Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

МАТЕРІАЛИ
VII Міжнародної науково-технічної конференції
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

MATERIALS
VII-th International scientific-technical conference
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF COMPLEX SYSTEMS

МАТЕРИАЛЫ
VII Международной научно-технической конференции
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

3-5 листопада 2021 року
м. Дніпро

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Сухий К. М.	ректор ДВНЗ УДХТУ, д.т.н., професор (співголова)
Зайчук О.В.	д.т.н., професор
Харченко О.В.	д.х.н., професор
Andrianov A.I.	Professor, Dr. Tech. Sc.
Mamedov A.T.	Professor, Dr. Tech. Sc.
Milenin A.	Professor, Dr. Hab. inż.
Sadigov A.B.	Professor, Dr. Tech. Sc.
Petoukhov S.V.	Professor, Dr. Ph.-m. Sc.
Shary S.P.	Professor, Dr. Ph.-m. Sc.
Starovoitov E.I.	Professor, Dr. Ph.-m. Sc.
Todorov M.	Professor, Dr. Tech. Sc.
Zilinskas J.	Professor, Dr. (HP)
Алексєєв М.О.	д.т.н., професор
Аушева Н.М.	д.т.н., професор
Гнатушенко В.В.	д.т.н., професор
Косолап А.І.	д.ф.-м.н., професор
Ляшенко В.П.	д.т.н., професор
Мухін В.Є.	д.т.н., професор
Петренко М.Г.	д.т.н., професор
Олевський В.І.	д.т.н., доцент
Федоров Є.Є.	д.т.н., професор
Федорович О.Є.	д.т.н., професор
Чалий С.Ф.	д.т.н., професор

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Коротка Л. І.	к.т.н., доцент
Науменко Н. Ю.	к.т.н., доцент

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ 12

Andrianov Igor V.
ANALYTICAL HOMOGENIZATION APPROACH IN THE THEORY OF PLATES AND SHELLS 13

Біляєв М.М., Біляєва В.В., Берлов О.В., Козачина В.А., Якубовська З.М.
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ОЦІНЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ 15

Біляєв М.М., Лемеш М.В., Цуркан В.В., Чирва М.В.
КОМПЛЕКС КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД 17

Берлов О.В., Русакова Т.І., Гунько О.Ю., Машихіна П.Б., Якубовська З.М.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ 19

Борзов С.О., Науменко Т.С.
ВЗАЄМОДІЯ СТОРІН ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ 21

Зеленцов Д.Г., Умнов П.В.
ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ 23

Зеленцов Д.Г., Шаптала Т.М.
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С НЕПРЕРЫВНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ 25

Каіров О.С., Латанська Л.О., Каіров В.О.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ ОХОЛОДЖУВАНИХ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ГТД 27

Крекшин Д.М., Ющенко О.В
МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІЧНОГО ПРОЦЕСУ ФРАГМЕНТАЦІЇ МЕТАЛІВ ПІД ЧАС МЕГАПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ. 29

Koshel M.D., Koshel S.A.
MATHEMATICAL SIMULATION OF THE ION EXCHANGE SYSTEM OPERATION 31

Латанська Л.О., Нікітіна О.Ю.
НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВІДКРИТИМ КОДОМ НА C# 35

Лелека С.В., Карвацький А.Я, Мікульонок І.О., Іваненко О.І., Витвицький В.М.
УЗАГАЛЬНЕНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОГРАФІТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ 37

Олевський В.І., Олійник М.Д., Нефедова О.Г.
НАБЛИЖЕНИЙ РОЗВ'ЯЗОК КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ МОДІФІКОВАНИМ МЕТОДОМ ПОДОВЖЕННЯ ЗА ПАРАМЕТРОМ 39

Русакова Т.І., Біляєв М.М.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ РИЗИКУ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ 41

Соколовська І.Є., Дьомін К.В.
МОДЕЛЮВАННЯ ВИТАННЯ ЧАСТИНОК МАТЕРІАЛУ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ 43

Станчиц Г.Ю., Цуркан Є.В.
МУЛЬТИФРАКТАЛЬНІ МОДЕЛІ ТРИВИМІРНИХ МЕТАЛОСТРУКТУР 45

Сугаль Є.О., Жульковська І.І., Жульковський О.О.
ЗАСТОСУВАННЯ EXTREME OPTIMIZATION NUMERICAL LIBRARIES FOR .NET ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ 47

С'янов О.М., Косухіна О.С., Жидкевич Н.Ю., Коваленко Є.С.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНУТИМ РОТОРОМ 49

Фененко Т.М., Романенко Д.В., Дерев'янко О.І.
КОМПЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНОЇ КОНСОЛІДАЦІЇ З ЗАСТОСУВАННЯМ АЛГОРИТМУ DEM 51

Фененко Т.М., Свєрчкова Ю.В., Дерев'янко О.І.
МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ВІРТУАЛЬНОГО РУХУ . 53

Фесенко К.О., Мисов О.П., Левчук І.Л., Савченко М.О.
РОЗРОБКА УТОЧНЕНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ РОЗЧИНУ МІДНОГО КУПОРОСУ 55

СЕКЦІЯ 2
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ 58

Ашкелянець А.В., Миронова Т.М., Губський С.А.
ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ДАКТИЛЮВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ В БІЛИХ ЧАВУНАХ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ 59

Борисенко О.В., Косолап А.І.
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ ОБ'ЄКТОМ З ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ 61

Дуванський О.М., Чухліб В.Л.
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ КУВАННЯ КОРПУСІВ ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ..... 63

Косолап А.І.
ПРАКТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УНІМОДАЛЬНИХ ТА МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МЕТОДІВ..... 65

Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТУ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ..... 67

Нескородєва Т.В., Федоров Е.Е., Чичужко М.В., Чичужко В.О.
МЕТАЕВРИСТИЧНИЙ МЕТОД ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ В ЛАБІРИНТІ 68

Малієнко А.В, Шишков О.С.
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНОСТІ ПРОФЕСІЙНИХ УЧАСНИКІВ ФІНАНСОВОГО РИНКУ 70

Палієнко В.О., Чухліб В.Л.
РОЗРОБКА СПОСОБУ КУВАННЯ МЕТАЛУ МЕТОДОМ ПЕРЕДАЧІ 72

Ткачук В.М.
МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ НА РЕАЛЬНОМУ КВАНТОВОМУ КОМПЮТЕРІ 74

Фененко Т.М., Сірик В.А., Дерев'янко О.І.
АЛГОРИТМ РУПЕРТА ТРИАНГУЛЯЦІЇ ПОЛІГОНІВ 76

СЕКЦІЯ 3
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ. 78

Асмолков С.О., Коротка Л.І.
НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ 79

Бакум І.О., Кодола Г.М.
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ІГОР 81

Булава Я.В., Хорошилов С.В.
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕООСПОСТЕРЕЖЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ 83

Васьковець А.А., Хорошилов С.В.
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO 85

Демченко М.О., Кодола Г.М.
ВИДИ ТА ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ У ВІДЕІГРАХ 87

Денисенко О.Д., Каштан В.Ю.
РОЗРОБКА ГНУЧКОГО ІНСТРУМЕНТА МОНІТОРИНГУ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ 89

Дорош Н.Л., Цаплюк О.В.
РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ АЛГОРИТМОМ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ 91

Великоіваненко Г.І., Корчинський В.В.
АНАЛІЗ СТАБІЛЬНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ 93

Климюк Ю.Є.
РЕАЛІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ВІДОМОСТЕЙ ПРО ПРАЦІВНИКІВ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ "БАЗА ДАНИХ ПРАЦІВНИКИ" ДЛЯ ВЕДЕННЯ КНИГИ ОБЛІКУ КАДРІВ..... 95

Кравцов В., Коротка Л. І.
МЕТОДИ НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ..... 97

Нестерук Д.Г., Гнатушенко Вік.В., Царик В.Ю.
ТЕХНОЛОГІЯ ЮЗАБІЛІТІ ТЕСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ВЕБ-САЙТУ 99

Островська К.Ю., Кучма М.В.
БАГАТОМОДУЛЬНА СИСТЕМА РОЗРОБКИ І МОДЕЛЮВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ІЗ ЗМІННОЮ ТОПОЛОГІЄЮ 101

Островська К.Ю., Подольхов М.М.
ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖІВ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ 103

Островська К.Ю., Попов В.К.
АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ АЛГОРИТМАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ 105

Островська К.Ю., Топчій А.С.
МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ КОМПАНІЇ 107

Поліщук Ю.В., Ткач М.О., Хорошилов С.В.
РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРІВ 109

Процюк В.В., Кравців К.І., Думка Х.І., Дмитренок С.О., Мельник В.Д., Шекета В.І.
КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЦИФРОВОМУ РОДОВИЩІ 111

Solodka N.O., Radchenko D.V.
EXPEDIENCY OF MICROSERVICE APPLICATIONS DEVELOPMENT USING CONTAINER ORCHESTRATION SYSTEMS..... 113

Солодка Н.О., Шаповалов К.І., Умнов П.В.
ВИБІР МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМАХ 115

Стеценко С.В., Хорошилов С.В.
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КОНТЕНТУ НА ЗОБРАЖЕННЯХ 117

Фененко Т.М., Мовсесянц А.М., Деревянко О.І.
ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ НА СУМУ ГАУСІВСЬКИХ ФУНКЦІЙ 119

Хабарлак К. С.
АДАПТАЦІЯ МЕТА-НАВЧАННЯ НА ЧАСТКОВОМУ ШАБЛОНІ 121

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІТА ЕКОНОМІЦІ 123

Ivanova T., Naumenko N.
MODERN APPROACHES TO THE METHODOLOGY FOR ANALYZING THE CREDITWORTHINESS OF BORROWERS IN BANKS 124

Василенко О.В., Сніжной Г.В., Рева В.І., Івченко С.А.
«М`ЯКА» ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЯХ 126

Дмитрієва І.С., Самуськов О.Д.
ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ЦЕХУ 128

Новіцька І.В., Онисько А.І.
ВИКОРИСТАННЯ СУБД В АКУСТИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗВУЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ 130

Nechyporenko O.V., Voloshaniuk O.Ya.
STRUCTURE OF THE CONTROL SYSTEM OF HIGH-SPEED REDUCTION AND COOLING UNIT 132

Novoienko V., Naumenko N.
BUILDING OF ENTREPRENEURSHIP ICOME FORECAST MODEL IN SERVICE SPHERE 134

Овчаренко О.В., Куриленко В.В., Козлов Я.М.
АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ 136

Овчаренко О.В., Науменко Н.Ю., Неронов В.О.
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ 139

Redka M.O., Khoroshylov S.V.
INTELLECTUAL CONTROL OF AN UNDERACTUATED SPACECRAFT USING REINFORCEMENT LEARNING..... 142

Смирнова Н.А., Гречишкін А.Р., Коротун А.В., Тітов І.М.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ НАНОЛАЗЕРА ЗА РАХУНОК ЕФЕКТУ ПАРСЕЛЛА 144

Сотула М.В., Мисов О.П.
АВТОНАЛАШТУВАННЯ НЕЧІТКОГО ПІД-РЕГУЛЯТОРА З ДОДАТКОВОЮ КЕРУЮЧОЮ ДІЄЮ..... 146

Ус С.А., Тимошенко Л.В.
ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОМПАНІЇ 148

Солдатенко Д.В., Гнатушенко Вік.В., Гнатушенко В.В.
ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ ЗОБРАЖЕНЬ ЗІ СХОЖИМИ ОЗНАКАМИ…….150

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

- **математичне моделювання об'єктів і процесів**
- **математичні методи в механіці, хімічній технології та інженерії**
- **імітаційне моделювання**

SESSIONS 1

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF MATHEMATICAL MODELING

- **mathematical modeling of objects and processes**
- **mathematical methods in mechanics, chemical technology and engineering**
- **simulation modeling**

СЕКЦИЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ:

- **математическое моделирование объектов и процессов**
- **математические методы в химической технологии и инженерии**
- **имитационное моделирование**

ANALYTICAL HOMOGENIZATION APPROACH IN THE THEORY OF PLATES AND SHELLS

Andrianov Igor V.

Chair and Institute of General Mechanics, RWTH Aachen University,
Eilfschornsteinstraße 18, D-52062 Aachen, Germany.

The lecture is devoted to the analytical homogenization approach (AHA) for the analysis of thin-walled inhomogeneous structures (TWIS) and their effective properties. UnderTWIS we understand ribbed, corrugated, reticulated, lattice, perforated plates and shells, structures with periodically changing boundary conditions, composite structures, etc. We will discuss the main trends since the early developments of this approach up to the ongoing contributions and upcoming challenges in the field. The problems under consideration are important from both fundamental and applied points of view. We review a state-of-the-art in AHA presenting the variety of existing methods, by pointing out their advantages and shortcomings, and by discussing their applications. In addition to the review of existing results, some new original approaches are also introduced. In particular, we analyze a possibility of analytical solution of the unit cell problems obtained as a result of the homogenization procedure. Some open problems will be also formulated.

For the past 25 years homogenization methods have proven to be powerful techniques for the study of heterogeneous media [1]. Some of these classical tools today include multiple-scale expansions, G -, H- and Γ -convergence, compensated compactness and energy methods [1-6]. It can be shown that all these approaches are equivalent for the linear or quasi-linear problems, at least in the first approximation.

As a rule, the mathematical studies are devoted to formulation and proof of theorems of existence and uniqueness of the solution, and to the formalism and convergence of the asymptotic process. The analysis of the unit cell problems in these studies is limited by a proof of their solvability. The further treatment and applications to the mechanical problems of practical interest remain beyond these mathematical studies. And it is commonly assumed that the further applications should be based on use of some numerical algorithms, as a rule, on the FEM. As recently emerged 'computational homogenization approach' [7], it is natural to introduce AHA. The AHA is based on the combination of the multi-scale homogenization method and various additional asymptotic techniques [8-11] in order to analytically solve the original problem. The domain occupied by the TWIS is considered to be composed from a large number of characteristic periodic sections, the unit cells. A small non-dimensional parameter is introduced as the ratio of the characteristic dimension of the unit cell to the smallest characteristic dimension of the entire domain. Further, using the multi-scale homogenization method [1,2], the original BVP is reduced to the combination of two types of problems. First one is a recurrent system of unit cell problems with the conditions of periodic continuation. And the second problem is a homogenized boundary-value problem for the entire domain, characterized by the constant effective coefficients obtained from the solution of the unit cell problems. Regular (e.g., perturbation of the shape of boundary, domain decomposition, Schwarz

alternating method) or singular perturbation technique is applied for the solution of the unit cell problems. Very often it is possible to use two-point Padé approximants or asymptotically equivalent function approach [8-11] and obtain the analytical expressions for the effective characteristics of TWIS for inhomogeneities of arbitrary size.

While asymptotic homogenization leads to a much simpler problem for an equivalent homogeneous material with certain effective properties, the construction of a solution in the vicinity of the boundary of the original TWIS remains beyond capabilities of the classical homogenization. In order to determine stresses and strains near the boundary, a boundary layer problem should be considered in extension to the asymptotic homogenization.

It is expected that further development of homogenization and asymptotic methods is associated with combined numerical-analytical approaches and includes them in commercial codes.

Finally, there are many books and papers devoted to the considered problems, and therefore only some of them are cited. However, a reader may find additional references in [2-7, 9-11] to extend knowledge associated with homogenization approach to plates and shells modeling.

References

1. Tartar L. *The general theory of homogenization: a personalized introduction.* New York: Springer-Verlag. - 2009. - 470 p.

2. Marchenko V.A., Khruslov E. Ya. *Homogenization of partial differential equations.* Boston, MA: Birkhäuser. – 2006. – 398 p.

3. Panasenko G.P. *Multi-Scale modeling for structures and composites.* Berlin: Springer-Verlag. - 2005. - 398 p.

4. Lewinski T., Telega J.J. *Plates, laminates and shells: asymptotic analysis and homogenization.* River Edge, NJ: World Scientific. – 2000. – 768 p.

5. Cioranescu D., Paulin J.S.J. *Homogenization of reticulated structures.* New York: Springer-Verlag. - 1999. – 346 p.

6. Kalamkarov A.L., Kolpakov A.G. *Analysis, design and optimisation of composite structures.* Chichester: John Wiley &Sons. - 1997. - 356 p.

7. Geers M.G.D., Kouznetsova V.G., Brekelmans W.A.M.*Multi-scale computational homogenization: Trends and challenges //* Journal of Computational and Applied Mathematics. – 210. – V. 234. - P. 2175 - 2182.

8. Manevitch L.I., Andrianov I.V., Oshmyan V.O. *Mechanics of periodically heterogeneous structures.* Berlin: Springer-Verlag. - 2002. - 264 p.

9. Andrianov I.V., Awrejcewicz J., Manevitch L.I. *Asymptotical mechanics of thin-walled structures: a handbook.*Berlin: Springer-Verlag. - 2004. - 535 p.

10. Kalamkarov A.L., Andrianov I.V., Danishevs'kyy V.V. *Asymptotic homogenization of composite materials and structures //* Applied Mechanics Revue. - 2009. - V. 62. - P. 030802-1 - 030802-20.

11. Andrianov I.V., Awrejcewicz J. *Asymptotic solution of the theory of shells boundary value problems* // Mathematical Problems in Engineering. - 2007. -Article ID 82348. - 25 p.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ОЦІНЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Біляєв М. М.[1], Біляєва В. В.[2], Берлов О. В.[3], Козачина В. А.[1], Якубовська З. М.[4]

[1]Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

[2] Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

[3] Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, Україна

[4]ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

Прогноз рівня забруднення навколишнього середовища, оцінювання ризику ураження персоналу, населення при екстремальних ситуаціях на потенційно небезпечних об'єктах здійснюється шляхом використання спеціалізованих математичних моделей [3-5]. Як правило, це спрощені інженерні методики оцінювання наслідків таких ситуацій. Зараз, до прогнозних моделей пред'являється ряд вимог: врахування просторового розсіювання токсичних речовин в атмосфері; врахування профілю швидкості вітрового потоку, атмосферної дифузії; врахування різних сценаріїв емісії токсичних речовин в атмосферу і т.д [1-4]. Зараз в Україні для прогнозу аварійного забруднення навколишнього середовища практично не використовуються гідроаеродинамічні моделі. Тому актуальною проблемою є розробка комп'ютерних багатофакторних моделей, що дозволяють оперативно проводити серійні розрахунки по оцінюванню наслідківпри можливих екстремальних ситуаціях на потенційно небезпечних об'єктах.

Слід підкреслити, що останнім часом значно посилився інтерес до проблеми оцінювання наслідків екстремальних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах саме в Україні. Це пов’язано з використання застарілого обладнання на багатьох підприємствах, тому ризик виникнення екстремальних ситуацій дуже великий.В роботі розглядаються «швидко розрахункові» комп'ютерні моделі, що розроблені для рішення комплексу прикладних задач.

1. Прогнозування динаміки забруднення повітря в робочому приміщенні при аварійному витоку токсичної речовини.
2. Прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря при аварійному викиді в разі розгерметизації трубопроводу з хімічно небезпечною речовиною.
3. Прогнозування ризику баричного ураження персоналу при русі ударної хвилі.
4. Прогнозування динаміки забруднення водного середовища при потраплянні в річкухімічно небезпечної речовини з пошкодженого підводного трубопроводу.

5. Оцінка ефективності методу нейтралізації хмари токсичної речовини.

Прогнозування процесів забруднення навколишнього середовища здійснюється на базі фундаментальних моделей механіки суцільного середовища. Для розрахунку аеродинаміки вітрових потоків використовується модель безвихрових течій ідеальної рідини та рівняння Нав'є-Стокса. Для розрахунку поля тиску при русі ударної хвилі використовуються рівняння Ейлера. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря і водного середовища проводиться на базі тривимірного і двомірного рівнянь масопереносу. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві схеми чисельного інтегрування. На базі розроблених чисельних моделей створені комплекси спеціалізованих програм. Для використання розроблених комплексів програм застосовується стандартна вхідна інформація:

1. дані про інтенсивність емісії хімічно небезпечної речовини;
2. інформація про метеоумови;
3. гідрологічні параметри річки;
4. параметри, що характеризують робоче приміщення;
5. режим емісії токсичної речовини;
6. тип нейтралізатора.

Представлені результати проведених обчислювальних експериментів по оцінці динаміки забруднення атмосфери при різних екстремальнихситуаціях на потенційно небезпечних об'єктах та транспорті.

Список літературних джерел

1. Беляев Н. Н. Экспресс метод оценки потенциального территориального риска при авариях на транспорте / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна «Наука та прогрес транспорту». – Дніпропетровськ, 2016. – Вип. 1 (61). – С. 30–38.

2. Беляев Н. Н. Прогнозирование загрязнения приземного слоя атмосферы при горении твердого ракетного топлива в хранилище / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Зб. наук.пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2013. – № 42. – С. 160–167.

3. Беляев Н. Н. Оценка уровня загрязнения атмосферы при аварии на железнодорожном транспорте / Н. Н. Беляев, П. Б. Машихина, Л. Я. Мунтян // Зб. наук. пр.Нац. гірнич. ун-ту.– 2015. – № 48. – С. 210 – 215.

4. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при миграции токсичных веществ / Н. Н. Беляев, В. М. Лисняк. – Днепропетровск: ООО «Инновация», 2006. – 150 с.

5. Алымов В. Т. Техногенный риск: Анализ и оценка / В. Т. Алымов, Н. П. Тарасова. – Москва : ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.

КОМПЛЕКС КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД

Біляєв М. М., Лемеш М. В., Цуркан В. В., Чирва М. В.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

Оцінювання ефективності роботи очисних споруд в системах водопостачання та водовідведення є важливою та нетривіальної задачею. Таке оцінювання потрібно на етапі розробки проекту станції водопідготовки або станції аерації з метою визначення ефективності роботи очисних споруд для різних умов експлуатації та для випадку виникнення аварійної ситуації в системах водопостачання та водовідведення. Крім цього, рішення даної задачі потрібно, коли до діючої системи очисних споруд планується «під'єднання» нового промислового об'єкту.

Ефективним методом вирішення цієї проблеми є використання математичних моделей. Однак слід зазначити, що в даний час до таких моделей пред'являється ряд вимог, а саме: можливість врахування в математичній моделі складної геометричної форми споруди, врахування роботи очисних споруд при різних витратах води, можливість проведення розрахунків для очисних споруд, що суттєво відрізняються від типових (наприклад, мають додаткові елементи типу пластин, вставок тощо), швидкої модифікації і налаштування математичної моделі на рішення нових завдань в рамках даної проблеми.

В доповіді розглядається комплекс комп'ютерних моделей, що розроблені для оцінки ефективності роботи таких очисних споруд:

1. вертикальні відстійники;
2. горизонтальні відстійники;
3. аеротенки з додатковими елементами;
4. аеротенки з рухомим біоценозом;
5. пісколовки.
6. циркуляційні канали;
7. системи нейтралізації стічних вод.

Розроблені математичні моделі засновані на чисельному інтегруванні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища. Для розрахунку поля швидкості в відстійниках і аеротенках використовується:

1. гідродинамічна модель потенційної течії;
2. гідродинамічна модель вихрових течій ідеальної рідини;
3. рівняння Нав'є-Стокса.

Чисельне інтегрування моделюючих рівнянь здійснюється за допомогою кінцево-різницевих схем. Процес перенесення домішки в очисних спорудах моделюється багатофакторним рівнянням масопереносу. При цьому використовуються як двовимірне так і тривимірне рівняння масопереносу.

Для чисельного інтегрування рівнянь масопереносу застосовуються неявні змінно-трикутні різницеві схеми розщеплення. Особливістю застосовуваних різницевих схем є простота розрахункових залежностей, що

дозволяє просту програмну реалізацію чисельних моделей. На основі створених чисельних моделей розроблені комп'ютерні моделі для оцінювання ефективності очищення води в різних спорудах.

Для проведення експрес розрахунків розроблені балансові моделі, що базуються на законі збереження маси для активного мулу, субстрату, кисню в споруді. Чисельне інтегрування моделюючих рівнянь здійснюється за методом Ейлера.

