерігатися різні схеми потоків води (малобульбашкова, крупнобульбашкова). Проходження такого потоку води через давач мутності буде впливати на результати вимірювання оскільки давач, виходячи з принципу його роботи (наприклад, нефелометричний

вимірювальний перетворювач типу НВП-1 [1]), буде ідентифікувати чисту воду з бульбашками як мутну. Виходячи з викладеного актуальною є задача розробки гідравлічної моделі трубопроводу з давачем мутності та її дослідження.

Для розробки моделі було обрано середовище моделювання TinkerCAD – online-сервіс для роботи з 3D об'єктами і електронними схемами [2]. TinkerCAD використовується як зручне середовище для побудови 3D об'єктів і підготовки їх до 3D-друку.

Гідравлічна модель трубопроводу з давачем мутності зображена на рис. 1. Довжина трубопроводу по якому подається вода від водозабору (берега річки) до колодязя де встановлено давач мутності становить 50 м, а висота від рівня землі до давача – 2 м. Відстань між відцентровим насосом та давачем становить 0.5 м.

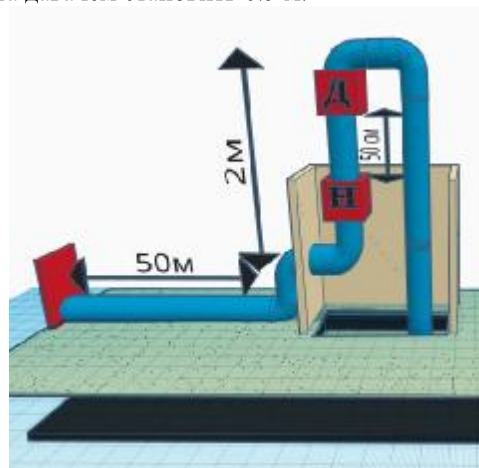


Рис. 1 – Змодельований трубопровід з зазначеними відстанями

Режим потоку води у трубопроводі визначається за числом Рейнольдса та першим і другим перехідними числами Рейнольдса відповідно [3].

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}, \tag{1}$$

$$Re_I = \frac{10 \cdot d}{\Delta}, \tag{2}$$

$$Re_{II} = \frac{500 \cdot d}{\Delta}, \tag{3}$$

де V – середня швидкість руху води в трубопроводі, м/с; d– внутрішній діаметр трубопроводу; ν – кінематична в’язкість потоку води, м²/с; Δ – абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої порожнини трубопроводу (приймаємо Δ=1·10⁻⁵ м).

Режим руху води в трубопроводі:

- якщо $Re \leq Re_{кр} = 2320$, то режим руху води в трубопроводі ламінарний;
- якщо $Re_{кр} < Re \leq Re_I$, то режим руху води в трубопроводі турбулентний в зоні гладкостінного тертя;
- якщо $Re_I < Re \leq Re_{II}$, то режим руху води в трубопроводі турбулентний в зоні змішаного тертя;
- якщо $Re > Re_{II}$, то режим руху води в трубопроводі турбулентний в зоні квадратичного опору.

Початкові дані для розрахунків: загальна довжина трубопроводу L=52 м; внутрішній діаметр трубопроводу d=0.015м.

За допомогою розробленої програми, вікно якої наведено на рис. 2, дослідимо при яких заданих значеннях можна отримати ламінарний режим потоку в трубопроводі.

Змодельюємо режими потоку води в трубопроводі діаметрами: 15, 20, 25 мм) та зміни швидкості потоку води, дані занесемо у табл. 1.

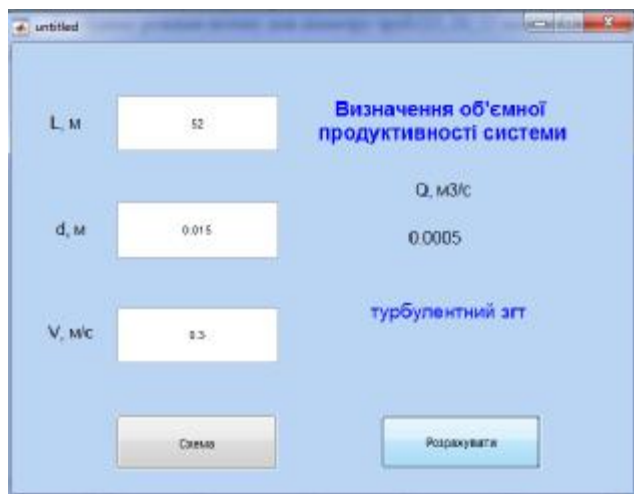


Рис. 2 – Дослідження режиму потоку при заданих параметрах

Таблиця 1 – Результати дослідження режиму потоку води в трубопроводі

d, м	V, м/с	Re
	0.2	2040.82
	0.3	3061.22

0.015	0.5	5120
	0.7	7142.86
	1	10204
0.02	0.17	2312.93
	0.2	2721.09
	0.5	6802.72
	0.7	9523.81
	1	13605.4
0.025	0.1	1700.68
	0.12	2040.82
	0.2	3401.36
	0.5	8503.4
	1	17006.8

Як видно з таблиці досягти ламінарного режиму потоку в трубопроводі можна лише при дуже низьких швидкостях потоку. Отримані результати відобразимо графічно: d₁=0.015м – зеленого кольору, d₂=0.02м – червоного та d₃=0.025м – синього кольорів (рис. 3,4).

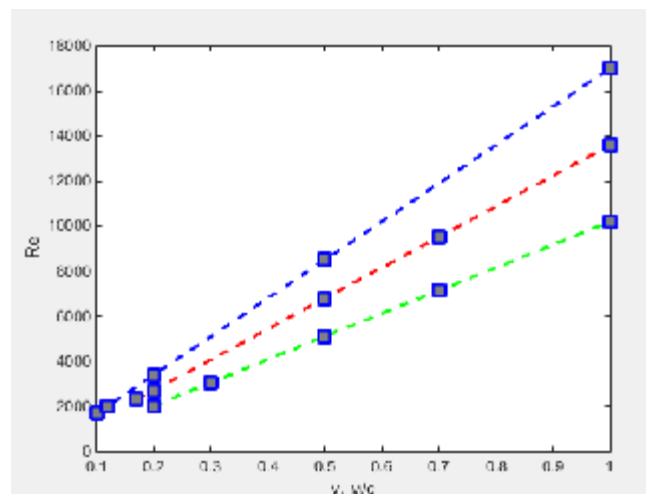


Рис. 3 – Режими потоку води у трубопроводі

Збільшимо необхідну нам ділянку та проведемо пряму, що відобразатиме критичне значення числа Рейнольдса (Re=2320), при якій відбувається зміна режиму потоку з ламінарного до турбулентного (в зоні гладкостінного тертя, в зоні змішаного тертя та в зоні квадратичного опору).

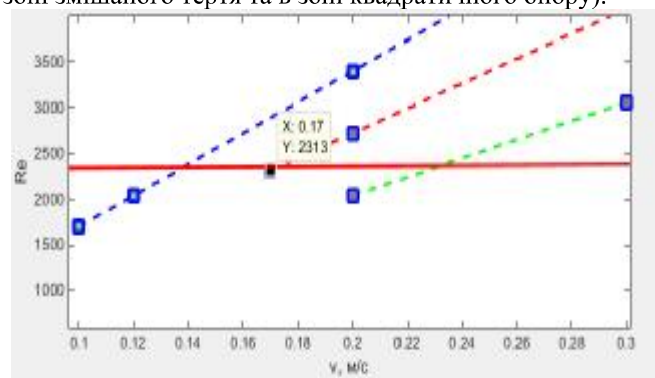


Рис. 4 – Відображення значень відповідно до числа Рейнольдса

ВИСНОВКИ

Розроблено гідравлічну модель трубопроводу з давачем мутності та програму в середовищі MATLAB, що дозволяють вибрати режим роботи і параметри трубопровідної системи, для забезпечення ламінарного потоку води через давач мутності.

Встановлено, що перехід від ламінарного до турбулентного режиму руху проходить швидше при збільшенні питомої масової швидкості потоку, збільшенні еквівалентного діаметра трубопроводу та зменшенні коефіцієнта в'язкості рідини.

ЛІТЕРАТУРНА REFERENCES

- [1] Дмитрієв Ю.О. Давач мутності води для системи автоматичного контролю забрудненості річкових вод [Текст] / О.Ю.Дмитрієв, О.Л.Заміховська, С.Я.Липка // Методи і засоби діагностики в техніці і соціумі МіЗД ТС-2018: матеріали VI(XXX) Міжн. міжвуз. - школи-

семінару, 17-18 груд. 2018 р. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – С. 107-112. – ISBN 978-966-694-327-2.

- [2] TINKERCAD [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: www.tinkercad.com.
- [3] В . А. Справочник по гидравлике [Електронний ресурс] / .А. Большаков В. – 1977. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cawater-info.net/library/rus/hist/bolshakov/pages/001.htm>

Features of the use of neural network to the classification of eye diseases

Mahmoud Smaida

The national university of water and Environmental Engineering
Rivne, Ukraine
Smaida20012001@gmail.com

Yaroshchak Serhii

Applied mathematics
The national university of water and Environmental Engineering
Rivne, Ukraine
s.v.yaroshchak@nuwm.edu.ua

Abstract—Deep learning is the most technology in 21century and it gives more information about how computers can understand data and learning from. In deep learning, networks of artificial neurons analyse large dataset to automatically discover patterns. In this paper, we will introduce the part of these techniques to know how can we use deep learning to create our own model to diagnosis of eye diseases. If we talk about diagnosis recognition medical imaging, that means we will explain some basic of computer vision field, and how can we explore this field to classifiers the dataset using deep neural network, But the most idea will be addressed is the evaluation performance model using confusion matrix. In this study, we will compare three models of neural network, CNN, Vgg16 and Inceptionv3 in order to evaluate performance of the models.

In our work, a deep learning convolutional network based on Keras and TensorFlow is deployed using python for image classification. a number of different images, which contains four types of eye diseases, namely Diabetic retinopathy, Glaucoma, Myopia and Normal are used for image classification. Three different structures of neural network, CNN, VGG16 and Inception V3 are compared on GPU system in Google Colab, with three different combinations of classifiers. It is shown that, the results for each combination and observed that for multi-image classification, Inception V3 combination gives better classification accuracy (81.00 %) than any other models. Using of confusion matrix showing us where our classifier is confused when it makes prediction.

Keyword—Inception V3, CNN, Vgg16, eye diseases, confusing matrix, Deep Learning, Diabetic retinopathy, Glaucoma, Myopia.

I. INTRODUCTION

One of the most important features of the use of neural network are confusion matrix. It is not specific to a neural network but it is applicable in general to any classification algorithm.

Confusion matrix basically gives us an idea about how well our classifier has performed with respect to performance on individual classes. It is also identified as a performance measurement technique for Machine learning classification. typically, a confusion matrix is filled up based on the test set whose true labels is known. The test data is passed through the classifier and predictions are noted. A table of predicted labels vs true labels is then filled out.

Confusion matrixes are important because it tells how accurate a model's outcomes, evaluate the performance of a classification model and allowing developers to determine which data their model may be unable to classify correctly.

In this study, we need to know the performance of the classification model on a test dataset to see the actual values. Classification accuracy alone can be misleading if you have an unequal number of observations in each class or if you have more than two classes in your dataset. Computing the confusion matrix can give you a better idea of how well your classification model works and what mistakes it makes.

The name of our project is Development of Neural Network Algorithms for Automation of Early Diagnostics of Eye Diseases (GMDsystem), it is a neural network expert system to assist ophthalmologist in medical frontlines to diagnose early eye diseases (Diabetic retinopathy, Glaucoma, Myopia and Normal). In disease detection, for example, in our work we have three diseases for classification, the accuracy result could be high or low, it rely on the model. So, we need to determine which data our model may be unable to classify correctly.

The first step in evaluating a classification is to check confusion matrix. Indeed, a number of statistical models and accuracy measures are based on confusion matrix. digital colour fundus photographs of the retina as it shown in Fig 1, the focus will be on the features of the images to detect eye diseases [1]. using convolution neural network CNN, VGG16 architecture and InceptionV3.

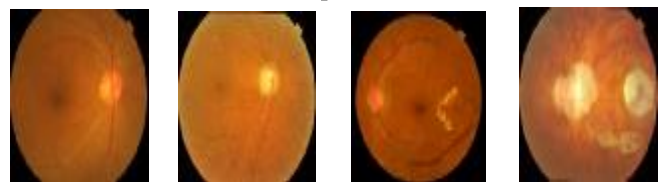


Figure 1: Normal Fundus, Glaucoma, Diabetic retinopathy and Myopia

II. PROBLEM FORMULATION

Eye diseases have a large variety of forms, the textures are sometimes hard to be identify and recognized by optometrist. Therefore, using information technology to improve current system must be made to provide maximum comfort to the patient/optometrist and improve health care. In this paper we will using the confusion matrix to evaluate three different CNN architecture to determine in which disease our model unable to classify correctly.

III. RELATED WORK

Many researchers have suggested their work using neural network Most of these studies have been conducted

recently, focusing on modern research and facts. Review of few is as below:

Labatut, Vincent, and Hocine Cherifi. [2] In this work, the author reviewed the main measures used for accuracy assessment, from a specific classification perspective. they consider the case where one wants to compare different classification algorithms by testing them on a given data sample, in order to determine which, one will be the best on the sampled population. the authors considered three factors: changes in the error level, in the class proportions, and in the number of classes. Authors then compared the measure from a more theoretical point of view. In the situation studied here, it turns out several traits of the measures are not relevant to discriminate them. First, all monotonically related measures are similar to their work, because they all lead to the same ordering of algorithms. This notably discards a type of chance correction. Second, their range is of little importance, because authors considering relative values. Finally, complex measures based on the combination of other measures are difficult or impossible to interpret correctly. Under these conditions, authors advise the user to choose the simplest measures, whose interpretation is straightforward. They recommend using both the TPR and PPV, or a meaningful combination such as the F-measure. A weight matrix can be used to specify differences between classes or errors.

Visa, Sofia, et al. [3] Authors introduces a new feature selection technique and illustrates it on a real dataset. The proposed approach creates subsets of attributes based on two criteria: (1) individual attributes have a high discrimination (classification); (2) the attributes in the subset are complementary - that is, they misclassify different classes. The method uses information from the confusion matrix and evaluates one attribute at a time.

Nezami, Omid Mohamad, et al. [4] This paper presents a deep learning model to improve engagement recognition from images using pre-training on available basic facial expression data, before training on specialized engagement data. In the first of two steps, a facial expression recognition model is trained to provide a rich face representation using deep learning. In the second step, the authors used the model's weights to initialize their deep learning-based model to recognize engagement. The model was trained on new engagement recognition dataset with 4627 engaged and disengaged samples. The results were the engagement model outperforms effective deep learning architectures that the authors applied for the first time to engagement recognition.

Loussaief, Sehla, and Afef Abdelkrim. [5] The authors used different techniques and algorithms in machine learning framework for image classification. They introduced the Bag of Features paradigm used for input image encoding and highlighted the SURF as its technique for image features extraction. Confusion matrix was applied to evaluate the works. Through experimentations they proofed that using SURF local feature extractor method for image vector representation and SVM (cubic SVM) training classifier performs best prediction average accuracy.

Bizios, Dimitrios, et al. [6] compare the performance of two machine learning classifiers (MLCs), artificial neural networks (ANNs) and support vector machines (SVMs), with input based on retinal nerve fibre layer thickness (RNFLT) measurements by optical coherence tomography (OCT), on the diagnosis of glaucoma.

No differences between ANN and SVM were observed in this study. Both MLCs performed very well, with similar diagnostic performance. Input parameters have a larger impact on diagnostic performance than the type of machine classifier. the results suggest that parameters based on transformed A-scan thickness measurements of the RNFLT processed by machine classifiers can improve OCT-based glaucoma diagnosis.

IV. DATA DESCRIPTION

Kaggle: A data science site that contains a variety of externally-contributed interesting datasets. You can find all kinds of niche datasets in its master list, from ramen ratings to basketball data to and even Seattle pet licenses[11].

The dataset comprises more than 35 breeds of eye diseases. To make it simpler, we'll reduce the dataset with the 4 main breeds. The dataset is comprised of photos of Glaucoma, Myopia, Diabetic retinopathy and Normal eye provided as a subset of photos from a large dataset of 955 Retinal Image. all the images were collected in total from Kaggle dataset, In high resolution images.

The images will be the input of our CNN. We are provided a training set and a test set of images of eye diseases. Each type of images has individual folder and each image has a filename that is its unique id.

Python language will be used to achieve our goal in google colab environment.

Table 1: Number of images according to eye diseases

Glaucoma	Myopia	Diabetic retinopathy	Normal eye
161	54	180	560

V. RESEARCH METHODOLOGY

The flow diagram of the three proposed methodologies is shown in fig.2 and fig.3. Each block of proposed flow diagram is clearly labelled and represents processing steps. Using these methodologies, we compare three different structure of CNN, VGG 16 and inception V3 in order to evaluation using confusion matrix.

Firstly, step image dataset is prepared, there are 4 files in dataset, which contains 955 images of Diabetic retinopathy, Glaucoma, Myopia and Normal, where 955 images used for training and 190 images used for testing purpose. In next steps, we fit the created CNN to image dataset and Train, Test the system with training and test datasets respectively. Finally, we obtain the accuracy for different CNN structures and compare these accuracies for performance measurement, and then get the resultant CNN structures.

Three methods are studied in this paper in order to evaluate our classifier using confusion matrix:

- The CNN consists of three hidden layers and pooling layers occurring in an alternating fashion.

- Pre-trained CNNs based VGG 16 algorithms using the last block layer training (Block 5).
- Pre-trained CNNs based Inception v3 algorithms using the last block layer training ('mixed6').

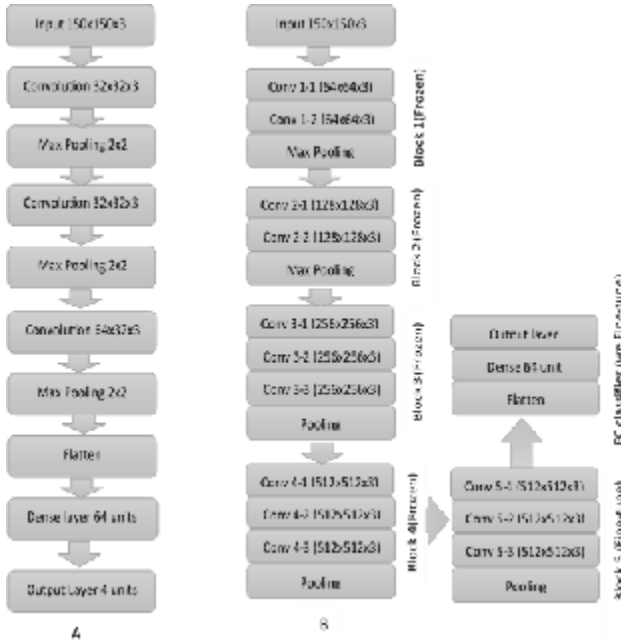


Figure2: The block diagram of CNN and VGG 16

A. Convolution Neural Network:

As the fig.2 shown for convolutional layer, the size of input image is set to 150*150 pixels with 3 channels (RGB). To extract the features from the image we use 32 filters of size 3*3 pixels. For pooling layer, we use a window of size 2*2 pixels, which used to compress the original image size for further processing. After that we use another convolution layer used 32 filters with size 3*3 and max pooling size 2*2. The last convolution layers are used 64 filter size 3*3 with max pooling size 2*2. And then we use fully connection (Dense 64 units) and output layer (4 unit) for predict the eye diseases. CNNs adjust their filter weights through backpropagation, which means that after the forward pass, the network is able to look at the loss function and make a backward pass to update the weights.

In experiment, we use confusion matrix to evaluate our work, and analyze that which combination gives better classification accuracy for eye disease classification.

B. VGG 16

Is a convolutional neural network architecture developed by Visual Geometry Group from oxford university in 2014. This model loads a set of weights pre-trained on ImageNet used 16-layer network.

The size of the input images in VGG16 network are 224x224 RGB, Images are passed through 5 blocks of convolutional layers, where each block consists of an increasing number of 3x3 filters. The stride is fixed to 1 while the convolutional layer inputs are padded. Blocks are separated by maximum pooling layers. Maximum pooling is done over 2*2 windows with stride 2. the five blocks of

convolutional layers are followed by three fully connected layers (FC). The last layer is a soft-max layer that represented the output layer. The full form is shown in Fig.2 [12].

C. Inception V3

Inception-v3 is a convolutional neural network (CNN) which has 48 deep layers that trained on more than a million images from the ImageNet database. It can classify images into 1,000 categories of objects [13, 14].

Inception-v3 is one of the most famous models can be used for transfer learning, it is allowing to retrain the final layers of existing model, resulting in a significant decrease time training and the time the size of the dataset required. As mentioned above inception-v3 trained on more than million images from the ImageNet database, which means you can maintain the knowledge that the model had learned during its original training and apply it to smaller dataset, the resulting in highly accurate classifications without the need of training all the model and computational power.

Inception Layer as the Fig.3 show is a combination of set of layers (namely, 1*1 Convolutional layer, 3*3 Convolutional layer, 5*5 Convolutional layer) with their output filter banks concatenated into a single output vector forming the input of the next stage.

In addition to the layers mentioned above, there are some important points in the original inception layer:

- 1*1 Convolutional layer before applying another layer, which is mainly used for dimensionality reduction.
- Parallel Max-Pooling layer, which provides another option to the inception layer.

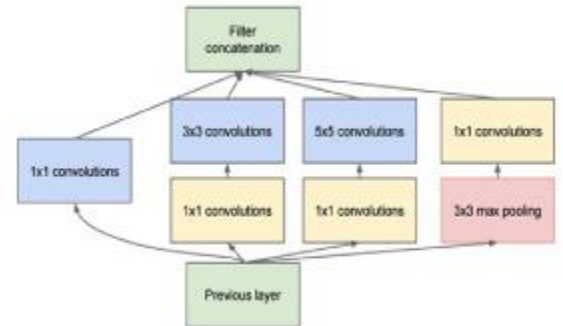


Fig.3: The block diagram of Inception V3

VI. SELECTED MEASURES

In this section, we formally describe the most common measures used to compare the classifiers. various measures based on a marginal rate of the confusion matrix. In this article, the comparison will be done using the confusion matrix to measure the model's Recall, Precision, Accuracy and F-measure.

	Class1 Predicted	Class2 Predicted
Class1 Actual	TP	FP
Class2 Actual	FN	TN

Let us understand TP, FP, FN, TN for two class classification:

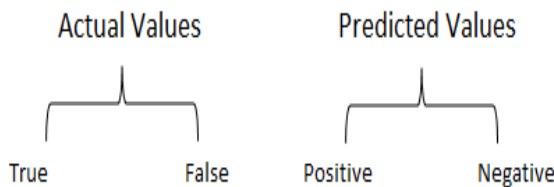
True Positive (TP): Your predicted positive and it is true.

True Negative (TN): Your predicted negative and it is true.

False Positive (FP): your predicted positive but it is false.

False Negative (FN): You predicted negative but it is false.

We describe predicted values as Positive and Negative. And actual values as True and False.



How to Calculate Confusion Matrix for a 2-class classification problem:

Recall or Sensitivity: Is a measure of completeness or quantity. simply, high recall means that an algorithm returned most of the relevant results.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

Precision: Is a measure of exactness or quality, high precision means that an algorithm returned substantially more relevant results than irrelevant ones.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

Specificity: corresponds to the true negative rate of the considered class.

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{TN + FP}$$

Accuracy: Is a measure of how much we predicted the classes correctly.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP}{TP + FP + FN + TN}$$

F-measure: F-score helps to measure Recall and Precision at the same time to make them comparable. Because it is difficult to compare two models with low precision and high recall or vice versa.

$$\text{F-measure} = \frac{2 * \text{Recall} * \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}}$$

VII. EXPERIMENTS AND RESULTS

According to the models that we explained above, all these models are implemented using python language in google Colab environments, and applied eye diseases as a dataset (Diabetic Retinopathy, Glaucoma, Myopia and Normal) for classification.

In our experiments, we use four categories of classification (eye diseases) according to the models above in order to compare them in accuracy using the confusion matrix to obtain the best model for the detection of eye diseases, and determine in any class the models confuse.

A. Results on CNN

In this model, The CNN structure has been applied as it

		Predicted				
Actual		Diabetic	Glaucoma	Myopia	Normal	Total
	Diabetic	10	0	19	7	36
	Glaucoma	0	0	18	14	32
	Myopia	0	0	10	0	10
	Normal	0	0	31	81	112
	Total	10	0	78	102	

shown in Fig.2 A, with eye diseases dataset and the results reported as show in Table.2 below:

Table.2: CNN confusion matrix



Figure4: CNN confusion matrix

Here, how to read this matrix:

- The total number of test example of any class would be the sum of corresponding row (**i.e. the TP+FN for that class**).
- The total number of FN for a class is sum of value of the corresponding row (**excluding the TP**).
- The total number of FP for a class is sum of value of the corresponding column (**excluding the TP**).
- The total number of TN for a certain class will be the sum of all columns and rows (**excluding that class's column and row**).
- All results shown in Table.5.