В роботі також представляються результати проведених обчислювальних експериментів. Метою експериментів була оцінка ефективності очищення води в спорудах для різних умов експлуатації та при використанні додаткових елементів, що встановлюються в споруду для зміни гідродинаміки течії яка впливає на розподіл домішки в робочій зоні споруди.

Отримані результати свідчать про те, що застосування додаткових елементів дозволяє підвищити ефективність очищення стічних вод, це означає, що на виході зі станції аерації стічні води будуть мати менший ступінь забруднення.

У доповіді також представлені результати фізичних експериментів, що були проведені для верифікації розроблених моделей та підтвердження робочих гіпотез про можливість підвищення ефективності очищення води за рахунок використання в споруді додаткових елементів.

Список літературних джерел

1. Епоян С. М. До розрахунку горизонтального відстійника з пористою полімербетонною перегородкою систем господарсько-питного водопостачання / С.М. Епоян, Д.Г. Сухоруков // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2012. – Вип. 68. – С. 244-248

2. Беляев Н. Н. Численное моделирование процесса осветления шахтных вод в горизонтальном отстойнике / Н.Н. Беляев, Е.Ю. Гунько, В.А. Козачина // Геотехнічна механіка. Міжвідомчий збірник наукових праць. – К.: Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, 2014. – № 114 – С. 240-250.

3. Беляев Н. Н. CFD моделирование процесса формирования осадка в горизонтальном отстойнике / Н.Н. Беляев, В.А. Козачина // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – №3 (81). – С. 222-225.

4. Беляев Н. Н. Снижение техногенной нагрузки на водоем при сбросе сточных вод за счет повышения эффективности отстойников / Н.Н. Беляев, Л.Ф. Долина, В.А. Козачина // Електромагнітна сумісність і безпека на залізничному транспорті. Науковий журнал. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – Вып. №3. – С. 92-97.

5. Беляев Н. Н. Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных отстойниках [монографія] / Н. Н. Беляев, В. А. Козачина. – Д.: Акцент ПП, 2015. – 115 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Берлов О. В.[1], Русакова Т. І.[2], Гунько О. Ю.[3], Машихіна П. Б.[3], Якубовська З. М.[4]

[1] Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, Україна

[2] Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

[3] Дніпровській національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

[4]ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

При експлуатації залізничного транспорту має місце досить інтенсивне забруднення довкілля. Найбільш інтенсивне забруднення має місце при роботі магістральних та маневрових тепловозів та при транспортуванні сипучих вантажів (вугілля тощо). При роботі тепловозів в атмосферу потрапляють продукти згоряння дизельного палива. Розсіювання цих продуктів призводить до забруднення атмосферного повітря і підстильної поверхні. Тому виникають дві важливі задачі. Перша задача – це необхідність прогнозування рівня забруднення довкілля з метою визначення інтенсивності цього забрудненнята оцінки маси того чи іншого забруднювача, який потрапив на підстильну поверхню. Друга задача– економічна оцінка збитку, нанесеного довкіллю. В даний час, в Україні, відсутня науково-обґрунтована методика, яка дозволяла б вирішити перераховані задачі з урахуванням нестаціонарної емісії небезпечних речовин від рухомого джерела.

При транспортуванні вугілля має місце інтенсивне пилове забруднення довкілля. Тому виникає важлива проблема оцінювання рівня забруднення довкілля при русі потягу з вугіллям та розробка методів, що дозволяють зменшити винос вугільного пилу з вагонів.

У доповіді представлені чисельні моделі для вирішення перерахованих задач. Для оцінювання рівня забруднення довкілля при роботі тепловозів здійснюється чисельне інтегрування тривимірного та двовимірногорівнянь конвективно-дифузійного переносу домішки в атмосферному повітрі [1-5]. Як додаткові, використовуються рівняння, що дозволяють розрахувати процес трансформаціїдомішок в атмосферному повітрі (викиди від тепловозу). Побудована чисельна модель дозволяє врахувати:

1. інтенівність викиду домішок (продуктів згорання) від тепловозу;
2. метоумови регіону;
3. швидкість руху тепловоза та маршрут руху.

Також розроблена чисельна модель для оцінювання рівня забруднення повітря при емісії вугільного пилу з вагону. Моделюючими рівняннями є двовимірне рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки в атмосфері та рівняння Лапласу для потенціалу швидкості. На базі рівняння для потенціалу швидкості розраховується поле швидкості повітряного потоку біля вагону.

Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві схеми. Здійснена програмна реалізація побудованих чисельних моделей.

На базі розроблених чисельних моделей можна вирішувати такі задачі:

1. Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря від рухомого потягу з вугіллям.

2. Прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря при роботі тепловозів.

3. Визначення рівня забруднення підстильної поверхні в транспортному коридорі та на прилеглої до колії території.

4. Експрес оцінювання збитків при емісії домішок від тепловозів та вугільного пилу з вагонів.

На базі розроблених чисельних моделей здійснені розрахунки по прогнозуванню розмірів зон забруднення атмосфери при роботі маневрових тепловозів на залізничній станції «Дніпро-Центральний». Наведені результати прогнозу та результати верифікації побудованих чисельних моделей.

Список літературних джерел

1. Беляев Н. Н. Моделирование нестационарных процессов аварийного загрязнения атмосферы: монография / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. Б. Машихина. – Д.: «Акцент ПП», 2014. – 127 с.

2. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при миграции токсичных веществ / Н. Н. Беляев, В. М. Лисняк. – Д.: ООО «Инновация», 2006. – 150 с.

3. Беляев Н. Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций: монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Д.: «Акцент ПП», 2013. – 159 с.

4. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Марчук Г. И. – М.: Наука, 1982. – 320 с.

5. Biliaiev M. M. Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex topography / M. M. Biliaiev, M. M. Kharytonov // Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application. – Torino, Italy, 2010. – № P1.7.

ВЗАЄМОДІЯ СТОРІН ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Борзов С.О., Науменко Т.С.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В Україні дистанційна освіта в багатьох аспектах усе ще сприймається як нововведення, хоча ще в 2000 році була затверджена Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні [1], в якій обґрунтовано доцільність, мету, основні завдання та очікувані наслідки створення і впровадження такої системи. Хоча дистанційна освіта не є новим рішенням для України, однак до березня 2020 року вона впроваджувалася лише планово і фрагментарно. В умовах пандемії ж постали інші завдання – тотальний перехід на навчання онлайн в екстреному режимі.

Дистанційне навчання – це спосіб отримання освіти із використанням комп'ютерних та сучасних інформаційних технологій, що надає студентам змогу навчатися на відстані, без відриву від роботи та виїзду за кордон. Такий спосіб отримання знань передбачає комфортну та зручну для кожного студента обстановку та можливість навчатися без відриву від роботи. Дистанційне навчання часто порівнюють із заочним, але не варто це робити. На відміну від заочного навчання, яке передбачає спілкування з викладачем лише декілька разів на рік, дистанційне передбачає не лише постійну самоосвіту, а й постійний контакт як із викладачами, так і з іншими студентами [2].

У зв'язку з цим, дистанційне навчання розширює й оновлює роль викладача, робить його наставником-консультантом, який повинен координувати пізнавальний процес, постійно удосконалювати ті курси, які він викладає, підвищувати творчу активність і кваліфікаціювідповідно до нововведень й інновацій. Під час дистанційної освіти відбувається також позитивний вплив на студентів: підвищення їх творчого й інтелектуального потенціалу за рахунок самоорганізації, використання сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій, уміння самостійно приймати відповідальні рішення.

Розглянемо динаміку засвоєння знань $p(t)$, яка залишиться, як сума динаміки зусиль викладача $i(t)$, та динаміки бажання вчитися $c(t)$, тобто:

$$p(t) = i(t) + c(t) \qquad (1)$$

де: $p(t)$ – тема засвоєння знать у студента;

$i(t)$ – тема подачі учбового матеріалу;

$c(t)$ – тема задоволення від навчання;

В цій роботі приймаємо, темп подачі учбового матеріалу $i(t)$ повинен відповідати темпу задоволення від навчання $c(t)$, тобто:

$$i(t) = \beta \frac{dp}{dt} \qquad (2)$$

де: β – коефіцієнт персоналізації, який враховує особисті обставини студента;

Підставляємо (2) в (1):

$$\beta \frac{dp}{dt} - p(t) = -c(t) \qquad (3)$$

Нас буде цікавити ситуація, коли $c(t)$, буде стабільно зростати з коефіцієнтом η:

$$c(t) = C_0 \cdot e^{\eta t} \qquad (4)$$

Остаточно запишемо диференційне рівняння взаємодії викладача та студента:

$$\beta \frac{dp}{dt} - p(t) = -C_0 \cdot e^{\eta t} \quad (5)$$

Загальне рішення:

$$p(t) = P_\beta \cdot e^{\frac{t}{\beta}} + P_\eta \cdot e^{\eta t} \qquad (6)$$

де:

$$P_\beta = p_0 - \frac{C_0}{1 - \eta\beta} \qquad (7)$$

$$P_\eta = \frac{C_0}{1 - \eta\beta} \qquad (8)$$

де: C_0 – рівень бажання вчитися при $t_0 = 0$, тобто на початку занять з курсу;

β – коефіцієнт персоналізації;

η – коефіцієнт збільшення темпу бажання вчитися;

P_β – загальний коефіцієнт темпу засвоєння знань;

P_η - загальний коефіцієнт зростання бажання вчитися;

Таким чином отримано вираз (6), загальна модель взаємодії сторін при дистанційному навчанні.

Дистанційне навчання дасть результати, якщо буде взаємодія між учасникамиосвітнього процесу та будуть враховані потреби та проблеми кожної сторони.

Список літературних джерел

1. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України В.Г. Кременем 20 грудня 2000 р.). URL: https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=emFraW5wcG8ub3JnLnVhfGRvfGd4OjU0Nzg0OTc5ZmU3OWJlYzA

2. Що таке дистанційна освіта: як вона працює? [Електронний ресурс] // Режим доступу : http://www.vsemisto.info/osvita/2355-sho-take-vysha-osvita-jak-vona-prazjuje.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ

Зеленцов Д.Г., Умнов П.В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпро, Україна

Якісна підготовка студентів, які навчаються на спеціальностях галузі знань 12 – Інформаційні технології та вивчають дисципліни, що пов'язані з обчислювальним інтелектом, неможлива без використання сучасних програмних засобів. Таки засоби мають бути спрямованими на покращення сприйняття основних положень та категорій, таких як збіжність, точність, стійкість та ефективність математичних методів. Важливою складовою таких програмних засобів є наочність функціювання обчислювальних алгоритмів.

В роботі пропонується програмний комплекс для симуляції генетичних методів розв'язування задач дискретної оптимізації. Генетичні методи є основною складовою навчальної дисципліни «Методи еволюційного моделювання», яка викладається студентам спеціальностей «Комп'ютерні науки» ДВНЗ «Український хіміко-технологічний університет».

Програмний комплекс написаний на мові C++ з використанням Win32 API. У ньому використовуються такі бібліотеки та заголовні файли:

- Windows.h – стандартний заголовний файл Win32 API;
- stdio.h – заголовний файл стандартного вводу/виводу;
- ctime та cstdlib – для отримання випадкового числа;
- fstream – для читання/запису даних з/в файл;
- array – для фіксованого масиву з C++ 11 стандарту;
- vector – для динамічного масиву з C++ 11 стандарту ;
- algorithm – для проведення маніпуляцій над масивами з C++ 1 стандарту.

На вхідний інтерфейс до програми подається вибір основної задачі (комівояжера або вантажоперевезнь), після цього обираються 12 точок (12 міст) на мапі України.

Програмний комплекс виконує три основні функції й одну допоміжну, для яких на виході одержується відповідно:

- «Оновити» – очищує всі введені раніше точки;
- «Розрахунок» – за допомогою генетичного методу здійснюється пошук мінімальної протяжності маршруту за певну кількість ітерацій;
- «Наступна ітерація» – за допомогою генетичного методу здійснюється пошук мінімальної протяжності маршруту за одну ітерацію;

Допоміжна функція «Пропустити 10 ітерацій» здійснює пошук мінімальної протяжності маршруту за 10 ітерацій.

Для більш зручної взаємодії з користувачем, програма виводить до списку:

- назву обраної задачі: «Задача комівояжера» / «Задача вантажоперевезень»;
- номер ітерації (у випадку активації функції «Наступна ітерація»);

- приблизну протяжність маршруту у кілометрах (похибка в межах 5%);
- кращу хромосому, яка і являє собою оптимальний маршрут (мінімальну сумарну відстань між містами).

На рисунках 1 і 2 наведений інтерфейс виводу програмного комплексу в режимах «Задача комівояжера» та «Задача вантажоперевезень» відповідно.

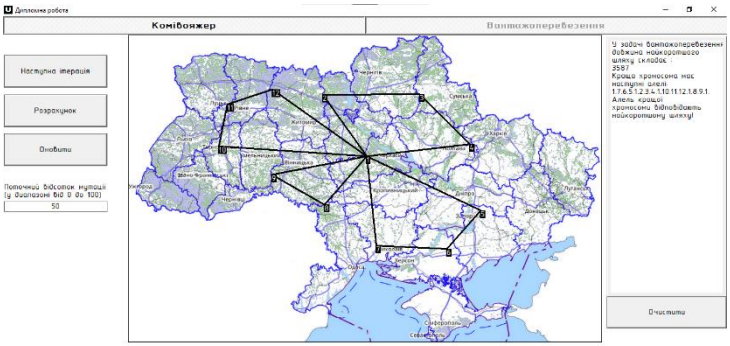


Рис. 1 – Інтерфейс комплексу в режимі «Задача комівояжера»

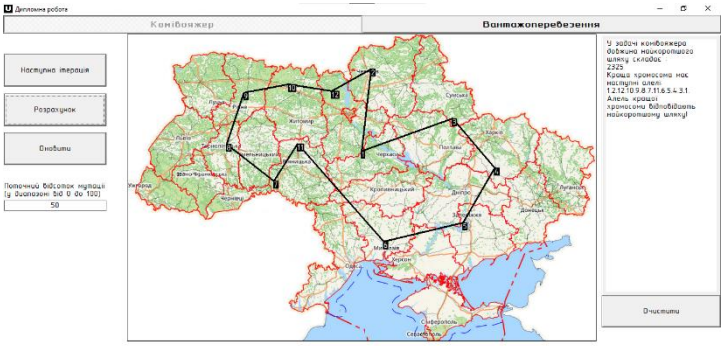


Рис. 2 – Інтерфейс комплексу в режимі «Задача вантажоперевезень»

Використання програмного комплексу сприятиме більш глибокому та якісному засвоєнню матеріалу дисципліни студентами завдяки можливості самостійно призначати як параметри задачі, так і параметри генетичного методу: моделей еволюції та популяції, стратегії схрещування, ймовірності мутації тощо. Інтерфейс виводу дає можливість дослідити вплив цих параметрів на збіжність, точність та ефективність генетичних методів.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С НЕПРЕРЫВНЫМИ ФУНКЦИЯМИ АКТИВАЦИИ

Зеленцов Д.Г., Шаптала Т.М.
ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

К факторам, от которых зависят значения выходных нейронов сети, относятся архитектура сети (количество скрытых слоёв и количество нейронов в них), весовые коэффициенты и параметры функций активации. Как правило, задача обучения нейронной сети предполагает поиск таких значений весовых коэффициентов, при которых функция ошибки минимальна для данного учебного множества. Архитектура сети и коэффициенты функций активации в процессе обучения полагаются неизменными.

Задача обучения нейронных сетей формулируется как задача многомерной безусловной оптимизации и решается методами нелинейного математического программирования. Наиболее известным и распространённым методом обучения является метод (алгоритм) обратного распространения ошибки. Несколько реже используются и другие градиентные и квазиньютоновские методы, позволяющие найти оптимальное решение для нейронных сетей с непрерывными (сигмоидальными) функциями активации. В качестве варьируемых параметров при этом принимались весовые коэффициенты.

Авторами предлагается постановка задачи обучения нейронной сети, то есть безусловной минимизации функции ошибки:

$$E(\bar{x}) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{K}\left(t^i_j - y^i_j(\bar{x})\right)^2 \to \min \qquad (1)$$

с логистическими функциями активации

$$f(z) = \frac{1}{1+\exp(-\alpha \cdot z)}. \qquad (2)$$

В формулах (1) и (2) N – количество учебных образцов; K – количество нейронов выходного слоя; $\bar{y}^i(\bar{x})$ и $\bar{t}^i$ – выходной и эталонный векторы для s-го ученого образца; $\bar{x}$ – вектор варьируемых параметров, включающий в себя как весовые коэффициенты нейронной сети, так и коэффициенты функций активации:

$$\bar{x} = \left[w_1, w_2, \ldots, w_m, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_s\right]^T, \qquad (3)$$

где m – количество весовых коэффициентов; s – количество параметров функций активации.

Для численной иллюстрации предлагается решение задачи обучения нейронной сети, предназначенной для аппроксимации функции

$$F(x, y) = \left(y - x^2\right)^2 + (1-x)^2 \qquad (4)$$

в области: $x \in [0;2]$; $y \in [0;3]$.

Для аппроксимации функции (4) использовалась нейронная сеть с архитектурой 2-5-1 (рис. 1).

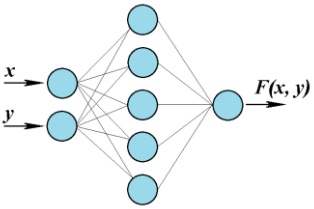


Рисунок 1 – архитектура нейронной сети

Для нейронной сети такой архитектуры размерность вектора варьируемых параметров равнялась 23: 21 весовой коэффициент и 2 коэффициента функций активации скрытого и выходного слоёв.

Учебная выборка содержала 25000 образцов, из них 20000 непосредственно для обучения и по 2500 для контроля и тестирования. Обучение сети осуществлялось в пакетном режиме с помощью методов обратного распространения ошибки, градиентного спуска, наискорейшего спуска и сопряжённых градиентов (алгоритмы Флетчера-Ривза и Полака-Рибьера).

В таблице приведены результаты обучения сети после 3000 эпох. Для сравнения в таблице 1 показаны данные по функции ошибки и для традиционной постановки ($\bar{x} = \overline{W}$), когда варьировались только весовые коэффициенты.

Таблица 1 – Результаты обучения нейронной сети

Метод	Количество вычислений градиента функции ошибки	Функция ошибки	
		$\bar{x} = \overline{W}$	$\bar{x} = \left[\overline{W}, \overline{\alpha}\right]$
Обратного распространения ошибки	-	0,000324	-
Градиентного спуска	3000	0,000298	0,000201
Наискорейшего спуска	535	0,000273	0,000188
Флетчера-Ривза	529	0,000124	0,000076
Полака-Рибьера	494	0,000153	0,000081

Из приведенных данных следует, что одновременное варьирование весовыми коэффициентами и параметрами функций активации позволяет значительно повысить качество обучения при минимальном увеличении вычислительных затрат.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ ОХОЛОДЖУВАНИХ РОБОЧИХ ЛОПАТОК ГТД

Каіров О. С.[1], Латанська Л. О.[1], Каіров В. О.[2]

[1] Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

[2] Міжнародний класичний університет ім. Пилипа Орлика, Миколаїв, Україна

Одним з основних завдань при проектуванні газотурбінних двигунів (ГТД) є визначення частот і форм власних коливань лопаток ротора турбіни для відстроювання від небезпечних резонансів. Вплив вібраційних несприятливих факторів досить великий, що позначається на їх надійності і довговічності. Огляд робіт з даної проблеми наведено в [1, 2].

Метою даної роботи є дослідження впливу конструктивних неоднорідностей на амплітудно-частотні характеристики власних коливань охолоджуваних робочих лопаток газової турбіни.

Робочі лопатки ГТД мають складну тривимірну геометричну форму з конструктивними неоднорідностями, до яких відносяться: змінна товщина і кут закрутки пера лопатки, бандажні полки, охолоджуючі канали і отвори, стінки яких мають змінну товщину і кут нахилу. Врахування зазначених факторів значно ускладнює математичну модель динамічної поведінки лопаток турбомашин і викликає необхідність вдосконалення існуючих і розробки нових математичних моделей.

Для розв'язання даної задачі розроблена уточнена математична модель власних коливань і процесів деформування робочих лопаток з урахуванням їх конструктивних неоднорідностей, що дозволяє підвищити точність одержуваних результатів. Задача розв'язується в лінійній постановці методом скінченних елементів на основі тривимірного моделювання [3]. Математична 3D-модель побудована з використанням спеціальних криволінійних скінченних елементів. Властивості скінченно-елементних моделей визначаються типами складових елементів [4, 5].

Для виведення рівнянь коливань застосовується варіаційний принцип Лагранжа, згідно з яким задача після дискретизації зводиться до системи звичайних диференціальних рівнянь:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{0\}, \tag{1}$$

де $\{q\}, \{\ddot{q}\}$ – вектори узагальнених вузлових переміщень і прискорень скінченно-елементної моделі; $[K]$, $[M]$ – матриці жорсткості і мас моделі відповідно. Матриці $[K]$ та $[M]$ лопатки формуються з матриць жорсткості та мас скінченних елементів, які являються її складовими.

Розв'язок системи рівнянь (1) шукаємо у вигляді:

$$\{q\} = \{a\}_i \cos(\omega_i t + \varphi_i), \tag{2}$$

де $\{a\}_i$ – вектор амплітуд коливань вузлів моделі на *i*-ій власній частоті; ω_i, *t* – *i*-та кругова частота власних коливань і час; φ_i – зсув фаз для переміщень.

На основі залежності (1) з урахуванням (2) отримаємо систему однорідних лінійних алгебраїчних рівнянь для визначення власних частот і форм коливань:

$$\left([K] - \omega_i^2 [M]\right)\{a\}_i = \{0\}. \qquad (3)$$

Отримана система рівнянь (3) за допомогою розкладання Холецького приводиться до стандартної задачі власних чисел і векторів, яка вирішується комбінованим методом Хаусхолдера-QR-зворотних ітерацій. Розглядаються питання чисельної реалізації алгоритму, стійкості та збіжності отриманих рішень.

З використанням розробленої методики розрахунку виконані чисельні дослідження амплітудно-частотних характеристик для ряду робочих лопаток турбомашин. Отримано нові чисельні результати, які характеризують вплив конструктивних, геометричних і фізико-механічних параметрів, граничних умов і просторових температурних полів на власні частоти і форми коливань. Виявлено нові залежності, закономірності та фізико-механічні ефекти, зумовлені конструктивними неоднорідностями лопаток, що мають наукове та практичне значення.

Достовірність отриманих результатів і адекватність моделі забезпечується шляхом їх порівняння з даними проведеного експерименту і аналізу практичної збіжності обчислювального процесу.

Висновки. З використанням уточненої математичної 3D-моделі і розробленої методики модального аналізу коливань охолоджуваних робочих лопаток ротора газової турбіни виконано аналіз їх амплітудно-частотних характеристик. Досліджено вплив конструктивних неоднорідностей, геометричних та фізико-механічних параметрів, температури газового потоку на форми та частоти вільних коливань лопаток.

Список літературних джерел

1. Воробьев Ю.С. Колебания лопаточного аппарата турбомашин. К.: Наук. думка, 1988. 224 с.

2. Сосунов В.А. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. М.: Изд-во МЭИ, 2003. 677 с.

3. Bathe K.J. Numerical methods in finite element analysis. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2006. 564 p.

4. Kairov A., Morgun S. Use of refined finite elements models for solving the contact thermoelasticity problem of gas turbine rotors. Journal of Mechanical Engineering. 2018. Vol. 21, № 3. P. 53–68.

5. Mrinaline M. Steady state structural analysis of single crystal turbine blade. International Journal of Engineering Research and Technology. 2016. Vol. 5, № 10, P. 382–384.

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІЧНОГО ПРОЦЕСУ ФРАГМЕНТАЦІЇ МЕТАЛІВ ПІД ЧАС МЕГАПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Крекшин Д. М., Ющенко О.В.
Сумський державний університет, Суми, Україна

Як відомо із експериментальних даних під час мегапластичної деформації процеси генерації та анігіляції структурних дефектів набувають нелінійний характер [1, 2]. В результаті це може призвести до формування циклічної поведінки в просторі та часі: локальне утворення грубих зерен (що забезпечує пластичність матеріалу) чергується з фрагментацією (що дає високу міцність). Таким чином виникає бімодальний розподіл розмірів зерен, що перебуває в динамічній рівновазі [2].

Для моделювання вказаної поведінки окрім таких дефектів як межі зерен слід врахувати також і дислокації, тому візьмемо за основу ефективну внутрішню енергію, запропоновану в [2]

$$u = u_0 + \sum_{m=b,G,a}\left(\varphi_{0m}h_m - \frac{1}{2}\varphi_{1m}h_m^2 + \frac{1}{3}\varphi_{2m}h_m^3 - \frac{1}{4}\varphi_{3m}h_m^4\right) + \varphi_{ba}h_b h_a + \varphi_{bD}h_b h_D + \varphi_{aD}h_a h_D, \quad (1)$$

де u_0 – внутрішня енергія кристалічного стану (матеріал без дефектів); h_b, h_a – щільність меж зерен для дрібних та крупних зерен відповідно і h_D – щільність дислокацій. Для детального опису параметрів моделі для кожного типу дефекту окремо та їх попарної взаємодії див. [2].

Диференціюючи ефективну внутрішню енергію за щільністю кожного типу дефекту окремо ми прийшли до системи трьох диференційних рівнянь (2):

$$\begin{cases} \frac{\partial h_b}{\partial t} = \gamma_b\left(\varphi_{0b} - \varphi_{1b}h_b + \varphi_{2b}{h_b}^2 - \varphi_{3b}{h_b}^3 + \varphi_{ba}h_a + \varphi_{bD}h_D\right), \\ \frac{\partial h_D}{\partial t} = \gamma_D(\varphi_{0D} - \varphi_{1D}h_D + \varphi_{bD}h_b + \varphi_{aD}h_a), \\ \frac{\partial h_a}{\partial t} = \gamma_a(\varphi_{0a} - \varphi_{1a}h_a + \varphi_{ba}h_b + \varphi_{aD}h_D), \end{cases} \quad (2)$$

де в останніх двох випадках були враховані тільки лінійні складові.

Аналіз даної системи проводився методом фазової площини. Вплив зовнішнього навантаження під час мегапластичної деформації моделювався підбором значень інваріантів тензора пружних деформацій. В результаті були знайденісингулярні точки на фазовому портреті, що відповідають рівноважному стану фрагментованого під час деформації матеріалу. Наприклад, числове визначення фазового портрета приводить до картини на Рис.1, де рівноважний стан відповідає наступному набору щільностей дефектів:

h_D =2.597741757·10^{16}м$^{-2}$,
h_a = 1.574388947·10^{6}м$^{-3}$,
h_b = 5.244898806·10^{7}м$^{-1}$.

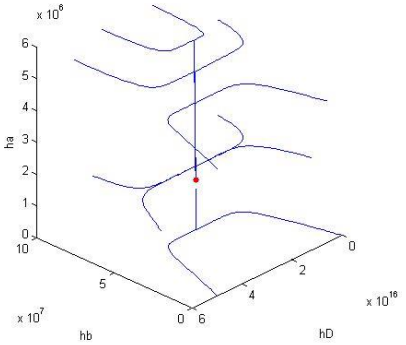


Рисунок 1 –Фазовий портрет системи.

В даному випадку процеси фрагментації матеріалу максимальним чином виявляють універсальність еволюції системи, тобто на фазовому портреті реалізується стійкий вузол вздовж універсальної ділянки траєкторій.

Список літературних джерел

1. A. M. Glezer and L. S. Metlov, “Physics of megaplastic (severe) deformation in solids”. Phys. Solid State 52, 2010. 1162–1169 pp.

2. L. S. Metlova, I. G. Brodova, V. M. Tkachenko, A. N. Petrova, and I. G. Shirinkina,Bimodal Structures of Solids Obtained under Megaplastic Strain. The Physics of Metals and Metallography, 2017. 1255-1261 pp.

MATHEMATICAL SIMULATION OF THE ION EXCHANGE SYSTEM OPERATION

Koshel M. D., Koshel S. A.
DVNZ "UkrainianStateUniversity of Chemical Technology", Dnipro, Ukraine

Introduction. One of the most effective water treatment technologies in modern industrial power engineering is water desalination using ion exchange filters. The use of ion exchangers makes it possible to radically improve production processes, especially for obtaining deeply demineralized water for (NPP) and nuclear fuel cycle enterprises (NFC). Ion exchange processes are slow and controlled by the rate of diffusion of ions in the resin and solution. The use of traditional technologies of ion exchangers is associated with a high consumption of regeneration reagents (acids and alkalis), the formation of significant volumes of post-regeneration solutions, as well as slow rates of recovery of the ion-exchange capacity of the resin. The objective of this work was to optimize ion exchange processes using the example of an ion exchange filter column by mathematical modeling of the column operation.

A fragment of an ion-exchange column with a cross section of 1 cm^2 and a length of L cm was considered. The column is filled with spherical balls of ion exchanger with a diameter of d cm. The packing of the balls is cubic. The area of the sphere is d^2 cm^2, the volume of the sphere is (4/3) * d3 = 0.52 d^3 cm^3. With a cubic packing of balls, the number (1-0.52) = 0.48 is porosity. The balls are arranged in layers with a thickness equal to the diameter d cm. The surface area of the spheres in one layer is S^d = (d2 / d^2) = 3.14 cm^2 / cm^2, i.e. does not depend on the size of the balls (layer height). The number of layers over the entire column height is NL = L/d. The balls can be rough and have a surface larger than the geometric surface of the ball (d^2 cm^2). The change in the rate of the ion exchange process can be set using a separate kinetic coefficient. The program works with the abstract ion exchanger-solution system. This means that it is possible to simulate either the process of water purification from impurities, or the process of regeneration of waste resin. The only difference is in the choice of parameters for the "saturating" ion (m) and the "substitute" ion (z)

For example, for anion-exchange resin (anionite) operating in the direct mode of water purification from impurities (z), for example, Cl^- ions. The ready-to-use resin (anion resin) is saturated with OH^- ion (saturating ion m). During the purification process, a solution (water with an admixture of Cl^- ions) flows through the column (here from top to bottom) at a speed of v cm/min. In this case, an exchange process occurs in the ion exchanger-solution system, shown in Fig. 1. OH^- ions leave the ion exchanger into the solution, and chloride ions enter the ion exchanger in exactly the same amount (they replace OH^- ions).

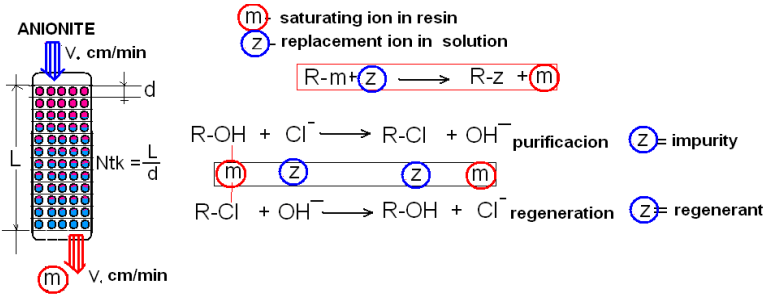


Figure 1. Schematic of the operation of the ion exchange column.

The process continues until impurity ions (chloride) begin to appear in the water (solution) leaving the column. The operating time of the columns before they first appear is called the “time to breakthrough”. Then the ion exchanger is washed and regenerated. Regeneration is the reverse of purification. OH^- ions (alkali NaOH) in a concentration of about 1mol/l are passed through the ion exchanger. In the ion exchanger-solution system, the reverse reaction takes place, shown in Fig. 1, in which the names "saturating" and "replacing" ion are now reversed. After complete regeneration of the resin, it is ready for use again. From the point of view of the algorithm of the program, both directions do not differ from each other. It is only necessary to take into account exactly which ion is meant by the term "saturating" or "replacing"

The program calculates the dynamics of 2 types of ions - with the names "saturating" and "replacing". In reality, during water purification, the saturating ion (OH^-) has an initial concentration in the solid phase (resin) that is large, equal to the exchange capacity of 1-3 mol/l. "Substituting" ion - during purification, it is a very dilute impurity in water (0.01 mol/l or less). Therefore, during the purification process, a large volume of water with impurities passes through the column for a long time. During regeneration, the concentration of the regenerant in the solution (OH^-ions for the anionite) is high, of the order of 1 mol/l, and the regeneration is much faster. The solution flows in the spaces between the balls.

Mathematical model of the process. The MODEL00 calculates the change in mass and concentration in solution and resin in each layer of the column and at any time. The exchange process of transfer between the solution and the solid phase of the resin proceeds as two counter flows of two ions in opposite directions across the phase boundary. The exchange process obeys only the laws of diffusion. The driving force of the exchange process is the difference between the average concentrations of the saturating ion in the resin and in the solution. For the resin, we take the expression for the difference in average concentrations as ΔC_{RES}

$$\Delta C_{RES} = \Delta C_{RES} - CmcRAW\,, \qquad (1)$$

where CmcRAW is the equilibrium concentration of the substance <m> in the resin with the constant Rmz: = (Cmp [k] * Czc [k]) / (Cmc [k] * Czp [k]) For the solution, we use another expression for the driving force of C_{SOL} diffusion (MODEL01). As the concentration of the reagent (replacing ions z) decreases, the rate of diffusion of ions z (impurity) decreases. With the concentration differences (1) calculated by the formula, the diffusion fluxes of the ion in both phases are calculated using the equation of Fick's law

$$g_{RES} = (\Delta C_{RES} / (\frac{d}{2})) \times D_{RES} \times S_d , \quad (2)$$

$$g_{SOL} = (\Delta C_{SOL} / (\frac{d}{2})) \times D_{SOL} \times S_d , \quad (3)$$

where Sd is the interface in one layer. The total effective traffic flow geff of these two numbers is approximately calculated by equation (4):

$$g_{EFF} = g_{RES} \times [\ 1 + \frac{g_{RES}}{g_{SOL} + g_{RES})}\ ] \quad (4)$$

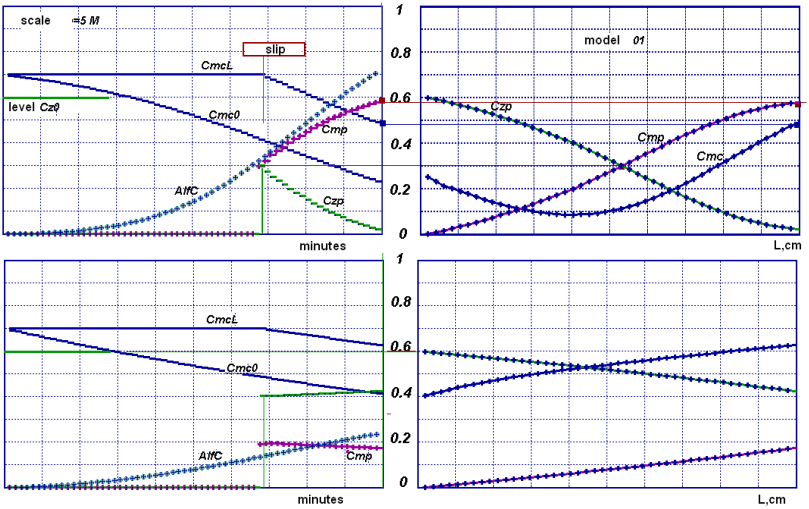


Figure 2. Time variation of the concentrations at the inlet (x = 0) and at the outlet of the column (x = L).

Figure 3. Distribution of concentrations along the length of the column at the end of the experiment (t = texp)

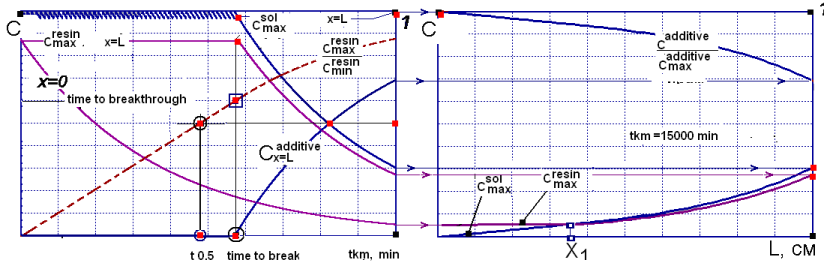


Figure 4. Time variation of the concentrations at the inlet (x = 0) and at the outlet of the column (x = L).

Figure 5. Distribution of concentrations along the length of the column at the end of the experiment (tkm)

Conclusion. A mathematical model of the process in an ion-exchange column is formulated, implemented in the form of the REGIONIT computer program. The results of the program are the dynamics of changes in time of the concentrations of one "saturating" component leaving the resin - in the resin and in the solution. The concentrations and masses of the second component ("substitute" ion) are easily found from the balance conditions - in each phase, the change in the concentration of one substance is exactly equal to the change in the concentration of the other, but with the opposite sign. The program calculates the concentration of substances - the "saturating" ion in the solid phase and in the solution, and the "substitute" ion in the solution - in the process of working in dynamics, with the development of the process in time, and at any point in the column, C (x, t).

List of literary sources

1. Koshel N.D., Magdych E.A., Akimov A.M. On the possibility of accelerating the process of IER regeneration in an electric field. Questions of chemistry and chemical technology. 2007, 5, 180-182

2. Robert C.Hunt. How to Increase the Accuracy of solution Conductivity Measurements. Sensor Development Inc. 1995, 17.

3. Blaine R.,McCleskey. Electrical Conductivity of Electrolyte Found In Natural Waters from (5 tc 90) ºC. J.of Chemical @ Engineering Data. 2011, 56(2), 317-327

НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВІДКРИТИМ КОДОМ НА C#

Латанська Л. О., Нікітіна О. Ю.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

Сучасний світ все більше і більше використовує інформаційні технології, які впроваджуються в усі сфери діяльності людини. Зі збільшенням використання персональних комп'ютерів збільшується потреба в розробці прикладного програмного забезпечення.

Виконуючи розробку програмних продуктів, необхідно на ранніх стадіях проектів правильно оцінювати трудомісткість їх реалізації. Одним із основних факторів, що визначають трудомісткість розробки програмного забезпечення, є його розмір. Існує ряд методів та моделей для оцінювання розміру майбутнього продукту, які можна розділити на неалгоритмічні та алгоритмічні. В неалгоритмічних використовуються певні схеми та принципи, в той час як алгоритмічні базуються на математичних залежностях.

Основним критерієм для оцінювання розміру програмного забезпечення є точність оцінювання. Як правило, щоб підвищити точність алгоритмічних моделей, їх необхідно пристосувати (наприклад, за допомогою перерахунку основних параметрів і коефіцієнтів) до конкретних обставин. Причому, навіть після такого калібрування точність може бути незадовільною. Тому можна вважати, що у кожної конкретної моделі є своя конкретна область застосування, в якій вона може дати адекватний кінцевий результат [1].

В даному дослідженні розглядається побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру прикладного програмного забезпечення на C#. Мова програмування C# – це сучасна, об'єктно-орієнтовна мова програмування з великим переліком можливостей [2]. Вона була спроектована та розроблена спеціально для застосування з Microsoft .NET Framework, що, в свою чергу, є розвиненою платформою розробки, розгортання і виконання розподілених додатків.

Для побудови нелінійної регресійної моделі на ресурсі GitHub [3] зібрано 37 проектів з відкритим кодом. Для кожного проекту розраховано такі метричні характеристики, як кількість класів (незалежна змінна) та кількість строк коду (залежна змінна). В результаті перевірки емпіричних даних на нормальність розподілу виявлено, що дані не являються нормально розподіленими. Для нормалізації даних використали перетворення Джонсона [4], яке в загальному має наступний вигляд:

$$Z_Y = \gamma + \upsilon\omega(X,\theta,\lambda);\ \upsilon > 0;\ -\infty < \gamma < +\infty;\ -\infty < \theta < +\infty;\ \lambda > 0,$$

де $\gamma, \upsilon, \lambda, \theta$ – параметри розподілу Джонсона,

ω – одна з трьох функцій сім'ї, які запропонував Джонсон:

1) $\omega_1(X,\theta,\lambda) = ln\dfrac{X-\theta}{\lambda}, X > \theta$ (сім′я S_L);

2) $\omega_2(X,\theta,\lambda) = ln\dfrac{X-\theta}{\lambda+\theta-X}, \theta < X < \theta+\lambda$ (сім′я S_B);

3) $\omega_3(X,\theta,\lambda) = Arsh\dfrac{X-\theta}{\lambda}, -\infty < X < +\infty$ (сім′я S_U);

де $Arsh\dfrac{X-\theta}{\lambda} = ln\left[\dfrac{X-\theta}{\lambda} + \sqrt{\left(\dfrac{X-\theta}{\lambda}\right)^2 + 1}\right]$.

Виходячи із значень асиметрії та ексцесу для емпіричних даних, обрали сім'ю S_B розподілу Джонсона [5] і оцінили параметри розподілу обраної сім'ї.

Після нормалізації даних, використовуючи квадрат відстані Махаланобіса, знайшли та видалили викиди.

Для даних без викидів побудували лінійну регресію, довірчий інтервал та інтервал передбачення. Після чого через зворотне перетворення виконали перехід від лінійної регресії для нормалізованих даних до нелінійної для вихідних даних та отримали довірчий інтервал та інтервал передбачення для нелінійної регресії.

Перевірку якості отриманої моделі здійснювали за наступними показниками: R^2 (Coefficient of multiple determination), MMRE (Mean magnitude of relative error), PRED(0,25) (Prediction at Level). Розраховані показники мають прийнятні значення: R^2=0,919; MMRE=0,192; PRED(0,25)=0,807.

Висновки. В результаті проведеної роботи була побудована нелінійна регресійна модель оцінювання розміру прикладного програмного забезпечення з відкритим кодом на C#, яка має прийнятні значення показників якості моделі. Планується розробка програмного забезпечення з використанням отриманої нелінійної моделі для автоматизації прогнозування кількості строк коду в залежності від кількості класів при розробці прикладного програмного забезпечення на C#.

Список літературних джерел

1. Кульдин С.П. Генетический подход к проблеме оценки сроков и трудоемкости разработки программного обеспечения с заданными требованиями к качеству. Прикладная информатика. 2010. № 5 (29). С. 30-42.

2. C#. URL: https://dotnet.microsoft.com/languages/csharp (дата звернення: 12.09.2021).

3. Github. URL: https://github.com/ (дата звернення: 10.10.2021).

4. Приходько С.Б., Макарова Л.Н., Пугаченко К.С. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Обробка експериментальних даних на комп'ютері». Миколаїв: НУК, 2018. – 76 с.

5. Приходько С.Б., Макарова Л.Н. Аналитическая зависимость для выбора распределения Джонсона семейства SL. Вестник ХНТУ. 2012. №2(45). С.101-104.

УЗАГАЛЬНЕНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОГРАФІТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Лелека С. В., Карвацький А. Я, Мікульонок І. О., Іваненко О. І., Витвицький В. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вуглецево-графітова продукція електродного виробництва забезпечує функціонування багатьох галузей промисловості, зокрема хімічної промисловості, металургії й машинобудування. Відповідні вироби у вигляді графітованих електродів, блоків і вуглепекової маси набули широкого використання в електродугових печах, анодах і катодах магнієвих та алюмінієвих електролізерів, футеровках доменних, феросплавних печей та електротермічних агрегатах хімічної промисловості, а також в іншому обладнанні спеціального призначення з особливими вимогами до фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалів [1, 2].

До основних процесів (переділів) виробництва електрографітової продукції належать: прожарювання вуглецевмісного наповнювача в обертових печах та електрокальцинаторах, змішування наповнювача зі зв'язуючим пеком і пресування «зелених» заготовок електрографітових виробів, а також випалювання і графітування електрографітових заготовок.

Питомі витрати електроенергії (ПВЕ) електродного виробництва досягають 16500 кВт·год/т. Тому відповідно до концепції сталого розвитку основними тенденціями вдосконалення електродної галузі промисловості є розробка нового інноваційного екологічно безпечного обладнання.

Сучасний стан розвитку обчислювальних технологій і методів математичного моделювання складних систем, до яких саме належать процеси та обладнання електродного виробництва, дає змогу будувати складні математичні моделі та проводити числові експерименти з метою розробки раціональних технічних рішень зі зменшення ПВЕ виробництва і техногенного впливу на оточуюче середовище в стислі терміни та з мінімальними матеріальними затратами [1–3].

Авторами розроблено узагальнену математичну модель фізичних полів основних процесів виробництва електрографітової продукції, яка базується на континуально-дискретному підході до опису нелінійної поведінки твердих тіл, рідин, газів і сипких середовищ. Показано, що континуальне формулювання фізичних процесів у технології виробництва вуглеграфітової продукції базується на ейлеревій системі відліку й може включати такі рівняння: збереження маси, кількості руху та енергії, електропровідності в наближенні безвихрового поляелектричного потенціалу та транспорту хімічних компонентів реакцій горіння. При цьому дискретне формулювання фізичних процесів у сипких матеріалах, які використовуються в технології виробництва вуглеграфітової продукції, базується на лагранжевій системі відліку й може включати такі рівняння: поступального й обертального руху та енергії [4].

На рис. 1 наведено результати числового моделювання тепло-гідродинамічного стану пресового інструменту (мундштука) під час пресування електродних заготовок через 10 хв після початку процесу (на триколірній шкалі чорний колір відповідає температурі вище 150 °С, світло-сірий – 110–150 °С і темно сірий – нижче 110 °С).

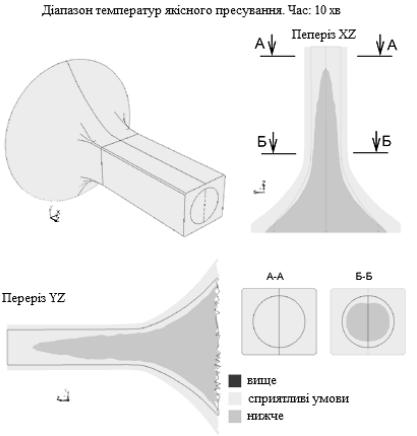


Рисунок 1 – Результат моделювання температурного режиму пресування

На підставі проведених числових досліджень різних режимів пресування заготовок розроблено раціональний температурний регламент екструзії «зелених» електродних заготовок прямокутного перерізу, який дає змогу зменшити вихід бракованих виробів до 5 %.

Результати математичного моделювання впроваджено в умовах діючого виробництва на ПрАТ «Укрграфіт» (м. Запоріжжя):

Список літературних джерел

1. Енергоресурсоефективне виробництво ізостатичного графіту / Є. М. Панов, С. В. Лелека, А. Я. Карвацький, І. О. Мікульонок. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 140 с.

2. Теоретично-експериментальні дослідження печей графітування Кастнера / А. Ю. Педченко, Є. М. Панов, А. Я. Карвацький та ін.. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 174 с.

3.Development of a Catalyst for Flue Gas Purification from Carbon Monoxide of Multi-Chamber Furnaces for Baking Electrode Blanks / O. Ivanenko, A. Trypolskyi, N. Gomelya et al. // Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, Issue 1. P. 174–187. DOI: 10.12911/22998993/128857

4. Лелека С. В. Узагальнена математична модель фізичних полів технологічних переділів виробництва електрографітової продукції // Енерготехнології та ресурсозбереження. 2021. № 2. С. 28–43. DOI: 10.33070/etars.2.2021.03

НАБЛИЖЕНИЙ РОЗВ'ЯЗОК КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ МОДІФІКОВАНИМ МЕТОДОМ ПОДОВЖЕННЯ ЗА ПАРАМЕТРОМ

Олевський В. І., Олійник М. Д., Нефедова О. Г.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Для деяких практичних задач отримання точного розв'язку потребує досить громіздких обчислень. Для цих задач переважним є використання наближеного розв'язку з використанням простішої рекурентної процедури, наприклад, із застосуванням розкладання у ряд штучного малого параметру [1]. Але такий розв'язок потребує модифікації, тому що ряд не завжди збігається для потрібного у розрахунках значення параметру. Для цього може бути використане нелінійне перетворення ряду у наближення Паде [2]. У роботі реалізована така процедура для крайової задачі для систем звичайних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами.