B. Results on VGG16

The structure of VGG16 as it shown in Fig.2 B has been applied with fine-tune the final layers (Block 5+Fully connected). The results reported as the following in Table.3:

Table.3: VGG confusion matrix

		Predicted				
Actual		Diabetic	Glaucoma	Myopia	Normal	Total
	Diabetic	35	0	1	0	36
	Glaucoma	12	10	1	9	32
	Myopia	2	0	8	0	10
	Normal	8	6	0	98	112
	Total	57	16	10	107	190

Table.4: InceptionV3 confusion matrix

		Predicted				
Actual		Diabetic	Glaucoma	Myopia	Normal	Total
	Diabetic	33	0	2	1	36
	Glaucoma	8	9	4	11	32
	Myopia	0	0	10	0	10
	Normal	10	0	0	102	112
	Total	51	9	16	114	190



Figure6: Inception v3 confusion matrix

The result shown in Table.5.

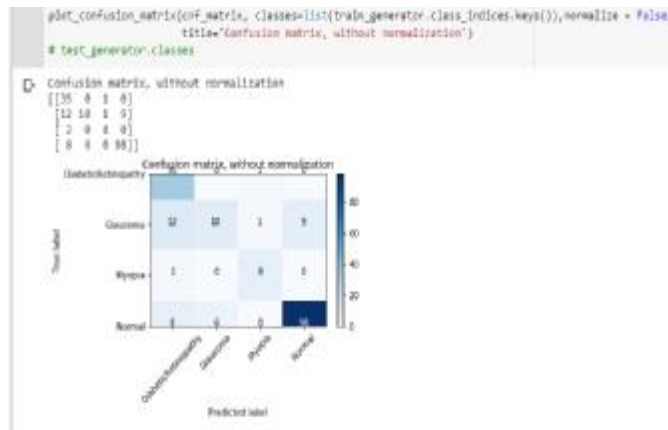


Figure5: VGG confusion matrix

The result as shown in Table.5.

C. Results on Inception v3

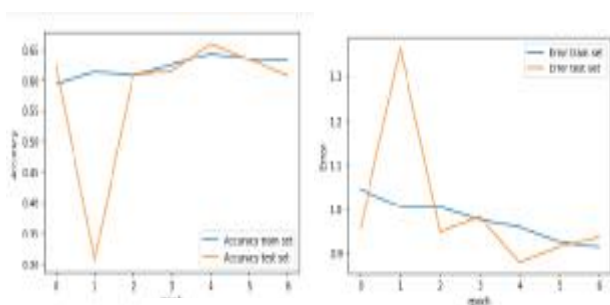
As shown in Fig.3, we applied the structure of inception v3 with pre-training and the results documented as the following in table.4:

VIII. RESULTS

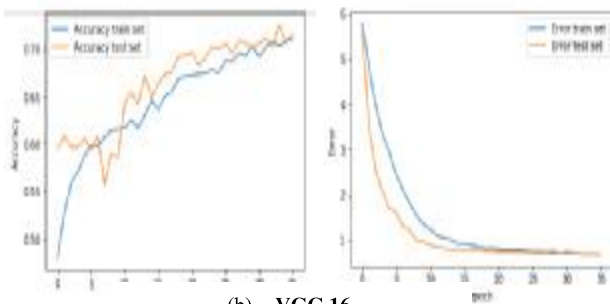
There are three classification accuracies obtained (as shown in table 5) from above models, and these accuracies are graphically represented in below graphs (a, b, c), where each model structure shown with epochs and accuracies.

Table.5: Obtained accuracies with different combinations of confusion matrix

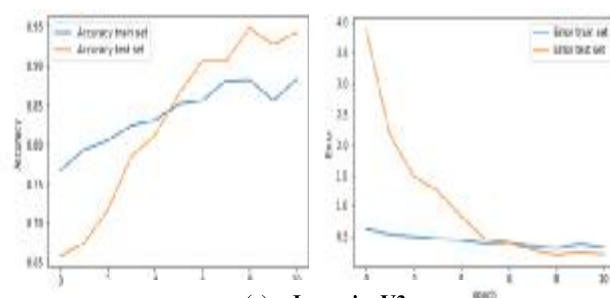
Models	Recall			Precision			Specificity			F-Score			Accuracy
	Diabetic Retinopathy	Glaucoma	Myopia	Normal	Diabetic Retinopathy	Glaucoma	Myopia	Normal	Diabetic Retinopathy	Glaucoma	Myopia	Normal	Overall
CNN	0.277	0.000	1.000	0.723	1.000	0.000	0.128	0.794	1.000	1.000	0.622	0.764	53.1 %
VGG16	0.972	0.625	0.800	0.875	0.614	0.312	0.800	0.915	0.857	0.962	0.980	0.884	79.4 %
InceptionV3	0.916	0.281	1.000	0.910	0.647	1.000	0.625	0.894	0.883	1.000	0.966	0.846	81.0 %



(a) CNN



(b) VGG 16



(c) InceptionV3

We compare accuracies of graph a, b and c, and we find out the following:

- Inception v3 with Fine-tune (graph c) gives better accuracy 81.00 %, which is far better than accuracies of graph a (53.1 %) and graph b (79.4 %).
- The confusion matrix shows that all classification model is confused with Glaucoma when it makes prediction. Therefore, this problem must be addressed to optimize the classification.

CONCLUSION

Deep learning is a learning method for data analysis and predictions, now days it also become very popular for image classification problems, in this paper we have presented three systems for multi-class classification and we found that the deep neural network models can outperform traditional methods that rely on image classification.

We have compared between three models of multiclass classification CNN, VGG16 and Inception V3 in order to measure the accuracy using confusion matrix, to know where exactly the classifier confuse. Due to the small number of the training datasets (eye diseases), we implemented the Fine-tuning and data augmentation to increase the accuracy of experiments in the test set. All the models mentioned above are deployed using python for multiclass image classification. In this study, we compared these three different structures of CNN on GPU system using google Colab. With experiments, we obtained results for each combination and observed that for multi-image classification, Inception V3 combination gives better classification accuracy (81.00 %) than any other models as it shown in table.5. So, the using of confusion matrix shows all classification models in varying proportions are confused with Glaucoma when it makes prediction.

REFERENCES

- [1] American Macular Degeneration Foundation www.macular.org, 2019.
- [2] Labatut, Vincent, and Hocine Cherifi. "Evaluation of performance measures for classifiers comparison." *arXiv preprint arXiv:1112.4133* (2011).
- [3] Visa, Sofia, et al. "Confusion Matrix-based Feature Selection." *MAICS 710* (2011): 120-127.
- [4] Nezami, Omid Mohamad, et al. "Automatic Recognition of Student Engagement using Deep Learning and Facial Expression." *arXiv preprint arXiv:1808.02324* (2018).
- [5] Loussaief, Sehla, and Afef Abdelkrim. "Machine learning framework for image classification." 2016 7th International Conference on Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT). IEEE, 2016.
- [6] Bizios, Dimitrios, et al. "Machine learning classifiers for glaucoma diagnosis based on classification of retinal nerve fibre layer thickness parameters measured by Stratus OCT." *Acta ophthalmologica* 88.1 (2010): 44-52.
- [7] LeCun, Y., Bengio, Y., et al. (1995). Convolutional networks for images, speech, and time series. The handbook of brain theory and neural networks, 3361(10):1995.
- [8] Krizhevsky, A., Sutskever, I., and Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in neural information processing systems*, pages 1097–1105.

- [9] Graves, A., Mohamed, A.-r., and Hinton, G. (2013). Speech recognition with deep recurrent neural networks. In *Acoustics, speech and signal processing (icassp)*, 2013 IEEE international conference on, pages 6645–6649. IEEE.
- [10] Kim, Y. (2014). Convolutional neural networks for sentence classification. *arXiv preprint arXiv:1408.5882*.
- [11] Open Dataset Finders, <https://lionbridge.ai/datasets/the-50-best-free-datasets-for-machine-learning/>, 2019
- [12] Tindall, Lucas, Cuong Luong, and Andrew Saad. "Plankton classification using vgg16 network." (2015).
- [13] Szegedy, Christian, et al. "Going deeper with convolutions." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2015.
- [14] ImageNet. <http://www.image-net.org/>, 11/2019
- [15] Understanding Confusion Matrix. <https://towardsdatascience.com/understanding-confusion-matrix-a9ad42dcfd62.11/2019>
- [16] Priss, Uta. *Proceedings of the Tenth Midwest Artificial Intelligence and Cognitive Science Conference*. AAAI Press, 1999.
- [17] Chaudhari, Ms Pooja, and Girish A. Kulkarni. "Using Artificial Neural Network to Detect Glaucoma with the Help of Cup to Disk Ratio."
- [18] Somfai, Gábor Márk, et al. "Automated classifiers for early detection and diagnosis of retinopathy in diabetic eyes." *BMC bioinformatics* 15.1 (2014): 106.
- [19] Silberman, Nathan, et al. "Case for Automated Detection of Diabetic Retinopathy." *AAAI Spring Symposium: Artificial Intelligence for Development*. 2010.
- [20] Priya, R., and P. Aruna. "SVM and neural network based diagnosis of diabetic retinopathy." *International Journal of Computer Applications* 41.1 (2012).
- [21] Luculescu, Marius Cristian, and Simona Lache. "Computer-aided diagnosis system for retinal diseases in medical imaging." *WSEAS Trans Syst* 7 (2008): 264-276.
- [22] Köhler, Thomas, et al. "Computer-aided diagnostics and pattern recognition: Automated glaucoma detection." *Teleophthalmology in Preventive Medicine*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2015. 93-104.
- [23] Xu, Kele, Dawei Feng, and Haibo Mi. "Deep Convolutional Neural Network-Based Early Automated Detection of Diabetic Retinopathy Using Fundus Image." *Molecules* 22.12 (2017): 2054.
- [24] Adrian Rosebrock, "Keras Conv2D and Convolutional Layers", <https://www.pyimagesearch.com/2018/12/31/keras-conv2d-and-convolutional-layers/>, on December 31, 2018.
- [25] Maher, Raju, et al. "Automated detection of diabetic retinopathy in fundus images." *International Journal of Emerging Research in Management and Technology* 4.11 (2015): 137-145.
- [26] B.J. Erickson, B. Bartholmai, Computer-Aided Detection and Diagnosis at the Start of the Third Millennium, *Journal of Digital Imaging*, nr. 15, pag. 59–68, 2002.
- [27] M. Luculescu, S. Lache, MaculaTEST – Computer-Aided Diagnosis System for Macular Diseases, The 6th WSEAS International Conference on COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, MANMACHINE SYSTEMS and CYBERNETICS (CIMMACS '07), Puerto De La Cruz, Tenerife, Canary Islands, Spain, December 14-16, 2007, pp.77-82.
- [28] Attia, Mohammed, et al. "Multilingual multi-class sentiment classification using convolutional neural networks." *Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018)*. 2018.
- [29] Pavithra, G., and T. C. Manjunath. "Design of algorithms for diagnosis of primary glaucoma through estimation of CDR in different types of fundus images using IP techniques." *Int. J. Innov. Res. Inf. Secur.(IJIRIS)* 4.5 (2017): 12-19.
- [30] Kumar, P. S. J., and Sukanya Banerjee. "A survey on image processing techniques for glaucoma detection." *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)* 3.12 (2014).
- [31] González, Javier, Michael Osborne, and Neil D. Lawrence. GLASSES: Relieving the myopia of Bayesian optimisation." (2016).
- [32] Fandango, Armando. *Mastering TensorFlow 1. x: Advanced machine learning and deep learning concepts using TensorFlow 1. x and Keras*. Packt Publishing Ltd, 2018.
- [33] Ganguly, Kuntal. *Learning Generative Adversarial Networks: Next-generation Deep Learning Simplified*. Packt Publishing, 2017.
- [34] Pujari, Pradeep, Md Rezaul Karim, and Mohit Sewak. "Practical Convolutional Neural Networks." (2018).
- [35] Manaswi, Navin Kumar, Navin Kumar Manaswi, and Suresh John. *Deep Learning with Applications Using Python*. Apress, 2018.
- [36] Kelly, Sloan. *Python, PyGame and Raspberry Pi Game Development*. Apress, 2016.
- [37] Ketkar, Nikhil. *Deep Learning with Python*. Apress, 2017.

Еволюція Проектних Команд та Методи Керування Ними

Софія Слупська
кафедра Прикладної математики
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харків, Україна
sophia.slupskaya@gmail.com

Володимир Кобзєв
кафедра Прикладної математики
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харків, Україна
volodymyr.kobziev@nure.ua

Evolution of Project Teams and Methods for Managing Them

Sophia Slupskaya
Applied Mathematics Department
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
sophia.slupskaya@gmail.com

Volodymyr Kobziev
Applied Mathematics Department
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
volodymyr.kobziev@nure.ua

Анотація—Ця стаття відображає сучасні погляди на формування та керування командою. Також у цій статті наведені приклади формування команди, комунікації в команді та причини, через які люди можуть йти з команди.

Abstract—This article reflects current views on team formation and management. This article also gives examples of team formation, team communication, and reasons why people may leave the team.

Ключові слова—команда, менеджмент, керування командами, методології, розробники

Keywords—team, management, team management, methodologies, developers

I. ВСТУП

Ще 20-30 років тому в проектному менеджменті найчастіше використовувалися предиктивні методології («жорсткі»). Їх суть полягала в тому, що продукт не мав змінюватися під час розробки. Тобто спочатку була стадія аналізу для виявлення всіх вимог, написання документації, її затвердження, а потім вже починалися процеси розробки та тестування. Наприкінці проекту результат був не завжди актуальний, це є головною проблемою предиктивних методологій.

Але з розвитком сучасних технологій, з'явилася потреба «буди завжди в тренді», тому почав змінюватись підхід к розробці проекту і активно розвиватися проектний менеджмент.

II. ПРОЕКТНА КОМАНДА

Команда — це ресурс проекту, який розподіляє завдання.

Проектна команда складається з розробників, дизайнерів, тестувальників та проектного менеджера.

В сучасних компаніях команду формують за принципом трикутника: кількість найбільш досвідчених

розробників («senior») відповідає вершині трикутника, кількість найменш досвідчених розробників — основі трикутника («junior»), в середині — розробники які мають певну кількість років досвіду та називаються «middle». Наприклад, 1 сеньйор, 2 мідл-розробника та 3 джуніор-розробника. Сеньйор виступає в ролі лідера, визначає правила та напрямки роботи команди. Мідл-розробники разом з сеньйором виконують середні та важкі задачі, «навчають» та «поширюють знання» з джуніор-розробниками. Кожен джуніор-розробник навчається у «старших» та виконує легкі/середні задачі.

У єдиної команди — одна ціль, яка набагато більше, ніж прагнення окремої особистості. Коли команда має «цілісність» та втілює одну ціль, по показує більш ефективні показники, ніж та команда в якій немає «цілісності».

Одним з важливих факторів є те коли кожен з команди розуміє яку цінність дає розроблений продукт користувачам, та те що цю цінність визнають інші.

Також важливим фактором є здатність команди думати однаково та в одному напрямку, тоді команда буде сприймати та аналізувати нову інформацію з однакової позиції, кожен може брати участь в прийнятті запропонованого рішення та відверто обговорювати запропоновану ідею між собою.

A. Комунікація в команді

Найефективніший спосіб комунікації між учасниками команди — безпосереднє спілкування між учасниками команди, незалежно від того розподілена це команда або знаходиться у межах певної території. Інструменти комунікації та налагодження стосунків в команді:

- Щоденні мітинги-апдейти.
- Щотижневі мітинги-апдейти.
- Ретроспектива після ітерації та/або проекту.

- Грумінг перед новою ітерацією.
- Мітинги один-на-один з кожним учасником команди під час розробки проекту.
- Тимбілдинги.

В. Ознаки самоорганізованої команди

В роботі [1] наведені ознаки самоорганізованої команди, на які посилаються всі сучасні джерела:

- Кожна людина відповідальна за мету проекту. Такий рівень відповідальності можливий, якщо для досягнення поставлених цілей команда має право приймати рішення і кожен її учасник може висловити свою думку про планування і виконання проекту.
- Члени команди поважають один одного. Якщо в команді панує атмосфера взаємної поваги, то ніхто не сумнівається, що кожен намагатиметься виконати свою роботу максимально добре.
- Всі зосереджені на роботі. В ході ітерації кожен член команди повністю концентрується на цій роботі. Коли кожен член команди фокусується на цілях ітерації і має право робити все для їх досягнення, то вся команда здатна самоорганізуватися і вибрати інший напрямок роботи, якщо потрібно щось змінити.
- Команди цінують відкритість. Члени команди завжди повинні бути в курсі того, чим зайнятий кожен і наскільки це наближає проект до мети. Ось чому практики в базовій scrum-моделі спрямовані на стимулювання відкритості серед членів команди. Наприклад, дошки завдань дозволяють візуалізувати робочий процес для всіх учасників команди, бачити який обсяг робіт виконаний, а що ще належить зробити кожному учаснику команди.
- Члени команди мають мужність відстоювати проект. Коли менеджер проекту відкидає непрозорість і вибирає відкритість, то це робить сильною команду. Це вимагає мужності, але підсумком стають кращий продукт і в найкращому робочому стані.

С. Еволюція проектної команди

Нижче наведені основні причини коли люди йдуть з команди та методи для запобігання цього:

- Відчувають себе знеособленими, для уникнення:
 - у всіх церемоніях беру участь всі члени команди;
 - рішення приймаються з огляду на голос кожного.
- Відчувають себе непотрібними, для уникнення:
 - ясні цілі;
 - результат - працюючий продукт;

- оцінка і пріоритезація роботи з боку замовника.
- Їх здобутки не вимірні, для уникнення:
 - ретроспектива, мітинги, чесний фідбек;
 - візуалізація робочого процесу.

Якщо менеджер хоча б час від часу використовує інструменти комунікації, наведені вище, то він відчуває настій та самопочуття людей в команді, що може допомогти в запобіганні відходу людей з команди.

III. МЕТОДИ КЕРУВАННЯ КОМАНДАМИ

На сьогоднішній день використовують «гнучкі» методології в менеджменті. «Засновником» «гнучких» методологій вважають Agile.

Agile - це набір методів і методологій, які допомагають вашій команді ефективніше мислити, працювати і приймати рішення [1].

Тобто основний вектор проектного менеджменту – створювати багатфункціональні, автономні, вільні у прийнятті рішень команди з установкою на вдосконалення своїх можливостей [2].

Для таких команд документація потрібна тільки у випадках, коли потрібно деталізувати та/або зафіксувати основну інформацію.

Основна цінність для сучасних компаній – це люди. Менеджер проекту піклується про те щоб команда знаходилася в комфортних умовах та навколишнє оточення сприяло розвитку команди та проекту. Тому що тільки в цих умовах команда зможе створити та принести цінність замовнику та компанії.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день проектний менеджмент розвивається дуже швидко та адаптується до сучасного світу. З'являються нові методології, фреймворки та методи керування командою. Але не всі люди в команді внутрішньо готові бути «самоорганізованими». Повинно пройти ще 20-30 років щоб люди в команді намагалися буди «одним організмом».

Тому сьогоднішня задача менеджера проекту бути якомога більш відкритим та чесним з командою. Бути команді другом, а не начальником. Тільки у цьому випадку команда буде відчувати єдність та буде взмозі підкоряти будь-які вершини.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Дженніфер Грін та Ендрю Стеллман, «Зрозумівши Agile. Цінності, принципи, методології», Видавництво Манн, Іванов і Фербер, 2015, - 448 с.
- [2] Джефф Сазерленд, «Scrum. Революційний метод управління проектами». Видавництво Манн, Іванов Фербер, 2015, - 288 с.

Trading in Real Time using an Expert Advisor using Awesome Oscillator, Stochastic Oscillator Technical Analysis Methods

Oleg Motuzov
Grodno state University
Grodno, Belarus
motusov12@mail.ru

Abstract—The purpose of this work is to test the expert Advisor in real time using different methods of analysis. The object of the research is Forex trading. The subject of the study is a market Advisor.

Keywords—Forex, market, Advisor, method, analysis.

I. INTRODUCTION

Currently, information technology has reached such a level of development that it is possible to manage funds from your personal computer. You can, without leaving your own apartment, around the clock to buy or sell currency, making transactions within a few seconds through the information and trading terminal. Mechanical trading systems – expert advisors are used to automate trading. Advisors, independent work that perform all kinds of operations, from market analysis, calculation of available capital, to the opening and closing of transactions. Develop expert advisors based on trading strategies that show positive results for a certain period of time. Advisors are divided into fully automatic and semi-automatic. The first differ from the second completely Autonomous, so there is no need to interfere with the work of the trader. Semiautomatic is created as a trader's assistant, with which he can perform routine work. For example, to place stop orders and move orders, to place profits. They perform all types of operations, starting with market analysis, calculation of available capital for opening deals, lots, ending with the opening, maintenance and closing of transactions. All these operations are performed by automated Forex experts constantly, regardless of whether the trader watches their work and the market or not. Expert advisors are developed on the basis of trading strategies that show good results for a certain period of time (at least a year). Also, experts are divided into indicator and non-indicator.

II. BENEFITS ADVISOR

Indicator advisors to enter a position use a trading strategy that is based on Forex indicators, and it is not necessary to enter a position, because you can close a position on the indicator, as well as set stop orders. An indicator-free expert Advisor is an expert Advisor that uses a purely mathematical model of calculation to enter positions. Both non-indicator and indicator advisors can be divided by money management. According to money management, the most popular are martingales, setters, varnishers, averagers, as well as classic experts who use stop orders and profit. Martingales – this is one of the most popular cashier among experts, a feature that is a complete disregard for the stop order. The essence of martingale is that the expert Advisor opens a double lot at a loss position and in case of victory wins back a losing position. Setters are experts who place a network of orders above and below the price, and their essence is that wherever the price goes, it gets into the

network, and the adviser pulls out profit from the movement up or down. The weakness of this kind of experts is flat, when the price begins to cling to both purchase orders above the price and below the price. Shifters are advisers who, when a stop order is triggered, flip their deal and enter the side of the stop with a doubled lot. Trend advisors are experts based on a trend strategy. Scalping-these are experts who work with market noise, opening positions often with a small stop order and profit. Channel experts are sharpened to work in the flat, the essence of which is to trade in a narrow range of prices. In General, if you have an understanding of the type of Advisor, you can see its weaknesses. For example, channel experts give a lot of false signals in the trend, and trend constantly catch stop orders in the flat. The most optimal advisors are considered if they are based on all three types of trading strategies that complement each other.

Using expert advisors provides the following advantages:

- does not require a permanent stay at the computer;
- excludes the human factor;
- accelerates the process of making a profit;
- reduces errors when opening and closing trades;
- round the clock trade.

III. DEVELOPMENT ADVISER

AOSO expert Advisor was developed for trading, which uses Awesome Oscillator, Stochastic Oscillator methods. In order to start trading in real time, you first need to test the EA in the previous period. For testing, the settings of time interval, Deposit, currency pair, time frame, leverage are set. First, the EA is tested without optimization, and then the parameters and optimization of the EA are set. The result should be a Sharpe ratio greater than one[1]. Awesome Oscillator is a convenient display of two moving averages in the form of histograms, the location of which you can find interesting trading signals. It is often possible to extract serious profits by entering the market at the very beginning of the nascent movement. Purchase is carried out in the presence of two histograms: the first of them is below zero, the second-above zero. For sales, on the contrary: the first is above zero, the second is below zero. Stochastic Oscillator can be called the most popular oscillator of technical analysis. He is included in a large number of trading tactics and has already been able to prove that he is a faithful assistant to the investor during the search for entry points for trading on the market. For testing, the settings of the time interval, Deposit, currency pair, time frame, leverage are set. First, the EA is tested without optimization, and then the parameters and optimization of the EA are set. The result should be a Sharpe ratio greater than one. The higher the

profit when using a trading strategy, the higher the risk. And at some point, the risk of a loss outweighs the likelihood of a profit. The Sharpe ratio is a parameter that shows how the income from the strategy relates to the potential risk. What should be the Sharpe ratio:

- "1 and above" - the optimal value of the coefficient, indicating a good strategy or high performance portfolio management;
- "0-1" - we can not say that the strategy is very good, because the risks are too high, but its application is possible;
- "0 and below" - on Forex strategy is better not to use, when investing in stock it is better to choose a different portfolio[2].

IV. TRADING RESULT

For more relevant results of the EA, we will trade in real time. The initial balance is \$ 1000. Trading was performed on EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY currency pairs. The trading period with 01.10.2019 for 16.10.2019. The trade balance amounted to 1670,7\$. In total, 90 trades were made. Net profit amounted to 670,7\$, total profit 731\$, the total loss -60,3\$. Of the 90 perfect trades 80 trades were profitable. The biggest profit was \$ 59.8, the biggest loss -

\$2.60. The Sharpe ratio was 1.13 and this suggests that the EA is now fully stable, the risks of its use are minimal.

Thus, the trading Advisor allows you to solve the following tasks: 1. conducting round-the-clock analysis of financial markets and detailed tracking of trading signals; 2. execution of the programmed strategy; 3. Autonomous round-the-clock trading without the participation of a trader and control of all transactions: sending any orders to a Forex broker for transactions without human participation; 4. lightning-fast processing of significant data sets; 5. no illusions about the assessment of certain risks.