Дана крайова задача для системи звичайних диференціальних рівняньз крайовими умовами на відрізку *[A, B]*

$$\frac{dU_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} U_i, \quad i = 1,2,...,n\,, \tag{1}$$

$$U_i(A) = q_i \quad i = 1,2,...,k, \quad U_j(B) = q_j \quad j = k+1, k+2,...,n. \tag{2}$$

Вводимо штучний малий параметр ε так, що при $\varepsilon = 0$ отримуємо спрощену систему, а при $\varepsilon = 1$ систему (1)-(2):

$$\begin{aligned} &\frac{dU_i}{dx} = \varepsilon \sum_{j=0}^{n} a_{ij} U_i, \quad i = 1,2,...,n, \\ &U_i = \sum_{j=0}^{\infty} U_{ij} \varepsilon^j. \end{aligned} \quad . \tag{3}$$

Наближення розв'язку будуємо в рядах наступним чином. Підставляємо розкладання в ряд в систему (3) і прирівнюємо коефіцієнти при однакових ступенях ε, після чого отримуємо рекурентну послідовність крайових задач для кожного степеня ε у вигляді

$$\begin{aligned} &\varepsilon^0: \quad \frac{dU_{i0}}{dx} = 0, \quad i = 1,2,...,n, \quad j = 0,2,...,\infty, \\ &U_{i0}(A) = q_i \quad i = 1,2,...,k, \quad U_{j0}(B) = q_j \quad j = k+1, k+2,...,n, \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} &\varepsilon^j: \quad \frac{dU_{ij}}{dx} = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} U_{ij-1}, \quad i = 1,2,...,n, \quad j = 1,2,...,\infty, \\ &U_{ij}(A) = 0 \quad i = 1,2,...,k, \quad U_{pj}(B) = 0 \quad p = k+1, k+2,...,n \end{aligned} \tag{5}$$

Таким чином ми отримуємо на кожному *j*-тому кроці рішення у вигляді многочленів *j*-того порядку. Якщо ми обмежимося значеннями *j* від *0* до *N* при і підсумуємо коефіцієнти при однакових степенях, то ми отримаємо наближення розв'язку у вигляді

$$U_i = \sum_{j=0}^{N} U_{ij} = \sum_{j=0}^{N} f_{ij} x^j \tag{6}$$

Це наближення розв'язку називається наближенням методом продовження по параметру. Для розширення області збіжності рядуйого потрібно модифікувати шляхом перетворення у наближення Паде [2]. Це здійснюється шляхом перетворення ряду в дробово-раціональну функцію виду

$$\sum_{j=0}^{N} f_{ij} x^j = \sum_{j=0}^{K} P_{ij} x^j \Big/ 1 + \sum_{j=1}^{K} Q_{ij} x^j \ . \tag{7}$$

Для знаходження коефіцієнтів чисельника і знаменника робимо наступнеперетворення:

$$\left(\sum_{j=0}^{N} f_{ij} x^j \right) \left(1 + \sum_{j=1}^{K} Q_{ij} x^j \right) = \sum_{j=0}^{K} P_{ij} x^j \ , \tag{8}$$

і прирівнюємо коефіцієнти при однакових ступенях *x*. Це наближення розв'язку називається наближенням модифікованим методом продовження за параметром і дає змогу розширити область збіжності у порівнянні з (3) [2].

Цей алгоритм для введення довільних значень коефіцієнтів і граничних умов разом с побудовою наближення Паде реалізований у вигляді програми на мові С++. Створено інтерфейс користувача, база даних розв'язків варіантів і надано можливість графічного виводу функцій і розрахунку їх значень у потрібній користувачеві точці.

Таким чином у роботі створено комп'ютерну систему, що реалізує приведений алгоритм і дає змогу швидко отримувати та вивчати наближені розв'язки крайової задачі для систем звичайних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами.

Список літературних джерел

1.Образцов И.Ф. Асимптотические методы в строительной механике тонкостенных конструкций / Образцов И.Ф., Нерубайло Б.В., Андрианов И.В. //. М.: Машиностроение, 1991. – 416 с.

2.Олевский В.И. Асимптотический метод моделирования технических систем с технологическими отклонениями // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 4/11(70). – 2014. – С. 25-31.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ РИЗИКУ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ

Русакова Т. І.[1], Біляєв М. М.[2]
[1]Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпро, Україна
[2]Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

Постійне збільшення викидів оксидів азоту в атмосферне повітря пов'язано: з розвитком автотранспорту; з тенденцією більш повного використання палива, що призводить до збільшення викидів NO_x з ростом температури при більш ефективній роботі двигуна; зі збільшенням швидкості руху автотранспорту, в результаті чого NO_x зростає нелінійно. У зв'язку з цим антропогенне забруднення атмосферного повітря оксидами азоту приймає критичний характер в промислових густонаселених містах з великою мережею автомобільних доріг. Але потрапляння NO_x обумовлене не тільки автотранспортом, але і викидами підприємств. Так, згідно з даними екологічного паспорта м. Дніпра до основних стаціонарних промислових джерел забруднення атмосферного повітря викидами NO_x належать підприємства (рис. 1.).

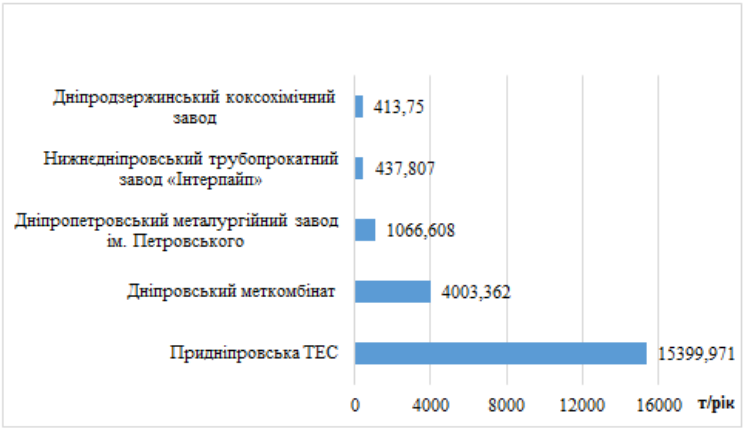


Рисунок 1 Підприємства м. Дніпра з найбільшими викидами NO_x

Можна зробити висновок, що населення на відкритій місцевості промислових регіонів, одночасно потрапляють під дію шкідливих викидів підприємств та автотранспорту. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря на відкритій місцевості промислових регіонів з урахуванням впливу викидів від промислових підприємств і автомагістралей є досить складною задачею.

Встановлення причинно-наслідкових зав'язків між станом навколишнього середовища і здоров'ям населення, що перебуває на відкритій місцевості є однією з основних проблем. З цією метою застосовують методи оцінювання ризику, як головного механізму розробки та прийняття управлінських рішень на

регіональному рівні або на рівні окремого виробництва.

В роботі розроблена методологія оцінювання рівня хімічного забруднення повітря на відкритій місцевості, яка дозволяє врахувати хімічну трансформацію забруднюючих речовин на базі тривимірних рівнянь розрахунку полів концентрації домішки та виконати оцінку ризику виникнення хронічних захворювань у населення.

Знайдене поле концентрації домішки дозволило оцінити зміну ризику хронічної інтоксикації, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксидом азоту протягом 20 років. Розрахунок ризику виникнення хронічних захворювань виконувався для населення території, що попадає під вплив викидів промислового об'єкту «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод» і автомагістралі Слобожанський проспект. При розрахунку використовувалася обчислена матриця концентрації діоксиду азоту. Розрахунок ризику виконувався на відкритій місцевості в точках, розташованих на відстані 10 м від автомагістралі (рис. 2).

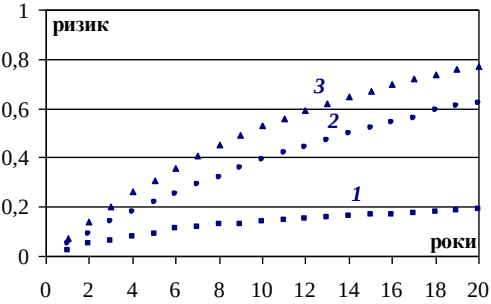


Рисунок 2 Зміна ризику хронічної інтоксикації діоксидом азоту: *1* – з урахуванням викидів автомагістралі; *2* – з урахуванням викидів підприємства; *3* – з урахуванням викидів автомагістралі і підприємства

Як видно з рисунка 2 взаємовплив викидів NO_2 від автомагістралі і від заводу призводить до зростання ризику виникнення хронічних захворювань у населення. Таким чином необхідна розробка заходів щодо зниження рівня ризику захворювання населення в даному районі [1-2].

Список літературних джерел

1. Biliaiev M. M., Rusakova T. I. Determining zones of chemical pollution in the cities and assesment of chronic diseases risks. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2019. Вип. 1 (79). С. 7–16.

2. Біляєв М.М., Русакова Т.І., Берлов О.В.Мінімізація рівня хімічного забруднення атмосферного повітря на відкритій місцевості. Дніпро: Журфонд, 2021. 198 с

МОДЕЛЮВАННЯ ВИТАННЯ ЧАСТИНОК МАТЕРІАЛУ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ

Соколовська І. Є., Дьомін К. В.
Дніпровський державний технічний університет, Кам янське, Україна

Пряме експериментальне вивчення руху матеріалів в вихрових апаратах ускладнюється нелінійністю і нестаціонарністю процесу. Однак характеристики траєкторій руху частинок у вихровому апараті можуть бути визначені шляхом чисельного моделювання з урахуванням наявних розрахункових полів швидкостей газової фази, отриманих в попередньому дослідженні [1].

Розрахунок траєкторії руху частинок в різних умовах вивчався багатьма авторами [2]. На відміну від зазначених робіт в цій роботі рух розраховано для тривимірного поля швидкостей, отриманого в роботі [1] для умов сушки у вихровому апараті.

Передбачається, що частинка падає вертикально вниз з початковою швидкістю v_0. При русі в апараті на частинку діє сила:

$$\vec{F} = \vec{F}_a + \vec{F}_s \,, \tag{1}$$

яка складається з архімедової сили:

$$\vec{F}_a = (m - m^*)\vec{g} \,, \tag{2}$$

де m та m^* - маса частинки та витисненого нею повітря і сили опору:

$$\vec{F}_s = -C\,S\,\frac{\rho_r}{2}\left|v - v_r\right|(\vec{v} - \vec{v}_r) \,, \tag{3}$$

де C – коефіцієнт опору, S – перетин частинки, ρ_r– її щільність, $\vec{v}, \vec{v}_r$ - швидкість частинки та газу відповідно.

Рівняння руху частки має вигляд:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{f} \,, \tag{4}$$

де $\vec{f} = \vec{F}/(m + \kappa m^*)$ та κ - коефіцієнт приєднаної маси.

Процес нагріву частинки в припущенні її сферичності описується одновимірним рівнянням дифузійного теплопереносу:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\,\frac{1}{r}\,\frac{\partial}{\partial r}\left(r\,\frac{\partial T}{\partial r}\right), \tag{5}$$

де T - температура, a – коефіцієнт температуропровідності частинки, r - відстань до її центру (радіальна координата).

На межі частинки має місце конвективна тепловіддача:

$$q = \alpha(T_p - T_g) \,, \tag{6}$$

яка визначає граничні умови для рівняння (5), де q - густина теплового потоку на межі частинки, T_p та T_g - температури поверхні частинки та оточуючої газової фази відповідно та α - коефіцієнт тепловіддачі.

Рух частинки розглядаємо в циліндричних координатах ρ, φ, z. При цьому рівняння (4) набуває вигляду:

$$\frac{dv_\rho}{dt} = \frac{v_\varphi^2}{\rho} + f_\rho, \tag{7}$$

$$\frac{dv_\varphi}{dt} = -\frac{v_\rho v_\varphi}{\rho} + f_\varphi, \tag{8}$$

$$\frac{dv_z}{dt} = f_z, \tag{9}$$

де індекс біля швидкості та біля питомої сили означає їх компоненту в циліндричних координатах. Для компонент швидкості маємо:

$$v_\rho = \frac{d\rho}{dt}, \quad v_\varphi = \rho\frac{d\varphi}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt}. \tag{10}$$

Чисельно система рівнянь (7) – (10) вирішувалась методом Крамера-Ейлера. В якості розрахункової області, як і в роботі [1], обрана внутрішня частина циліндру. При визначенні сили опору (3) руху частинки в газовому потоці, яка приводить її до гвинтового руху, попередньо обраховується площа її поперечного перетину $S = \pi d^2/4$ з використанням графічної залежності. Для цього розраховується температура частинки з використанням явної різницевої схеми [3]:

$$T_i^{n+1} = T_i^n + \Delta t\, a\left[(i-1)T_{i+1} - 2(i-1{,}5)T_i + (i-2)T_{i-1}\right] \Big/ (i-1{,}5) \Big/ \Delta r^2, \tag{11}$$

де Δt та Δr - крок по часу та радіусу відповідно, n - номер часового шару, а i - номер просторової комірки (температури обраховуються в центрі комірок). В якості температури, яка визначає діаметр частинки, обирається середня температура по всім коміркам.

Проведена серія тестових розрахунків по цій моделі, свідчить про її якісну адекватність розглянутому процесу. Конкретна траєкторія частинки істотно залежить від конкретного місця її потрапляння в обсяг вихрового апарату і визначається в основному (крім сили тяжіння) вихровими газовими потоками.

Список літературних джерел

1. Соколовская И.Е. Математическая модель газодинамики в вихревом аппарате // Математичне моделювання, 2007, № 1(16). – С. 22-27.

2. Гутри Р.И.Л. Физико-химические и гидродинамические аспекты легирования расплавов методом вдувания порошков // Инжекционная металлургия ’80. – М.: Металлургия, 1982. - С. 75-92.

3. Огурцов А.П., Самохвалов С.Е. Численные методы исследования гидродинамических и тепломассопереносных процессов сталеплавильного производства. – К.: Наукова думка, 1993. – 220 с.

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНІ МОДЕЛІ ТРИВИМІРНИХ МЕТАЛОСТРУКТУР

Станчиц Г.Ю., Цуркан Є. В.
Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

В роботі вирішується задача розробки та застосування математичної моделі, що дозволяє визначати ступінь корозії матеріалу за допомогою оцінки величини щільності струму корозії, шляхом обчислення міри однорідності. З одного боку, це дає можливість матеріалознавцю оперувати звичною характеристикою - щільністю струму корозії, а, вірніше, її оцінкою. З іншого боку, запобігає від необхідності безпосередньо обчислювати це значення, використовуючи замість нього мультифрактальні характеристики цифрового зображення досліджуваного матеріалу.

Мета роботи є розробка математичної моделі процесу розвитку процесу корозії на металевих структурах.

В роботі виконан мультифрактальний аналіз зображень металевих матеріалів, що захищені антикорозійним покриттям, на яких розвивається процес корозії. Повнокольорові зображення металевих матеріалів описують тривимірну поверхню матеріалу, що досліджується.

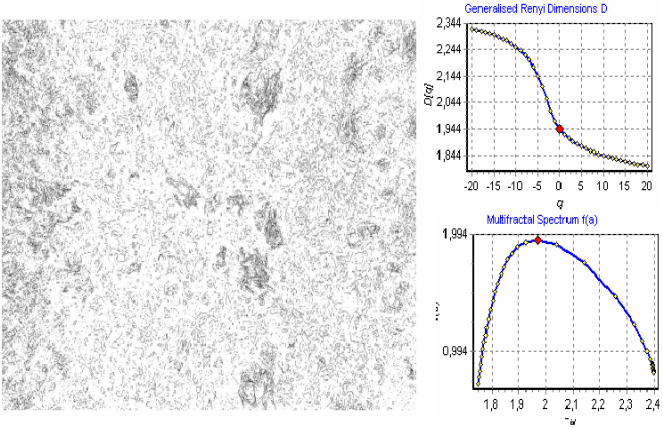


Рисунок 1 – Бінарне зображення досліджуваного металевого зразка та його мультифрактальні спектри

Для розрахунку мультіфрактальних спектрів було використувано програмне забезпечення MFS Steel.

Вивчено залежність отриманих у результаті аналізу експериментальних даних й отримано математичну модель процесу розвитку корозії.

Виконано перевірку адекватності моделі шляхом порівняння дані моделі з даними експерименту. Знайдено максимальні й середні відхилення результатів моделювання й експерименту.

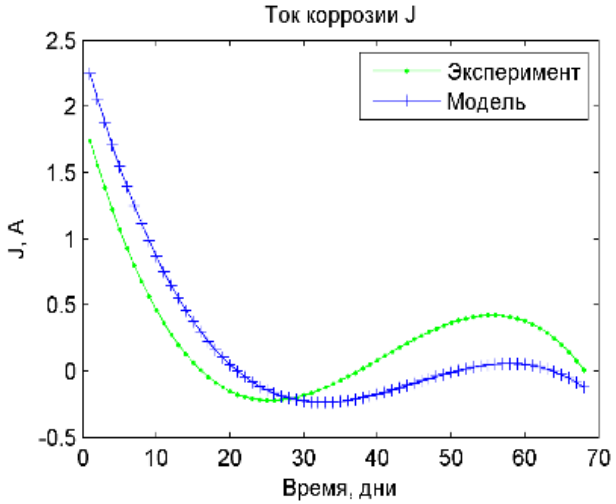


Рисунок 2Порівняння експериментальних даних току корозії J та її модельної оцінки $\overline{J}$

Список літературних джерел

1 Федер Е. Фракталы. // Пер. с англ.- М.- Мир, 1991.- 260 с.

2 Куликов Д.В., Мекалова Н.В., Закирничная М.М. Фізична природа руйнування// http://www.mahp.oil.ru, 1999.

3 Скриньок А. Фракталы, синтез зображень // http://www.visti.net.

4 Синергетика й фрактали в матеріалознавстві / Іванова В. С., Баланкин А. С., Бунін И. Ж., Оксогоев А. А. – М.: Наука, 1994. – 383 с.

5 Бунін И.Ж., Колмаков А.Г., Встовский В.Г., Тереньтьев В.Ф. Концепція фракталу в матеріалознавстві. // Матеріалознавство. - 1999. - № 2 . - с. 19 - 26.

6 Встовский В.Г., Колмаков А.Г., Бунін И.Ж. Введення в мультифрактальную параметризацію структур матеріалів. - Москва-Іжевськ: РХД, 2001. - 116 с.

7 Оценка параметров мультифрактальных моделей металлографических изображений / Михалев А.И., Деревянко А.И., Водолазский Ю.А., Помулев В.В. – Современные проблемы металлургии. – Том 7, 2004.

ЗАСТОСУВАННЯ EXTREME OPTIMIZATION NUMERICAL LIBRARIES FOR .NET ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ

Сугаль Є. О., Жульковська І. І., Жульковський О. О.
Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

При створенні засобів для вирішення прикладних завдань розробникам доводиться оптимізувати обчислювальний процес з урахуванням вимог і наявних ресурсів. Ефективність вирішення залежить як від архітектури обчислювальної системи, так і від того, наскільки добре будуть використані особливості апаратної частини при написанні програмного коду. На жаль, при підвищенні точності обробки числових даних швидкодія операцій над ними знижується. Отже однією з актуальних проблем в організації комп'ютерного моделювання є підвищення швидкодії високоточних обчислень.

Для традиційних завдань зазвичай достатньо точності даних, представлених у форматі з плаваючою точкою відповідно до стандарту IEEE-754 [1]. Однак деякі завдання наукових досліджень, моделювання складних і масштабних явищ, розрахунків у САПР або геометричного моделювання вимагають більш високої точності для отримання коректних результатів. Висока швидкодія ж найчастіше необхідна в області автоматизованого управління процесами, зокрема, в таких системах реального часу, як системи автоматичного управління повітряного судна або автоматизовані системи управління технологічним процесом.

Традиційно прийнято для організації високоточних обчислень використовувати спеціальні програмні пакети. Однак, пакети типу ARPREC, MPFUN90 тощо мають своїм недоліком значне збільшення часу обчислень. Одні з них засновані на методах, що дозволяють обчислювати результат з довільною точністю, а інші – можуть допомогти уникнути помилкових рішень при наявності вагомої похибки. До перших можна віднести арифметику довгих чисел і символьних обчислень, а до другої категорії відносяться інтервальні обчислення.

Для прискорення високоточних обчислень зазвичай використовують обчислювальні системи з великою кількістю обчислювальних вузлів (багатопроцесорні або багатомашинні обчислювальні системи). Дуже ефективним вважається розпаралелювання на рівні команд [2]. Однак побудова подібних систем вимагає величезних витрат ресурсів. При цьому є завдання, для яких їх використання все одно не буде ефективним в достатній мірі.

У зв'язку з цим активно проводяться дослідження, які пов'язані з модернізацією відомих і розробкою нових підходів до організації високоточних обчислень.

Основною задачею представленої роботи є дослідження залежності швидкодії від точності високоточних обчислень великих СЛАР – основи чисельних моделей – при використанні математичної бібліотеки EONL (Extreme Optimization Numerical Libraries for .NET) [3] шляхом поетапної оптимізації алгоритмів на різних процесорах. Об'єктно-орієнтована мова програмування C#

обрана тут як одна з найбільш популярних і затребуваних мов програмування. Чисельні бібліотеки екстремальної оптимізації для .NET – це набір математичних і статистичних класів загального призначення, створених для платформи Microsoft .NET.

Список підтримуваних бібліотекою математичних операцій – це базова математика, матрична і векторна алгебра, статистика.

У бібліотеку вбудовано безліч важливих математичних констант. Для реалізації комплексних чисел використані типи даних з подвійною точністю (double precision), що дає можливість використовувати їх у самих високоточних розрахунках. Усі функції, наявні в стандартному .NET'овському namespace під назвою System.Math, розширені бібліотекою для підтримки роботи з комплексними числами. При цьому окремо підтримується комплексна нескінченність в якості одного з можливих значень. Чисельне інтегрування може бути виконано методами Сімпсона, Ромберга, а також адаптивним методом Гауса. Підтримується робота з невласними інтегралами, якісходяться. Оптимізація можлива навіть для функцій, що мають точки розриву.

За допомогою EONL можна розв'язувати системи лінійних та нелінійних алгебраїчних рівнянь. Для швидкого перетворення Фур'є в EONL передбачені три реалізації: одна написана повністю на managed-коді, а дві інші – на рідному платформеному коді.

Бібліотека повністю відповідає всім правилам і рекомендаціям, які корпорація Microsoft дає відносно бібліотек, що розширюють функціональність стандартних модулів .NET Framework'a.

Але головною особливістю EONL є підтримка багатоядерних обчислень, висока швидкодія, простота використання та широка база алгоритмів, яка охоплює дуже широкий спектр математичних методів.

Отже EONL – потужна математична бібліотека для розробки .NET-додатків.

В результаті проведеного дослідження за допомогою засобів EONL було досліджено швидкодію реалізації методу прогонки для високоточного обчислення великих СЛАР різного порядку та з різною розрядністю коефіцієнтів. Розмір матриці змінювали у діапазоні 1×10^4 – 5×10^6. Виявлено залежність часу виконання високоточних обчислень за допомогою алгоритмів різних ступенів оптимізації на різних процесорах, визначена максимально можлива кількість знаків після коми.

Список літературних джерел

1. IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic [Електронний ресурс] : IEEE Computer Society, IEEE Std 754. – 2019. – Режим доступу: https://standards.ieee.org/standard/754-2019.html.

2. Mathematics : scientific and practical journal; David H. Bailey, Jonathan M. Borwein. – 2015 – ISSN 2227-7390.

3. Extreme Optimization Numerical Libraries [Електронний ресурс] : Documentation – Режим доступу:http://www.extremeoptimization.com/.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНУТИМ РОТОРОМ

С'янов О. М.[1], Косухіна О. С.[2], Жидкевич Н. Ю.[1], Коваленко Є. С.[1]

[1]Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна
[2]Відокремлений структурний підрозділ «Технологічний фаховий коледж Дніпровського державного технічного університету», Кам'янське, Україна

Найбільш широке застосування при розв'язані прикладних задач в останні роки отримав метод кінцевих елементів (МКЕ). Виникнення і розвиток МКЕ зобов'язані роботам в області будівельної механіки та швидкому розвитку обчислювальної техніки.