REFERENCES

- [1] Shabaker R. Technical analysis and stock market profit. Moscow, 2005, - pp.112.
- [2] Motuzov O. A. expert Advisor, developed on the basis of technical analysis methods of Parabolic SAR, CCI, MA, Economics and regional management: collection of articles of the international scientific-practical conference. Bryansk: BSU, 2017. - pp.699-703.
- [3] Шабакер Р. Технічний аналіз і прибуток фондового ринку. – Москва., 2005. – 112 с.
- [4] Мотузов О. А. Тестування торгового радника, розробленого на основі методів технічного аналізу Parabolic SAR, CCI. Економіка та регіональне управління: збірник статей міжнародної науково-практичної конференції / упоряд. І. Г. Чернишова-Брянськ: БГУ, 2017. - С. 699-703..

Дослідження Методів Трекінгу та Класифікації Об'єктів через Системи Відеонагляду

Сергій Крицький
Факультет математики та інформатики
ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”
Івано-Франківськ, Україна
sergiykrytsky@gmail.com

Exploring Methods of Tracking and Classification of Objects through Video Surveillance Systems

Serhii Krytskyi
Faculty of Mathematics and Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
sergiykrytsky@gmail.com

Анотація—У статті розглянуто поняття комп'ютерного бачення, виявлення, класифікації та відстежування об'єктів на відео. Розроблено алгоритм відстежування об'єктів на основі фільтра Калмана.

Abstract—this article covers the concepts of computer vision, detection, classification and tracking of video objects. An algorithm for tracking objects based on the Kalman filter is developed.

Ключові слова—комп'ютерне бачення, фільтр Калмана, WPF.

Keywords—computer vision, Kalman filter, WPF.

I. ВСТУП

На сьогоднішній день інформаційні технології розвиваються неймовірним темпом. Більшість речей почали автоматизуватися, щоб уникнути наслідків людського фактора. Не винятком стали і відеосистеми. На даний момент є багато систем для виявлення, класифікації і відстежування об'єктів на відео. Проте більшість із них не справляються з проблемами оклюзії, а якщо і справляються, то і з значними похибками і великими навантаженнями на технічне забезпечення, чи просто працюють незалежно один від одного.

Стан таких речей на сьогоднішній день і бажання покращити системи трекінгу, спонукало мене до написання магістерської роботи на вибрану тему

II. Виявлення об'єктів

Отже, що ж таке виявлення об'єктів? Це одна з новітніх, комп'ютерних технологій, яку ми відносимо до сфери комп'ютерного бачення. Вона використовується для того, щоб виявити розміщення і розпізнати об'єкти на відео чи фото. Тобто, алгоритми виявлення об'єктів, дозволяють комп'ютеру самому знаходити і розпізнавати об'єкти, як ми це робимо через власні очі [2].

Найбільше використання ця технологія має в сфері штучного інтелекту, переважно разом (що приносить гарний результат) з класифікацією і трекінгом об'єктів через системи відеонагляду.

III. Класифікація об'єктів

На рівні з виявленням об'єктів стоїть технологія класифікації об'єктів. Основною задачею якої, є оцінка виявлених об'єктів на зображенні. Переважно класифікація відноситься до технік маркування. Можна сказати, що використовуючи цю технологію, комп'ютерне бачення може виконувати такий же процес самостійно, який відбувається в нашому мозку, коли ми пробуємо поділити об'єкти на зображенні на класи, і вертати відмінний результат

Тобто, по суті, класифікація об'єктів відповідає на питання – Що ми бачимо на зображенні [4]?

Так само, як і виявлення об'єктів, класифікація, найбільше використовується в сфері штучного інтелекту. В основному для того, щоб розбити на групи і промаркувати об'єкти на зображенні (у випадку відео – на кадри).

IV. Відстежування об'єктів

Однією з найбільш необхідних технологій в комп'ютерному баченні є відстежування об'єктів на відео. Вона допомагає нам виявляти розміщення об'єктів на відео.

Ця технологія дуже схожа до виявлення об'єктів і тому ми можемо задатися питанням – чому ми використовуємо відстежування об'єктів а не їх виявлення в кожному кадрі відео?

Насправді, відповідь дуже проста [3]. При виявленні, ми не знаємо чи дійсно об'єкт з поточного кадру є тим же об'єктом з минулого кадру (у випадку коли на відео присутні більше одного об'єкта). Відстежування якраз і вирішує цю проблему, і не тільки цю [1]. Можлива ще

ситуація коли наш об'єкт пропадає з поля зору за межами іншого об'єкта (автомобіль заїхав під міст). Відповідно об'єкта в кадрі не має, то не працює виявлення. [5]. І тут знову на допомогу приходить відстежування.

Відстежування об'єктів, так як і минулі технології, найбільше використовується в сфері штучного інтелекту. Проте найкращий результат видає, коли використовується разом з виявленням і класифікацією. Яскравим прикладом є система відео контролю дорожнього трафіку [6], де автомобілі виступають в ролі об'єктів, які виявляються, класифікуються і в подальшому відстежуються.

Як було сказано вище стан речей сучасних доступних методів трекінгу спонукав мене до реалізації власного алгоритму трекінгу

V. WPF

Windows Presentation Foundation - це платформа користувацького графічного інтерфейсу для створення програмних додатків для настільних систем. Але що ж таке графічний інтерфейс? ГКІ (Графічний користувацький інтерфейс) — це кінцевий вигляд програм які користувач може спостерігати на відповідних пристроях. Більшість операційних систем мають ГІ для роботи з комп'ютером.

Сучасні можливості графічного інтерфейсу кінцевого користувача дозволяють створювати додатки з величезним спектром елементів інтерфейсу (поля, кнопки, вікна, ярлики, сповіщення і т.д.). Без ГІ нам потрібно було б малювати ці всі елементи вручну і обробляти все також вручну. Тому і більшість розробників використовують графічний інтерфейс, який виконає більшість основної роботи замість них самих.

Існує багато ГКІ-фреймворків, проте найбільш популярними є ті, які реалізовані на платформі .Net. WPF є значною частиною цієї платформи, яка дозволяє нам якісно, швидко і що основне — зручно, виконувати обробку і дизайн графічного інтерфейсу

VI. ПРИНЦИП РОБОТИ АЛГОРИТМУ

Основний принцип роботи реалізованого алгоритму зображений на рисунку нижче.

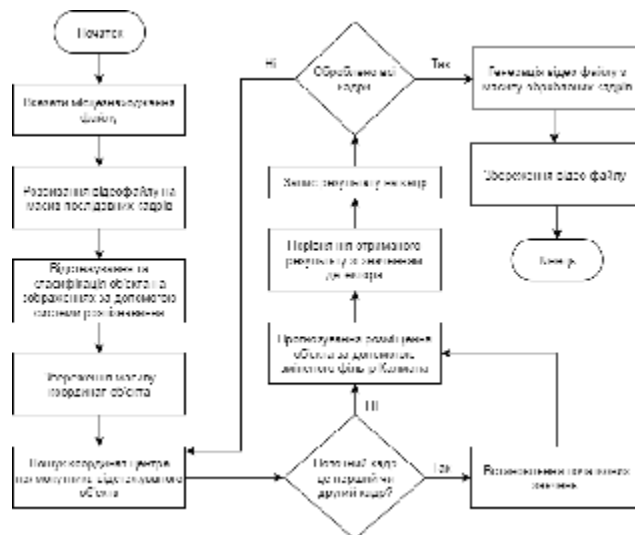


Рис. 1 – Принцип роботи розробленого алгоритму.

Висновки

З вказаного вище можна зробити заключення, що реалізований мною алгоритм має право на існуванні, ба більше, може потенційно використовуватися великими і малими установами для виконання задачі автоматизації виявлення, розпізнавання і відстежування об'єктів на відео.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Селезнева О. В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ МОРСКИХ СУДОВ. - Санкт-Петербург: 2015. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] C. Nguyen, D. Shashev METHODS AND ALGORITHMS FOR DETECTING OBJECTS IN VIDEO FILES. - Tomsk, Hai Phong: 2018.
- [3] Отслеживание объектов в видеопотоке. Методы построения траекторий. // <https://nag.ru/> URL: <https://nag.ru/news/press-release/26927/otslejivanie-obyektov-v-videopotoke-metodyi-postroeniya-traektoriy-.html>.
- [4] Распознавание образов и новое поколение нейронных сетей Microsoft // <https://news.microsoft.com> URL: <https://news.microsoft.com/ru-ru/microsoft-deep-residual-network/>.
- [5] Соловей О.П., Иванов Н.Н. Алгоритм трекинга объектов в реальном времени с обработкой ошибок. - Беларусь: 2013
- [6] Object Tracking using OpenCV (C++/Python) // <https://www.learnopencv.com/> URL: <https://www.learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/>.

Statistical Analysis of Foreign Economic Relations of Ukraine and the Baltic Countries

Glib Tereshchenko
International Economic Relations
Department
V. N. Karazin Kharkiv National
University
Kharkiv, Ukraine
hlib.tereshchenko@nure.ua
ORCID 0000-0001-8731-2135

Volodymyr Kobziev
Applied Mathematics
Department
Kharkiv National University of
Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
volodymyr.kobziev@nure.ua
ORCID 0000-0002-8303-1595

Iryna Kyrychenko
Software Engineering
Department
Kharkiv National University of
Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
iryna.kyrychenko@nure.ua
ORCID 0000-0002-7686-6439

Статистичний Аналіз Зовнішньоекономічних Зв'язків України і Країн Балтії

Гліб Терещенко
Кафедра Міжнародних Економічних
Відносин
Харківський Національний
Університет ім. В.Н.Каразіна
Харків, Україна
hlib.tereshchenko@nure.ua
ORCID 0000-0001-8731-2135

Володимир Кобзєв
Кафедра Прикладної
Математики
Харківський Національний
Університет Радіоелектроніки
Харків, Україна
volodymyr.kobziev@nure.ua
ORCID 0000-0002-8303-1595

Ірина Кириченко
Кафедра Програмної
Інженерії
Харківський Національний
Університет Радіоелектроніки
Харків, Україна
iryna.kyrychenko@nure.ua
ORCID 0000-0002-7686-6439

Abstract—An economic and statistical analysis of the current state of foreign economic relations of the Baltic countries and Ukraine in the context of deepening European integration processes is carried out. Estimated indicators of the level of development of foreign economic relations of Lithuania, Latvia and Estonia are calculated using statistical data and the mathematical apparatus. A structural analysis is carried out and the main trends in the development of foreign trade of Ukraine with the Baltic states are revealed. It is shown that according to the results of processing a large data flow of information, one can assess the level of foreign trade relations.

Анотація—Проведено економіко-статистичний аналіз сучасного стану зовнішньоекономічних відносин країн Балтії та України в контексті поглиблення євроінтеграційних процесів. Розраховані оціночні показники рівня розвитку зовнішньоекономічних відносин для Литви, Латвії та Естонії з використанням статистичних даних та математичного апарату. Проведено структурний аналіз та виявлені основні тенденції розвитку зовнішньої торгівлі України з Прибалтійськими державами. Показано, що за результатами обробки великого інформаційного потоку даних можна оцінити рівень зовнішньоторговельних зв'язків.

Keywords—foreign economic relations, analysis, balance of foreign trade, Ukraine, the Baltic countries

Ключові слова—зовнішньоекономічні зв'язки, аналіз, збалансованість зовнішньоторговельної діяльності, Україна, країни Балтії

I. INTRODUCTION

One of the realities of the modern economy is fierce market competition. In these conditions, a business-oriented approach to managing economic tasks has an advantage over a functional approach. However, management based on business processes cannot be effectively implemented without the use of information technologies and systems. Now the world is on the verge of an information society and an avalanche-like flow of information has flowed onto a person, preventing him from perceiving this information in full.

Modern material production and other areas of activity are increasingly in need of information services and processing a huge amount of data. Informatization of society is one of the laws of modern social progress. And in the concept of “informatization of society”, emphasis should be placed not so much on technical means as on the essence and purpose of social and technical progress – ensuring the full use of reliable, comprehensive and timely knowledge in all types of human activity [1].

In information theory, the concept of the amount of information is associated with the degree of novelty of information about an object, which, in turn, is a consequence of the uncertainty of information about an object. Uncertainty is measurable. In the production of information, hardware, mathematical and software are used. Since information is one of the most valuable resources of society, the process of its processing can, by analogy, be perceived as technology. Applying different technologies to the same material resource, you can get different products. The same is true if information acts as a resource.

II. METHODOICAL RESEARCH DEVICE

The success of the first stages of the integration process between countries depends on the nature of trade relations, their balance and equality. It was this indicator that was proposed to identify possible problems that arise as a result of the creation of integration groups. The methodology for calculating the coefficients of balance of foreign trade in goods / services and the symmetry of foreign trade relations of the two countries - criteria by which the results can be interpreted have been developed in general terms by A. Vanyushkin [2]. This methodology and advanced and grouped coefficients can be used to analyze foreign trade between Ukraine and the Baltic States.

For the estimation of the level of development of foreign trade relations we use the coefficient of balance of foreign trade, which is calculated by the formula:

$$K = \frac{C}{T_3}, \quad (1)$$

where K is the balance factor of foreign trade activity;

C - foreign trade balance (export minus imports);

T_3 - foreign trade (export plus import).

The function becomes zero at $I = E$. Thus, when balancing export and import volumes, the balance factor of foreign trade becomes close to 0. If there is a one-sided relationship, i.e., when the volumes of export and import differ significantly, the value of the coefficient depends on the sign of the external factor. to +1 or -1. A value of +1 or -1 indicates full one-sidedness of foreign trade relations, meaning that these links are represented either by export or import only. When $K = 0$, they should be considered fully balanced.

The foreign trade balance ratio given for assessing the level of foreign trade development has the advantage over the foreign trade balance, since the coefficient automatically includes the level of bilateral trade relations. The coefficient of balance of foreign trade activity allows to carry out simultaneous estimation of export-import transactions, and hence the level of bilateral trade relations between countries [3].

Analysis of the balance of foreign trade relations by means of the coefficient of balance of foreign trade activity is reduced to finding its quantitative value and determining, within the limits of its possible value this value and allows to carry out simultaneous assessment of export-import transactions, and hence the level of bilateral trade relations. The calculations are presented in Table 1.

TABLE I.

Year	The coefficient of balance of foreign trade activity		
	<i>Estonia</i>	<i>Latvia</i>	<i>Lithuania</i>
2002	0,25	0,74	0,24
2003	0,69	0,65	0,27
2004	0,58	0,76	0,50
2005	0,10	0,66	0,02
2006	-0,05	0,52	-0,03
2007	0,18	0,37	-0,02

Year	The coefficient of balance of foreign trade activity		
	<i>Estonia</i>	<i>Latvia</i>	<i>Lithuania</i>
2008	-0,01	0,43	-0,25
2009	-0,27	0,24	-0,36
2010	-0,07	0,34	-0,41
2011	0,18	0,38	-0,44
2012	0,45	0,50	-0,53
2013	0,05	0,27	-0,50
2014	0,03	0,43	-0,48
2015	-0,08	0,27	-0,40
2016	0,19	0,10	-0,31
2017	0,23	0,19	-0,29
2018	0,23	0,32	-0,44

Table 1 shows that for the foreign trade activity of Ukraine and Estonia from 2016 to the present, the coefficient of equilibrium K is within the range of changes from 0 to +0.5. Thus, we can say that foreign trade relations are more or less balanced and are in the area of comparative balance of exports. This is more profitable for Ukraine. However, there were years (2003, 2004) when the K equilibrium coefficient was within the range of changes from 0.5 to 1 – an area of significant imbalance of exports (foreign trade relations not balanced with a significant exaggeration of exports), which indicated greater unilaterality of foreign trade relations. In other words, these links are represented by more exports from Ukraine and 2006, 2008–2010, 2015 – the coefficient of balance K was within the range of changes from -0.5 to 0 – the area of comparative balance of imports.

For foreign trade activity of Ukraine and Latvia since 2007 and up to the present time the coefficient of balance K is within the range of values from 0 to 0.5. Thus, we can say that foreign trade relations are more or less balanced and are in the area of comparative balance of exports. This is more profitable for Ukraine. However, there were years (2002–2006) when the K equilibrium coefficient was within the range of changes from 0.5 to 1 – an area of significant imbalance of exports (foreign trade relations not balanced with a significant exaggeration of exports), which indicated greater unilaterality of foreign trade relations. These links are represented by more export supplies from Ukraine.

Further we observe that for the foreign trade activity of Ukraine and Lithuania since 2006 and up to the present time the coefficient of balance K is within the range of values from -0.5 to 0. Thus, it can be said that foreign trade relations are more or less balanced and in the area of comparative balance of imports. However, there were years (2002–2005) when the K equilibrium coefficient was within the range of changes from 0 to 0.5 – the area of comparative balance of exports, which indicated a greater representation of export supplies by Ukraine and was a pain for our country.

Thus, it can be argued that Ukraine's foreign trade relations with Estonia and Latvia are in the area of comparative balance of exports and are more profitable for Ukraine, and with Lithuania – in the field of comparative balance of imports and more favorable for Lithuania. If we evaluate the bilateral trade relations between Ukraine and the Baltic States as a whole, it can be argued that export-import operations are conducted on a mutually beneficial and equitable basis and are balanced.

III. CONCLUSIONS

It should be noted that the effective implementation of foreign economic activity will contribute to improving the competitiveness of products of domestic producers, and is a determining factor of economic growth, as well as a real lever for structural transformation and stabilization of the national economy of Ukraine.

In order to prevent risks and overcome threats to Ukraine's foreign trade activities with the Baltic countries, it is proposed to:

- diversify the geographical structure of foreign trade while minimizing dependency on individual markets;
- optimize and balance the structure of imports and exports;
- to develop long-term programs of international cooperation of Ukraine with the Baltic countries and leading importers of domestic products, taking into account the dynamics of their development;
- identify the most attractive key regional players for Ukraine, able to ensure that Ukraine's trade interests are taken into account, both in bilateral and regional terms;
- develop a "road map" for intensifying investment cooperation with the Baltic States;
- focus the efforts of the public, corporate and scientific sectors on the creation of Ukrainian high-tech product groups and their promotion into the European market through the Baltic region. These are, first of all, electronics, energy, biotechnology, engineering services;
- identify opportunities for project development in high-tech areas;
- to use the World Trade Organization factor to influence the Baltic States' position on diversification of foreign trade

relations and building more fruitful cooperation with Ukraine.

In conceptual terms, the foreign policy strategy of Ukraine regarding the Baltic Republics should be based on the specificity of these states, which is, first of all, in a certain limited national production, raw materials, financial and other resources, significant dependence of the economies on imported energy resources, stay in balance zone almost around the perimeter of the state borders.

In general, Ukraine's interest in developing equal partnerships with Estonia, Latvia and Lithuania is due to the favorable geopolitical location of the latter, gained positive experience in political and economic reforms, joining European structures and institutions, implementing a balanced policy between the East and the West, as well as the presence in the population of a significant number of citizens of Ukrainian origin [4].

Thus, the results of the analysis make it possible to conclude that there is a need for further integration and increase of foreign trade volumes. And the solution of organizational and economic problems between the countries will promote the growth of both national and regional economies.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Z. V. Arhipova and V.A. Parhomov, "Informacionnye tehnologii v ekonomike", Uchebnoe posobie. Irkutsk: IPO BGUEP, 2003.
- [2] A. S. Vanyushkin, "Vyyavlenie problem razvitiya do sozdaniya integracionnyh obedinenij", Kultura narodov Prichernomor'ya, 2004, № 56, vol. 1, pp. 97–100.
- [3] A. P. Golikov and L. I. Grigorova, "Mezhdunarodnaya trgovlya (struktura, geografiya, tendencii)", Uchebnoe posobie, Harkov: HNU, 2003, P. 172.
- [4] Deklaraciya Gromadskogo Forumu «Spilnota Demokratichnogo Viboru» // Ukrayinskij monitor, 2005, № 48, P. 18.

СЕКЦІЯ 3

Системи управління

Management Systems

Dynamic Model of Production Processes in Macroeconomics

Serhii Yakhin
Institute for Applied System Analysis
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Kyiv, Ukraine
serhii.yakhin@gmail.com

Динамічна Модель Виробничих Процесів у Макроекономіці

Сергій Яхін
Інститут прикладного системного аналізу
НТУУ "Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського"
Київ, Україна
serhii.yakhin@gmail.com

Abstract—The approach is proposed to construct of the production functions theory based on the differential equations of production dynamics formulation that take into account productivity, depreciation and accumulation of real capital.

Анотація—Запропоновано підхід для побудови теорії виробничих функцій на основі диференціальних рівнянь формулювання динаміки виробництва, що враховують продуктивність, амортизацію та накопичення реального капіталу.

Keywords—dynamic model, differential equations, production, capital, labor, income, economic.

Ключові слова—динамічна модель, диференціальні рівняння, виробництво, капітал, праця, дохід, економіка.

The basis for meeting the diverse needs of people is their social labor activity aimed at the production of consumer goods and resources of production (investment products). The production phase of a social product is supplemented by the phases of its distribution, exchange and consumption. Although the phases of distribution, exchange and consumption are completely dependent on the phase of direct production, nevertheless, they have an inverse effect on the functioning and course of social production. Therefore, the study of the interaction and mutual influence of production, distribution, exchange and consumption is a separate task of economic science. However, it should be preceded by the models construction with the functioning of each individual phase.

The theoretical model of the production phase is based on the idea of the production function, which is one of the main provisions of macroeconomics. The production function is called the functional dependence of output (GDP) on production factors or expended resources, among which the

most widely used are the volumes of capital and labor employed in production [1-3]. Despite the quite sufficient history, the existing ideas about production functions and their construction are considered only as the initial accumulation of certain knowledge in the economy[3], since there are still quite a few problems of substantiation, construction and application of production functions. From the well-known production functions of Cobb-Douglas with ideal and Leontiev with zero interchangeability of capital and labor, the Leontiev's function is closer to reality, since specific production capacities always involve a certain amount of people engaged in their work.

Let us to consider the construction of the dynamic model of production processes. Take into account that without production resources products are not manufactured and a specific unit of capital is associated with a certain amount of people employed in its work, the simplest model of production can be represented by the equation

$$\dot{u} = pn, \quad (1)$$

where u is the number of units of manufactured products, n is the number of units of real capital employed in production, p is the productivity of a unit of real capital (capital productivity ratio) per unit time, the point above the parameter is the time derivative.

The left side of (1) represents the national income in material form, if we proceed from the production method for determining GDP and take the year as a unit of time. Moreover, according to the final destination, GDP can be represented as the sum

$$\dot{u} = \dot{m} + \dot{n} + an, \quad (2)$$

where m is the increment in the unit of time of consumer products and services or goods, n is the increment in the unit

of time of investment products or real capital, an is the compensation for depreciation (amortization) of capital, a is the rate of depreciation of capital per unit of time. If a unit of capital employs l people, then the total number of people employed in the production of people L is determined by formula

$$L = ln, \quad (3)$$

the parameters n , a , and l are generally functions of time.

Equation (1) contains two unknown time functions u , n or u , m taking into account (2). To close (1), it is necessary to formulate another equation that describes the law of production accumulation. Although an individual entrepreneur independently accumulates capital on the basis of market conditions and his capabilities, an aggregate form objectively implements some specific law, which, together with the production (1), determines the nature of economic development over time. We obtain the simplest version of the law, assuming that the accumulation of capital in the current period linearly depends on the income of this period, i.e. taking into account depreciation of capital, we can write

$$\dot{n} + an = s\dot{u}, \quad (4)$$

where s is the rate of capital accumulation (production accumulation [2]), which is a dimensionless quantity that does not exceed unity. Substituting (1) in (4), we obtain a first-order differential equation with respect to real capital

$$\dot{n} = (sp - a)n \quad (5)$$

If the parameters s , p , a are constant or are functions of time, then (5) will be linear and its solution is represented by an exponential function

$$n = n_0 \exp \left[\int_0^t (sp - a) dt \right], \quad (6)$$

where n_0 is the initial amount of capital. From (1), (6) we find the national income as a function of time

$$\dot{u} = n_0 p \exp \left[\int_0^t (sp - a) dt \right]. \quad (7)$$

The ratio of the increment in the unit time of national income (7) to national income determines economic growth

$$\frac{\dot{u}}{u} = \frac{\dot{p}}{p} + sp - a \quad (8)$$

Hence, as a special case with $p = \text{const}$, $a = 0$, follows the well-known Harrod–Domar formula for economic growth.

From (6-8) it follows that under the condition $sp - a < 0$ there is a decline in production. Under the condition $sp - a = 0$, the growth of investment products is equal to the depreciation of capital, i.e. the amount of capital remains unchanged. Under the condition $sp - a > 0$, production increases. An increase in national income and economic growth occur under condition $\frac{\dot{p}}{p} + sp - a > 0$, which coincides with the previous one with constant productivity of a unit of capital.

In the real economy, investments depend on changes in income over several previous periods [1], which can be described by keeping the time derivatives of income in equation (4) \dot{u} . To account for changes in income over three periods, we use the linear law of capital accumulation in the form

$$\dot{n} + an = s\dot{u} + c\ddot{u} + q\dddot{u} \quad (9)$$

Substituting (1) in (9) and taking the parameters p, a, s, c, q constant, we obtain a second-order differential equation describing the dynamics of capital

$$qp\ddot{n} - (1 - cp)\dot{n} + (sp - a)n = 0 \quad (10)$$

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Селищев А.С. Макроэкономика. – СПб: Питер. 2000.- 448 с.
- [2] Моделирование народнохозяйственных процессов: учеб.пособие для экон.вузов и факультетов / Под ред. В.С.Дадаяна. – М.: Экономика. 1973. – 479 с.
- [3] Плаунов М.К., Раяцкас Р.Л. Производственные функции в экономическом анализе / - Вильнюс: Минтис, 1984. – 308 с.

Дослідження Впливу Горизонту Управління МРС-регулятора на Перебіг Процесу Випалювання Вуглецевих Виробів

Олексій Жученко
кафедра автоматизації хімічних виробництв
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
azhuch@ukr.net

Антон Коротинський
кафедра автоматизації хімічних виробництв
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
ihfantkor@gmail.com

Investigation Influence of Controls Horizont of the MPC-controller on the Carbon Products Baking

Oleksii Zhuchenko
Department of chemical production automation
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev
Polytechnic Institute"
Kiev, Ukraine
azhuch@ukr.net

Anton Korotynskyi
Department of chemical production automation
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev
Polytechnic Institute"
Kiev, Ukraine
ihfantkor@gmail.com

Анотація—В даній роботі проведено дослідження впливу горизонту управління, як одного з налаштувань МРС-регулятора, на проходження кампанії випалювання вуглецевих виробів. Зроблені відповідні, висновки, щодо характеру впливу зміну горизонту управління на керування процесом випалювання в багатокамерних печах випалювання.

Abstract—In this paper, we study the influence of the controls horizon, as one of the settings of the MPC controller, on the progress of the carbon products baking campaign. The relevant conclusions are drawn regarding the effect of the change in the controls horizon on the control of the baking process in multi-chamber furnaces.

Ключові слова—МРС-регулятор, горизонт управління, випалювання, багатокамерна піч.

Keywords—MPC controller, controls horizon, baking, multi-chamber furnace.

1. ВСТУП

При аналізі існуючих систем керування було доведено[1], що для якісного управління процесом випалювання вуглецевих виробів необхідно використати підхід прогнозуючого керування. Для забезпечення заданого теплового режиму печі запропоновано застосовувати систему керування з прогнозуючою моделлю. Управління з прогнозуючими моделями особливо доцільно при управлінні системами з багатьма входами та виходами (МІМО-системи), що містять тісні взаємозв'язки та в яких потрібно враховувати численні обмеження.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

З опису роботи багатокамерної печі[2] зрозуміло, що система керування всією кампанією випалювання являю собою систему керування етапом камера «під вогнем», з врахуванням впливів від інших етапів.

Для етапу камери «під вогнем» керувальною змінною є витрата палива, витрата повітря є неконтрольованою величиною, оскільки його подача забезпечується тягою та підсосом з навколишнього середовища, а температура повітря в кожен момент часу залежить від проходження процесу охолодження, і також залежить від тяги повітря а відтак не є змінною якою можна маніпулювати.

Математична модель випалювання вуглецевих виробів у багатокамерній печі випалювання складається з об'єднаних між собою трьох моделей основних етапів кампанії, а відтак і синтез регулятора повинен відбуватись з урахування зв'язків між «елементарними» моделями.

Оскільки реалізована модель випалювання є в розподілених параметрах то в якості контрольованих величин розглядається температура заготовок, що випалюються. Відтак запропонована структура МРС-регулятора має 5 контрольованих величин – температура в кожній із заготовок та одну керувальну величину – витрата палива. Структура запропонованого регулятора наведена на рис 1.

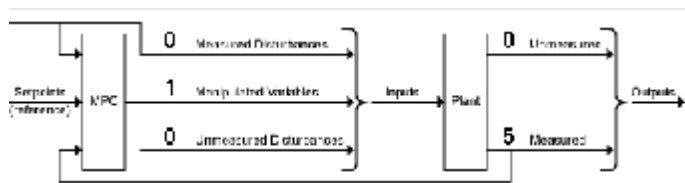


Рис. 1. Структура MPC-регулятора

Наступним кроком після завдання структури MPC регулятора є налаштування його параметрів, таких як горизонт прогнозування, горизонт керування, обмеження на сигнали. З опису роботи регуляторів на базі прогнозуючих моделей[3] зрозуміло, що вибір горизонту керування є досить важливим елементом налаштування регулятора. Відтак при синтезі регуляторів даного класу необхідно врахувати особливості впливу даного параметру на перебіг процесу випалювання вуглецевих виробів.

Саме тому дослідження впливу горизонтів керування на ведення кампанії випалювання є важливою науковою та практичною задачею.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Дослідження проводяться як порівняльний аналіз роботи синтезованого регулятора за різних горизонтів керування, а саме 50 та 100 кроків.

А. Дослідження роботи MPC-регулятора з горизонтом управління в 10 кроків

Графік зміни температури по всіх заготовках при роботі розробленої системи керування на базі MPC-регулятора з горизонтом управління в 10 кроків протягом всієї кампанії випалювання наведено на рисунку 2. Максимальна витрати палива складає 59 м³/год, кінцева 43 м³/год, а середнє значення складає 44.2 м³/год.

Аналіз приросту температур в заготовках показав, що значення приросту температури при підігріванні димовими газами становить -2...2.4 °С, що задовольняє рекомендаціям для досягнення цілісної структури заготовок. Максимальні значення перепаду прослідковуються в заготовці №1, мінімальні відповідно у заготовці №5, що пов'язано з особливістю роботи печі. Максимальний приріст температури на етапі камера «під вогнем» становить 175 °С, а середній відповідно 4-3 °С.

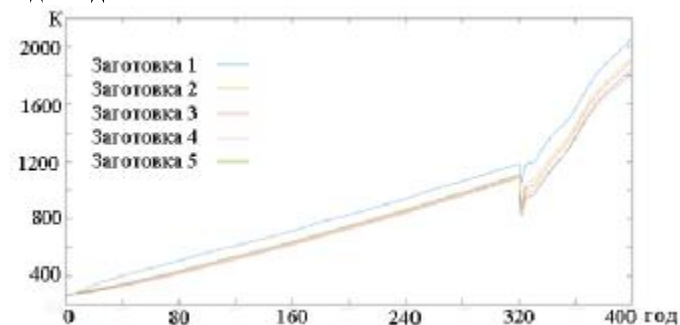


Рис. 2. Графік зміни температури заготовок протягом кампанії випалювання з застосуванням MPC-регулятора для горизонту управління в 10 кроків

Б. Дослідження роботи MPC-регулятора з горизонтом управління в 100 кроків

Графік зміни температури по всіх заготовкам при роботі розробленої системи керування на базі MPC-регулятора з горизонтом управління в 100 кроків протягом всієї кампанії випалювання наведено на рисунку 3. Максимальна витрати палива складає 63 м³/год а кінцева 44 м³/год а середнє значення складає 44.1 м³/год.

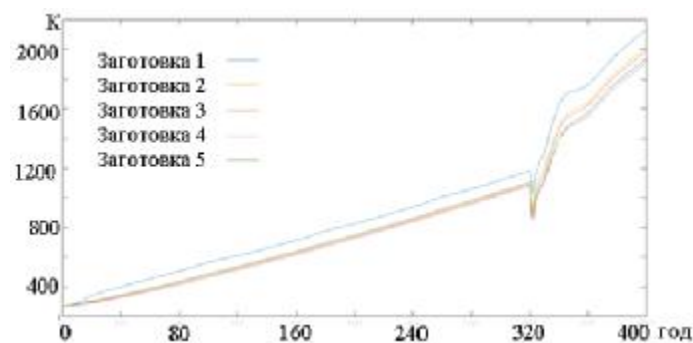


Рис. 3. Графік зміни температури заготовок протягом кампанії випалювання з застосуванням MPC-регулятора для горизонту управління в 100 кроків

З результатів видно, що значення приросту температури при підігріві димовими газами становить -1.5...2.5 °С, що задовольняє рекомендаціям для досягнення цілісної структури заготовок. Максимальний приріст температури на етапі камера «під вогнем» становить 120 °С, а середній відповідно 3 °С.

ВИСНОВКИ

У висновках до даного дослідження необхідно сказати, що зменшення горизонту керування приводить до збільшення часу необхідного на термічну обробку продукції, а саме з 350-380 год до 370-390 год по найхолоднішій та найгарячішій заготовках відповідно.

При збільшенні горизонту управління отримано, зменшення приросту температури в заготовках на етапі нагрівання димовими газами з -2...2.4 °С до -1.5...2.5 °С, а також на етапі камера «під вогнем» з 4-3 °С до 3 °С.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Коротинський А. П. Сучасний стан питання розробки систем керування процесом випалювання вуглецевих виробів / Жученко О. А., Коротинський А. П. // «АКІТ 2019» К.: НТУУ «КПІ». – 2019.
- [2] Санников А.К., Сомов А.К., Ключников В.В. и др. Производство электродной продукции. М.: - Металлургия.- 1985.-129 с.
- [3] Е.И. Веремей, В.В. Еремеев. Статья "Введение в задачи управления на основе предсказаний".
- [4] Н. А. Денисенко, асп.; А. И. Рогачёв, д. т. н., проф. " Задача оптимального управления с прогнозированием при квадратичном функционале " ISSN 1997-9266. Автоматика та інформаційно-вимірвальна техніка Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2006. № 6 УДК 62-52

Розпізнавання Звукових Коливань для Підвищення Ефективності Охоронної Автоматизованої Системи

Олег Лещенко

Кафедра електроніки та
мікросистемної техніки
Одеська державна академія
технічного регулювання та якості
Одеса, Україна
email: olegleshchenko@gmail.com

Катерина Лещенко

Кафедра системного програмного
забезпечення
Одеський національний політехнічний
університет
Одеса, Україна
email: leshchenkok@gmail.com

Максим Копил

Кафедра системного програмного
забезпечення
Одеський національний політехнічний
університет
Одеса, Україна
email: mksmkopyl@gmail.com

Recognition of Sound Vibrations to Increase the Efficiency of a Security Automated System

Oleg Leshchenko

Department of Electronics and
Microsystem
Odessa State Academy of Technical
Regulation and Quality
Odessa, Ukraine
email: olegleshchenko@gmail.com

Cateryne Leshchenko

Department of system software
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
email: leshchenkok@gmail.com

Maxim Kopil

Department of system software
Odessa National Polytechnic
University
Odessa, Ukraine
email: mksmkopyl@gmail.com

Анотація—В роботі розглянута можливість удосконалення автоматизованої системи «Розумний будинок» в режимі охорони. Для підвищення ефективності функції захисту будівлі запропоновано застосування додаткових систем розпізнавання речових звукових коливань. Для досягнення мети змінюється алгоритм роботи та сама система доповнюється підсистемою розпізнавання речових звукових коливань. Процес розпізнавання здійснюється за методом нейронної системи. В робочому режимі підсистема виконує додаткове навчання та накопичує дані. В режимі охорони при отриманні сигналів від сенсорів система переходить в режим інтелектуального опитування. У кожному випадку система може перейти в особисто прописаний алгоритм дій. Існуючі системи не виконують розпізнавання клієнта за його голосом, а тільки виконують команди від будь кого, тобто за спрощеним алгоритмом.

Abstract—The work considers the possibility of improving the automated system "Smart home" in security mode. To increase the function efficiency of the building protection, the use of additional systems for speech recognition is proposed. To achieve this goal, the algorithm of work is changing and the system itself is supplemented by a subsystem for recognizing speech sound vibrations. The recognition process is carried out according to the method of a neural system. In operating mode, the subsystem performs additional training and accumulates data. In security mode, when signals are received from sensors, the system enters intelligent polling mode. In each case, the system can go into a personal action algorithm. Existing systems do not perform client recognition by its voice, but only execute commands from anyone, that is, by a simplified algorithm.

Ключові слова—автоматизовані управляючі системи, системи розпізнавання звукових коливань, охоронний режим системи розумного будинку

Keywords—automated control systems, recognition systems of sound vibrations, security mode of the Smart Home system

I. ВСТУП

Сьогодні автоматизовані або автоматичні системи вбудовані майже в будь якому приладі. Часто ми і не замислюємося, що вже користуємось якоюсь небудь системою. Вони застосовуються майже в кожному електропобутовому приладі: у побутової техніці, в автомобілях, в літаках, ракетах та космічних апаратах, робототехніці. Більш складні управляють окремими процесами підприємств, або навіть і цілком всім підприємством, наприклад, автоматизовані склади, цеха та інше.

Автоматизовані, та в де-якої мірі інтелектуальні системи сьогодні мають Велику актуальність. Їх дія у більшості випадків спрямована на покращення життя людини. Таки системи дуже швидко впроваджуються в наші будинки та квартири та мають назву «Розумний будинок». Це новітні технології, якими користуються люди для полегшення та безпеки життя, мають широкий комплекс рішень та дозволяють автоматизувати електрообладнання в квартирі

Система «Розумний будинок» може здійснити управління об'єктами та приладами будинку: від контролю температури в кімнатах і рівня їх освітлення до управління різними приладами та системами, в тому числі і безпеки будинку. Кожен розумний будинок можна прирівняти до організму, який діє злагоджена та

інтелектуальна. В той же час спеціалісти можуть налагодити роботу такої системи за індивідуальними вимогами та пропозиціями того, хто її впроваджує. Саме так досягається найкращий результат роботи.

Об'єднання всіх систем в одне ціле призводить до його оптимального функціонування. Всі підсистеми в ньому працюють злагоджено, узгоджено і взаємопов'язано [1, 2].

II. СУЧАСНИЙ СТАН АВТОМАТИЗОВАНИХ ОХОРОННИХ СИСТЕМ

Установка розумних систем дозволяє досягнути зниження споживання електричних та тепло ресурсів, підвищує ефективність і довговічність роботи інженерних систем, створює простий в управлінні комфортний простір.

В робочому режимі система дозволяє управляти як окремими об'єктами, так і системою в цілому як в місцевому режимі так і дистанційно, на будь якій відстані. При необхідності система дозволяє в будь-який час переводити автоматичне управління в ручний режим. Для цього система містить у собі датчики, управляючі елементи, елементи прийому-передачі даних та виконавчі пристрої. Управляючі елементи приймають сигнали з датчиків – первинних перетворювачів і контролюють роботу виконавчих пристроїв, діючи відповідно до заданих алгоритмів і об'єднуючи підсистеми. Датчиків для системи «Розумний будинок» існує безліч, та їх можна розділити на такі категорії: датчики руху, датчики параметрів середовища та датчики управління [3].

Сенсори системи «Розумного будинку» вміють оцінювати навколишнє середовище, дозволяють контролювати її параметри, стежити за безпекою і робити приміщення більш комфортним. Тут застосовують зовнішній та декілька внутрішніх датчиків температури; датчик витоку газу, протипожежний датчик, датчики вологості для захисту від протікань. Датчики, які відстежують рух. Датчики присутності працюють на основі тієї ж технології, але вони більш чутливі до зміни параметрів та інші.

Встановлені в системі «Розумний будинок» датчики роблять приміщення безпечними, повідомляючи про перші ознаки неполадок, контролюють і підлаштовують параметри комфорту. Сучасні «Розумні будинки» спроможні переводити всю систему з режиму управління в режим охорони. Для переходу в такий режим достатньо включення / виключення одного вимикача. В такий режим можливо перевести навіть саму складну систему наданням команди з смартфона дистанційна, в будь-якій час та з будь якого місця. Така команда вимикне всі прилади, за винятком тих, які не бажано вимикати – холодильники, тощо, або навпаки, ввімкнути, наприклад, водонагрівач. Дистанційна повернув всі прилади в робочий режим можна і не помітити що система «відпочивала», поки нас не було вдома.

III. ПРОПОЗИЦІЇ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ

Часто в системи вбудовують режим голосового управління. Система розпізнає та виконує голосові

команди, команди свистком або поплескуванням. Така підсистема теж може переходити в режим охорони, та у випадку спрацювання, як правило, подає звукові сигнали типу сирени поліції, гавкіт собак та інше. Сьогодні всім відомі такі системи розпізнавання «свій-чужий» як кодові замки, відбиток пальця, навіть розпізнавання обличчя. Вони вже встановлюються для кодування мобільних телефонів. Та і розпізнавання речі сучасних в телефонах теж є відомим, але тут поки ще не використовується визначення за голосом свій-чужий.

Аналіз можливостей автоматизованих систем «Розумний будинок» свідчить про те, що алгоритми навіть і таких систем мають межу можливостей. В охоронному режимі ми пропонуємо використовувати розпізнавання звукових коливань для подальшого визначення приналежності голосу. В свою чергу алгоритм роботи системи слід налагодити таким чином, щоб система, яка помітила рух відповідними датчиками – голосно задавала запитання, та відповідно реагувала на відповіді або і на мовчання того, хто «попався» за рухом. Тут алгоритм системи працює за звичайним режимом як і в режимі виконання голосових команд, як би то перевіряючи відповідь за алгоритмом «так» чи «ні». Притому для підвищення ймовірності вірного реагування система може водночас перевіряти декілька відповідей, у тому числі і перевірка будь якого кодового слова, або послідовності слів, букв, чисел, або набирання піну, або натиснення відбитку пальця, сканування обличчя. Для остаточного переконання системи у випадку її сумніву може бути задане ключове запитання, де в якості відповіді також можна використовувати QR- або штриховий код.

Захист з використанням складного алгоритму, безумовна, збільшує надійність охоронної системи, але достатньо. Тривали за часом алгоритми перевірки не виключають шанси обійти систему. Додавання системи розпізнавання голосових звукових коливань дозволить значно знизити шанс обійти охоронну систему. Сьогодні вже відомі розробки розпізнавання мовленої інформації з використанням кореляційного аналізу, фонемно-орієнтованих методів, використання експертних систем, Марківських та Гаусівських моделей, порівняння вейвлет-перетворення та перетворення Фур'є [4]. Тут же висвітлено про їх переваги та недоліки. Перетворення Фур'є найбільш зручним для ведення гармонійного аналізу та здійснення накопичення даних та навчання (додавкового навчання) використовуючи штучні нейронні системи. Якість ідентифікації таких систем залежить від архітектури системи, визначенні кількості та саме призначення кожного між нейронного зв'язку.

Найбільша проблема в алгоритмі такої системи виникає в безпомилковому розпізнаванні та винесення остаточного вердикту «свій» або «чужий» з найбільш вірною імовірністю. Для досягнення мети можна змінити алгоритм роботи системи, та проводити довготривале опитування, поки система не отримусь достатній відсоток імовірності прийняття правильного рішення. Але за багатьма факторами такий метод розпізнавання може і зовсім не досягнути прийняття вірного рішення.

Для забезпечення достатньої швидкодії при максимальному зменшенні імовірності помилкового розпізнавання запропоновано використовувати нейросистемний підхід. Таки системи включають

первинний процес отримання інформації за кількома каналами, безпосередньо нейронів – центрів багатфакторної обробки прийнятої інформації. Для розпізнавання прийнятої інформації нейроновий центр проходить два ступеня навчання: основний (первинний) та додатковий. Перший етап навчання здійснюється при первинному налагодженні системи та мало чим відрізняється від відомих систем управління голосом. Тут, як правило, система прописує фрази, слова, окремі літери та цифри. Все це прописується в базу даних. Процес розпізнавання можна представити як в режимі «грубо», ведеться пошук слів у словнику.

На другому етапі розпізнавання все значно складніше. Таке розпізнавання можна назвати «точним». Тут кожний вхід нейросистеми «винен почути та розпізнати» будь-які відхилення голосу, інтонації, вимови звуків, окремих словосполучень, слів, літер та цифр. Окремим питанням розпізнавання є придушення шумів та визначення корисного сигналу.

Додаткове навчання системи розпізнавання здійснюється в робочому режимі методом підтвердження отриманих сигналів та використовуючи додаткові способи опитування (підтвердження).

В режимі охорони при отриманні сигналів від сенсорів система переходить в режим інтелектуального опитування. У кожному випадку система переходить в режим відпрацювання кінцевого алгоритму дій, який прописаний користувачем особисто. Для розпізнаних з достатньою імовірністю сигналів система обирає саме той образ, який вона визначила, а для інших система реагує за іншим алгоритмом, який окремо оговорюється та прописується за шляхом «свій» або «чужий» [4].

Якщо забезпечення захисту охоронної системи здійснювалося за послідовним алгоритмом, то час обробки інформації (розпізнавання, ідентифікації) з використанням нейросистеми ведеться в рази швидше за рахунок високої паралельності алгоритмів. Відома висока стійкість нейросистем до перешкод та руйнувань. Штучні нейронні мережі мають можливість накопичення свого знання через процес навчання, тобто накопичення завідомо вірної інформації. Для цього використовується вага зв'язку між нейронами. Кожен штучний нейрон виступає обробником інформації, притому він застосовує нелінійну функцію. Вся нейронна мережа об'єднує декілька шарів. Вхідний шар – вхідні сенсори. Від їх кількості та їх характеристик в більшій степені залежить успіх подальшого розпізнавання.

Навчання нейросистеми здійснюється на вже змонтованій системі, тому дуже важливі навіть акустичні параметри приміщення, в якому розташовані первинні датчики (мікрофони).

Можливість поширення системи з метою швидкодіючої математичної обробки сигналів, застосування методів нейронних мереж з використанням поетапного навчання системи за багатьма параметрами для безпомилкового розпізнавання. Безумовно для такої обробки слід використовувати АЦП з високими показниками. Іншими словами система повинна розпізнати «своїх», а саме в алгоритмізованому тесті (задаванні питань – прийнятті відповіді) привласнити відповідне ім'я, про що встановленим чином звістити співрозмовника.

ВИСНОВКИ

Таким чином, для вирішення проблеми розпізнавання звукових коливань визначено удосконалення охоронної автоматизованої системи завдяки впровадженню нейросистеми, де:

- по-перше – поширення методу розпізнавання звуків за рахунок накопичення бази «вірних сигналів». Таке наповнення бази даних повинно бути кінцевим, тому як її переповнення буде заважати системі обирати оптимально правильне рішення, тобто використовувати нейросистемний підхід;
- по-друге – захист системи від помилкових спрацьовувань та фроду, тому як всі системи мають зв'язок з інтернетом, а часто і все управління зберігається в хмарному сховищі, то як би там не було залишається шанс несанкціонованого втрачання [5].

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Лещенко, О.І. Аналіз складу датчиків для підвищення якості роботи комплексних систем управління // Десята Всеукраїнська наук.-практ. конф. Молодих учених і студентів «Технічне регулювання, метрологія, якість, інформаційні та транспортні технології», 16-17 травня 2019 р., Одеса, ОДАТРЯ, 2019 : матер. конф. — С. 114-116.
- [2] Голубев Л. П. Створення автоматизованої мікропроцесорної системи віддаленого моніторингу та збору інформації [Електронний ресурс] / Л. П. Голубев, В. С. Кулаков // Технології та дизайн. КНУ. — 2019. — № 1 (30). — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2019_1_12.
- [3] Карницький, В.Ю. Особенности энергообеспечения системы «Умный дом» [Текст] / В.Ю. Карницький, С.В. Ершов, А.Ю. Рюмов // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2017. Вып. 12. Ч.1 — С. 134-140.
- [4] Добушкін Г.О., Данілов В.Я. Основні підходи до розпізнавання мовленнєвої інформації (Частина 2) // Інформаційні технології та комп'ютерна техніка. Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2010. № 2. — С. 61-73. — ISSN 1997-9266
- [5] Конев, В.Н., и др. Вирусные атаки на современные мобильные платформы. / В.Н. Конев, М.И. Фримсон, Д.М. Михайлов, В.А. Евсеев. / Безопасность информационных технологий. — Безопасность мобильной связи, Спецтехника и связь. — 2012. № 2. — С. 65-72.

Дослідження Температурних Полів в Процесі Формування Вуглецевих Виробів в Режимі Підготовки

Олексій Жученко
кафедра автоматизації хімічних виробництв
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
azhuch@ukr.net

Микола Хібеба
кафедра автоматизації хімічних виробництв
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
hibeba19@gmail.com

Investigation of Temperature Fields in Forming Carbon Products Process Preparation Mode

Oleksii Zhuchenko
Department of chemical production automation
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev
Polytechnic Institute"
Kiev, Ukraine
azhuch@ukr.net

Mykola Khibeba
Department of chemical production automation
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev
Polytechnic Institute"
Kiev, Ukraine
hibeba19@gmail.com

Анотація—В даній роботі проведено дослідження впливу технологічних параметрів, на температурні поля в процесі формування вуглецевих виробів. Зроблені відповідні висновки щодо характеру впливу потужності нагрівачів на температурні поля в процесі формування вуглецевих виробів в режимі підготовки.

Abstract—In this paper, we study technological parameters influence on temperature fields in the forming carbon products process. The relevant conclusions are drawn regarding the nature of the influence of the speed of pressing and the power of the heaters on the temperature fields in forming carbon products process preparation mode.

Ключові слова—виробництво вуглецевих виробів, гідравлічний прес, формування вуглецевих виробів, вуглецева сировина, пресування.

Keywords—carbon products production, hydraulic press, carbon products formation, carbon raw materials, pressing. .