МКЕ дозволяє розглядати неоднорідні анізотропні тіла з нерегулярними геометричними параметрами при різних граничних умовах і зовнішніх впливах. В основі МКЕ лежить, кінцево-елементна апроксимація функціоналу, з умов екстремуму якого слідує система алгебраїчних рівнянь високого порядку з симетричною рідкозаповненою матрицею. Розв'язання цієї системи рівнянь здійснюється прямими методами або ітераційним.

Наявність великого досвіду використання МКЕ для розрахунку характеристик асинхронного двигуна (АД) і програмних продуктів дозволяє спростити процеси програмування. Тому для створення методик розрахунків характеристик АД скористаємося МКЕ. В даний час широкого поширення набули спеціалізовані пакети прикладних програм, що дозволяють значно знизити трудомісткість створення моделей, такі як MATLAB, ANSYS, ANSOFT, COMSOL і ін.

Математична модель АД з короткозамкненим ротором в польовий постановці має вигляд [1]:

$$-\nabla\left(\nu\nabla \mathrm{A}\right)=\begin{cases} 0 - \text{у повітряному зазорі;} \\ 0 - \text{в осереді статора;} \\ \dfrac{N_{W1} i_{01}}{S_{W1}} - \text{в пазу статора;} \\ -\sigma\dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{t}} - \vartheta\left(\dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{x}} - \dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{y}}\right) - \text{в осереді ротора;} \\ \dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{t}} - \vartheta\left(\dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{x}} - \dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial \mathrm{y}}\right) + \sigma\dfrac{u_t}{l_t} - \text{в стрижні ротора,} \end{cases} \quad (1)$$

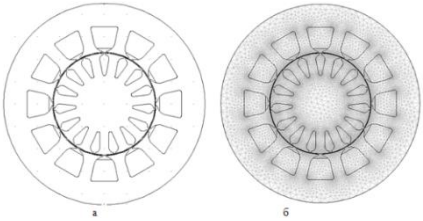
де N_{W1} - число витків котушки статора; i_{01} - струм, що протікає в котушці статора; S_{W1} - площа поперечного перерізу котушки статора; ϑ - швидкість руху ротора; u_t - напруга на стрижні; l_t - довжина стрижня.

Рівняння (1) доповнюється рівнянням рівноваги напруги фази обмотки статора

$$u_{o1} = r_{o1} i_{o1} + \frac{d\Psi_{o1}}{dt}, \qquad (2)$$

де u_{o1} - миттєве значення напруги фази обмотки статора; r_{o1}- активний опір фази обмотки статора; i_{01} - струм в обмотці статора; ψ_{01}- повне потокозчеплення фази обмотки статора.

Для проведення моделювання АД і подальшого порівняння результатів розрахунку з експериментальними характеристиками було розглянуто двигун типу 4АА50А4У3.



У графічному редакторіпідготовлено поперечний переріз АД (рис.1, а). Задані граничні умови, нелінійні властивості електротехнічної сталі. Виконана тріангуляція поперечного перерізу АД (рис.1, б).

Рисунок1- Поперечний переріз АД

Для розв'язання рівняння (1) для АТ 4АА50А4У3 була використана спеціалізована програма ANSOFT. В результаті моделювання перехідного процесу пуску були отримані значення струму *i(t)*, моменту *m(t)* і кутової швидкості ω *(t)*.

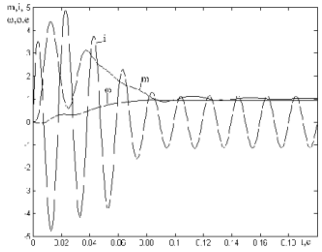


Рисунок 2- Перехідні процеси пуску АД при живлені від мереж

Отримані результати добре збігаються з експериментальними.

Список літературних джерел

1. Індукційні реостати з покращеними масогабаритними показниками для асинхронних двигунів з фазним ротором /О.В. Качура, С.В. Количев, О.М. С'янов – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. – 209 с.

КОМПЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНОЇ КОНСОЛІДАЦІЇ З ЗАСТОСУВАННЯМ АЛГОРИТМУ DEM

Фененко Т.М., Романенко Д.В., Дерев'янко О.І.
Національнаметалургійна академія України, Дніпро, Україна

Сипучі матеріали мають деякі властивості як твердих тіл, так і рідин і газів, а в деяких умовах поводяться зовсім особливим образом. Незвичайні властивості сипучих матеріалів, як твердих тіл виявляються вже в стані спокою.

Для фізичного моделювання рухомих сипучих середовищ у цілому використовуються два підходи: у першому випадку сипуче середовище представляється у виді рідини, в іншому – у виді ансамблеві взаємодіючих часток (звичайно сфер).

Змішування гранульованих матеріалів забезпечує найкращі приклади формування зразка і самоорганізації. Найкраще змішування - це збільшення впливів з більш енергійним коливанням або більш швидким змішуванням - не гарантує краще змішану кінцеву систему. Самоорганізація випливає з двох близьких ефектів: хаотична адвекція та хаотичне змішування, як у випадку рідин, і змушений потік сегрегації (відділення), явище як і у рідинному змішування. Велика безліч причин ідеально підходять для нелінійної динаміки, на якій базувався огляд. Фактично, ці системи можуть скласти самий простий приклад співіснування хаосу і самоорганізації, що може бути вивчено у лабораторіях.

Типові експерименти в цій області швидкі, недорогі і відновлювані. Вони можуть проводитися, використовуючи розмаїтість незв'язних часток від насінь до сферичних бусинок.

Метод окремих елементів полягає в одержанні характеристик усієї системи часток (насипання гранул, наприклад піску, у судину, перемішування, сегрегація, рух, укладання шаруючи і т.д.) за допомогою моделювання рухові безлічі простих часток і їхніх взаємодій.

Сучасні технології дають змогу моделювати процеси структурної консолідації з застосуванням комп'ютерної техніки. Слід звернути увагу на метод окремих елементів, який з'явився завдяки методові молекулярної динаміки. Основна відмінність – у методах молекулярної динаміки (MD) частки додержуються глобального потенціалу, що залежить від позиції часток, у той час як у методі DEM (discrete element method) частки взаємодіють локально – із сусідніми елементами. Уперше даний метод описали і використав Cundall (Cundall, P. A. and Strack, O. D. L. (1979). A discrete numerical model for granular assemblies. Géotechnique).

У цілому можна виділити два підходи до його реалізації - у першому контакт між гранулами протікає миттєво, в іншому, відповідно, забирає визначений година. У даний година перший підхід застосовується в основному при створенні ігор, другий – при моделюванні фізичних явищ у сипучих середовищах.

Рисунок 1- Алгоритм DEM

1. Задаються початкові умови: кількість і розміри гранул, початкова швидкість і положення в просторі. Створюються обмежуючі стінки для моделюючого обсягу, задається для кожної з них закон рухові (у випадку рухливих стінок). Гранули представляються у вигляді сфер, що значно спрощує розрахунок – сфери мають однакові властивості у всіх напрямках.

2. Визначаються безпосередньо контактуючі гранули

$$(r_1 + r_2) < \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

де r_1, r_2 - радіуси сфер 1 і 2, x_n, y_n, z_n - координати гранул

3. Якщо умова 2 виконується, визначаються сили, що виникають у результаті зіткнення двох гранул

4.Визначаються суми сил діючих на кожну гранулу

5.Будується список прилеглих гранул (тобто виробляється один з видів сортування по обсязі), тому що зіштовхуватися можуть тільки вони.Потрібно для зменшення кількості перевірок з $n(n-1)/2$ до *n*, тобто $O(n)^2$ до $O(n)$. Повернення до кроку 2.

При використанні DEM, виняткова важливим моментом є висока обчислювальна складність алгоритмові. Для одержання якісних результатів потрібен маленький крок дискретизації - $\Delta t = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7}$ *c* тому що час контактові винний складати $t_c \approx 10 \div 100 \delta t$, а крім цього на кожнім кроці моделювання потрібне визначення зіткнень гранул в даний момент, що в найпростішому випадку (перевірка кожний з кожним) вимагає для *n*гранул $n(n-1)/2$ перевірок.

Список літературних джерел

1. T.B. AndersonandR. Jackson. A uid mechanical description of uidized beds. Ind.Eng. Chem. Fundam., 6:527{539, 1967.

2. J.W. Pritchett, T.R. Blake, and S.K. Garg. A numerical model of gas uidized beds.AIChE Symp. Ser. No. 176, 74:134-148, 1978.

3. Y. Tsuji, T. Kawaguchi, and T. Tanaka. Discrete particle simulation of two-dimensionaluidized bed. Powder Technology, 77:79-87, 1993.

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ВІРТУАЛЬНОГО РУХУ

Фененко Т.М., Свєрчкова Ю. В., Дерев'янко О.І.
Національнаметалургійна академія України, Дніпро, Україна

Зображення та анімація одні з найдавніших і найпоширеніших засобів обробки інформації. Вони тісно пов'язані між собою і широко використовуються майже у всіх сферах діяльності людини.

Оскільки зображення має статичний стан, то для відображення зміни цього стану використовують послідовність зображень, або інакше кажучи анімацію. Для вирішення задачі відображення поступового переходу одного зображення в інше досить часто постає завдання створення морфінгу двох зображень.

Деформація зображення є невід'ємною частиною в багатьох індустріальних сферах, таких як рекламна індустрія, кінематограф, розробка комп'ютерних ігор тощо.

Деформація зображення (Image warping) – це процес зміни позиції пікселя за допомогою геометричної трансформація растрового зображення. Існує багато типів деформації зображення починаючи від повороту та збільшення до нелінійної трансформації [1].

Деформація зображення, або просторове перетворення (spatial transformation), визначає співвідношення між кожною з точок вхідного зображення з кожною точкою вихідного зображення (Рис. 1) [2].

Загальну функцію трансформації можна задати наступним чином:

$$\left[x, y\right] = \left[X(u, v), Y(u, v)\right] \quad (1)$$

де $[x,y]$ – координати початкового зображення, а $[u,v]$ – координати кінцевого зображення.

Функції X та Y рівняння (1) визначають співвідношення між кожними пікселями двох зображень [2].

Морфінг (Metamorphosis) – це техніка трансформації одного зображення в інше за допомогою деяких деформацій [3].

Морфінг найчастіше розглядають як технологію комп'ютерної анімації для генерації послідовності зображень, комбінація яких створює плавний перехід від початкового зображення до цільового. Для генерації послідовностей деформованих зображень існує декілька алгоритмів, вибір яких залежить від необхідної якості та швидкодії методів.

Для виконання віртуального руху растрових зображень, необхідно розробити згенерувати послідовність деформованих зображень для створення анімації морфінгу.

Для порівняння та створення морфінгу анімації доцільно обрати методи сітчастого викривлення та метод тріангуляції. За допомогою цих методів можна виконати більш плавний перехід, ніж методом перехресного розчинення, оскільки головною метою цих методів є деформація зображення для

встановлення співвідношення однотипних частин зображення, наприклад очей, носа, рота тощо.

Метод сітчастого викривлення (Mesh Warping) полягає у виділені однотипних елементів зображення за допомогою контрольних точок та сіток та деформація зображення для зміни цих областей відповідно до іншого зображення [2].

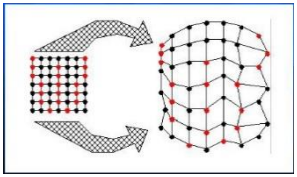


Рисунок 1 - Деформація сітки методом Mesh Warping

Переваги цього методу є досить проста реалізація і побудова плавного переходу за рахунок деформації зображень. Недоліки методу полягають у тому, що при деформації частин зображень можуть з'являтися деякі артефакти.

Для морфінгу також досить часто використовують метод тріангуляції Делоне. Тріангуляцією називається пленарний граф, всі внутрішні області якого є трикутниками [3].

Перевагами цього методу є плавний перехід від одного зображення до іншого, при цьому та невелика кількість артефактів. Недоліками ж є складність розрахунку, наявність артефактів, кількість яких залежить від вибору методу деформації кожного наявного підзображення.

Існує і багато інших методів морфінгу, як наприклад морфінг поля, проте описані вище методи є найбільш поширеними серед систем вирішення задач морфінгу та створення анімації переходу одного зображення в інше.

Список літературних джерел

1.M´alkov´a M. Morphing of geometrical objects in boundary representation / Martina M´alkova // Pilsen: University of West Bohemia, 2010. – 63 c.

2.Magdil Delport Morphing in Two Dimensions: Image Morphing. Thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science at Stellenbosch University / Magdil Delport // Western Cape Stellenbosch University, 2007. – 99 c.

3. Overveld, C.W.A.M. Van A Technique for Motion Specification."Visual Computer". March 1990

РОЗРОБКА УТОЧНЕНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ РОЗЧИНУ МІДНОГО КУПОРОСУ

Фесенко К.О., Мисов О.П., Левчук І.Л., Савченко М.О.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В даній роботі в програмному середовищі універсальної моделюючої програми ChemCAD [1]розроблена уточнена комп'ютерна модель першої стадії процесу отримання розчину мідного купоросу з мідного брухту, адаптована для вирішення задач керування цім процесом.

Сульфат міді (мідний купорос) є найважливішою сіллю міді, яка знаходить широке застосування в медицині, хімічній промисловості і сільському господарстві. Структура уточненої комп'ютерної моделі представлена на рис.1.

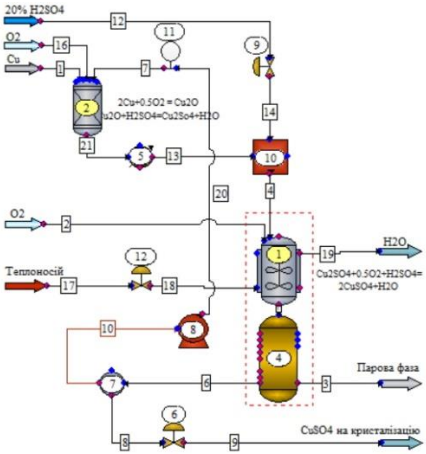


Рисунок 1 – Структура комп'ютерної моделі процесу отримання розчину мідного купоросу

На вхід процесу надходять:

- окисник міді, сірчана кислота;
- кисень, який потрібен для окислення міді;
- мідний брухт.

Кінцевим продуктом процесу є:

- розчинсульфата міді що надходить на подальшу кристалізацію;
- парова фаза, яка відводиться з сепаратору «4»;
- вода, що утворюється при розчиненні оксиду міді в сірчаній кислоті.

Основними апаратами процесу є:

1.Реактор «1» з безперервним змішуванням, в якому відбувається окисленняодновалентної міді у двовалентну. Кінетична модель реактора описується наступним рівнянням:

$$N_{i0} = \frac{dX}{dt} = r_i V \qquad (1.1)$$

ДеN_{i0} – кількість молей компонента А, що надходять в реактор; X– ступінь конверсії;t– час;V– об'єм реактору;r_i – швидкість реакції.

2.Адіабатичній реактор «2», кінетична модель якого описується рівнянням:

$$V = \frac{F_{i0}}{-r_i} X \qquad (1.2)$$

Де*V*– об'єм реактора; F_{i0}– вхідна молярна витрата компонента *i; X* – ступінь конверсії;$-r_i$ – швидкість реакції.

3.Для підвищення точності, комп'ютерної модель[2] була доповнена теплообмінником «5», задопомогою якого в моделі враховуються втрати тепла маточного розчину в навколишнє середовище. Також була реалізована регульована за допомогою виконавчого механізму«12» подача теплоносія в сорочку реактора «1» для підтримання в реакторі необхідної для протікання реакцій температури 80-85°C .

Для визначення повної швидкості реакції для одного компоненту розчину використовується наступне рівняння:

$$r_i = \left(\sum_{j=1}^{nrx} N_{ij} * A_j * e^{-E_j/(RT)^*} \prod_{k=1}^{x_i} (c_k)^{a_{kj}} \right) \qquad (1.3)$$

Стехіометричні коефіцієнти компонентів, що вступають в реакції, наведені на рис. 2.

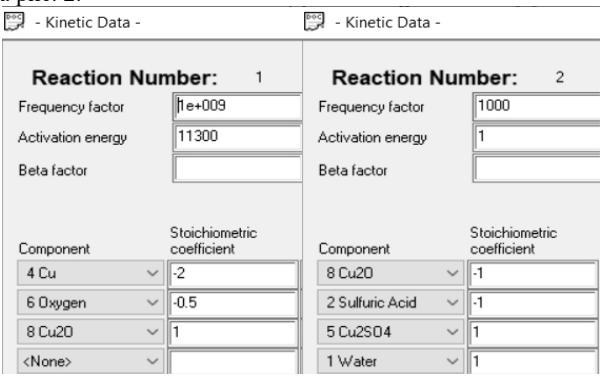


Рисунок 2 – Стехіометричні коефіцієнти компонентів реакцій.

Процес змішування в реакторі «1» відбувається до тих пір, поки не буде досягнута необхідна густина маточного розчину1.42 г/см^3, після чого частина розчину відбирається на кристалізацію за допомогою виконавчого механізму «6», а в реактор вводиться такий же об'єм 20% сірчаної кислоти за допомогою виконавчого механізму «9».

На рисунку 2 відображена отримана за допомогою комп'ютерної моделі графічна залежність, що відображає зміну щільності маточного розчину в часі. Отримана залежність демонструє збільшення густини маточного розчину з показника 1.19 г/см^3 до 1.42 г/см^3 протягом 8 годин, що загалом відповідає показникам промислових установок.

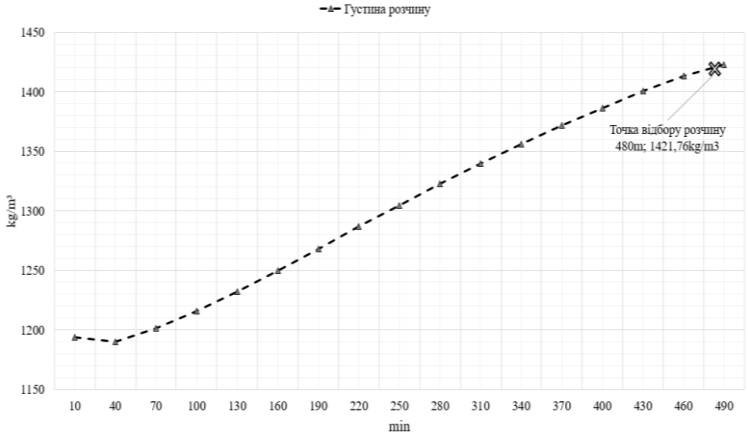


Рисунок 2 – Зміна густини маточного розчину з часом

Порівняльний аналіз часу тривалості одного циклу отримання розчину мідного купоросу по комп'ютерній моделі з показниками лабораторної установки, на якій реалізований аналогічний з моделлю технологічний режим, показав похибку розрахунку тривалості циклу біля 12 хвилин. Це вочевидь пояснюється не ідеальною реалізацією моделей окремих апаратів в універсальній моделюючій програмі ChemCAD. Крім того, щосекундний прорахунок комп'ютерної моделі в динаміці, загальною тривалістю в кілька годин віртуального часу, надає помилці розрахунку накопичувальний характер, чим суттєво збільшує її.

У той же час наявна похибка розрахунку тривалості циклу в 2,5% не робить істотного негативного впливу на основне цільове призначення розробленої комп'ютерної моделі процесу отримання мідного купоросу і дозволяє її використовувати при розробці та налагодженні систем управління.

Список літературних джерел

1.Ляпощенко, А.А. Статичне та динамічне моделювання хіміко-технологічних процесів в CHEMCAD / А.А. Ляпощенко, Ю.Ю. Басанец // Сучасні технології у промисловому виробництві. – Суми: СумДУ, 2016. – Ч.2. – С. 82.

2. Мисов, О.П. Система автоматизованого управління відділенням вилуговування міді з мідного брухту [Текст] / О.П. Мисов, Д.О. Батура // VI Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем». – Дніпро, 2020. – С. 178-179.

СЕКЦІЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

- **оптимальне проектування конструкцій**
- **оптимізація технологічних процесів**
- **перспективні методи оптимізації**

SESSIONS 2

MODELS AND METHODS OF OPTIMIZATION

- **optimal design of structures**
- **optimization of technological processes**
- **advanced optimization techniques**

СЕКЦИЯ 2

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

- **оптимальное проектирование конструкций**
- **оптимизация технологических процессов**
- **перспективные методы оптимизации**

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ДАКТИЛЮВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ В БІЛИХ ЧАВУНАХ ПРИ ОБРОБЦІ ТИСКОМ

Ашкелянець А.В.[1], Миронова Т.М.[2], Губський С.А.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

[2]Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

В сучасному машинобудуванні та металургії чавун продовжує використовуватись в якості одного з основних ливарних матеріалів, залишаючи за собою першість і в майбутньому, незважаючи на зростаючу зацікавленість до нових конструкційних і інструментальних матеріалів, в тому числі і композиційних. Все частіше чавуни різних марок використовуються для деталей, що вимагають високу конструкційну міцність та інші спеціальні властивості [1…3].

Одним з найбільш перетворюючих, як форму виробів із сплавів евтектичного типу, так і їх мікроструктуру, є гаряча обробка тиском, в процесі якої відбувається подрібнення евтектичної сітки. За рахунок цього ефекту в процесі деформації ледебуритні колонії змінюють свою первісну будову: витягаються, згинаються, подрібнюються.

Метою даної роботи є розроблення ефективних способів та режимів деформування, що сприяють утворенню композиційної структури в чавунних заготовках, яка характеризується наявністю волокон із твердої карбідної фази, оточених більш в'язкою матрицею. Причому структуру цієї матриці можна змінювати завдяки додатковій термічній обробці.

Гарячу деформацію проводили різними методами. Спочатку способом стискання при температурах 900 ºС, 950 ºС, 1050 ºС зразки деформували на кулачковому пластометрі конструкції ЮУМЗ при двох швидкостях деформації - 1 ... 3 і 30 $с^{-1}$. Навантаження проводили одноразово і дворазово. Деформація за один прохід становила 25 ... 51%, а за два проходи досягала 80% без руйнування.

Мінімальна концентрація ванадію в карбіді заліза, що викликає його пересичення і розпад на карбіди ванадію, аустеніт і менш легований цементит, в значній мірі залежить від факторів, які змінюють рівень його стабільності. При ізотермічній витримці в цементиті, що містить менше 2...2,5%V, карбідне перетворення не спостерігається. Попередня обробка, стимулююча збільшення дефектності карбіду заліза, підвищує інтенсивність його розпаду.

Структура чавуну після деформації нагадує смугастість в сталях, а по ширині b між сплющеними евтектичними колоніями можна судити про розподіл ступеня деформації по висоті зразка.

Ступінь деформування суттєво впливає на карбідну смугастість чавунних заготовок. Моделювання у ліцензійному програмному продукті QForm [4] дозволяє прогнозувати розподілення пластичних деформацій в чавунних зразках в залежності від параметрів гарячого осаджування та розмірних співвідношень вихідних заготовок (рис.1).

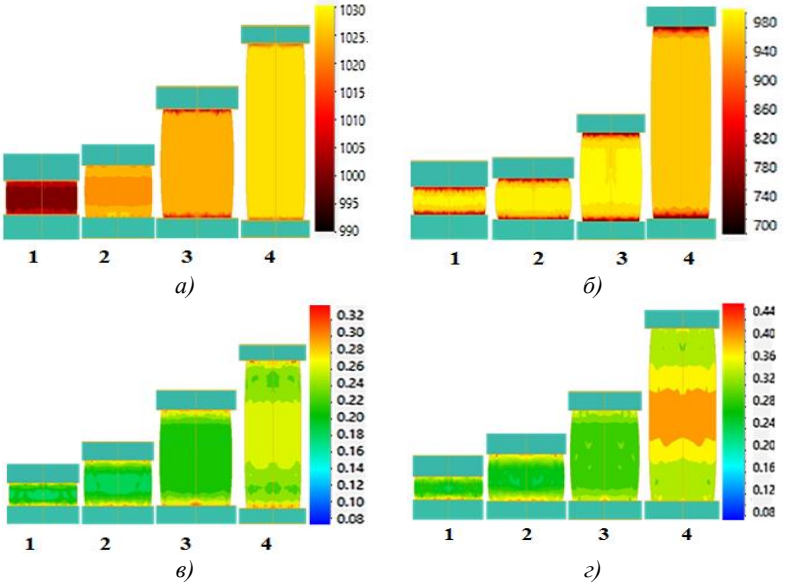


Рисунок 1. Розподіл температур *а), б)* та пластичних деформацій *в), г)* при осаджеуванні на молоті *а), в)* і на пресі *б), г)* при ε = 20%:
1- $h_1/d_1 = 0,25$; 2- $h_2/d_2 = 0,5$; 3- $h_3/d_3 = 1,0$; 4-) $h_3/d_3 = 2,0$

Співвідношення висоти до діаметра зразка (h/d) дорівнювало 0,25; 0,5; 1,0; 2,0, а ступінь деформації ε моделювалась 10%, 20% і 30%.

Результати математичного моделювання щодо розподілу температури показали, що підвищенні швидкості деформування (у порівнянні з пресом й молотом) при всіх ступенях деформації відбувається деформаційний розігрів заготовки, що у свою чергу вказує на більшу інтенсивність деформації на молоті. Під час осаджування на пресі відбувається охолодження заготовки в приконтактних зонах з поверхнею інструмента.

Список літературних джерел

1. Таран-Жовнир Ю.Н. Строение эвтектик и создание новых сплавов эвтектического типа. / Ю.Н. Таран-Жовнир // Сучасне матеріалознавство XXI сторіччя – Київ, 1998 р. – С. 176 – 197.

2. Сильман Г.И. Кристаллизация ванадиевых чугунов с инвертированной структурой карбидной эвтектики / Г.И. Сильман, А.А. Жуков, Л.З. Эпштейн // Литейные свойства сплавов. - 1972. - С. 201 – 204.

3. Щербединский Г.В. Чугун как перспективный материал XXl столетия./ Щербединский Г.В. // МиТОМ, М..2005, №7,с.83-93.

4. Nikolay Biba, Alexander Maximov, Sergei Stebunov, Alexey Vlasov. The model for simulation of thermally, mechanically and physically coupled problems of metal forming. URL: http://www.qform3d.co.uk/publications // Article. - Metal Forming, 2012.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ ОБ'ЄКТОМ З ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Борисенко О. В., Косолап А. І.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Історія розвитку робототехніки сягає своїм корінням в далеку давнину за часів античності. Бажаючи полегшити трудову діяльність і просто гнані науковою ідеєю, винахідники давнини створювали найпростіші механізми, що виконували деякі елементи руху.

Перші креслення, що збереглися, належали Да Вінчі, який створив робота-лицаря, що рухався. Двадцяте століття було ознаменоване становленням сучасної робототехніки, появою роботів, здатних виконувати записану послідовність команд. Пізніше в 1942 році Айзеком Азімовим - відомим письменником і популяризатором науки - в його книзі були сформульовані 3 закони робототехніки, які свідчать, що робот не повинен завдавати людині шкоди, зобов'язаний виконувати його команди та при цьому піклуватися про власну безпеку.

Доповідь присвячена результатам розробки та дослідження спеціалізованої комп'ютерної системи керування рухомим об'єктом за допомогою мобільного пристрою. В нашому випадку об'єкт керування - це автоматична машина, що оснащена системами пересування. Загальний вигляд робота представлено на рис. 1.

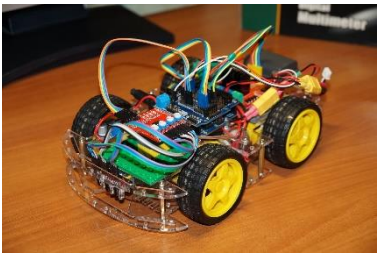


Рисунок 1 – Мобільний робот

Робот створено на платформі Arduino, яка є ефективним засобом розробки програмованих електронних пристроїв [3]. Arduino – це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і є простою платою з мікроконтролером, а також спеціальним середовищем розробки для написання програмного забезпечення мікроконтролера. Його можна використовувати для розробки інтерактивних продуктів. Наприклад, він може зчитувати сигнали декількох вимикачів і датчиків, а також керувати світлом, серводвигуном та іншими різними фізичними пристроями. Він широко застосовується в роботах.

Вибір того чи іншого способу пересування робота - це один з найважливіших етапів його створення.

Колісні системи є найбільш поширеними, так як забезпечують достатню прохідність робота.В своїй роботі я використав саме цей спосіб пересування робота.

Для керування цими двигунами використовують драйвер контролер двигуна L298N, що зображено на рис 2.

Драйвер L298N використовується радіоаматорами для багатофункціонального управління двигунами постійного струму. Схема модуля, що складається з двох Н-мостів, дозволяє підключати до нього один біполярний кроковий двигун або одночасно два щіткових двигуна постійного струму. При цьому є можливість змінювати швидкість і напрямок обертання моторів. Управління здійснюється шляхом подачі відповідних сигналів на командні входи, виконані у вигляді штирьових контактів..

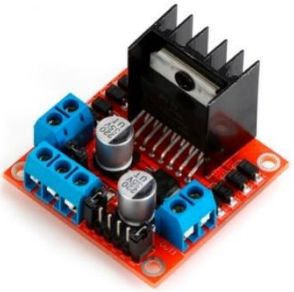


Рисунок 2 – Модуль драйвера двигуна L298N

На першому етапі проведено теоретичні дослідження розроблених законів керування. Шляхом комп'ютерного моделювання доведено, що система керування забезпечує стійкість руху та задовільну якість керування.

На другом етапі закони керування були реалізовані на базі мікроконтролера Arduino, що дозволило виконати їх перевірку на реальному фізичному об'єкті - керованому роботі шляхом проведення експериментальних досліджень.

Список літературних джерел:

1.Arduino Home. [Електронний ресурс]. URL:https://www.arduino.cc/

2.Академія професій майбутнього. [Електронний ресурс.] URL:https://academyua.com/

3.Копосов Д.Г. Микроконтроллеры. Основа цифровых устройств. М.: Амперка, 2015.218с.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ КУВАННЯ КОРПУСІВ ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ

Дуванський О. М., Чухліб В. Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Запірна арматура – це трубопровідна арматура, основною функцією якої є перекриття, зміна напрямку та відкриття потоку руху робочої рідини або газу. В умовах роботи в корозійному середовищі запірну арматуру зачасту виготовляють с нержавіючих та корозійностійких сталей. Є різні способи та технології виготовлення запірної арматури – зварювання, лиття та інші. В роботі буде розглянуто та розроблено технологію кування даного виду деталей[1]. Оскільки технологія кування даного типу деталей відноситься до 5 класу складності та за умов виконання стандартної технології, при якій ми маємо досить високий коефіцієнт витрат металу, який в свою чергу має високу вартість можна сказати, що дослідження даної технології є актуальним.

Основні цілі дослідження – зменшення коефіцієнту витрат металу та покращення якості і фізико-механічних властивостей запірної арматури. Задачею даної роботи є дослідження перерозподілу об'єму поковки при куванні та знаходження закономірностей розподілу при використанні різних параметрів кування. В роботі було виконано протягування кінцевої частини циліндричної заготовки з отвором (рисунок 1).

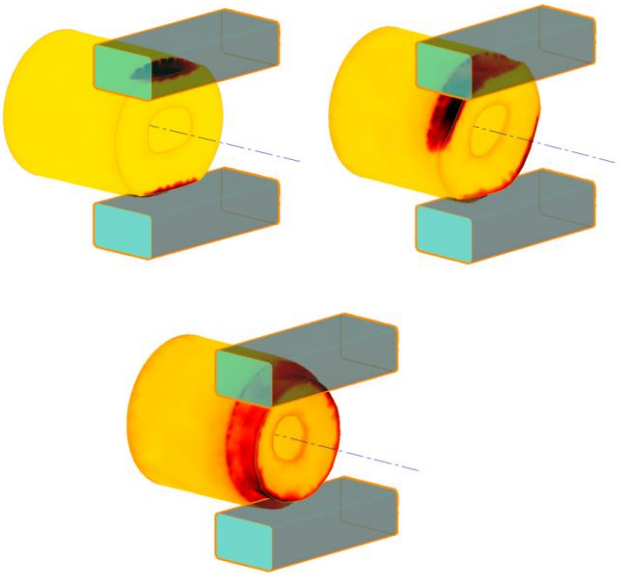


Рисунок 1 – Переходи протягування кінцевої частини заготовки[2]

Для аналізу зміни та перерозподілу об’єму деформованої частини поковки було виконано розбивку на певну кількість умовних об’ємів в підбійковій зоні (рисунок 2). На схемі розподілу показано, як об’єми V2 та V8 при протягуванні перерозподілилися в зони V4, V5,V6, V7 та V9. Виникають утяжини та складні для прогнозу хвилясті лінії на краях поковки.

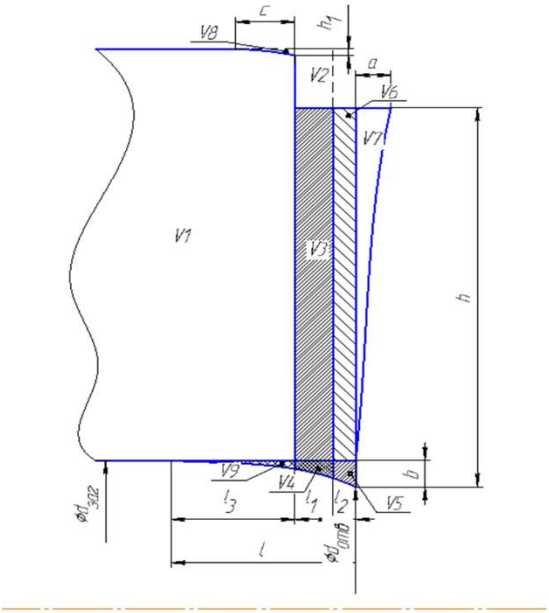


Рисунок 2 – Умовна схема розподілу об’єму при куванні

Розроблена методика дозволить знаходити та розраховувати взаємозв’язки та вплив способу та заданих параметрів протягування на кінцеву форму поковки.

Як висновок можна сказати, що в роботі необхідний пошук закономірності залежності характеру течії металу від заданих параметрів кування, тому робота потребує подальшого дослідження.

Список літературних джерел

1. Гуревич Д.Ф., Воловик А.В. Арматура трубопроводная металлургических производств. Справочник.- М.: Металлургия, 1984.

2. Nikolay Biba, Alexander Maximov, Sergei Stebunov, Alexey Vlasov. The model for simulation of thermally, mechanically and physically coupled problems of metal forming. URL: http://www.qform3d.co.uk/publications // Article. - Metal Forming, 2012.

ПРАКТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УНІМОДАЛЬНИХ ТА МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ МЕТОДІВ

Косолап А.І.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Вступ. Задачі оптимізації в n-вимірному евклідовому просторі можна розділити на декілька класів в залежності від складності їх розв'язування. Це лінійні, опуклі, дискретні, неопуклі, квадратичні, диференційовані та недиференційовані, стохастичні та багато інших. Але найбільш важливим є поділ оптимізаційних задач на унімодальні та мультимодальні. На жаль не існує ефективних критеріїв визначення до якого з цих класів відноситься дана задача. Існують тільки достатні умови. Всі методи теж можна розділити на два класи, відповідно для розв'язування унімодальних та мультимодальних задач. Задачі першого класу, як правило ефективні. Тобто за допомогою існуючих програм ми можемо розв'язувати унімодальні задачі досить великої розмірності. Методи для розв'язування мультимодальних задач досить повільні і можуть розв'язувати тільки задачі малої розмірності або знаходити розв'язки далекі від оптимальних. Такі методи поділяють на детерміновані та стохастичні. Якщо перші теоретично можуть знаходити найкращі розв'язки але потребують для цього досить багато часу, то стохастичні методи теж потребують багато часу, але не гарантують отримання оптимального розв'язку. Серед дослідників в галузі розробки оптимізаційних методів склалося враження, що побудувати ефективний мультимодальний метод неможливо. Але автор даної роботи розробив метод точної квадратичної регуляризації для розв'язування мультимодальних задач, який по ефективності практично співпадає з ефективністю методів унімодальної оптимізації. Природно, що клас мультимодальних задач досить великий і можна побудувати задачі для яких метод EQR не знайде оптимальний розв'язок. Це приблизно так, як для симплекс-методу були побудовані задачі, які потребують 2^n ітерацій. Але всі знають і використовують симплекс-метод для розв'язування лінійних задач та уже протягом 70 років цей метод демонструє свою практичну ефективність.

Основний матеріал. Ідея методу EQR полягає в використанні квадратичної регуляризації, яка дозволяє перетворювати мультимодальні задачі до параметричної максимізації норми вектору на опуклій множині. Таке перетворення є точним. Для розв'язування перетвореної задачі використовуються програми унімодальної оптимізації. Тому складність розв'язування перетвореної задачі практично співпадає зі складністю унімодальної оптимізації. Практична ефективність методу була перевірена шляхом розв'язування великої кількості тестових та практичних мультимодальних задач.

Розглянемо результати обчислювальних експериментів на прикладі двох баз даних мультимодальних задач Globallib Model Statistics та Minlplib Model Statistics, які були створені понад 20 років тому і протягом цього часу інтенсивно використовуються для перевірки практичної ефективності існуючих

та нових методів і програм оптимізації. Перша база даних задач містить задачі з неперервними змінними розмірністю від десятків до тисяч змінних та обмежень, а друга – з неперервними та дискретними змінними. Для розв'язування задач використовуються такі потужні програмні пакети, як BARON, LINDO, COUENNE, SCIP та інші. Автор розв'язав методом EQR більше 100 задач з даних баз. Для 25% розв'язаних задач отримані кращі розв'язки. Для 75% розв'язаних задач розв'язки отримані методом EQR та приведені в базах даних співпадають. Ці результати свідчать про практичну ефективність методу EQR.

В табл. 1 наведено вибірку результатів розв'язку задач з приведених баз в яких отримані кращі розв'язки методом EQR. Для розв'язування задач методом EQR використовувалась надбудова OpenSolverпакету Excel.

Таблиця 1 - Результати обчислювальних експериментів

№ п/п	Задача	*n*	*m*	Розв'язок, отриманий методом EQR	Кращий розв'язок, отриманий другими методами
1	Ex5_4_2	8	6	**6683,320376**	7512,230145
2	Chain50	102	51	**0,09259**	5,07226
3	Prob7	14	35	**154990,229**	155153,544
4	Ex3	32	31	**60,5531381**	68,0097
5	Ex8_3_10	141	108	**-470,623627**	-1,546076
6	Ex8_3_8	126	93	**-10,00001**	-3,256
7	btest14	135	93	**-10938,246**	-59,81738781
8	water	32	25	**904,902143**	906,3519
9	Ex8_2_4b	62	88	**-1644,23**	-1197,13
10	pump	24	34	**16139,84**	128893,74
11	Ex8_3_7	126	92	**-7,18881**	-1,2326
12	minlphi	65	47	**568,9207**	582,2361
13	Ex8_3_11	116	76	**-10**	-0,7921
14	waterz	195	138	**906,998**	907,017
15	waterx	70	55	**891,8463569**	909,0278626
16	korcge	95	77	**-521,1160511**	-339,213

Число n означає кількість змінних задачі, а m – кількість обмежень. Приведені в таблиці значення цільової функції, отримані методом EQR, значно менші, ніж результати одержані існуючими методами і програмами. Для перевірки правильності отриманих результатів достатньо підставити знайдені розв'язки в цільову функцію та обмеження задачі.

Висновок. Враховуючи те, що задачі з приведених баз розв'язуються існуючими методами та програмами уже протягом 20 років і отримані результати значно поступаються методу EQR, можна зробити висновок, що метод EQR на даний час є найбільш практично ефективний для розв'язування мультимодальних задач.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТУ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Михайлова Т. Ф., Максименкова Ю. А.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

Метою автоматизації планування поточного ремонту вагонів є мінімізація затрат на ремонт і транспортування вагонів до ремонтних підприємств. При цьому бажано забезпечити найбільш раціональне завантаження ремонтних підприємств з урахуванням сезонних відпусток, а також зберегти діючу систему планово-запобіжних ремонтів. В пасажирській службі дороги планування поточного ремонту пасажирських вагонів здійснюється на основі досвіду та рекомендацій лінійних підприємств. Така методика характерна низьким коефіцієнтом готовності пасажирських вагонів в рейс, значним часом відсутності їх в експлуатації, нерівномірністю завантаження ремонтних підприємств зростанням затрат та порушенням діючої системи ремонтів.

Розглядається методика автоматизації планування поточного ремонту вагонів, яка передбачає розподіл вагонів, що потребують ремонту, за плановими періодами по ремонтних підприємствах з урахуванням їх потужності, спеціалізації та технічного забезпечення.[1] На кожному етапі планування (щомісяця) задача формулюється як задача мінімізації критерія

$$F(x) = \sum_{i=1}^{R} \sum_{j=1}^{N} \sum_{k=1}^{S} c_{ijk} x_{ijk}$$

за обмежень

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ijk} = W_{ik};$$

$$P_{ij}' \le \sum_{k=1}^{S} x_{ijk} \le P_{ij},$$

де x_{ijk} - кількість вагонів *i*-го типу, приписаних до *j*-го підприємства і направлених в ремонт на *к*-е підприємство; c_{ijk} - вартість ремонту та транспортування *i*-го типу вагона, направленого з j-го підприємства на *к*-е підприємство ремонту;*R* – число модифікацій пасажирських вагонів;*N* – число підприємств приписки;*S* - число підприємств ремонту; P_{ij} - кількість вагонів *i*-го типу, котрі потребують ремонту на j-му підприємстві приписки; P_{ij}' - потреба в ремонті прострочених вагонів *i*-го типу на j-му підприємстві приписки; W_{ik} - розрахунковий об'єм робіт *к*-го підприємства по *i*-й модифікації вагонів.

Для розв'язування задачі запропоновано алгоритм, що використовує на кожному етапі планування методи лінійного програмування, реалізація яких здійснюється за допомогою пакета Maple.[2]

Список літературних джерел

1.Оптимізаційні методи та моделі Михайлова Т.Ф. Ільман В.М.,Самойлов С.П., Панік Л.О., Дніпровський нац. ун-т залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро:2020, -240с

2.Практика программирования в системе Maple. Кирсанов М.Н. М. Издательский дом МЭИ, 2011,-264с.

МЕТАЕВРИСТИЧНИЙ МЕТОД ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ В ЛАБІРИНТІ

Нескородєва Т. В.[1], Федоров Е. Е.[2], Чичужко М. В.[2], Чичужко В. О.[2]

[1]Донецький національний університет ім. Василя Стуса, Вінниця, Україна

[2] Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

В даний час в ігрових стратегіях активно використовується агентний підхід. Широке поширення отримали метаевристики, які використовуються для пошуку квазіоптимального рішення за допомогою безлічі взаємодіючих між собою агентів. Для вирішення проблеми недостатньої ефективності пошуку оптимального шляху в лабіринті в даній роботі пропонується використовувати метаевристичний підхід. У даній роботі передбачається, що в лабіринті є вільні і зайняті *J*-мірні клітини і перехід може бути тільки між сусідніми вільними клітинами. Вільні клітини розглядаються як вершини графа, їх кількість дорівнює M . Є одна початкова вершина з номером і одна цільова вершина з номером b , $1 \le a,b \le M$, $a \ne b$.

У даній роботі функція вартості шляху в лабіринті (функція мети) визначена як

$$F(x) = \sum_{i=1}^{L-1} d_{x_i, x_{i+1}} \to \min_x ,$$

де $d_{x_i, x_{i+1}}$ – вага ребра між парою вершин (x_i, x_{i+1}) , x – вектор вершин, який описує шлях в лабіринті, L – довжина вектора вершин (шляху в лабіринті), $L \le M$, x_1 – початкова вершина (клітинка лабіринту), $x_1 = a$, x_L – цільова вершина (клітинка лабіринту), $x_L = b$.

Метод на основі мурашиного алгоритму для задачі пошуку оптимального шляху в лабіринті

1. Ініціалізація.

1.1. Введення коефіцієнта історії α , коефіцієнта евристики β , коефіцієнта інтенсивності випаровування ρ , параметра γ для правила зміни рівня феромона, початкового рівня феромона δ .

1.2. Введення максимального числа ітерацій N , розміру популяції мурах K , довжина вектора вершин M .

1.3. Вводиться впорядкована множина вершин $V = \{1,...,M\}$ і матриця ваг ребер $[d_{ij}]$, $i, j \in \overline{1, M}$, яка обчислюється на основі відстані Чебишева.

1.4. Вводиться значення функції мети $y^* = \infty$.

1.5. Вводиться початковий рівень феромона $\tau_{ij}(0)$ на ребрі (i, j) в момент часу $n = 0$ у вигляді

$\tau_{ij}(0)=\delta$, $\tau_{ii}(0)=0$, $i,j\in\overline{1,M}$.

2. Номер ітерації $n=1$.

3. Номер мурахи $k=1$.

4. В даній роботі спочатку мураху поміщають у вихідну вершину, тобто $i=a$, $x_{k1}=a$.

5. Ініціалізується безліч заборонених вершин $V^{tabu}=\{a\}$.

6. В даній роботі множина дозволених вершин обчислюється у вигляді

$$U=\{j\,|\,d_{ij}=1\}\setminus V^{tabu},\ j\in\overline{1,M}.$$

7. Якщо виник глухий кут (відсутні дозволені вершини), тобто $|U|=\varnothing$, то перехід до 4.

8. У даній роботі обчислюються ймовірності переходу k-ї мурахи з вершини i в інші вершини у вигляді

$$p_{ij}=\begin{cases}\dfrac{(\tau_{ij}(n-1))^{\alpha}(1/d_{ij})^{\beta}}{\sum\limits_{l\in U}(\tau_{il}(n-1))^{\alpha}(1/d_{il})^{\beta}}, & j\in U\\ 0, & j\notin U\end{cases},\ j\in\overline{1,M}$$

9. Вибирається вершина j_c, яка задовольняє нерівності $\sum\limits_{j=1}^{j_c-1}p_{ij}<U(0,1)\le\sum\limits_{j=1}^{j_c}p_{ij}$, де $U(0,1)$ – функція, яка повертає рівномірно розподілене випадкове число в діапазоні $[0,1]$.

10. Обрана вершина включається в безліч заборонених вершин, тобто $V^{tabu}=V^{tabu}\bigcup\{j_c\}$, и стає черговою вершиною вектора вершин, тобто $x_{k,|V^{tabu}|}=j_c$.

11. Якщо $|V^{tabu}|<M$ и $j_c\neq b$, то $i=j_c$, перехід до 6.

12. Обчислюється значення функція мети $y_k=F(x_k)$.

13. Якщо $y_k<y^*$, то $x^*=x_k$, $y^*=F(x^*)$.

14. Якщо $k<K$, то $k=k+1$ перехід до 4.

15. Обчислюється зміна рівня феромона у вигляді

$$\tau_{ij}(n)=\tau_{ji}(n)=(1-\rho)\tau_{ij}(n-1)+\gamma\sum_{k=1}^{K}\frac{\chi_{Q_{ij}}(x_k)}{y_k},\quad \chi_{Q_{ij}}(x_k)=\begin{cases}1, & x_k\in Q_{ij}\\ 0, & x_k\notin Q_{ij}\end{cases},$$

$i\in\overline{1,M-1}$, $j\in\overline{i+1,M}$,

де Q_{ij} – безліч векторів вершин, які містять ребра (i,j) або (j,i).

16. Якщо $n<N$, то $n=n+1$, перехід до 3, інакше припинення циклу.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНОСТІ ПРОФЕСІЙНИХ УЧАСНИКІВ ФІНАНСОВОГО РИНКУ

Малієнко А. В, Шишков О. С.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
Дніпро, Україна

Актуальним завданням для фінансового ринку на сучасний момент є впровадження ефективних методів найбільш оптимального вибору банків серед тих, які претендують на отримання статусу члена біржі та, що ще більш важливо, на доступ до ризикованих режимів торгів (ринку РЕПО та строкового ринку) [1]. Наразі це завдання вирішується різними методами, які не є достатньо універсальними та алгоритмізованими.