I. ВСТУП

Одним з основних технологічних процесів виробництва вуглецевих виробів є формування останніх шляхом продавлювання електродної маси через мундштук відповідної форми у гідравлічному пресі, бо саме на етапі пресування електродних заготовок закладаються в основному всі спадкові властивості, що визначають якість готових виробів [1, 2]. Зокрема, пресування в значній мірі визначає форму заготовки, її довжину, пористість та механічну міцність. Тому задача підвищення ефективності даного процесу є дуже актуальною і в сучасних умовах може бути розв'язана шляхом як розробки комплексу технічних і технологічних заходів з модернізації технології так і

створення ефективної системи оптимального керування даним процесом. Важливою науковою задачею, яка постає в даному випадку є дослідження технології на основі розвитку наукових уявлень про даний процес.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Процес формування вуглецевих виробів є досить складним з точки зору фізичних процесів, що в ньому проходять, тому для ефективного керування даним процесом необхідно провести дослідження залежності фізичних полів від зміни технологічних режимів.

Оскільки на якість сформованих виробів в значній мірі впливає температурний режим доцільним є дослідження саме температурних полів.

В даній праці було досліджено зміну температурного поля в залежності від таких технологічних параметрів: потужності індукторів формувальної та калібрувальної зони мундштука, свічок для додаткового нагріву мундштука, температури поверхні масного циліндру. Послідовність технологічних режимів та тривалість моделювання при даних режимах наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЬ В ДОСЛІДЖЕННІ

№ п/п	Потужність індуктора формувальної зони, Вт	Потужність індуктора калібрувальної зони, Вт	Потужність свічок для додаткового нагріву кутів калібрувальної зони, Вт	Температура поверхні масного циліндра, °С	Тривалість моделювання, хв
1	0	0	0	100	100
2	15000	15000	2000	100	100
3	15000	15000	4000	100	100
4	15000	30000	4000	100	100
5	30000	30000	4000	100	100

Оскільки для отримання бездефектної продукції необхідно, щоб кожен з нагрівачів забезпечував заданий (такий, що забезпечить умови проковзування) розподіл температур в своїй зоні мундштука, то доцільним буде дослідити також динаміку температур в точках, що характеризують розподіл температур в кінці кожної зони (переріз наприкінці калібрувальної зони - I переріз (T_{11-16}), переріз на межі формувальна – калібрувальна зона – II переріз (T_{21-26}), переріз на межі масний циліндр – формувальна зона – III переріз (T_{31-36})). Положення даних точок зображено на рис.1 – 2.

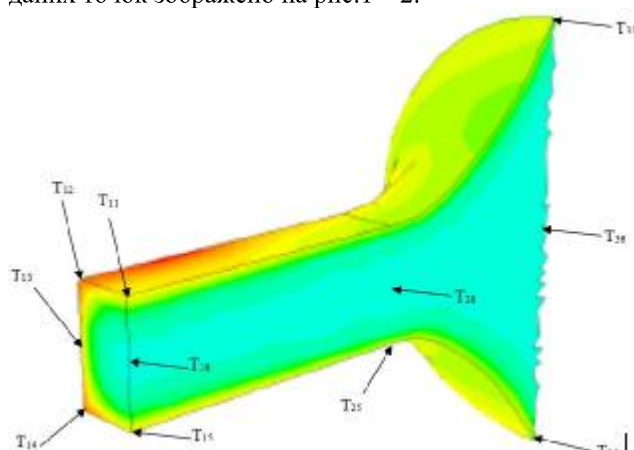


Рис.1. Точки, що характеризують розподіл температур в кінці калібрувальної, формувальної зон мундштука та масного циліндра

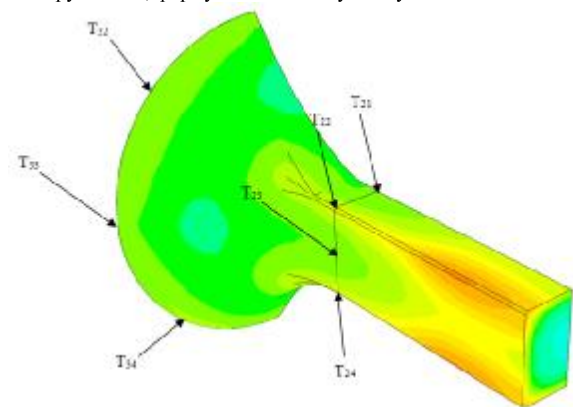
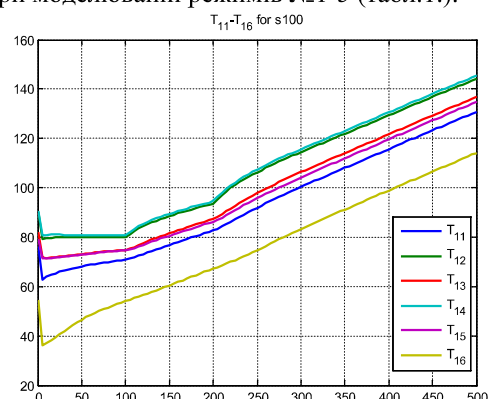


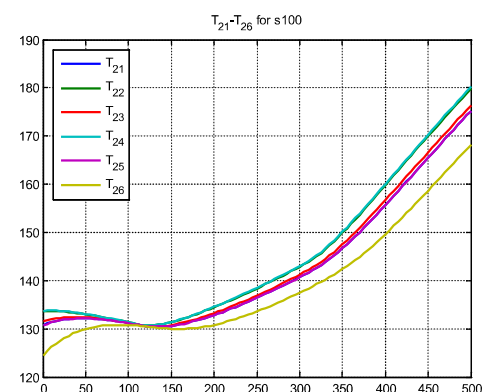
Рис.2. Точки, що характеризують розподіл температур в кінці калібрувальної, формувальної зон мундштука та масного циліндра

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

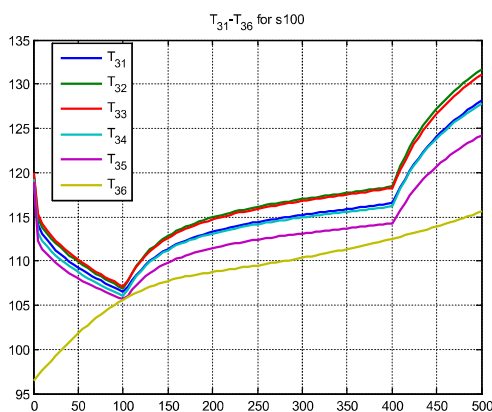
В даному пункті було досліджено температурні поля при моделюванні режимів №1-5 (табл.1.).



а)



б)



в)

Рис.3. Динаміка температури в контрольних точках ((а) – I перерізу, (б) – II перерізу, (в) – III перерізу)

Виявлено, що в умовах відсутності нагріву мундштука (режим №1) відбувається інтенсивне охолодження мундштука між перерізом II та перерізом III. Це пояснюється з однієї сторони зникненням джерела тепла, а з іншої теплообміном між електродною масою, температура якої нижча за температуру мундштука і самим мундштуком. Наприкінці режиму 1 температура в перерізі III в значній мірі усереднюється та становить 105 – 107 °С. Не зважаючи на значне охолодження мундштука біля калібрувального нагрівача та додаткових нагрівачів температури в перерізах I та II в точках, розташованих біля поверхні мундштука

змінюються не значно: від 0 до 7 °C за 100 хв. для I перерізу (рис.3. (а)) та від 1 до 3 °C за той самий час для II перерізу (рис.3. (б)).

Збільшення температури в перерізі I пояснюється тим, що початкові температури електродної маси для цього перерізу задавалися з урахуванням теплообміну з навколишнім середовищем і були значно нижчі за температуру поверхні мундштука та інших шарів електродної маси і в подальшому маса в перерізі I нагрівалась в результаті теплообміну з більш нагрітими тілами.

Характер зміни температури в перерізі II змушує замислитись над наявністю транспортного запізнювання, що можна побачити на рис.3. (б). Навіть коли починається нагрів температура в точках на межі електродна маса – поверхня мундштука продовжує зменшуватись наступні 25 хв. Така особливість може негативно вплинути на ефективність роботи системи керування і тому має бути врахована при її розробці.

Температура в точках, що знаходяться на осі симетрії (T_{16} , T_{26} , T_{36}) зростає (рис.3.) в усіх перерізах, що пояснюється теплообміном з більш нагрітими шарами електродної маси.

В результаті вмикання всіх нагрівачів (режим №2) значно зростає температура в зоні біля калібрувального нагрівача. Температура в перерізі I починає зростати. Для точок, що розташовані ближче до додаткових нагрівачів (T_{12} , T_{14}) приріст температури склав 13 °C за 100 хв, для інших – 11 °C за той самий час. Швидкість зростання температури в точках T_{12} , T_{14} поступово зменшується, що свідчить про малу інерційність. Після перших 25-30 хв. нагріву температура в перерізі II починає зростати зі швидкістю 0,04 – 0,06 °C/хв. В перерізі III температура в точках на межі електродна маса – поверхня мундштука починає різко зростати (6 – 8 °C за 100 хв.), при цьому швидкість зростання поступово зменшується, що свідчить про малу інерційність. Швидкість зміни температури в точках, що знаходяться на осі симетрії (T_{16} , T_{26} , T_{36}) на пряму залежить від градієнту температур в електродній масі в кожному з перерізів.

При подальшому моделюванні зі збільшеною потужністю свічок для додаткового нагріву кутів калібрувальної зони (режим №3) було виявлено значне зростання температури як мундштука так і електродної маси в зоні між I та II перерізом. Очевидно, що найбільш інтенсивно буде збільшуватись температура в точках, що знаходяться біля свічок (20 °C за 100 хв.) та інших точках I перерізу (17 °C за 100 хв.) (рис.3. (а)). Швидкість нагріву в II перерізі зростає до 0,075 °C/хв, що на перший погляд свідчить про вплив зміни потужності свічок на температури в II перерізі (рис.3. (б)). Але при детальному аналізі результатів було виявлено, що збільшення швидкості спричинено інерційністю та транспортним запізненням. Температура ж в III перерізі зростає на 2 °C за 100 хв. Така зміна спричинена поступовим виходом перехідної характеристики на новий рівень і свідчить про незалежність температури в III перерізі від потужності свічок (рис.3. (в)).

Збільшення потужності індуктора калібрувальної зони (режим №4) призвело до значного збільшення

температури мундштука й електродної маси в перерізі II. В перерізі I приріст температури склав 15 – 17 °C за 100 хв. Зміна швидкості спричинена поступовим виходом температур на новий рівень і свідчить про незалежність температури в I перерізі від потужності індуктора калібрувальної зони. Швидкість зміни температури в II перерізі перші 25-30 хв. не змінюється в порівнянні з попереднім режимом, що ще раз доводить існування транспортного запізнення, але потім значно зростає до 1,8 °C/хв. (рис.3. (б)). В III перерізі температура зростає на 1,5 °C, аналіз отриманих результатів показав незалежність температури в III перерізі від потужності індуктора калібрувальної зони.

Моделювання зі збільшеною потужністю індуктора формувальної зони (режим №5) виявило значне зростання температури зони мундштука між індукторами формувальної та калібрувальної зони. Приріст температури в I перерізі зменшується до 14 – 15 °C за 100 хв. (рис.3. (а)), характер зміни температури в даному перерізі дає змогу зробити висновок про незалежність температури в I перерізі від потужності індуктора формувальної зони. А от збільшення швидкості зміни температури в II перерізі до 2 °C/хв. може свідчити про доволі значний вплив потужності індуктора формувальної зони на температуру в цьому перерізі. Найбільше зросла температура в III перерізі (15 °C за 100 хв.) (рис.3. (в)). При цьому динаміка температури свідчить про досить швидку реакцію температури в цьому перерізі на зміну саме потужності індуктора формувальної зони.

ВИСНОВКИ

В результаті дослідження було виявлено, що найбільший вплив на температури в зонах I-II має індуктор калібрувальної зони. Також індуктор формувальної зони має значний вплив на температурне поле в III та II зонах, а свічки на температури в I та II зоні. При цьому вплив нагрівачів на більш віддалені зони проявляється тільки за 20-30 хв. після зміни потужності нагрівача, що свідчить про появу запізнювання в перехідному процесі.

Отримані результати необхідно врахувати в подальшому при синтезі системи керування процесом формування вуглецевих виробів.

В подальшому необхідно дослідити вплив технологічних параметрів на формування вуглецевих виробів в режимі безпосередньо пресування, додавши до технологічних параметрів, що були використані в даному дослідженні швидкість пресування.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Санников А.К., Сомов А.К., Ключников В.В. и др. Производство электродной продукции. М.: - Металлургия. - 1985. - 129 с.
- [2] Чалых А.Ф., Соседов В.П. Графитация углеродистых материалов. М.: Металлургия. - 1987 г. - 176 с.

Розроблення Прототипу Системи Керування Координатним Верстатом на Базі ПЛК STM32

Тарас Бугра
Кафедра інформаційно-
телекомунікаційних технологій та
систем
ІФНТУНГ
Івано-Франківськ, Україна
eroccked@gmail.com

Юрій Паньків
Кафедра інформаційно-
телекомунікаційних технологій та
систем
ІФНТУНГ
Івано-Франківськ, Україна
yuriy.pankiv@gmail.com

Олексій Пастернак
Кафедра інформаційно-
телекомунікаційних технологій та
систем
ІФНТУНГ
Івано-Франківськ, Україна
sagibenko16@gmail.com

Христина Паньків
Кафедра інформаційно-
телекомунікаційних технологій та
систем
ІФНТУНГ
Івано-Франківськ, Україна
khpankiv@gmail.com

Development of CNC Coordinate Machine Control System Prototype Based on the STM32 PLC

Taras Bugra
Department of Information and Telecommunication Technology
and Systems
IFNTUOG
Ivano-Frankivsk, Ukraine
eroccked@gmail.com

Yurii Pankiv
Department of Information and Telecommunication Technology
and Systems
IFNTUOG
Ivano-Frankivsk, Ukraine
yuriy.pankiv@gmail.com

Oleksii Pasternak
Department of Information and Telecommunication Technology
and Systems
IFNTUOG
Ivano-Frankivsk, Ukraine
sagibenko16@gmail.com

Khrystyna Pankiv
Department of Information and Telecommunication Technology
and Systems
IFNTUOG
Ivano-Frankivsk, Ukraine
khpankiv@gmail.com

Анотація—У даній роботі розроблено прототип системи керування координатним верстатом на базі ПЛК STM32 компанії STMicroelectronics, що базуються на архітектурі ARM (Advanced RISC Machines) Cortex-M, зокрема здійснено вибір крокових двигунів та драйверів, розроблено принципову схему та програмне забезпечення.

Abstract—In this work a prototype of the STM32 PLM32 coordinate control system based on the ARM (Advanced RISC Machines) Cortex-M architecture was developed. In particular, the selection of stepping motors and drivers were conducted; schematic diagram and software were developed.

Ключові слова—ПЛК STM32, System Workbench, кроковий двигун

Keywords—STM32 PLC, System Workbench, stepper motor

I. ВСТУП

Створення вбудованого програмного забезпечення є одним з найбільш складних і трудомістких завдань для розробників пристроїв і систем на базі мікроконтролерів. Воно ще більш ускладнюється з появою сучасних високопродуктивних мікроконтролерів, розширений набір можливостей яких забезпечується за рахунок все більшого ускладнення апаратної і програмної

архітектури. Спростити створення ефективно функціонуючого коду на основі оптимальної конфігурації апаратних ресурсів МК покликані спеціальні програмні інструменти для розробників.

II. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ

Сьогодні є досить великий вибір, як окремих інструментів у вигляді редакторів, компіляторів коду, так і інтегрованих систем розробки (IDE). Можна скористатися платними пакетами ПЗ професійного рівня, однак є і достатній вибір вільно розповсюджуваних засобів. Останнім прийнято приписувати ряд недоліків, обумовлених їх безкоштовністю і включають обмежений набір можливостей, недостатньо оперативну підтримку нових версій, надмірність кінцевого генерованого коду.

Однак два нових продукти: STM32CubeMX і System Workbench for STM32, призначених для роботи з мікроконтролерами STMicroelectronics, виділяються цілим рядом безперечних переваг, покликаних забезпечити подальшу популяризацію серед розробників сімейства 32-розрядних мікроконтролерів STM32.

STM32CubeMX є візуальним графічним редактором для конфігурації мікроконтролерів сімейства STM32, що

дозволяє генерувати код на основі мови C, використовуючи для цього графічних помічників.

До недоліків традиційних генераторів коду для МК часто відносять обмежену кількість налаштувань, що не дозволяє врахувати всі нюанси проекту. При розробці динамічної системи з постійно змінними параметрами, її не завжди можна повноцінно описати за допомогою генераторів коду. Необхідність врахування великої кількості критеріїв тягне за собою внесення великої кількості змін в програмну реалізацію.

Проте, при всіх зазначених обмеженнях наявні переваги дозволяють з успіхом у багатьох випадках використовувати генератори коду для ініціалізації МК.

Створений компанією STMicroelectronics програмний пакет STM32CubeMX являє собою справжнє автоматизоване робоче місце для розробників систем на базі 32-бітових мікроконтролерів STM32, виконаних на основі ядер ARM Cortex. Це зручне середовище для

повноцінної настройки конфігурації МК з видачею пакета файлів ініціалізації, придатних для подальшого використання в ряді систем розробки і налагодження керуючого коду МК. STM32CubeMX значно спрощує створення вбудованого ПО, прискорює цей процес, не вимагає від початківців фахівців досконалого знання документації на МК, дозволяє обійтися початковими відомостями про апаратну і програмну архітектуру контролера, про можливості бібліотек ПО. STM32CubeMX частково дозволяє ефективно поєднати роботу над своїми першими проектами з вивченням можливостей МК.

Для досвідчених розробників STM32CubeMX (рисунок 1) стане зручним середовищем з усіма необхідними для роботи інтегрованими інструментами. Пакет є частиною фірмового програмного забезпечення STMicroelectronics STM32CubeMX, покликаною полегшити працю розробників, скоротити тривалість виконання і вартість проектів.



Рис. 1. Склад STM32CubeMX

Створене для мікроконтролерів STM32 безкоштовне середовище "System Workbench" позбавлене подібних недоліків і дозволяє значно спростити і прискорити розробку прикладного програмного забезпечення для мікроконтролерів всього сімейства STM32.

Важливо і те, що весь пакет SW4STM32 може бути безкоштовно завантажений з веб-сайту www.openstm32.org, який також включає форуми, блоги і навчальні курси для технічної підтримки розробників. Всі ресурси сайту стають повністю доступними відразу після реєстрації користувача. AC6 System Workbench for STM32 не має будь-яких обмежень і відрізняється зручним в налаштуванні і роботі візуальним інтерфейсом.

Особливості Workbench for STM32:

- всеосяжна підтримка мікроконтролерів STM32 і плат для розробки Nucleo, Discovery;

- вбудоване ПО для конфігурації STM32 (Standard Peripheral library або Cube HAL);
- вільний компілятор GCC C / C ++;
- вільний відладчик GNU;
- робота на платформі IDE Eclipse;
- сумісність з плагінами для Eclipse;
- підтримка ST-Link;
- відсутність обмежень за розміром виконуваного коду;
- підтримка Windows, Linux, OSX.

Новий програмний інструмент для STM32 має й іншу, робочу назву - SW4STM32. Він виконаний на основі набору плагінів до популярної середовищі розробки Eclipse. SW4STM32 може підтримувати

програмування багатоядерних асиметричних однокристальних систем (SoC), наприклад, Cortex-A і Cortex-M.

System Workbench for STM32 може встановлюватися для роботи під Windows або Linux як в якості доповнення до Eclipse, так і у вигляді окремо для інсталяції. Обидва варіанти можна вільно скачати на сайті відразу після реєстрації.

III. ДРАЙВЕР КРОКОВОГО ДВИГУНА SLA7026M

SLA7026M (рисунок 2) призначений для високоефективної і високопродуктивної роботи 2-фазного, однополярного крокового двигуна.



Рис. 2. Драйвер SLA7026M

Модуль розрахований на абсолютну максимальну напругу 46 В (таблиця 1) і використовує вдосконалені польові транзистори NMOS для високовольтних виходів драйвера.

ТАБЛИЦЯ I – РОБОЧІ ПАРАМЕТРИ SLA7026M

Parameter	Symbol	Ratings SLA7026M	Unit
Motor Supply Voltage	V_{ds}	46	V
FET Drain-Source Voltage	V_{ds}	100	V
Control Supply Voltage	V_s	46	V
Input Voltage	V_{in}	7	V
Reference Voltage	V_{ref}	2	V
Output Current	I_o	3	A
Power Dissipation	P_{tot}	4.5 (Without HeatSink)	W
	P_{tot}	35 ($T_c=25^\circ\text{C}$)	W
Channel Temperature	T_c	+150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$

Лавинні польові транзистори (>100 В) забезпечують відмінний опір включення, поліпшені корпусні діоди і дуже швидке переключення. Багаточіпові характеристики і продуктивність дають значні переваги для крокових двигунів в порівнянні з більш високим розсіюванням і більш повільними швидкостями перемикання, пов'язаними з біполярними транзисторами. SLA7026M, в складних системах з великим струмом, вимагає відповідних методів теплопередачі для надійної роботи.

ШИМ струм регулюються за допомогою відповідного вибору струму зондування резисторів, опорної напруги, подільника напруги, а також мережі RC синхронізації. Компоненти RC обмежують інтервал виключення і загасання керуючого струму. Входи сумісні з логікою 5 В і мікропроцесорами.

Мікросхема SLA7026M може працювати у двох режимах – «active high» і «active low». При режимі «active high» драйвер буде включатись коли логічний рівень сигналу дорівнює «1». При режимі «active low» драйвер буде включатись коли логічний рівень сигналу

дорівнює «0». В даному дипломному проекті драйвер працює в режимі «active low» (рисунок 3)

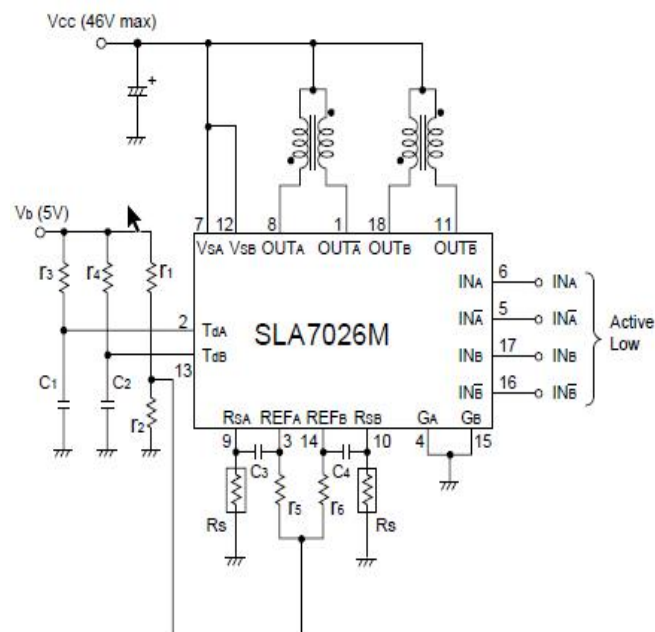


Рис. 3. Схема підключення в режимі «active low»

- Переваги та особливості:
- Економічне, багаточіпове рішення
- Модуль керування "під ключ"
- Експлуатація двигуна до 3 А і 46 В
- 3-є покоління високовольтних транзисторів
- Покращенні корпусні діоди
- Напів- або повно-кроковий однополярний двигун
- Ефективний, швидкісний ШИМ
- Подвійне керування струмом ШИМ (2 фази)
- Програмоване керування струмом ШИМ

У таблиці 2 представлені електричні характеристики мікросхеми SLA7026M.

ТАБЛИЦЯ II – ЕЛЕКТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ SLA7026M

Parameter		Symbol	SLA7026M			Unit
			min.	typ.	max.	
DC characteristics	Control Supply Current	I_{cc}	10	15		mA
		Condition	$V_{cc}=44V$			
	Control Supply Voltage	V_{cc}	10	24	44	V
		Condition	$I_{cc}=100$			
	FET Drain-Source Voltage	V_{ds}	100			V
		Condition	$V_{gs}=44V, I_{ds}=250\mu A$			
	FET ON Voltage	V_{gs}			0.85	V
		Condition	$I_{ds}=3A, V_{ds}=14V$			
	FET Drain Leakage Current	I_{ds}			4	mA
		Condition	$V_{gs}=100V, V_{ds}=44V$			
	FET Diode Forward Voltage	V_{fd}			2.3	V
		Condition	$I_{fs}=3A$			
	TTL Input Current	I_{in}			40	μA
		Condition	$V_{in}=2.4V, V_{cc}=44V$			
		I_{ic}			-0.8	mA
		Condition	$V_{ic}=0.4V, V_{cc}=44V$			
TTL Input Voltage (Active High)	V_{ih}	2			V	
	Condition	$I_{ip}=3A$				
	V_{il}			0.8		
	Condition	$V_{bias}=100V$				
TTL Input Voltage (Active Low)	V_{ih}	2			V	
	Condition	$V_{bias}=100V$				
	V_{il}			0.8		
	Condition	$I_{ip}=3A$				
AC characteristics	Switching Time	T_r	0.5		μs	
		Condition	$V_{in}=24V, I_{in}=1A$			
		T_{fz}	0.7			
		Condition	$V_{in}=24V, I_{in}=1A$			
		T_i	0.1			
		Condition	$V_{in}=24V, I_{in}=1A$			

ТАБЛИЦА III – ХАРАКТЕРИСТИКИ 103H7123

Model no.		Holding torque at 2-phase energization	Rated current	Wiring resistance	Winding inductance	Rotor inertia	Mass	Motor length (L)
Single shaft	Dual shaft	N·m min.	A/phase	Ω /phase	mH/phase	$\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	kg	mm
103H7123-0140	103H7123-0110	0.83	1	6.7	15	0.21	0.65	53.8

ТАБЛИЦА IV - ДОПУСТИМИ РАДІАЛЬНІ / ТЯГОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

Motor size	Model no.	Distance from end of shaft: mm				Thrust load N
		0	5	10	15	
		Radial load: N				
56 mm sq.	103H712 □	52	65	85	123	15

На рисунку 4 наведено відношення характеристики крутного моменту до частоти пульсу двигуна 103H7123.