Зокрема, у різних випадках застосовуються різні (кількісні та якісні) критерії, алгоритмічні методи (наприклад, дерево рішень) та підстави (іноді досить суб'єктивні) для прийняття рішень щодо доцільності надання доступу до торгів:

– експрес-аналіз показників фінансової звітності банків (зокрема, розмір капіталу, ліквідність),

– аналіз рейтингів надійності банків,

– кредитні рейтинги,

– рекомендації банків, які вже є активними учасниками торгів,

– показники торговельної активності на біржі (кількість контрагентів, кількість та обсяг укладених на біржі угод),

– активність інвестиційних операцій (обсяг портфелю цінних паперів),

– аспекти міжбіржової конкуренції (наявність доступу до торгів на інших фондових біржах України).

– ступінь зацікавленості самого банку у доступі до торгів,

– досвід та відомість на ринку керівників та брокерів банків тощо [1,2].

Найбільш складним це завдання стає при необхідності вибору з кількох банків, які одночасно звертаються до біржі з пропозицією щодо надання ним доступу до торгів. Недостатньо оптимальний та неформалізований вибір може призвести як до неприйнятного зростання ризиків для контрагентів неефективно обраного банку, так і до претензій з боку банків, яких не було обрано, та до переведення їх торговельної активності чи навіть повного переходу на інші конкуруючі фондові біржі (ПФТС та «Українська біржа»).

Оскільки в обов'язковому порядку членам біржі надається доступ до торгів на ринку заявок та адресному ринку, але значно менша кількість членів біржі отримує доступ до торгів на ринку РЕПО та строковому ринку, а також до торгів на ринках розміщення та аукціонів. Тож спеціальні умови доступу для торгів на ринках РЕПО та строковому ринку встановлені внаслідок підвищених ризиків проведення фінансових операцій. Тому було виокремлено найбільш значущі критерії та способів їх оптимального врахування для здійснення раціонального вибору серед банків, які планують отримати доступ до торгів на ринках РЕПО та строковому ринку. Саме тому було обрано надійний метод, за

яким можна отримати найбільш надійний банк за експертними оцінками – метод ієрархій.

Було знайдено за допомогою методу ієрархій, який з 3 банків найбільш надійний за 5 визначеними критеріями (розмір капіталу,ліквідність,активність торгівлі,кількість контрагентів, портфель цінних паперів) та може буде допущений до біржових торгів на ринках РЕПО та строковому ринку.

Особливої актуальності ця проблема набуває через очікуваний наприкінці 2021р. запуск торгів на ринку РЕПО з контролем ризиків [3].

Через численні та різнопланові критерії та методи поточного прийняття рішень найбільш ефективним вбачається:

– виокремлення найбільш об'єктивних критеріїв надійності банків за сприяння експертного середовища,

– застосування методу ієрархій для уніфікації механізмів прийняття рішень [4,5].

Отже, використання системи прийняття рішення у процесі організації біржових торгів за участі численних фінансових установ (насамперед, банків) та їх клієнтів (інвесторів) з метою аналізу та оцінки ризиків для обґрунтованого визначення надійності учасників біржових торгів та уникнення випадків невиконання зобов'язань за біржовими контратаками, передбачає доступ до великої бази даних, що містить розгорнуту та частково конфіденційну інформацію про широке коло банків. Завдяки методу аналізу ієрархій не губиться важливість окремо взятих критеріїв і після відбору прийнятних варіантів не виникає проблеми, пов'язаної з аналізом і обговоренням переваг кожного з аналізованих банків-контрагентів [6,7].

Метод простий і в той самий час зручний, оскільки дозволяє вже в процесі прийняття рішення не тільки змінити судження при додатковому аналізі будь-якої фінансової або іншої інформації, а й оцінити їх узгодженість.

Список літературнихджерел

1. Офіційний веб-сайт ПрАТ ФБ «Перспектива // (online): http://fbp.com.ua

2. Фінансова звітність ПрАТ ФБ «Перспектива// (online): http://fbp.com.ua/About/DocRubrics.aspx

3. Правила та інші документи щодо торгів на ПрАТ ФБ «Перспектива// (online): http://fbp.com.ua/Norm.aspx

4. Мосов С. П. Методика оцінки і відбору командного та управлінського складу / С. П. Мосов, П. Т. Примак // Труди академії (НАОУ). – 2008. – № 2. – С. 31–37.

5. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.

6. Кини Р. Принятие решений при многих критериях: замещения и предпочтения /Р. Кипи, Х. Райфа. – Москва : Радио и связь, 1981. – 560 с.

7. Ткачова О. Метод Сааті при прийнятті управлінських рішень. // Держава та регіони, № 4, с. 92- 96, 2015.

РОЗРОБКА СПОСОБУ КУВАННЯ МЕТАЛУ МЕТОДОМ ПЕРЕДАЧІ

Палієнко В.О., Чухліб В.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Актуальність роботи. Процес передачі металу є актуальною темою для дослідження, через те що, в даному випадку маємо перерозподіл металу зі зміщенням заготовки. Передача металу – це зміщення частини відносно іншої при збереженні співвісності. Передача застосовується для виготовлення колінчатих валів і інших виробів.

Аналіз літературних даних. В залежності від умов праці та технологічним виготовленням колінчаті вали виготовляють за домогою механічної обробки. Перевагами виробництва колінчатих валів способом передачі є покращення механічних характеристик металу в зонах обжиму, та економія за рахунок збереження металу, який не потрапляє у стружку.

Процес передачі металу здійснюється наступними прийомами. Після протягування заготовки на пластину або квадрат до розмірів, що перевищують на 25-30% розмір поковки, надрубуютьсокирою площині зсуву; глибина повинна бути на 20-30 мм менше ніж потрібно змістити (передати) метал [1]. На час передачі, другий кінець поковки підтримується краном або спеціальними пристосуваннями, віддаленими від місця деформації металу на якомога більшу відстань.

Мета даної роботи є визначення оптимальних режимів кування, розробка схем деформування та дослідження течії металу при передачі.

Основними цілями дослідження є розгляд перерозподілу об`єму поковки при вільному куванні та вибір оптимальної схеми деформування. Моделювання процесу передачі виконано за допомогою програмного комплексу Qform [2] (рисунок 1).

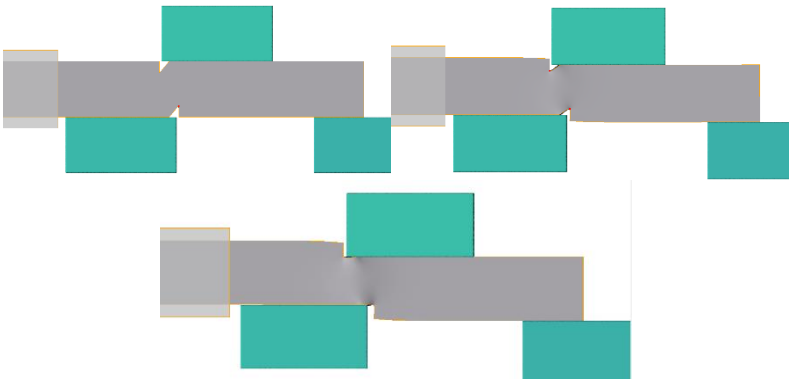


Рисунок 1 – Схеми деформування металу

На рис 1 показано, як металпри контакті плоских бойків перерозподіляється на задану висоту.

Зміщення металу відбувається за рахунок наданого зусилля бойків на контакну поверхню заготовки. Попередньо були зроблені надрубки длязабезпечення перебігу металу в зазначенуплощину.

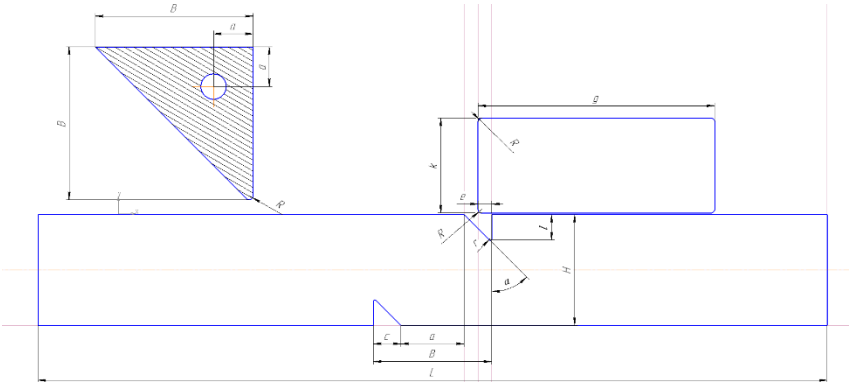


Рисунок 2 – Геометрія інструменту та заготовки

За допомогою розроблених методик передачі металу можна знайти оптимальну схему розподілення заготовки на задану відстань. На основі моделювання першого переходу і його аналізу ми можемо розробляти і приступати до аналізу наступних переходів.

Список літературних джерел

1. Маркин П. В. О формоизменении заготовки при штамповке коленчатых валов методом гибки с высадкой // Вестник машиностроения. 1986. -№ 12.

2. Nikolay Biba, Alexander Maximov, Sergei Stebunov, Alexey Vlasov. The model for simulation of thermally, mechanically and physically coupled problems of metal forming. URL: http://www.qform3d.co.uk/publications // Article. - Metal Forming, 2012.

МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ НА РЕАЛЬНОМУ КВАНТОВОМУ КОМПЮТЕРІ

Ткачук В. М.
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
Івано-Франківськ, Україна

Квантові генетичні алгоритми (QGA) традиційно орієнтована на розв'язок задач оптимізації при їх реалізації засобами класичних обчислювальних систем [1]. На сьогодні появилась практична можливість програмування квантового комп'ютера для практичної реалізації QGA[2].

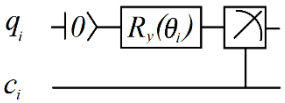
Заборона клонуванняквантових станів не дозволяє реалізувати традиційний еволюційний алгоритм, тому пропонується класично-квантова архітектура для його реалізації: квантові оператори виконуються на квантовому комп'ютері, а всі допоміжні обчислення - на класичному. Пропонований QGA може бути реалізований наступним чином:

1. $t \leftarrow 0$
2. ініціалізація $Q(t)$
3. томографія $Q(t)$ та перехід до $P(t)$
4. оцінка пристосованості $P(t)$ та пошук найкращої особини популяції
5. **while**(умова завершення еволюції)
6. $t \leftarrow t+1$
7. Побудова наступного покоління $Q(t)$
8. томографія $Q(t)$ та перехід до $P(t)$
9. оцінка пристосованості $P(t)$ та пошук найкращої особини популяції
10. **end while**

тут: $Q(t)$ – квантовий регістр популяції розв'язків на момент часу t ; $P(t)$ – класичний регістр представлення популяції, отриманий в результаті томографії квантових станів.

В результаті квантового вимірювання руйнується суперпозиція квантових станів, тому для побудови наступного покоління використовується томографія квантових станів [3].

Імовірнісний характер результату томографії та помилки, що виникають в ході роботи самого квантового комп'ютера, не впливають на хід еволюційного процесу та можуть розглядатися як процес дії оператора квантової мутації. Кожне наступне покоління та його вимірювання реалізовано на квантовому комп'ютері відповідно до наступного протоколу:



Кут Θ_i в операторі квантового гейту $R_y(\Theta_i)$ визначається результатами томографії попереднього покоління та значенням кута Θ_{opt} для найкращої особини популяції відповідно до наступного алгоритму:

$$\Theta_i = \begin{cases} \Theta_i + \Delta\Theta, & при \quad \Theta_i < \Theta_{opt} \\ \Theta_i - \Delta\Theta, & при \quad \Theta_i > \Theta_{opt} \end{cases}$$

Величина приросту кута $\Delta\Theta$ є параметром роботи алгоритму. Для перевірки ефективності роботи пропонованого алгоритму з використанням 5-ти кубітного квантового комп'ютера (IBM, *ibm_manila*) розглянуто задачу оптимізації ряду одномірних тестових функцій. Так, для функції:

$$f(x) = \sin(x) + \sin\left(\frac{10}{3}x\right), \quad x \in [-2.5,7]$$

із глобальним максимумом $f(2.296) = 1.728$ динаміка еволюції найкращої особини популяції представлена на рис.1.

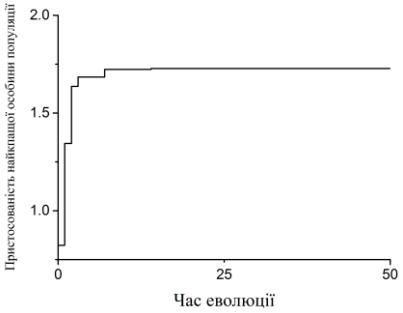


Рисунок 1 – Еволюція в часі найкращої особини квантової популяції

Результати моделювання на квантових комп'ютерах (чи їх симуляторах) з використанням хмарних технологій компанії IBM показали, що не залежно від початкової популяції навіть при 5-ти кубічному її розмірі вона завжди, на протязі не більше 20 циклів еволюції, попадає в глобальний максимум. Оцінка часової ефективності пропонованого алгоритму не проводилася, бо генерація кожного нового покоління вимагає очікування в черзі для доступу до квантового процесора.

Список літературних джерел

1. V. Tkachuk, "Quantum Genetic Algorithm Based on Qutrits and Its Application", Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2018, DOI :10.1155/2018/8614073.

2. IBM Quantum Experience Dashboard. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://quantum-computing.ibm.com/.

3. D'Ariano, G. Mauro; Paris, Matteo G. A.; Sacchi, Massimiliano F. (2003-02-04). "Quantum Tomography".arXiv:quant-ph/0302028.

АЛГОРИТМ РУПЕРТА ТРИАНГУЛЯЦІЇ ПОЛІГОНІВ

Фененко Т.М., Сірик В.А., Дерев'янко О.І.
Національнаметалургійна академія України, Дніпро, Україна

Тріангуляція – це розбивання геометричного об'єкта на симплекси. У двомірному просторі це розбиття на трикутники, звідси і назва. Тріангуляція у тривимірному просторі полягає у розбиванні на тетраедри («піраміди», різних форм та розмірів), що лежать один до одного.

Тріангуляція многокутника(ТМ) – це розбиття многокутника (полігона) на трикутники, що мають спільні ребра з умовою, що множина вершин трикутників збігається з множиною вершин трикутника. ТМ є основою багатьох важливих геометричних алгоритмів, наприклад рішення «задачі галереї мистецтв».

Алгоритм Рапперта, або «поліпшення Делоне» - алгоритм призначений для створення якісних тріангуляцій Делоне. Алгоритм отримує планарний граф, та повертає відповідну тріангуляцію Делоне, що містить лише якісні трикутники. Трикутник вважається неякісним, якщо відношення радіусу описаної окружності до найкоротшої сторони трикутника менше за деяку задану величину. Запропонований Джимом Раппертом у 1995 році, «алгоритм Рапперта для генерації якісних двовимірних сіток можливо є першим теоретично гарантованим алгоритмом генерації сіток, що є по-справжньому задовільним на практиці.»

Тріангуляція Делоне́ для множини точок P на площині — це така тріангуляція DT(P), що жодна точка множини P не знаходиться всередині описаних довкола трикутників кіл в множині DT(P), тобто в якій для будь-якого трикутника вірно, що всередині описаного навколо нього кола не знаходиться точок з вихідної множини. Тріангуляція Делоне дозволяє якомога зменшити кількість малих кутів. Цей спосіб тріангуляції був винайдений Борисом Делоне в 1934 році [1,2].

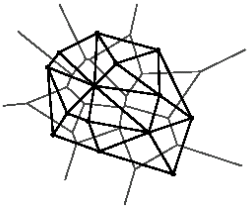


Рисунок 1 - Тріангуляція Делоне (Delaunaytriangulation)

Тріангуляції Делоне часто використовуються для побудови мешів для методу скінченних елементів, через гарні кути, та швидкі алгоритми побудови. Зазвичай, об'єкт для якого потрібно побудувати меш, грубо задається як симпліціальний комплекс; щоб він був чисельно стабільним він має бути уточненим, наприклад за допомого алгоритму Рапперта (Ruppert's algorithm). Це

було реалізовано Джонатаном Шевчуком, і вільно доступно в пакеті Triangle [3,4].

Алгоритм Раппертаадаптований для методу скінченних елементів і задовольняє вимогам, що пред'являються до кінцево-елементних сіток задовольняються автоматично. До його переваг можна віднести і те, що алгоритм легко параметрізується і управляється.

Алгоритм Рапперта – досить новий з точки зору математики – його було опубліковано у 1994 році. Алгоритм адаптовано до методу кінцевих елементів, та не створює поганих трикутників, що дозволяє прискорити виконання. Також до його переваг можна віднести и те, що алгоритм легко параметризується та управляється.

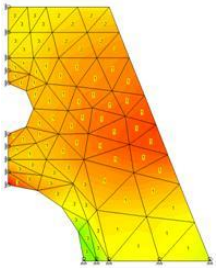


Рисунок 2 - Алгоритм Рапперта

Точніше кажучи, цей алгоритм не є алгоритмом генерації, а лиш алгоритмом покращення якості сітки (refinement), тому іноді його ще називають «алгоритм покращення Рапперта». Вхідними даними для нього є геометрія конструкції у вигляді замкненого полігона, та первинне розбиття конструкції на трикутники. Для отримання первинного розбиття при реалізації алгоритма генерації сітки використовується модифікований алгоритм step-by-step, з використанням у якості точок вершин полігона вхідної геометрії.

Існують також модифікації алгоритма, які вводять додатковий критерій – максимальну площу результуючих трикутників.

Список літературних джерел

1. Алгоритм триангуляции Делоне методом заметающей прямой. Доступ до електронного ресурсу - https://habr.com/ru/post/445048/

2. B. Delaunay: Sur la sphère vide, Izvestia Akademii Nauk SSSR, Otdelenie Matematicheskikh i Estestvennykh Nauk, 7:793-800, 1934

3. De Berg, Mark; Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars (2008). Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer-Verlag. ISBN 978-3-540-77973-5.

4. Seidel, R. - The upper bound theorem for polytopes: an easy proof of its asymptotic version. Computational Geometry5: с. 115–116 - 1995

СЕКЦІЯ 3
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

- **нейрокомп'ютери та нейронні мережі**
- **знання-орієнтовані комп'ютерні системи та онтологічний інжиніринг**
- **м'які обчислення в інформатиці, моделюванні та управлінні**
- **розподілені інформаційні системи**
- **експертні системи обробки даних**
- **системи підтримки прийняття рішень**

SESSIONS 3
INTELLIGENT COMPUTER SYSTEMS

- **neurocomputers and neural networks**
- **knowledge-oriented computer systems and ontology engineering**
- **fuzzy computing in computer science, modeling and management**
- **distributed information systems**
- **expert data processing systems**
- **decision support system**

СЕКЦИЯ 3
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

- **нейрокомпьютеры и нейронные сети**
- **знание-ориентированные компьютерные системы и онтологический инжиниринг**
- **мягкие вычисления в информатике, моделировании и управлении**
- **распределенные информационные системы**
- **экспертные системы обработки данных**
- **системы поддержки принятия решений**

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ

Асмолков С. О., Коротка Л. І.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Стрімкий розвиток нейромережевих технологій дозволяє розв'язувати велике коло завдань різної складності у різних предметних областях [6]. Нейронні мережі, як напрям штучного інтелекту, є універсальними апроксимуючими системами та дуже добре справляються з прогнозуванням [2, 3].

У роботі пропонується підхід, який використовує нейронні мережі для прогнозування якомога точних результатів футбольних матчів. При цьому пропонується враховувати максимальне число факторів, що можуть впливати на наслідки.

Робота має за мету проєктування та створення багатошарової нейронної мережі (НМ) прямого поширення. Очевидно, що від проєктувальника мережі залежить багато факторів, у тому числі: вибір алгоритму навчання, обрання архітектури НМ (кількість шарів та кількість елементів кожного шару) та параметрів щодо навчання [1-5].

Архітектура нейронної мережі у роботі складається з трьох елементів на вході та двох вихідних елементів мережі, яким є прогнозоване значення НМ для першої та другої команди (2-N-1, де N – є узагальненим поняттям, яке містить кількість прихованих шарів та кількість елементів кожного шару). Фактично вхідними даними є деякі коефіцієнти на перемогу першої та другої команди і коефіцієнт на їх нічию. На виході отримується рахунок щодо результату матчу першої та другої команд.

Для навчання штучної нейронної мережі та отримання результату використовується алгоритм зворотного поширення похибки, який є достатньо відомим та не потребує додаткових пояснень [1].

В якості навчальної вибірки пропонується використовувати великі масиви даних (DataSet), які вже давно є в мережі Інтернет в якості структурованих масивів даних. Очевидно, що попередня обробка вхідних даних повинна бути проведена. Для роботи з такими масивами створено додатковий ipynb-файл для процесу зібрання та послідовної обробки та аналізу даних (парсинг) за допомогою бібліотеки requests з сайту https://www.football-data.co.uk/, який містить дані у форматі *.csv.

Засобами розробки, як відомо, можуть бути як готові середовища такі, як Matlab, Deductor та ін., а й створені програмні засоби самостійно проєктувальниками нейронних мереж. Мов програмування, які вважаються традиційно мовами штучного інтелекту існує достатньа кількість. Переваги та недоліки їх є відомими, тому не зупиняючись на останньому, зауважимо, що у роботі для розробки програмного інструментарію прогнозування футбольних матчів за допомогою нейронних мереж використано високорівневу мову програмування Python. Для створення графічного інтерфейсу застосовано Cascading Style Sheets (css).

При застосування бібліотеки спрощення роботи з табличними даними (з використанням бібліотеки pandas) формується інший ipynb-файл, який є файлом вхідних даних для навчання нейронної мережі.

Процес проєктування архітектури НМ виконано за допомогою відкритої нейромережевої бібліотеки Keras. Як відомо, базова структура даних Keras – це

модель/спосіб організації шарів. Keras включає два основних типи моделей: послідовну модель та клас Model, який використовується з функціональним Application Programming Interface (API).

У роботі використано найпростіший тип моделі – послідовну модель, яка представляє собою лінійний стек шарів. У якості функції активації мережі використано вбудовану функцію ReLu (Rectified Linear Unit), яка достатньо широко застосовується при глибинному навчанні.

Згідно з рекомендаціями щодо навчання нейронних мереж [1-3] було створено вибірку загального об'єму 11200 подій, яка була поділена на навчальну та тестову (у відповідності 2/3 та 1/3 відповідно).

Архітектура мережі містить три вхідні шари (тобто три числа типу np.float32), а саме: коефіцієнт на перемогу першої команди, другої команди і нічия, та два шари на вихід, тобто два масиви: рахунок домашньої і гостьової команди у вигляді label encoded. Зауважимо, що кожен масив містить чотири числа – ймовірність кількості голів у даному матчі.

З використанням відкритої програмної бібліотеки для машинного навчання tensorflow у роботі проводилось тренування НМ щодо прогнозування футбольних матчів.

У якості чисельних експериментів було розглянуто кілька варіантів навчання нейронних мереж з різними архітектурами та різними параметрами навчання. Наприклад, для похибки навчання при прогнозуванні футбольних матчів, яка становила 0,1%, навчання мережі відбувалося за 100 епох. При навчанні перевірялась похибка мережі для рахунку кожної з команд, а для визначеності було обрано 0,4 для першої та 0,2 для другої.

За допомогою фреймворку tensorflow lite відбувається збереження навченої НМ.

Список літературних джерел

1. Callan Robert The essence of neural networks // Robert Callan. (The essence of computer series) Includes bibliographical references and index. Pearson Education (US) . 1998. - 248 p.

2. Зеленцов Д.Г. Технологии вычислительного интеллекта в задачах моделирования динамических систем: монография./ Д.Г. Зеленцов, Л.И. Короткая // – Днепр: Баланс-Клуб, 2018. – 178 с. (http://dx.doi.org/10.32434/mono-1-ZDG-KLI)

3. Короткая Л.И. Использование нейронных сетей при численном решении некоторых систем дифференциальных уравнений Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Том 3. №4 (51). – С. 24-27.