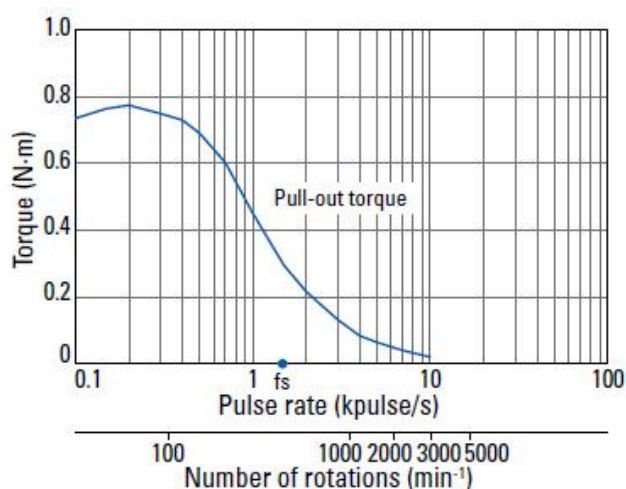


Рис. 4. Графік характеристик 103H7123

IV. КРОКОВІ ДВИГУНИ

Sanyo Denki 103H7123 – двофазний, однополярний кроковий двигун з кроком 1.8°. В таблиці 3 наведено основні характеристики двигуна.

Особливості:

- Напруга живлення: 24 В постійного струму
- Робочий струм: 1 А/фаза, 2-фазова активація (повний крок)
- Момент витягування: $J_L=0.94 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ (при використанні гумової муфти)

В таблиці 4 описано допустимі радіальні / тягові навантаження для двигуна 103H7123.

V. КОНФІГУРУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Для реалізації керування моторами вибрано мікроконтролер STM32Nucleo-F401RE. Перед конфігурацією потрібно вибрати піни, які будуть подавати логічні сигнали на драйвер SLA7026M (рисунок 5) на виводи 5, 6, 16 та 17.

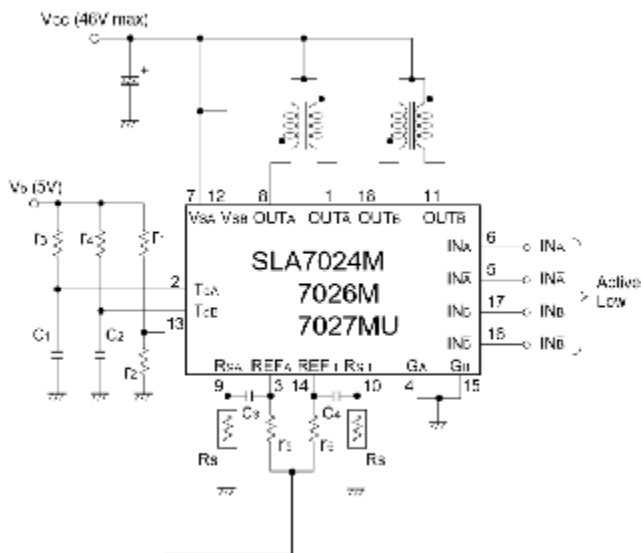


Рис. 5. Схема SLA7026M

Для керування на них потрібно подавати логічний '0', а в стані спокою на них постійно має бути логічна одиниця. На таблиці V зображено необхідну послідовність сигналів для руху крокового мотора.

ТАБЛИЦЯ V – Послідовність команд для роботи двигуна

Clock	0	1	2	3	0	1
IN _A	L	H	H	L	L	H
IN! _A	H	L	L	H	H	L
IN _B	L	L	H	H	L	L
IN! _B	H	H	L	L	H	H

Схема підключення STM32Nucleo-F401RE зображена на рисунку 6.

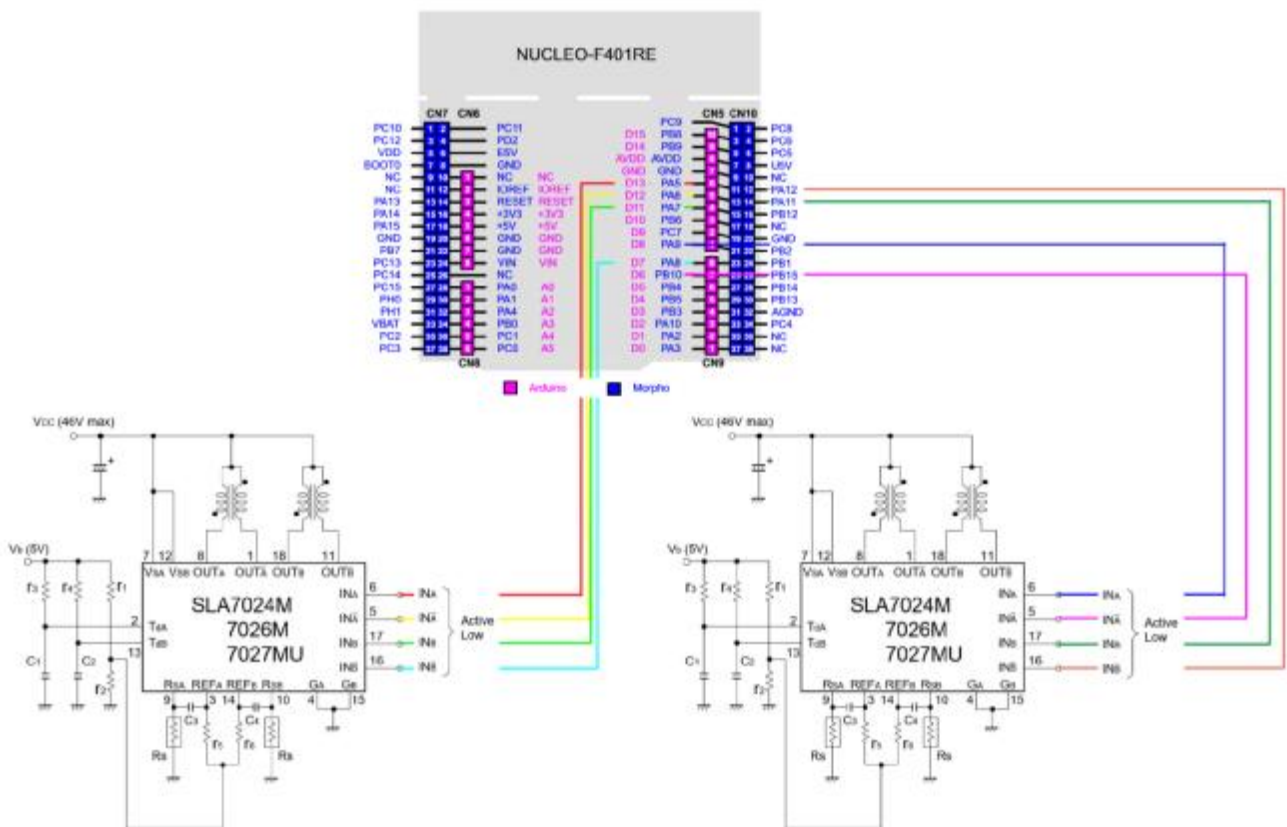


Рис. 6. Схема підключення STM32Nucleo-F401RE до двох драйверів SLA7026M.

Тепер знаючи які піни нам потрібні, нам простіше буде сконфігурувати порти контролера. Порти для контролю ми використовуємо: PA5, PA6, PA7, PA8 та PA9, PA10, PA11, PA12. Також нам слід назначити керуючі піни, які будуть приймати логічну одиницю як

активний сигнал. Для цього ми вибрали піни порту C, а саме PC1, PC2, PC3, PC4. Для того щоб контролер працював потрібно сконфігурувати тактовий генератор (Рисунок 7).

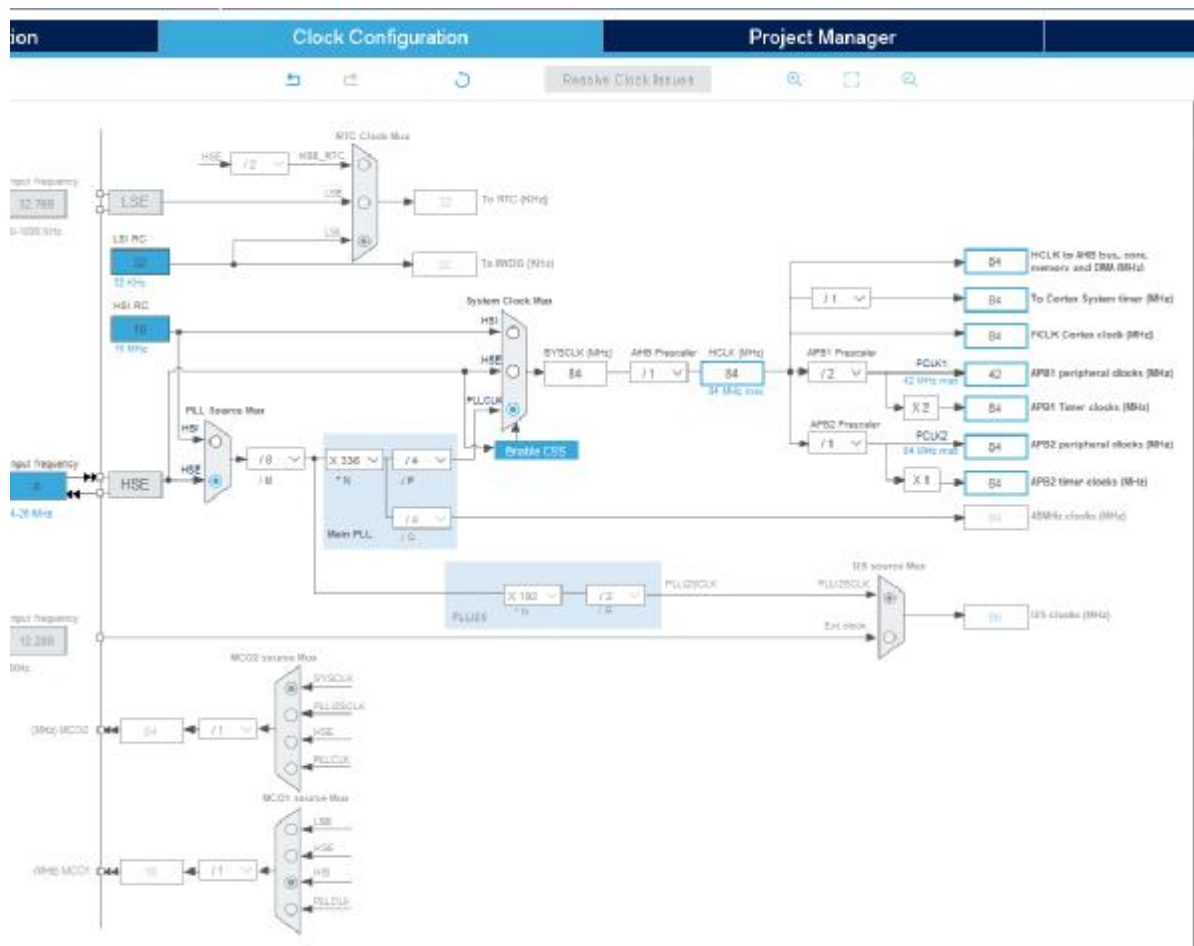


Рис. 7. Конфігурування частоти тактового генератора

Включаємо шину $gcc \rightarrow HSE$ і застосовуємо наступні настройки:

- Input Frequency 8;
- HSE / 8;
- X 336 / 4
- PLLCLK
- AHB Presclar 1
- ARB1 Presclare 2
- ARB2 Presclare 1

Після, цих налаштувань конфігурація виходів буде мати вигляд, як зображено на рисунку 8, і можна імпортувати проект в SystemWorkBench for STM32.

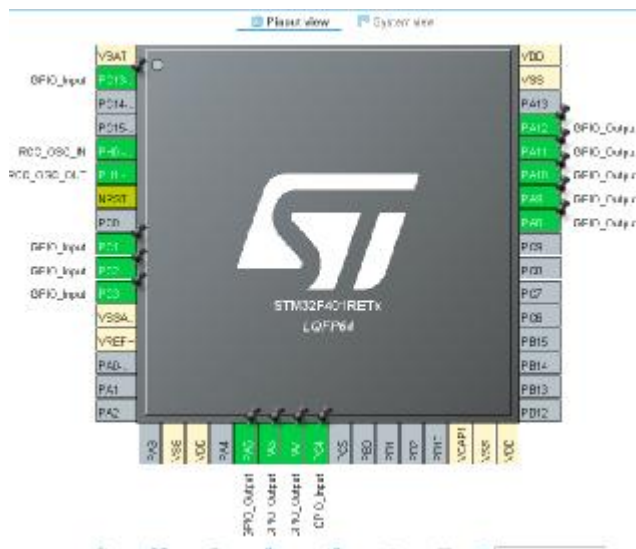


Рис. 8. Конфігурування пінів.Зробка програми в середовищі SystemWorkBench for STM32

Щоб почати програмування потрібно згенерувати код в CubeMX та вибрати опцію відкрити в SystemWorkBench, як зображено на рисинку 9, цей проект автоматично імпортується і буде готовий до завантаження у мікроконтролер.



Рис. 9. Діалогове вікно CubeMX після генерації базового коду

Приклад коду зображено на рисунку 10.

```

while (1)
{
    /* USER CODE BEGIN WHILE */
    /* USER CODE BEGIN 3 */
    // x
    if (HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC, GPIO_PIN_1)!=GPIO_PIN_RESET){
        GPIOA->ODR ^= ~(GPIO_PIN_6 | GPIO_PIN_8);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_3 | GPIO_PIN_5);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_3 | GPIO_PIN_7);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_5 | GPIO_PIN_6);
        HAL_Delay(delay);
        setStart();
    }
    // x L
    if (HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC, GPIO_PIN_2)!=GPIO_PIN_RESET){
        GPIOA->ODR ^= ~(GPIO_PIN_6 | GPIO_PIN_7);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_6 | GPIO_PIN_5);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_7 | GPIO_PIN_8);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_5 | GPIO_PIN_6);
        HAL_Delay(delay);
        setStart();
    }
    // y R
    if (HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC, GPIO_PIN_3)!=GPIO_PIN_RESET){
        GPIOA->ODR ^= ~(GPIO_PIN_10 | GPIO_PIN_12);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_10 | GPIO_PIN_9);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_12 | GPIO_PIN_11);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_9 | GPIO_PIN_13);
        HAL_Delay(delay);
        setStart();
    }
    // y L
    if (HAL_GPIO_ReadPin(GPIOC, GPIO_PIN_4)!=GPIO_PIN_RESET){
        GPIOA->ODR ^= ~(GPIO_PIN_10 | GPIO_PIN_11);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_10 | GPIO_PIN_9);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_11 | GPIO_PIN_12);
        HAL_Delay(delay);
        GPIOA->ODR ^= (GPIO_PIN_9 | GPIO_PIN_10);
    }
}

```

Рис. 10. Головний цикл While

Для можливості віддаленого керування системою було прийнято рішення додатково використати ESP8266 для керування осями станка з числовим управлінням.

Результатом виконання даної роботи була розроблена система управління двома осями станка з числовим керуванням. Згідно завдання було розроблено програму керування контролером, яка виконує задані у завданні функції, а саме послідовно подає сигнали на драйвер, що призводить до руху крокових двигунів, для контролю стану процесу все відображається на LCD дисплеї. Керуючі сигнали на плату приходять від контролера ESP8226, використовуючи WI-FI.

Для вирішення поставленого завдання використовувалась плата STM NUCLEO-F401RE та ESP8266.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] STM [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Режим доступу: https://www.st.com/content/st_com/en.html (дата звернення 16.04.2019)
- [2] HAL[Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Режим доступу: <http://stm32f4-discovery.net/2015/07/new-library-system-built-on-stm32fxxx-hal-drivers/> (дата звернення 10.05.2019)
- [3] Open STM32 Community [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Режим доступу: <http://www.openstm32.org>

Розроблення Системи Віддаленого Моніторингу за Технологією LoRaWAN

Юрій Середюк

*Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
ІФНТУНГ*

Івано-Франківськ, Україна
yura.serediuk0@gmail.com

Юрій Паньків

*Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
ІФНТУНГ*

Івано-Франківськ, Україна
yuriy.pankiv@gmail.com

Роман Голєндир

*Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
ІФНТУНГ*

Івано-Франківськ, Україна
romanholendyr@gmail.com

Христина Паньків

*Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
ІФНТУНГ*

Івано-Франківськ, Україна
khpankiv@gmail.com

Development of Remote Monitoring System Using LoRaWAN Technology

Yurii Serediuk

*Department of Information and Telecommunication Technology and Systems
IFNTUOG*

Ivano-Frankivsk, Ukraine
yura.serediuk0@gmail.com

Yurii Pankiv

*Department of Information and Telecommunication Technology and Systems
IFNTUOG*

Ivano-Frankivsk, Ukraine
yuriy.pankiv@gmail.com

Roman Holendyr

*Department of Information and Telecommunication Technology and Systems
IFNTUOG*

Ivano-Frankivsk, Ukraine
romanholendyr@gmail.com

Khrystyna Pankiv

*Department of Information and Telecommunication Technology and Systems
IFNTUOG*

Ivano-Frankivsk, Ukraine
khpankiv@gmail.com

Анотація—В даній роботі розроблено систему віддаленого моніторингу на основі апаратних засобів STMicroelectronics з використанням технології LoRaWAN із можливістю збереження результатів моніторингу на хмарному сервісі.

Abstract—In this work, a remote monitoring system based on STMicroelectronics hardware using LoRaWAN technology was developed, with the opportunity to store monitoring results on a cloud service.

Ключові слова—інтернет речей, LoRaWAN, STMicroelectronics.

Keywords—the Internet of Things, LoRaWAN, STMicroelectronics.

I. ВСТУП

Концепція Інтернету речей (англ. Internet of Things) давно цікавить дослідників мережевих протоколів і виробників телекомунікаційного обладнання, і фахівці все ближче підходять до її втілення в життя. Вже є безліч рішень, що дозволяють бачити цю концепцію в дії. Велику нішу в реалізації концепції Інтернету речей зайняли LPWAN-технології (англ. Low Power Wide-Area Network – енергоефективна мережу далекого радіусу дії),

принцип яких закладено в наступному: при малій потужності пристрій може виробляти передачу на більшу відстань, маючи при цьому суттєві обмеження на швидкість передачі

II. МЕРЕЖЕВИЙ ПРОТОКОЛ LoRaWAN

У 2015 році Semtech Corporation і дослідницьким центром IBM Research був представлений новий відкритий енергоефективний мережевий протокол LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks) для бездротової передачі даних з і на пристрої IoT, а також був створений альянс LoRa Alliance для просування даного стандарту [1]. Стандарт є відкритим за винятком реалізації на чіпі, яка контролюється Semtech Corporation.

В основу сигналу LoRa покладено канал 125 кГц з сигналом на основі розширення спектру шляхом лінійної частотної модуляції (CSS – chirp spread spectrum) з інтегрованою прямою корекцією помилок FEC. Однак основною особливістю LoRa стало створене навколо стандарту співтовариство, яке почало активно впроваджувати даний стандарт як в якості операторської технології (країни Європи), так і в якості локальних рішень для окремих будівель або невеликих підприємств (країни Азії). Зокрема, даний стандарт був підтриманий

деякими великими стільниковими компаніями, що ще більше підштовхнуло розвиток екосистеми для даного стандарту. Відкритість бізнес-моделі стандарту (за винятком чіпа) дозволила операторам інтегрувати

рішення LoRa в свою діючу інфраструктуру. Загальна схема організації сервісу на основі LoRa показана на рис.1.

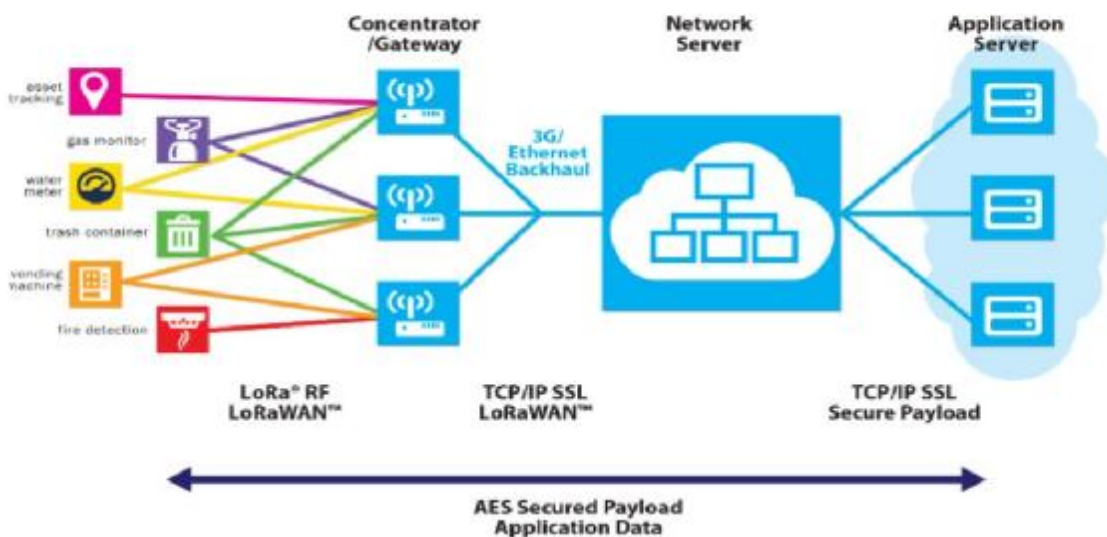


Рис. 1. Загальна схема організації сервісу на основі Lora

Тому LoRaWAN – це відкритий енергоефективний мережевий протокол зв'язку, що забезпечує значну перевагу перед Wi-Fi і сотовими мережами завдяки можливості розгортання міжмашинної комунікації. На основі цього протоколу створений простий у використанні апаратно-програмний комплекс, що дає змогу створювати системи з можливістю бездротової передачі даних.

Швидкість передачі даних по протоколу LoRaWAN в системі LoRa лежить в діапазоні 0,3 - 11 кбіт/с. Так, IMC SX1272 підтримує швидкість передачі даних від 0,3 до 37,5 кбіт/с, а SX1276 - від 0,018 до 37,5 кбіт/с [2].

Щоб продовжити термін служби батареї/акумулятора в кінцевому пристрої і загальну пропускну здатність мережі, мережевий сервер LoRaWAN керує швидкістю передачі даних і радіочастотним виходом кожного кінцевого пристрою окремо. Керування здійснюється за допомогою алгоритму адаптивної зміни швидкості передачі даних.

III. ВИБІР АПАРАТНОЇ БАЗИ

В даній системі планується використати модулі B-L072Z-LRWAN1 LoRa® Sigfox™ Discovery та плату розширення X-NUCLEO-IKS01A2.

B-L072Z-LRWAN1 LoRa® Sigfox™ Discovery – це інструмент розробки, що дозволяє вивчати і розробляти рішення на основі технологій LoRa®, Sigfox™ і FSK/OOK. Цей Discovery комплект оснащений універсальним відкритим модулем CMWX1ZZABZ-091 (від Murata). Модуль працює на STM32L072CZ і трансивері SX1276. Приймач оснащений модемом LoRa® дальньої дії, що забезпечує високошвидкісний

зв'язок з розширеним спектром і високою завадостійкістю, що мінімізує споживання струму[2].

X-NUCLEO-IKS01A2 – плата розширення для сімейства STM32 NUCLEO на основі MEMS датчиків руху і датчиків стану навколишнього середовища. У складі плати X-NUCLEO-IKS01A2 входить: MEMS датчик руху LSM6DSL, що складається з трьохосевого цифрового акселерометра і трьохосевого цифрового гіроскопа; трьохосевий цифровий акселерометр і трьохосевий цифровий магнітометр LSM303AGR (електронний компас); датчик температури і вологості HTS221, а також п'єзорезистивний датчик абсолютного тиску LPS22HB, що функціонує як цифровий барометр. Для роботи плата розширення використовує інтерфейс I2C [3].

Типовим прикладом використання системи може бути збір основних фізіологічних параметрів, таких як: ритм серця, температура, прискорення, положення. Через шлюз loRa до хмарного інтернет-обладнання відправлятиметься ритм серцебиття, температура тіла, темп руху.

Згадані очевидні переваги і недоліки LPWAN-технологій роблять їх перспективними для реалізації сенсорних мереж, в яких велика кількість автономних пристроїв-сенсорів повинні рідко передавати невеликі порції даних.

Технологія LoRa підходить до пристроїв з вимогами низького споживання енергії і високої стійкості зв'язку на великих відстанях, а також можливості прийому даних одразу з багатьох джерел.

IV. СТРУКТУРНА СХЕМА

В системі, що розробляється, використовується два безпроводні модулі B-L072Z-LRWAN1. До першого модуля, який виступає у ролі передавача приєднано плату розширення датчика навколишнього середовища X-NUCLEO-IKS01A2. Задача полягає в тому, щоб передати дані про температуру, тиск та вологість на відстань до 10 км по радіоканалу. Інший безпроводний модуль у свою чергу приєднаний до персонального комп'ютера за допомогою інтерфейсу USB. На комп'ютері повинне бути встановлене програмне

забезпечення для обробки інформації яка поступає від передавача. Модуль з платою розширення повинен бути запрограмований на відправку даних, в той час як інший модуль запрограмований на прийом і передачу даних через rx / tx на персональний комп'ютер. З комп'ютера дані надсилаються на хмарний сервіс, для забезпечення можливості доступу та перегляду з будь якого пристрою.

Отримаємо наступну структурну схему системи (рис 2).

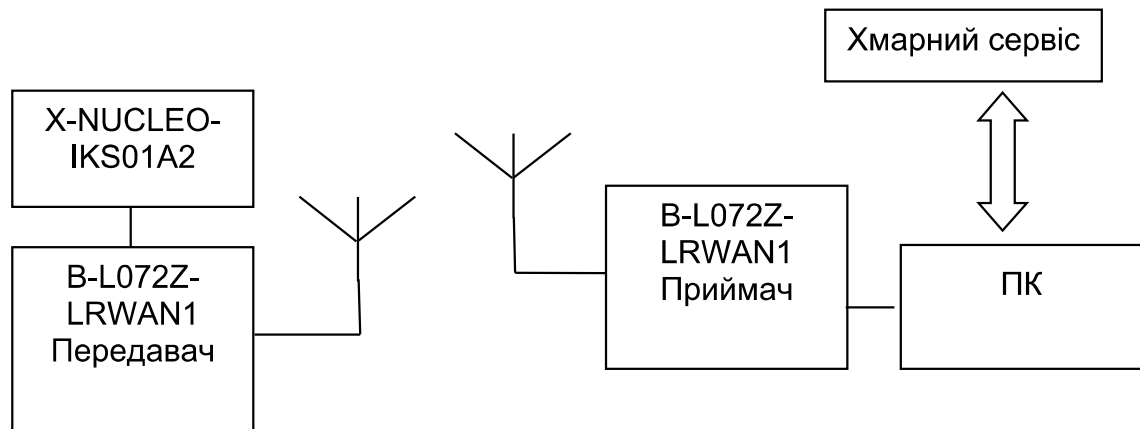


Рис. 2. Структурна схема системи

ВИСНОВКИ

Отримана система здатна ефективно передавати дані на великі відстані, будучи при цьому неенергозатратною, що робить її досить затребуваною в багатьох сферах.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] UM2159 User manual. Getting started with Ultra-low-power STM32L0 and LoRa® Discovery kit. STMicroelectronics: 2017 -9с.
- [2] B-L072Z-LRWAN1 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] - Режим доступу: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/b-l072z-lrwan1.html>
- [3] X-NUCLEO-IKS01A2 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] - Режим доступу: <https://www.st.com/en/ecosystems/x-nucleo-iks01a2.html>

The Usage of the SCRUM Metodology for Managing the Projects

Kononov Vladislav
Applied Mathematics Department
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
vladyslav.kononov@nure.ua

Volodymyr Kobziev
Applied Mathematics Department
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
volodymyr.kobziev@nure.ua

Abstract—The article dedicated to the Scrum methodology in project managing. Improvement of the development process and the team communication via special rules of the development process provided by Scrum methodology.

Keywords—SCRUM, Sprint, daily meetings.

I. INTRODUCTION

Modern application development is rarely a solitary effort. Designing, coding, testing, and packaging applications requires a cross-functional team involving designers, developers, testers and graphic artists working collaboratively and each owning tasks dependent on other members of the team. This is made more difficult by the fact that requirements are more often than not unknown or incomplete. Combined these make the process of developing applications that meet user expectations, are stable, and are delivered within time and budget constraints a highly complex enterprise. Scrum is a lightweight framework designed to help, close-knit teams of people develop complex products.

A scrum team typically consists of around seven people who work together in short, sustainable bursts of activity called sprints, with plenty of time for review and reflection built in. One of the mantras of scrum is “inspect and adapt,” and scrum teams are characterized by an intense focus on continuous improvement—of their process, but also of the product.

II. USAGE OF THE SCRUM METHODOLOGY

For using Scrum methodology next points should be presented in your project:

Product Backlog: The product owner will make a list of work that needs to be done, and they will place it in order according to priority. This is building your project backlog. They do this by determining what is a must-have item, which are less critical and those that don't fit into the timeframe allotted. That means the value of each item must be clear. What is their impact, risk and how the item might help in the learning process?

Sprint Planning: Using the product backlog, teams start with the highest priority items and determines how to achieve this objective. A good tip when planning is to do the due diligence and only start with items that are ready. Also, remember that planning is a short process, so don't get bogged down in the details. Just get to work on meeting the objectives. Keep the plan collaborative. The team should also ask the product owner and stakeholder questions.

The Sprint: A short duration to complete objectives, usually two to four weeks, but with daily scrum meetings to make sure things are progressing as needed. To make sure

your sprint is as efficient and productive as possible. During the sprint there should be no changes that would put the sprint objective in jeopardy. Scope, however, can be clarified and revised between the product owner and team.

Oversight by Scrum Master: The scrum master is just that, an expert on scrum, who is overseeing the project throughout and offering advice and direction based on their experience and skills. The scrum master should only be working on one project at a time, to provide it their full attention, and focus on improving the team's effectiveness. They are not managers, but facilitators, and it's crucial they clearly define what being done means.

Completed Sprint: The sprint is complete only when the work is ready to be delivered to the customer or shown to the stakeholder. That means doing regression tests, not rerunning everything on the sprint, but being selective. This collects additional data, but can be expensive and time-consuming. Therefore, you want to be as efficient as possible. Automation can help resolve the issues of cost and time.

Review: You want to look back on the sprint and see what worked and what didn't. You can then take the information and apply it to future sprints to replicate the positive and reduce the negatives. Begin the process by thanking participants, offering short introductions and setting ground rules for the discussion.

Repeat: Once through this cycle, it starts over again by going back to the backlog and taking the next ready item at the top of the priority list. Then you just follow the above steps, improving the process through the prior experience, continuing to refine the work to make it as efficient as possible.

Next images interpretations can ease explain main idea of the Scrum methodology, so you can rebuild work flow of your team in the shortest time and increase you efficiency immediately.

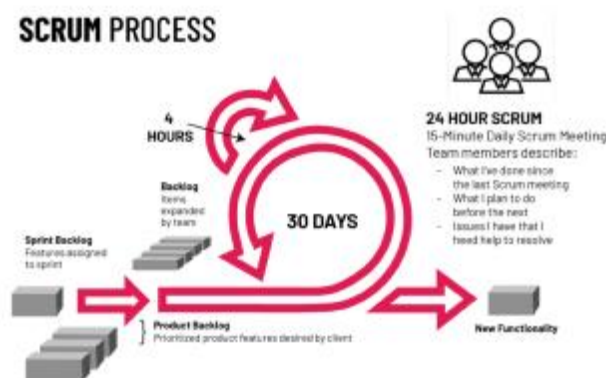


Fig. 1. Example of the Scrum process flow [1].



Fig. 2. Scrum process flow with to roles of the users

Scrum process can help you:

- Increase the quality of the deliverables
- Cope better with change (and expect the changes)
- Provide better estimates while spending less time creating them
- Be more in control of the project schedule and state

But Scrum has not only advantages for development. There are some disadvantages to implementing Scrum in your projects [2]:

There is a danger of scope creep if stakeholders keep adding functionality to the backlog. This could be encouraged by the fixed deadline.

Scrum works best with small teams of experienced software developers. They need to be able to work quickly.

Scrum teams do not work well when the Scrum Master micromanages their work.

Losing any team members can hurt the progress of the project.

III. RESULTS OF INTRODUCTION OF THE SCRUM METHODOLOGY

Firstly, it's a quality improvement of the developed product. After Scrum injection into the project flow team should prepare main changes and fixes during the sprint that allow always keep a workable version of the product. The team has a possibility in the time of the one sprint to prepare new functionality and test it. It decreases broken and unworkable features in every new version of the product.

The next point of the Scrum is the speed of the development. Scrum allows separating the amount of the functionality by the sprints that allow developers to concentrate directly on the task. Also one of the great things of the Scrum methodology is a board with a task that developers assign and change their statuses. It makes the development process more understandable and every teammate can see the progress of others via task-board and if it needed to help each other cause them all feels like one part, like on family. Also on of the advantages is that every developer wants to move as many tasks as possible to the column "Done" cause all of them wanted to be the best and it

does some health concurrency for the developers and changes routine work into some game for them.

Example of the task board:



Fig. 3. Example of the card board using for monitoring tasks

After Scrum injection was calculated spent time on every Scrum activity and is a very small pay for advantages that Scrum methodology provides for the team. Here is some statistic information about the time that the team spends every week on the Scrum activities.

- **Product backlog refinement:** 1.00 hours/week
- **Sprint planning:** 0.75 hours/week
- **Stand-ups:** 1.50 hours/week
- **Sprint review:** 0.50 hours/week
- **Sprint retrospective:** 0.75 hours/week
- **Learning:** 2.00 hours/week

As you can see the average spent time for a week is 6.5 hours and it is less than one day. Off course, this hours you can use for development of something else in the development process, but Scrum provide something bigger that another way to develop product, is a way to rally a team, way to improve communication between team members and allow developers to feel themselves part of something bigger than simple task that they prepare every day. Also, Scrum gives you a possibility to release safety every version because it will be tested and ready for work every sprint causes every developer to communicate with each other and can strongly understand all troubles with integrating with other developers, this is the main goal of the Scrum.

REFERENCES

- [1] Open data portal [Electronic resource] – URL: <https://www.cprime.com/resources/what-is-agile-what-is-scrum/> (access date: 11/27/2019)
- [2] Open data portal [Electronic resource] – URL: https://blog.sibirix.ru/2018/01/29/scrum_infographic/ (access date: 11/27/2019)

Розробка Системи Управління Верстатом-Качалкою на Базі Частотного Перетворювача Sinamics G120 та Контролера Simatic S7-1200

Мороз І.Б.
ІФНТУНГ
кафедра ІТТС
Україна, м. Івано-Франківськ
ihor.moroz.ukr@gmail.com

Романюк А.Б.
ІФНТУНГ
кафедра ІТТС
Україна, м. Івано-Франківськ
deleter8888@gmail.com

Development of a Control System of a Rocking-Machine Based on the Sinamics G120 Frequency Converter and the Simatic S7-1200 Controller

Moroz I.B.
IFNTUNG
ITTS
Ukraine, Ivano-Frankivsk
ihor.moroz.ukr@gmail.com

Romaniuk A.B.
IFNTUNG
ITTS
Ukraine, Ivano-Frankivsk
deleter8888@gmail.com

Анотація—Спроековано систему автоматичного керування верстатом качалкою що дозволяє регулювати режими роботи верстата качалки в залежності від дебіту свердловини.

Abstract—The automatic rocking machine control system is designed, which allows to regulate the operating modes of the rocking machine depending on the flow rate of the well.

Ключові слова—система автоматичного керування, верстат-качалка, дебіт, частотний перетворювач, контролер.

Keywords—automatic control system, swing, flow, frequency converter, controller.

І. ВСТУП

Для правильного розрахунку і встановлення технологічного режиму періодично працюючих свердловини необхідно провести комплекс дослідницьких робіт. Оптимальний технологічний режим роботи кожної окремої взятої свердловини вимагає попереднього ретельного аналізу всіх характерних даних як експлуатаційного пласту, так і режиму експлуатації, режиму відкачки рідини, умов експлуатації. Режим експлуатації свердловини і режим відкачки – різні поняття, між якими немає однозначної залежності. Один і той же режим експлуатації можна здійснити за допомогою різних режимів відкачки. Переведення глибинно-насосної свердловини на періодичну експлуатацію зазвичай викликається невідповідністю між продуктивністю встановленого на свердловині устаткування і її дебітом. У малодебітних свердловин продуктивність глибинно-насосної установки зазвичай перевищує об'ємну швидкість притіку рідини із пласта. В результаті цей насос швидко відкачує рідину, що накопичилася у свердловині, рівень її знижується до прийому насоса і коефіцієнт подачі насоса різко спадає.

Режим роботи насоса при його незаповненні характеризується невірноваженістю верстата-качалки,

що призводить до прискореного зношування усього наземного обладнання. Крім того, при роботі насоса з малим коефіцієнтом заповнення швидко виходять з ладу такі вузли, як плунжер-втулка, сальник і ін., що визиває до швидке зношування глибинно-насосного устаткування, зменшується коефіцієнт корисної дії установки, збільшується витрата електроенергії [1].

У зв'язку з цим у ряді випадків доцільно тимчасово зупиняти насосну установку для накопичення рідини у свердловині. При цьому притік рідини із пласта не припиняється. В такому випадку доцільно розробити систему яка автоматично буде зупиняти верстат качалку для того щоб кількість рідини була достатньою для подальшого відкачування [2]. Схема такої системи зображена на рисунку 1.

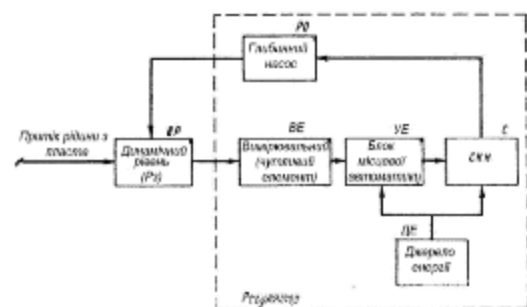


Рис. 1 – Схема системи автоматичного управління

Схема представлена на рис. 1 є одноконтурною автоматичною системою дискретної дії. Поки зміна динамічного рівня в процесі накопичення і відкачування рідини у напрямку збільшення чи зменшення залишається в зоні припустимих відхилень, система залишається розімкнутою. При досягненні динамічним рівнем рідини верхньої чи нижньої заданої межі чутливий елемент дає сигнал на управляючий елемент, який у свою чергу впливає на виконавчий механізм — верстат-качалку. Останній діє на регулюючий орган — ГНШУ, зупиняючи чи запускаючи її. Динамічний рівень

збільшується чи зменшується. Система розмикається і залишається в такому стані до наступного циклу. Як вимірвальний елемент використовуються давач рівня рідини в свердловині.

Система базується на контролері Siemens S7-1200. Ці контролери мають модульну конструкцію і універсальне призначення. Вони здатні працювати в реальному масштабі часу, можуть використовуватися для побудови відносно простих вузлів локальної автоматики або вузлів комплексних систем автоматичного управління, що підтримують інтенсивний комунікаційний обмін даними через мережі Industrial Ethernet / PROFINET, а також PtP (Point-to-Point) з'єднання. Програмований контролер S7-1200 здатний вирішувати логічні завдання, завдання автоматичного регулювання та керування переміщенням, виконувати математичну обробку інформації. Він має широкі функціональні можливості, відрізняється відносно невисокою вартістю і може використовуватися у всіх секторах промислового виробництва, а також в системах автоматизації будівель. Програмна частина буде реалізована у програмному забезпеченні STEP7(нижній рівень програмного забезпечення, логічні операції, обчислення та обрахунки) та WinCC(верхній рівень, інтерфейс користувача, графіки, діаграми).

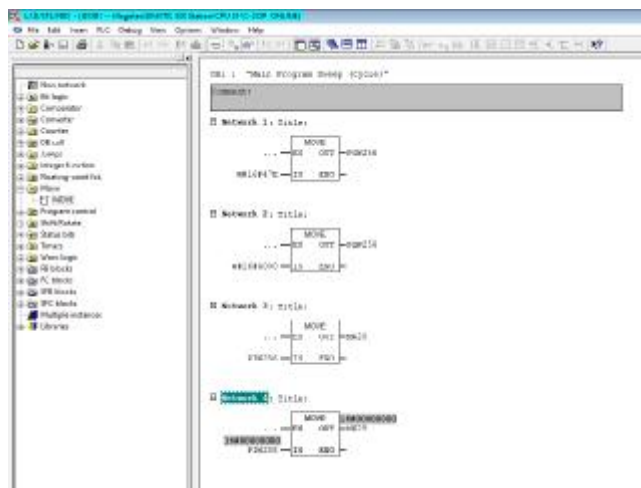


Рис. 2 – Фрагмент програмного забезпечення системи

На рисунку 2 зображено фрагмент програмного забезпечення системи у вигляді функціональних блоків, це один з методів складання програмного забезпечення

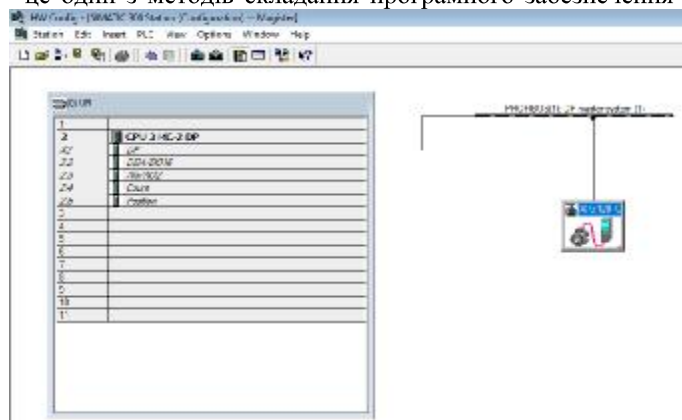


Рис. 3 – Вікно конфігурації апаратного забезпечення.

для даного контролера. Це так званий нижній рівень системи де відбуваються логічні операції, дії над величинами, обчислення та відправка сигналів до частотного перетворювача. Частотний перетворювач з'єднано з контролером мережею PROFIBUS DP,

Частотний перетворювач це пристрій за допомогою якого можна регулювати оберти двигуна в залежності від заданих параметрів. Частотний привід G120 має модульну конструкцію і широкі функціональні можливості. Основу частотного регулятора Siemens G120 складає силовий модуль (Power module) і модуль управління (Control unit). До модулю управління (CU250S-2) підключають датчики зворотного зв'язку, зокрема, енкодери, а так само різні інтерфейси для передачі даних в систему управління електроприводами (USS, Profinet, Profibus, ModBus, CAN)[2]. Останнім елементом цієї системи є інтерфейс користувача, так званий верхній рівень програмного забезпечення, ще його називають SCADA система, Це інтерфейс користувача де можна відображати різні параметри, створювати поля для вводу параметрів, відображати дані у вигляді графіків, записувати дані у спеціальні списки, створювати анімацію так різного роду допоміжні вікна які допоможуть людині-оператору взаємодіяти із системою.

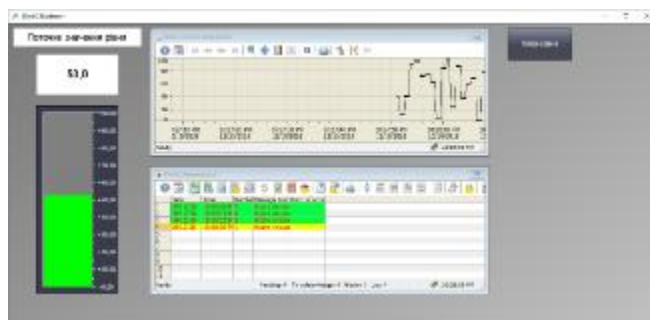


Рис. 4 – Скріншот вікна SCADA системи.

ВИСНОВКИ

Спроековано систему автоматичного управління верстатом качалкою на базі контролера Siemens S7-1200 та частотного перетворювача Sinamics G120 та інтерфейс користувача у програмному забезпеченні WinCC.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Заміховський Л.М. Вдосконалення динамографічного методу діагностування штангових глибинно-насосних установок для видобутку нафти на базі апарату штучних нейронних мереж [Текст] / Л.М.Заміховський, М.Я. Кіцкайло, А.Б. Романюк// Методи і засоби діагностики в техніці і соціумі МіЗД ТС-2018: матеріали VI(XXX) Міжн. міжвуз. - школи-семінару, 17-18 груд. 2018 р. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – С. 20-28. – ISBN 978-966-694-327-2.
- [2] Заміховський Л.М. Система управління процесом видобутку нафти за допомогою штангових глибинно-насосних установок [Текст] / Л.М. Заміховський, А.Б. Романюк // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018). XIV Міжнародна конференція. Тези доповідей. Вінниця, 15-17 жовтня 2018 року. – Вінниця: ВНТУ. –2018. – С. 160.

СЕКЦІЯ 4

Ігрове програмне забезпечення

Gaming software

Процедурна Генерація Ігрових Світів

Артур Марцінковський
Факультет математики і інформатики
Прикарпатський національний університет ім. Василя
Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
deimoss42@gmail.com

Віктор Ровінський
Факультет математики і інформатики
Прикарпатський національний університет ім. Василя
Стефаника
Івано-Франківськ, Україна
musicnetrino@gmail.com

Procedural Generation for Game Worlds Creation

Artur Martsinkovskyi
Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
deimoss42@gmail.com

Viktor Rovinskyi
Department of Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian
National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
musicnetrino@gmail.com

Анотація—На основі літературних даних, статей та даних про особливості й процес побудови симуляцій природних середовищ в даній роботі розглянуто застосування різноманітних методів процедурної генерації оточуючих середовищ й впливу їх характеристик на баланс й закономірності розвитку та прогресії моделей біологічних систем, залежних від таких середовищ, застосовні для використання в ігрових системах.

Abstract—Based on academic data, papers and data about the features and process of natural environment simulation creation this work is focused on the usage of various methods of the procedural generation of the environment and its parameters influence on the balance and laws of evolution of the biological system models that depend on the outer environments and are applicable in the games.

Ключові слова—процедурна генерація контенту, алгоритми базовані на пошуку

Keywords—procedural content generation, search-based algorithm

I. ВСТУП

Із значним розвитком сфери розробки комп'ютерних ігор все сильніше постають питання здешевлення та пришвидшення процесу їх створення. Одним з засобів забезпечення цього є покращення функціональності та ефективності існуючих засобів створення ігор таких як інструменти моделювання ігрових рівнів, засоби задання правил для штучного інтелекту, програмні середовища для створення коду ігор.

Іншим же, безпосередньо пов'язаним з першим є дослідження методів процедурної генерації контенту та генеративних алгоритмів що дадуть можливість автоматизувати значну частку рутинних завдань митців та програмістів а також сформувати нові можливості для розробки та експлуатації ігор. Процедурна генерація світів з високим рівнем деталізації контенту вже є все більшим трендом в індустрії, однак процес створення великих світів й соціосистем є менш дослідженим.

II. РОЗГЛЯД ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІГОР

У дослідженнях алгоритмів ПГК особливий інтерес представляє проблема процедурної генерації ігрових правил, які лежать в основі всіх, в тому числі і неелектронних, ігор(які по суті також є симуляціями більшої чи меншої точності). Рішення даного завдання має практичну значущість, оскільки процедурна генерація правил дозволить не тільки істотно урізноманітнити відеоігри й створити низку різних параметризованих симуляцій[2] за рахунок динамічної зміни правил в процесі симуляції (в тому числі, адаптуючи процес симуляції під бажання науковця), але і, можливо, створити абсолютно нові механіки симуляції і ситуації для дослідження.

Крім того, системи генерації ігрових правил можуть бути корисні дослідникам алгоритмів штучного інтелекту в сфері універсальних соціальних симуляцій, а також ігровим дизайнерам для швидкого створення і тестування різних ігрових прототипів. Процедурна генерація ігор неможлива без мови опису ігрових правил, тобто деякого строгого формату їх подання в підходящому для алгоритмічної обробки вигляді. Розробка такої мови опису потрібна у зв'язку з вимогами повторюваності й детермінованості результатів програми, оскільки її результатом буде строгий науково-термінологічний апарат, який дозволить формалізувати і описати простір можливих логічних правил опису законів функціонування симуляції.

В роботі В. Хома і Д. Маркса задача автоматичного створення ігор вперше була розглянута як окрема актуальна проблема в області штучного інтелекту [3]. Ціллю роботи було створення алгоритму для генерації збалансованих ігор, тобто ігор, в яких всі гравці знаходяться в рівних умовах і мають однакові шанси виграти. Варто відзначити, що симетричність гри не гарантує її збалансованість, тому що навіть при ідентичності правил для обох гравців гравця, що ходить першим, може володіти переваги над другим гравцем (і, в окремих випадках, навпаки).

Запропонований алгоритм автоматичного зміни балансу заснований на генетичному алгоритмі полягає в наступному. На кожній ітерації алгоритму з деякого набору ігор шляхом зміни і комбінування їх правил генеруються нові ігри, в кожному з яких система грає сама з собою 100 матчів.

Кожна гра оцінюється за допомогою функції оцінки за шкалою балансу (більшу оцінку отримують гри з мінімальною різницею між кількістю перемог у двох гравців) і шкалою різноманітності (більшу оцінку отримують гри, найменш схожі на раніше згенеровані результати), після чого формується новий набір зі старих і нових ігор з найбільшою оцінкою і починається наступна ітерація.

Використання генетичних алгоритмів і оцінка результатів деякої симуляції, а не самих особин, є досить поширеними методами процедурної генерації контенту; в даній роботі було продемонстровано, що ці методи можуть бути успішно використані і для динамічної генерації ігор та симуляцій.

ПГК є предметом досліджень не тільки в інформатиці. Прусінкевич і Лінденмайер[5] підкреслюють зростаючі інтереси інших галузей науки, викликані застосовністю вчень в сфері процедурної генерації. Однак, гармонізація інтересів цих дисциплін, так як біологія, архітектура, містобудування, психологія тощо, і знаходження правильних формалізмів і структур даних, які можна було б абстрагувати від конкретних задач і сформувати узагальнений теоретичний апарат видається значною задачею.

III. РОЗГЛЯД КРИТЕРІЇВ БАЗОВАНИХ НА ПОШУКУ АЛГОРИТМІВ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Одним з найбільш плідних та цікавих в сенсі комерційного застосування в розробці комп'ютерних ігор підходів до процедурної генерації є процедурна генерація базована на пошуку.[1] Процедурна генерація базована на пошуку це особливий випадок підходу згенеруй-тестуй до ПГК з наступними властивостями:

- Тестова функція не просто приймає або відхиляє можливий вміст, а класифікує його за допомогою одного числа чи вектора дійсних чисел.
- Генерування нового можливого вмісту є стабільним відносно призначення значення приближення до ідеалу відносно попередніх таких значень.

В певному сенсі цілком є генерація нового контенту з більшим значенням. Даний підхід є радше пошуковим, аніж еволюційним, адже він використовує стохастичні методи і різного роду евристики на відміну від пошуку похідних від попередніх елементів й рекомбінацій існуючих екземплярів вмісту.[2]

Центральне питання стохастичної оптимізації та метаевристики стосується того, як представляти все, що розвивається. Іншими словами, важливе питання - як генотипи (структури даних, якими керує еволюційний алгоритм) відображаються на фенотипи (структура даних або процес, який оцінюється функцією оцінювання).

Різницю між генотипом та фенотипом можна визначити як відмінність між планом і закінченою будовою, альтернативно, як між алгоритмом і результатом алгоритму. У сценарії створення вмісту ігор генотип може бути інструкцією щодо створення ігрового рівня, а фенотипом фактичний ігровий рівень. Завжди можна говорити про розрізнення генотипу / фенотипу, коли відбувається стохастичний пошук, навіть у таких випадках, як корені рівняння; у цьому випадку значення змінних є генотипом, результатом заміни цих значень змінними генотипу та обчислення лівої частини рівняння рівняння генотип-фенотип.

ВИСНОВОК

Отож, базовані на пошуку алгоритми процедурної генерації дають можливість формувати ряди контенту для відбору художниками а також контент для різних ігрових зон який буде оптимізованим відносно різноманітних параметрів в залежності від потреб ігрового дизайну. Такого типу алгоритми є цікавим та часто недослідженим полем, яке в перспективі може бути дуже корисним для індустрії розробки ігор.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Браун Ц. Evolutionary Game Design / Ц. Браун — Berlin: Springer, 2011. — 122 ст.
- [2] С. Кірпатрік, Ц. Д. Гелат, і М. П. Веччі, Optimization by simulated annealing, Science, том. 220, ст. 671-680, 1983.
- [3] М. Харман і Б.Джонс, Search-based software engineering, Information and Software Technology, том. 43, ст. 833-839, 2001.
- [4] Тогеліус, Д.; Шейкер, Н.; Нельсон, М.Д. Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research/J; Тогеліус, Д., Шейкер, Н., Нельсон, М.Д., Eds.; Springer: Берлін, Німеччина, 2014.
- [5] Прусінкевич, П.; Лінденмаєр, А. The Algorithmic Beauty of Plants; Springer Science & Business Media: Берлін, Німеччина, 2012.

Розробка Вікторини в APP INVENTOR 2

Марія Винничук
факультет математики та інформатики
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника»
Івано-Франківськ, Україна
vynnychuk_mariia@comp-sc.if.ua

Андрій Гладкий
факультет математики та інформатики
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника»
Івано-Франківськ, Україна
andrii_hladkyi@comp-sc.if.ua

Developing a Quiz with APP INVENTOR 2

Mariia Vynnychuk
Faculty of Mathematics and Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
vynnychuk_mariia@comp-sc.if.ua

Andrii Hladkyi
Faculty of Mathematics and Computer Science
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
andrii_hladkyi@comp-sc.if.ua

Анотація—У статті проаналізовано особливості процесу розробки Android-додатків у середовищі MIT App Inventor та наведено приклад розробки навчального Android-додатку з української літератури засобами засобами блочного програмування.

Abstract—The specific of developing Android apps in MIT App Inventor is considered. The features of block programming are analyzing. The example of developing, using MIT App Inventor 2, the education Android application for learning Ukrainian literature is given.

Ключові слова—MIT App Inventor, блочне програмування, інтерфейс, режим дизайнера, режим розробника, Android-додаток.

Keywords—MIT App Inventor, block coding, interface, designer mode, developer mode, Android app.

I. ВСТУП

Одним із сучасних цікавих та багатофункціональних середовищ створення Android-додатків є App Inventor (<http://ai2.appinventor.mit.edu/>). Зручний, інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс, мінімальні вимоги до рівня знань з програмування, швидкий і простий початок роботи надають широкі можливості для використання даного середовища. Для розробки використовується блочне програмування, яке можна розглядати як продовження розвитку ідей, закладених у Scratch. Увагу до цього середовища привертають все більше науковців, про що свідчить зростання кількості публікацій в цьому напрямку [1-3]. Слід звернути увагу на підтримку української мови інтерфейсу, що спрощує процес вивчення даного середовища та впровадження його використання в освітній процес у навчальних закладах. Особливо цікавим дане середовище буде для вчителів, адже, хоча сучасний ринок освітніх додатків надзвичайно широкий, україномовних освітніх мобільних додатків все ж таки не вистачає, тим паче зважаючи на швидкість оновлення навчального матеріалу [4-6]. Використання сучасних методів навчання із застосуванням цифрових технологій в освітньому процесі сприяє посиленню інтересу учнів до навчання. Тому для вчителя важливо навчитися створювати такі додатки самостійно. Також, беручи до

уваги простоту та легкість роботи із даним сервісом, мобільні додатки ігрового характеру можуть розробляти і самі учні, що дозволить їм краще засвоїти нові знання.

II. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ

Працювати в середовищі можуть лише зареєстровані користувачі, для реєстрації необхідний обліковий запис Google. Процес проектування та розробки додатку відбувається безпосередньо в середовищі MIT App Inventor, яке відкривається у веббраузері, а для тестування готового продукту необхідний мобільний пристрій, тому для повноцінної роботи із середовищем з подальшою апробацією додатку на мобільному пристрої необхідне стійке підключення до Wi-Fi.

A. Аналіз середовища розробки

Процес розробки мобільного додатку в MIT App Inventor відбувається в два етапи. Перший етап – проектування інтерфейсу користувача «Як це буде виглядати», другий етап – програмування елементів додатку «Як вони будуть себе вести». Ці два етапи реалізуються в окремих режимах – режим «Дизайнер» та режим «Блоки» [7].

В режимі «Дизайнер» проектується інтерфейс додатка. Цей режим використовують для вибору і розміщення різних елементів додатка: кнопок, полів для вводу тексту, написів та ін., які відображаються на екрані мобільного пристрою.

Режим «Блоки» використовується для програмування поведінки додатка і його елементів при різних діях користувача. Всі блоки, з яких може складатись програма, посортовані в групи. Групи блоків можна розділити на загальні, які доступні для всіх компонентів, а також, на блоки, які доступні лише для одного типу компонентів.

B. Завантаження та перегляд додатку

Завантажити додаток можна двома способами: у вигляді вихідного коду (файл з розширенням .aia) або у вигляді установчого файлу (.apk). Також, є можливість переглянути готовий додаток без встановлення його на мобільний телефон. Це можна зробити трьома

способами: відсканувавши в додатку MIT AI2 Companion App згенерований на сайті QR-код, за допомогою USB кабеля, за допомогою емулятора, встановленого на комп'ютері.

III. РОЗРОБКА ВІКТОРИНИ

Розробку вікторини необхідно розпочати з розробки інтерфейсу. Для дизайну вікторини найкраще використовувати такі елементи як кнопка, напис, зображення та прапорець, хоча можна вдосконалювати програму та додавати звукові ефекти, використовуючи звукові елементи, а також обмеження в часі, за допомогою елемента «таймер». Також, для покращення візуального сприйняття, рекомендовано використовувати компоненти групи Розміщення, за допомогою яких елементи на екрані будуть розміщуватись в певному порядку: вертикально, горизонтально, в вигляді таблиці з можливістю або без можливості прокручування елементів на екрані.

Якщо розробник хоче реалізувати декілька тестів в одній програмі, він може використовувати декілька екранів: головний екран та екрани з перевітками. На головний екран потрібно додати декілька кнопок з назвою категорії, до якої відносяться питання. Натиснувши на кнопку, користувачу відкриється екран з вибраним випробуванням. Дизайн інших екранів складається з тестів (компоненти Надпис та Прапорець), кнопки «Завершити», а також, з надпису, в якому буде відображатись результат проходження тесту.

При створенні гри-вікторини важливим етапом є складання питань, розподіл їх по категоріях рівня складності. Для прикладу, було створено вікторину «Я ♥ УКРАЇНСЬКУ ЛІТЕРАТУРУ», у якій є два розділи: «Знання письменників» та «Знання творчості письменників». Проектування інтерфейсу відбувається в режимі «Дизайнер» (рис. 1)



Fig. 1. Інтерфейс вікторини

Після розробки дизайну програми, потрібно перейти в режим блоків. Для початку, потрібно запрограмувати кнопки на головному екрані (фрагмент коду зображено на рис. 2).



Fig. 2. Фрагмент коду в середовищі MIT App Inventor

Для програмування безпосередньо тестів знадобиться змінна, яка буде зберігати результат проходження, тому потрібно використати блок, який ініціалізує її. Для кожного прапорця, повинні бути свої блоки коду, але вони практично не відрізняються один від одного. Для кращого сприйняття, при натисканні на прапорець всі варіанти відповідей на питання забарвлюються відповідним кольором (червоний для хибного або зелений для правильного), а також, стають недоступними для повторного вибору. Останнім кроком є відображення результатів після проходження тесту. Для цього програмуємо кнопку Завершити та висвічуємо значення змінної.

Інтерфейс розробленого додатку зображено на рис.3.

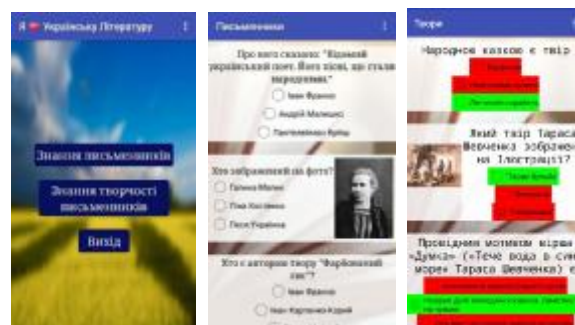


Fig. 3. Інтерфейс додатку «Я ♥ УКРАЇНСЬКУ ЛІТЕРАТУРУ»

Зауважимо, що розроблену вікторину можна використовувати як шаблон і за невеликих часових затрат створювати нові цікаві додатки для навчання.

ВИСНОВКИ

Можливості блочного програмування, закладені в MIT App Inventor, дають змогу навіть початківцям створювати власні мобільні додатки. MIT App Inventor – сучасна, інноваційна і функціональна платформа для створення інтерактивного програмного забезпечення для мобільних пристроїв.

REFERENCES ЛІТЕРАТУРА

- [1] Maja Svanberg, "Using feature vector representations to identify similar projects in app inventor", Blocks and Beyond Workshop (B&B) 2017 IEEE, pp. 117-118, 2017.
- [2] Patton E.W., Tissenbaum M., Harunani F. MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development. In: Kong SC., Abelson H. (eds) Computational Thinking Education. Springer, Singapore. 2019 DOI: 10.1007/978-981-13-6528-7_3
- [3] Antonio Rizzo, Francesco Montefoschi, Sara Ermini, and Giovanni Buresi. "UDOO App Inventor: Introducing Novices to the Internet of Things". International Journal of People-Oriented Programming. 2015. 4(1). 33-49. DOI: 10.4018/IJPOP.2015010103
- [4] Цирульник С. М. "MIT App Inventor: створення android-додатку лабораторного практикуму без програмування." Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2018. Вип. 4. С. 91-95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oecemu_2018_4_12
- [5] Лугова Т.А., Блажко О. А. "Розробка навчальних ігор, заснованих на активізації неявних знань." Управління розвитком складних систем. 2018. 35. С. 105-112. URL: <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-35/15.pdf>
- [6] Букач А. Кодуємо для Android URL: <http://bit.ly/2UFrvPM>
- [7] AppInventor [Electronic resource] : [Website]. What is App Inventor? URL: <https://cutt.ly/geZR8mh>

Моделювання Системи «Гравець-Комп'ютерна Гра» за Допомогою Методів Машинного Навчання

Петрук О.В.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна
petruk2010yes@gmail.com

Горелов В.О.

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет імені Василя

Стефаника

Івано-Франківськ, Україна
vitaliy.goryelov@gmail.com

Modeling of the Player-Computer System using Machine Learning Methods

Petruk O.V.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine
petruk2010yes@gmail.com

Gorelov V.O.

Department of computer sciences and information systems
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Ivano-Frankivsk, Ukraine
vitaliy.goryelov@gmail.com

Анотація—Проведена загальна характеристика машинного навчання.

Ключові слова—Комп'ютерна гра, гравець, машинне навчання, математичне моделювання, XNA Framework, Construct 2.

I. ВСТУП

Використання комп'ютерних ігор стає все більш актуальною тенденцією в сучасному освітньому процесі. Комп'ютерна гра в навчальному процесі являє собою гру, що має навчальні цілі. З іншого боку, комп'ютерна гра може розглядатися як навчальна система, в якій процес навчання інтегрований в гру.

Об'єктом дослідження є сукупність необхідних умов для проведення моделювання системи «гравець-комп'ютерна гра» за допомогою методів машинного навчання.

Предметом дослідження є комп'ютерна гра.

Проведені моделювання системи «гравець-комп'ютерна гра» за допомогою методів машинного навчання, щоб досягати в грі навчальних цілей і зберегти при цьому ігрову привабливість.

Мета дослідження полягає в ознайомленні з науковою літературою з обраного напрямку дослідження.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ми розглянемо найбільш популярні сучасні засоби для розробки ігор, розділимо їх на 3 класи та проаналізуємо їх базові заявлені функціональні можливості. Для більш детального аналізу оберемо по одному найоптимальнішому представнику з кожного класу для розробки навчального проекту прототипу гри.

1. Фреймворк.
2. Ігровий рушій.
3. Конструктор ігор

XNA Framework Microsoft XNA (англ. XNA's Not Acronymed) – набір інструментів з керованим середовищем часу виконання (.NET), створений Microsoft для полегшення моделювання комп'ютерних ігор.

Ігровий рушій Blender використовує систему графічних «логічних цеглин» (поєднання «датчиків», «контролерів» і «приводів») для контролю руху й відображення об'єктів у рушії. Ігровий рушій також може бути розширений за допомогою набору Python палітурки. Як Blender, він використовує OpenGL як шар кросплатформної графіки, для зв'язку з графічним обладнанням ігор.

Construct 2 – це заснований на HTML5 конструктор 2D ігор, розроблений компанією Scirra. Конструктор спрямовано в першу чергу на людей, які не розуміються в програмуванні, дозволяючи швидко проводити моделювання комп'ютерних ігор способом Drag-and-drop з використанням візуального редактора та логічної системи, заснованої на принципі поведінки та реакції,

III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

Якщо скласти схему взаємодії «гравець-комп'ютерна гра», то виглядати вона буде приблизно так:

- Гравець починає взаємодію.
- Гравець закінчує взаємодію.
- Чекає відповіді.
- Якщо швидкої відповіді не передбачається, гравець йде.

Взаємодії «гравець-комп'ютерна гра» не є чимось новим. Їх структура схожа з тією, яку знаходять в елементарних ігрових циклах. Однак, за участю як мінімум двох гравців, замість одиночної петлі там буде швидше щось близьке до числа 8. Ці поняття сягають теорії комунікації, яку в 1980-х роках пристосував до теорії ігрового дизайну Кріс Кроуфорд. Все це-базові ідеї,

з якими повинні бути знайомі всі професійні ігрові дизайнери.



Рис. 3.1. Схематичне зображення взаємодії «гравець-комп'ютерна гра»

Initiated by A	Запуск циклу гравців А
Player A	Гравець А
Reciprocated by B	Реакція у відповідь гравця Б
Player B	Гравець Б
Reciprocated by A	Реакція у відповідь гравця А
Player A	Гравець А

Початковий цикл:

Модель для гравця а: гравець визначає дію і вибирає мета-гравця або групу гравців.

Дія гравця А: гравець виконує дію.

Правила: результати дії встановлюються відповідно до ігрової логікою.

Відповідь гравця А: гравець А бачить негайні результати, як тільки їх створить гра.

Відповідь гравця Б: гравець Б бачить негайні результати, як тільки їх створить гра. Зауважте, що те, що бачить гравець Б, швидше за все відрізняється від того, що відбувається для гравця А. Це природним чином призводить до утворення різних ментальних моделей і дає проявитися таким ігровим механізмам як прихована інформації або передбачення (як у грі Yomi).

Поворотний цикл. Модель для гравця Б; його дії; правила; відповідь гравця Б: вибрані гравці намагаються зрозуміти, що сталося, і виробити відповідні дії. З цього моменту цикл «стрибає» між учасниками, немов тенісний м'ячик.

Частота взаємодії.



Рис. 3.2. Опис частоти взаємодії в системі «гравець-комп'ютерна гра»

High Frequency	Висока частота
Low Frequency	Низька частота

Реалізація прототипу на Construct 2. Робота з графічними ресурсами В Construct2 є вбудований редактор зображень в якому є можливість редагувати зображення, накладати фільтри. Результатом роботи над зображенням буде об'єкт спрайту. Цей об'єкт характеризується не лише зображенням, він має цілий перелік властивостей та характеристик які допоможуть настроїти поведінку спрайту та способи його відображення.

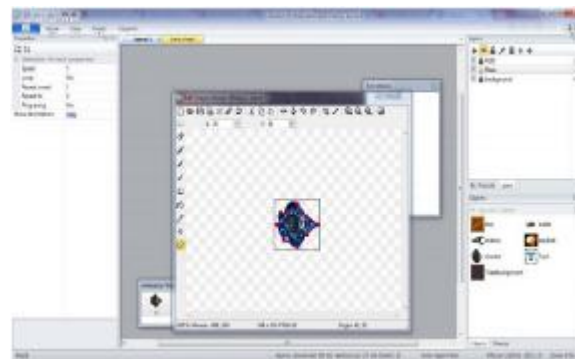


Рис. 3.3 Графічний редактор Construct 2

Надалі, ми взаємодіємо саме з об'єктами спрайтів, для контролю відображення на сцені, появи, переміщенню, тощо. Окрім графічних змін в редакторі таж є можливість змінювати полігон колізії, на рис. 3.1 він позначений синіми лініями з червоними гранями. Після загрузки зображення редактор автоматично намагається створити такий полігон, він знадобиться нам пізніше для роботи з фізикою та колізією. Проте як вже, напевно стало зрозуміло два об'єкти вважаються зіткнутими, якщо їх полігони зіткнулись. Також в редакторі є можливість додавати Image Points тобто якісь особливі точки на зображенні до яких поті можна буде прив'язатись для взаємодії, апіорі найпершою такою точкою є середина спрайту. Ця можливість нам стали у нагоді при обробці пострілів, адже ми змогли поставити таку точку на кінці пістолета та створювати кулі відштовхуючись від цієї точки а не від центру спрайту гравця

Організація взаємодії з гравцем Для того щоб дати змогу гравця переміщувати свого аватара, потрібно підключити обробку клавіатури та мишки. Оскільки це конструктор, яким можуть користуватися навіть люди без навичок у програмуванні, для багатьох речей що притаманні іграм вже існують створенні об'єкти і нам потрібно лише обрати їх із контекстного меню Insert Object



Рис 3.4. Меню вставки об'єктів Construct 2

Там присутні об'єкти звуку, спрайтів, тексту, заднього плану, контролерів та інших периферійних пристроїв. По суті вся робота з тим чи іншим об'єктом полягає в додаванні його на сцену по налаштуванню його властивостей. Використовуючи ці об'єкти ми додали до сцени задній фон, контролер типу миша та клавіатура. Таким чином надалі при роботі з логікою ми зможемо звертатися до цих об'єктів та дізнаватися про маніпуляції гравця.

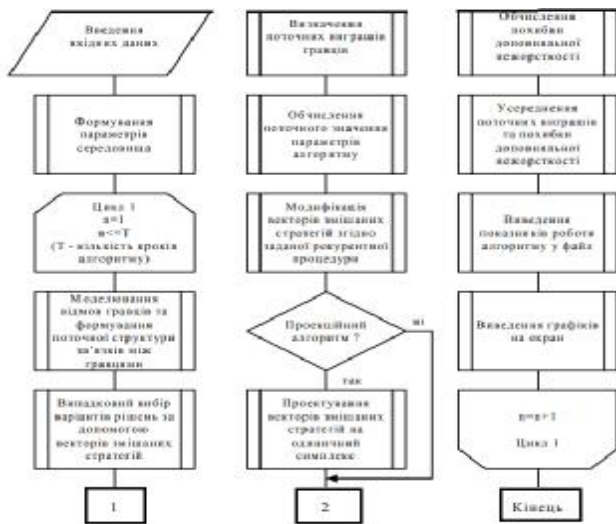


Рис. 3.5. Графічна схема ігрового алгоритму взаємодії в системі «гравець-комп'ютерна гра»

Робота з фізикою та колізією, обробка фізики, колізії, та багатьох специфічних елементів поведінки об'єктів що притаманна більшості ігор і забрала б багато часу на реалізацію в логіці гри / , реалізується за допомогою властивості Behaviors



Рис 3.6. Діалого вікно додавання поведінки Construct 2

Перш за все створюючи новий запис в таблиці обирається об'єкт для опитування, далі стан який очікується від цього об'єкту, далі об'єкт над яким треба виконати дію реакції і саму дію. Наприклад: Мишка / Натискання лівої кнопки / гравець / створити об'єкт кулі на Image Points №1. Таким чином і будується вся логіка гри, взаємодія об'єктів тощо.

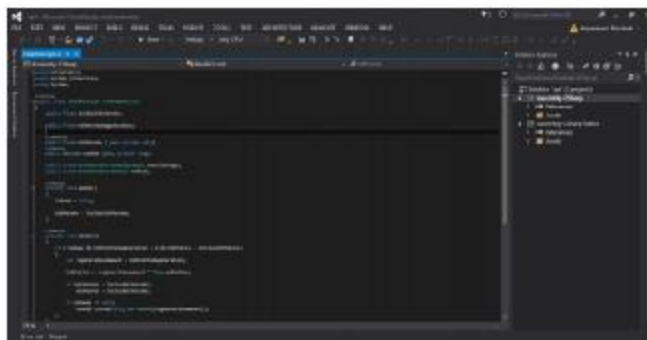


Рис 3.7. Скриншот для Unity в Visual Studio

Висновки

Проведена загальна характеристика машинного навчання та перелічено особливості комп'ютерної гри, як способу комунікації гравців та названо основні види комунікації в комп'ютерних іграх.

- Досліджено особливості взаємодії в системі «гравець-комп'ютерна гра».
- Перелічено та коротко охарактеризовано основні підходи до класифікації комп'ютерних ігор.
- Описано умови постановки задачі через моделювання взаємодії у системі «гравець-комп'ютерна гра».
- На основі математичного та програмного моделювання адаптивних ігрових методів розроблено алгоритми та програми, призначені для керування потоками інформації в комп'ютерних мережах (взаємодія в системі «гравець-комп'ютерна гра»).

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Вовк О. Б. Комп'ютерні ігри як форма інтерактивної інформаційної системи // Математичні машини і системи, – 2017, № 4. – С. 98–103.
- [2] Гордієнко А. В. Комп'ютерні ігри та їхні позитивні психологічні ефекти // Наукові записки НаУКМА. – 2017. – Том 199. – С. 58–62.
- [3] Фурсова Н. А. Особливості розробки мережевої комп'ютерної гри в жанрі Multiplayer First-Person Shooter / Н. А. Фурсова, О. Є. Козак // Наука і виробництво: ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь – 2019. – № 1 (20). – С. 48.
- [4] Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти // Інформаційні технології і засоби навчання, – 2015. – № 3. – С. 3–9.
- [5] Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на фортране.– М.: «Мир», 1977, 583 с.

Наукове електронне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

**КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

**Матеріали
Міжнародної науково-технічної конференції
здобувачів вищої освіти та молодих вчених
27–29 листопада 2019 року
Івано-Франківськ, Україна**

Матеріали статей опубліковані в авторській редакції

**COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES
AND MANAGEMENT SYSTEMS**

**Proceedings
of the International Scientific Young Scientists Conference**

**2019, November , 27th to 29th
Ivano-Frankivsk, Ukraine**

Materials are published in author's edition

Технічний редактор к.т.н М.Л. Петришин (ПНУ)

Видавець

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
вул. С. Бандери, 1, м. Івано-Франківськ, 76025,
тел.: 71-56-22

E-mail: vdvcit@pu.if.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2718 від 12. 12. 2006

ISBN 978-966-640-478-0