4. Круглов, В. В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. − М.: Физматлит, 2001. − 224 с.

5. Терехов С. А. Лекции по теории и приложениям искусственных нейронных сетей// Лаборатория искуственных нейронных сетей НТО-2, ВНДИТФ, Снежинск. - 1998 г. - 66 с.

6. Ус С.А., Коряшкіна Л.С. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – 2-ге вид. випр. – Дніпро : НТУ «ДП», 2018. – 300 с.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ІГОР

Бакум І. О., Кодола Г. М.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

Розробка інтерфейсу користувача відіграє значну роль у створенні ігор.

Інтерфейс – сукупність засобів, методів і правил взаємодії (керування, контролю, тощо) між елементами системи. Відповідно до загальноприйнятої класифікації, існують наступні види інтерфейсів:

- командний інтерфейс;
- графічний інтерфейс;
- SILK-інтерфейс [1].

Головну роль в іграх відіграє графічний інтерфейс. Графічний інтерфейс – тип інтерфейсу, який дає змогу користувачам взаємодіяти з електронними пристроями через графічні зображення та візуальні вказівки. Якщо осмислити наведене визначення через призму ігрової індустрії, то графічний інтерфейс – це спосіб подання інформації користувачеві графічно. Наприклад, наведена на екрані кількість патронів у шутерах (рис. 1), карта, тощо.

Рисунок 1 – Приклад графічного інтерфейсу

Складовими графічного інтерфейсу є UX та UI.

UI (User Interface – інтерфейс користувача) – загальна межа між двома функціональними об’єктами. Це сукупність засобів, методів та правил взаємодії між елементами системи.

UX або User Experience, користувальницький досвід – це сукупність поведінок та відносин, а також емоції користувача при використанні певного продукту, системи чи послуги [2].

Основними факторами, що роблять або ламають занурення у гру, є ігровий досвід користувача (UX) та інтерфейс користувача (UI). Однією з найрозповсюдженіших помилок при створенні графічного інтерфейсу є перенасичення останнього інформацією. Це призводить до «утяжеління» інтерфейсу, користувач буде плутатися у великій кількості інформації замість того, щоб отримувати насолоду від геймплею. Таким чином, при розробці ігрового інтерфейсу необхідно дотримуватися наступних принципів:

– мати розуміння потреб користувача;

– інтерфейс має бути практичним (не містити надлишкової інформації).

Також варто відмітити, що інтерфейс повинен відповідати сеттінгу гри, інакше він буде виглядати недоречно. Наприклад, якщо гра про чарівне середньовіччя, то при оформленні інтерфейсу варто використовувати матеріали з цього всесвіту: грубо оброблений метал і дерево, сургучні печатки, кам'яні декоративні елементи і так далі.

Розробляючи інтерфейс неможливо не враховувати психологічну складову. До психологічних принципів побудови інтерфейсу відносять:

- рух погляду;
- спочатку картинка, а далі текст;
- групи об'єктів;
- звичні елементи.

Рух погляду. При читанні інформація розташовується ліворуч, зверху вниз – так рухаються наші очі. Розробляючи інтерфейс слід дотримуватись цього правила: розташовувати найважливіші елементи на діагоналі з лівого верхнього кута в правий нижній.

Спочатку картинка, а далі текст. Будь-яка людина спочатку звертає увагу на зображення, а потім на текст, що йому супроводжує, тому що спочатку наш мозок візуально сприймає яскраві візуальні образи, якими є зображення, а потім, почерпнувши звідти максимальну кількість інформації та відчуваючи, що йому недостатньо – приймається за текст.

Групи об'єктів. Людина погано сприймає великий обсяг даних, і краще засвоює сутності, розбиті на групи. Як і в написанні документації, де інформацію важливо подавати блоками та списками, так і в подачі візуальної інформації важливо групувати її для того, щоб користувач йшов від загального до часткового. Також елементи інтерфейсу потрібно групувати за загальною ознакою чи завданням, які вони виконують.

Звичні елементи. У будь-якому типі інтерфейсів існують усталені й прийняті людством аксіоматичні елементи. Це не означає, що всі ці інтерфейси мають бути схожі один на одного. Проте, зіштовхуючись із незнайомим і новим інтерфейсом, людина намагатиметься зачепитися за знайомий і зрозумілий принцип розташування інформації, чи знайомий елемент.

Таким чином, можна зробити висновок, що проектування ігрових інтерфейсів – це проробка красоти і функціональності, зручності і доступності.

Список літературних джерел

1. Джеф Раскин. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем [Текст] / Джеф Раскин. – М., 2005. – 273 с.

2. UI И UX В ИГРАХ // kdicast.com URL: [Електронний ресурс] – Режим доступу https://kdicast.com/e/103-ui-i-ux-v-igrah/ вільний – Загл. з екрану.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕООСПОСТЕРЕЖЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ

Булава Я. В., Хорошилов С. В.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

У доповіді представлена система відеоспостереження, яка стала невід'ємною частиною нашого життя. Метою розробки є створення комп'ютерної система відеоспостереження, яка виконана згідно стандартів та автоматизує процес отримання високоякісного графічного контенту в інформаційному середовищі.

Система відеоспостереження призначена для організації отримання інформації про поточний стан об'єкту – продуктового магазину, що охороняється шляхом збору, обробки, архівування, зберігання, відображення та аналізу цієї інформації.

Під час проектування системи відеоспостереження було визначено, що для продуктового магазину потрібно дві підсистеми:

1. Для зовнішнього спостереження (вхід-вихід, складські приміщення, розвантаження – завантаження вантажів (тари тощо), стоянка службових авто);
2. Для внутрішнього спостереження (камери схову, зона розрахунку, каси, зали з товаром з максимальною зоною висвітлення товарів).

Система має наступні особливості:

• 8 камер з роздільною здатністю Full HD ;
• Інфрачервоне підсвічування з дальністю до 25 метрів;
• Віддалений перегляд в додатку для iOS або Android;
• Передача відеосигналу від камер до реєстратора по Wi-Fi;
• HDD;
• Функція «антітуман».

Камери відеонагляду в магазині розташовані наступним чином:

1) на вході-виході магазина -1 камера;
2) в зоні отримання товару та розгрузки машин - 1 камера;
3) службове приміщення для співробітників та оператора комп'ютера - 1 камера;
4) в залі магазину, таким чином щоб покупець не закривав собою товар, який оглядає або бере до кошика, - 3 камери;
5) каси та торговий зал - 1 камера.
6) стоянка службових авто та авто клієнтів - 1 камера.

Використано програму JVSG для проектування систем відео спостереження, яка дає можливість легко відстежити дії покупця в залі магазину та ідентифікувати покупця який зайшов до магазину.

Дуже важливим компонентом системи відеоспостереження є середовище передачі сигналу - кабельна мережа і підсистема живлення. Системи відеоспостереження побудована з використанням IP технологій,

кабельна система якої будується за принципами локальної комп'ютерної мережі та може використовувати різну фізичну середу для передачі інформації.

Для живлення відеокамер застосована технологія POE (power ower ethernet), де живлення і дані передаються по одному кабелю типу вита пара.

Від якості компонентів і застосовуваних матеріалів кабельної мережі і устаткування живлення залежить якість системи відеоспостереження в цілому, оскільки кінцеві пристрої - відеокамери, DVR, NVR мають дуже хороші параметри. І власне при передачі відеосигналу на відстань і виникають інженерні завдання з побудови якісної системи відеоспостереження, тобто на перший план при проектуванні й реалізації системи виходить вибір середовища передачі, грамотного розрахунку кабельної або бездротової мережі з урахуванням постійно зростаючої роздільної здатності відеокамер і пристроїв обробки систем відеоспостереження.

Для розпізнавання облич використана згорткова нейронна мережа (ЗНМ). ЗНМ за рахунок застосування спеціальної операції згортки дозволяє водночас зменшити кількість інформації, що зберігається в її пам'яті, за рахунок чого краще справляється з зображеннями більш високої роздільної здатності, і виділити опорні ознаки.

Алгоритми ідентифікації людини по обличчю включає наступні кроки:

- Виділення обличчя людини на зображенні;
- Виділення антропометричних точок на обличчі (виявлення ознак, що відрізняють). Найчастіше на цьому етапі можливо обмежитись виділенням очей людини;
- Нормалізація зображення особи, що включає в себе приведення особи до стандартного розміру, усунення нахилу голови і корекція кольору обличчя;
- Обчислення дескриптора особи. На відміну від широко розповсюдженого уявлення про устрій алгоритмів ідентифікації, відстані між різними антропометричними точками на обличчі людини використовуються рідко. Замість відстаней обчислюються спеціальні локальні ознаки, що характеризують, наприклад, текстуру певних областей на обличчі. Витяг об'єктів і дескрипторів обчислення;
- Порівняння дескрипторів різних осіб (перевірка);

Всі кроки алгоритму, що починаються з подачі фотографії на вхід і закінчуються обчисленням дескриптора, в сукупності названо «Реєстрація», розуміючи під цим занесення нового зображення в базу.

Таким чином, алгоритм ідентифікації складається з кількох послідовно застосованих алгоритмів, і загальна точність ідентифікації залежить від точності роботи кожного етапу.

Для реалізації алгоритму використано програмні засобі для машинного навчання Tensorflow і Keras. Крім того, використано утиліти зі сховищ deeplayning.ai, щоб спростити взаємодію з нейронною мережею FaceNet.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO

Васьковець А. А., Хорошилов С. В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Робототехніка - це швидко прогресуюча область, що викликає великий інтерес у інженерів і проектувальників [1]. На сьогоднішній день, роботизовані системи успішно впроваджуються в небезпечні для людини сфери. Розвиток робототехніки також пояснюється широким спектром завдань, які потребують вирішення.

Доповідь присвячена результатам розробки та дослідження спеціалізованої комп'ютерної системи керування мобільного робота [2]. В нашому випадку об'єкт керування - це автоматична машина, що оснащена системами пересування і підсистемами та датчиками, які дозволяють роботу орієнтуватися в просторі, визначати сили, що впливають на нього в навколишньому середовищ. Загальний вигляд робота представлено на рис. 1.

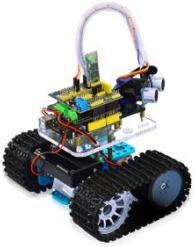


Рисунок 1 – Мобільний робот

Робот створено на платформі Arduino, яка є ефективним засобом розробки програмованих електронних пристроїв [3]. Arduino – це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і є простою платою з мікроконтролером, а також спеціальним середовищем розробки для написання програмного забезпечення мікроконтролера. Arduino може використовуватися для розробки інтерактивних систем, керованих різними датчиками і перемикачами. Такі системи, у свою чергу, можуть управляти роботою різних індикаторів, двигунів і інших пристроїв.

Оскільки вибір того чи іншого способу пересування мобільного робота є одним з найважливіших етапів його створення проведено аналіз переваг і недоліків колісних, гусеничних та крокуючих систем. Колісні системи є найбільш поширеними, так як забезпечують достатню прохідність робота. Залежно від кількості коліс змінюється ступінь зчеплення робота з поверхнею. Ще більше зчеплення забезпечують гусеничні системи. Ними оснащуються сучасні роботи для швидкого переміщення по грубим поверхням. Саме тому у цій роботі використано гусеничний спосіб пересування робота.

Для забезпечити безпечного пересування машини використано набір датчиків, що дозволяють отримати інформації про стан робота та навколишнього середовище. При виборі датчиків перевага надавалась пристроям, що забезпечують простоту обробки і однозначність інтерпретації інформації.

Одним серед таких пристроїв був обраний ультразвуковий датчик HC-SR04, що представлений на рис. 2. HC-SR04 - це дуже доступний датчик наближення та відстані, який використовується в основному для уникнення перешкод. Він, по суті, надає роботу просторову обізнаність і дозволяє запобігти збої або падіння з висоти. У нашому проекті він також був використаний для застосування в башті, визначення рівня води і навіть як датчик паркування.

Рисунок 2 – Датчик HC-SR04

Важливою складовою систему керування робота – є закони керування, що отримають на вході сигнали з датчиків системи та формують на виході сигнали керування виконавчими органами. При створенні таких законів керування враховувались не ідеальність датчиків, а саме шуми вимірювань, та обмеження щодо реалізації необхідних керуючих впливів.

На першому етапі проведено теоретичні дослідження розроблених законів керування. Шляхом комп'ютерного моделювання доведено, що система керування забезпечує стійкість руху та задовільну якість керування. Проведено також дослідження робастних властивостей законів керування по відношенню до зовнішніх перешкод та шумів вимірювачів.

На другом етапі закони керування були реалізовані на базі мікроконтролера Arduino, що дозволило виконати їх перевірку на реальному фізичному об'єкті - мобільному роботі шляхом проведення експериментальних досліджень.

Список літературних джерел:

1. Робототехніка Навчальний посібник «Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси». Магнолія плюс, 2005. – 278с

2. Системы управления роботов/ Под редакцией В.К. Стеклова К. : Техніка, 1993. – 200с.

3. Arduino Home. [Электронный ресурс]. URL:https://www.arduino.cc/

ВИДИ ТА ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ У ВІДЕІГРАХ

Демченко М. О., Кодола Г.М.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

При розробці ігор необхідний певний інструмент для зчитування поведінки персонажа та виведення її на екран у вигляді взаємодії ігрового персонажу чи низки ігрових аватарів з ігровим простором. Існують різні реалізації керування, їх функції та методи залежать від особливостей гри. Від того, який жанр має гра, на яких ігрових платформах та виходить, а також від творчих намірів її розробників. Схему керування у іграх можна поділити на дві категорії за кількістю об'єктів, якими керує користувач:

- керування одним персонажем (жанр шутер, квест, action);
- керування декількома героями (жанр стратегія).

Було проведено аналіз комп'ютерних ігор за їх жанрами та видами керування об'єктами (персонажами гри). Результати аналізу зведені в таблицю 1.1 та наведено нижче.

Таблиця 1.1 – Список видів керування та ігор, які ним користуються

№, п/п	Вид керування	Жанр, де використовується	Приклад ігор
1	керування клавіатурою і мишкою	Шутери, RPG (role-playing games)	Counter-Strike: Global Offensive, BioShock: Infinity
2	керування мишкою	Квести, головоломки, стратегії	Full Throttle, Deponia, 60 Seconds, Machinarium, StarCraft
3	керування клавіатурою	Платформери у двовимірному просторі	Limbo, Inside, Braid, Super Meat Boy
4	керування джойстиком	Action з видом від третього лиця	God of War (PS4), Mario Odyssey (Switch), Bloodborn (PS4), Demon Souls (PS3)
5	керування тачскріном	Казуальні ігри (зазвичай на мобільні пристрої)	Raid: Shadow Legends, Clash of Clans, Pokemon GO, Candy Crush
6	керування спеціальними засобами	Експериментальні ігри у нових жанрах	DiRt, P.T. (Playable Test), ігри серії Nintendo Labo

Як видно з таблиці, реалізація керування залежить від того, на яку саме платформу виходить гра, на комп'ютер, консоль чи мобільні пристрої, бо різні платформи мають різні апаратні засоби для зчитування поведінки

персонажу. На комп'ютері – це клавіатура та миша, на консолі – ігровий джойстик, на мобільному пристрої тачскрін. Саме цими характеристиками потрібно керуватися при виборі методу керування.

Метою роботи було на основі проведеного аналізу визначити, який саме метод зчитування більш підходить для створення алгоритму керування персонажем у грі «Tale».

У грі гравець керує одним персонажем. Його задача полягає у тому, щоб персонаж пройшов певний шлях у ігровому світі. На шляху героя зустрічаються перешкоди у вигляді обривів, калюж, що уповільнюють персонажа та збільшують його рівень забруднення, про який нижче, та шипи, що знижують його лімітоване здоров'я. У тому разі, якщо у здоров'я персонажу знизиться до нуля, то гра перезапускаються, те саме відбувається, якщо рівень забруднення стає максимальним. У персонажа є можливість оминати перешкоди користуючись спеціальним рухом, «дешем», що швидко переміщує гравця на велику дистанцію відповідно до напрямку його руху.

Жанром гри було обрано RPG. Користуючись вищенаведеними даними було вирішено обрати керування клавіатурою і мишою через низку причин:

– гравець керує одним персонажем;

– жанр гри RPG, де існує багато різноманітних взаємопов'язаних систем та механік (наприклад, прокачування, різноманітні головоломки, система діалогів, бойова система тощо);

– гра виходить на комп'ютерну платформу, користувачі якої зазвичай користуються саме цими апаратними пристроями;

– миша та клавіатура надає більшу варіативність для зчитування поведінки персонажа (наприклад, можна зчитати положення курсора для відображення його у ігровому просторі).

Для вирішення задачі зчитування поведінки гравця було обрану ігровий рушій Unity. У цьому рушії є клас Input, який містить у собі методи для зчитування поведінки гравця з клавіатури та миші [1]. Функції цього класу, зокрема, дозволяють визначати, як саме гравець натиснув на кнопку (чи кнопка натиснута, держить її гравець чи ні), а також дозволяють визначити, де в певний момент часу знаходить комп'ютерний курсор. Також у цьому класі є набір методів для зчитування поведінки з інших видів контролерів, таких як джойстик та тачскрін, що може знадобитися у перспективі, коли буде необхідно портувати гру на нові платформи. Це робить ігровий рушій Unity доцільним для вирішення задачі створення алгоритму керування персонажем.

Список літературних джерел

1. Unity Documentation Version 2020.3 [Електронне джерело] URL: https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Input.html

РОЗРОБКА ГНУЧКОГО ІНСТРУМЕНТА МОНІТОРИНГУ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

Денисенко О. Д., Каштан В. Ю.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Розвиток інформаційних ресурсів, розростання потоків даних вимагає розробку інструментів моніторингу та управління для центрів обробки даних. Інструмент моніторингу – це програмне забезпечення, яке дозволяє слідкувати за технічними показниками критично важливих компонентів комп'ютерної системи, таких як: мережі, сервери, робочі станції, веб-додатки, веб-сайти та інші [1]. Зазвичай, воно оснащене графічним інтерфейсом для перегляду та аналізу отриманих даних.

Кожен інструмент моніторингу має сповіщати чергового адміністратораповідомленнями на смартфон чи на електрону пошту, при виявлені проблеми для подальшого усунення. Крім того, за допомогою попередньо заданих правил, дане програмне забезпечення може самостійно вирішувати деякі проблеми, наприклад, видалення або стиснення існуючих файлів у дискових розділах для збільшення вільного місця.

На сьогоднішній день, у світі існує декілька десятків інструментів моніторингу комп'ютерних систем. Серед них, найпоширенішими є: Zabbix, Nagios, Prometheus.

Кожен з цих інструментів має свої переваги та недоліки. Вони мають безкоштовні та платні версії. Однак, кожна версія інструменту моніторингу має спільний недолік – відсутність гнучкості. Користувач може збирати та аналізувати лише ті метрики з комп'ютерної системи, які дозволяє кожен інструмент.

Для вирішення вищезазначеної проблеми в роботі запропоновано новий гнучкий інструмент моніторингу, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу компонентів комп'ютерної системи. Для цього пропонуємо використати наступний стек програмного забезпечення: Telegraf, RabbitMQ, InnoDB, Grafana. Структурна схема запропонованого в роботі нового інструменту моніторингу представлено на рисунку 1.

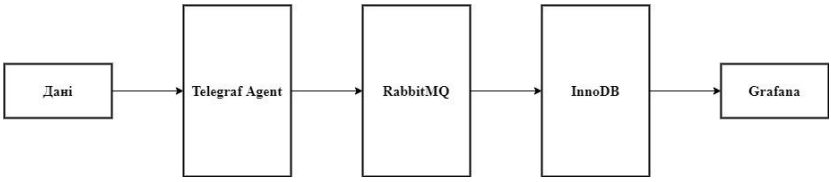


Рисунок 1 – Структурна схема нового інструменту моніторингу

Telegraf – це агент, який побудований на основі плагінів для збору та надсилання показниківз пристроїв до заданих сховищ [2]. Агент має бути встановленим на кожний пристрій, який ми аналізуємо. Це програмне

забезпечення має більш ніж 300 плагінів, які можуть працювати на кожному комп'ютері чи сервері під керуванням будь-якої операційної системи. За його допомогою, ми будемо збирати різні метрики з пристроїв та надсилати до сервера на який встановлено RabbitMQ. Для цього у файлі налаштувань Telegraf ми маємо вказати:

-бажані показники для збору;

- протокол передачі даних;

- куди надсилати зібрані показники.

Дані з агенту ми будемо пересилати використовуючи протокол AMQP (AdvancedMessageQueuingProtocol). AMQP – це протокол передачі повідомлень між компонентами системи. Він нам буде потрібний для передачі даних з агенту до сервера з RabbitMQта для подальшого надсилання до бази даних.

RabbitMQ – це програмне забезпечення, яке маршрутизує AMQP-повідомлення у вигляді транзакцій та гарантує доставку даних отримувачу. У нашому випадку, ми будемо його використовувати для того, щоб метрики були надіслані до бази даних InnoDB.

InnoDB – це програмне забезпечення, яке дозволяє оброблювати та зберігати отримані транзакції. Він нам потрібний для збору, обробки AMQP-повідомлень з RabbitMQ та подальшого їх зберігання. У файлі налаштувань InnoDB необхідно буде вказати адресу серверу на якому встановлений RabbitMQ.

Grafana – це програмне забезпечення, яке дозволяє робити запити, графічно відображати дані та створювати тригери на різні події з метрик, які знаходяться у сховищах даних [3]. Grafananадає велику кількість варіантів відображення даних, тому ми можемо налаштувати відображення даних, так як нам буде зручно. Це дозволяє створювати тригери на певну подію і якщо вона станеться, то є можливість вибору директорії для зберігання даних (навіть у месенджер). Для цього необхідно у файлі налаштувань Grafana вказати адресу сервера в якому знаходиться InnoDB.

Інструменти моніторингу є необхідними для безперебійного функціонування комп'ютерної системи. Тому, правильне налаштування компонентів комп'ютерної системи дозволить не тільки отримувати повідомлення у випадку несправності компонентів, а й спрогнозувати їх появи. Це дозволяє забезпечити надійність комп'ютерної системи на високому рівні.

Список літературних джерел

1. 5 Reasons Why You Need Monitoring Tools [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: https://www.sysaid.com/blog/service-desk/5-reasons-why-you-need-monitoring-tools

2. Telegraf [Електронний ресурс] – Режим доступу.– URL: https://www.influxdata.com/time-series-platform/telegraf/

3. GrafanaOverview [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: https://grafana.com/grafana/

РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ АЛГОРИТМОМ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Дорош Н. Л., Цаплюк О. В.
Національнаметалургійна академія України, Дніпро, Україна

В роботі вирішується задача розпізнавання зображень методами глибокого навчання. В наступний час застосування глибокого навчання стало практично можливим завдяки наявності сучасних апаратних засобів, зручних бібліотек, які дозволяють побудувати модель нейронної мережі та виконати процеси навчання і тестування за розумний час і з високою якістю [1]. Дослідникам широко відомі два набори зображень, які часто використовують для тестування алгоритмів з метою поліпшення якості розпізнавання: набор рукописних цифр MNIST та одягу і аксесуарів Fashion MNIST. Використання алгоритмів глибокого навчання стосовно набору рукописних цифр було успішним і дозволило отримати якость розпізнавання близько до 100% [2]. Щодо розпізнавання зображень Fashion MNIST, таку якість розпізнавання ще не досягнуто: в [1-3] – біля 92%, в [4] – до 94%.

Метою роботи є реалізація алгоритму глибокого навчання, який дозволяє отримати найкращий результат розпізнавання зображень Fashion MNIST, та дослідження його архітектури.

Набір даних Fashion MNIST, містить 70000 зображень одягу і аксесуарів. Набір складається з зображень розміром 28x28 пікселів у відтінках сірого. Номери класів одягу - це масив цілих чисел від 0 до 9 [5]. Для класифікації одягу обрано складну згорткову нейронну мережу [5], параметри якої надані на рисунку 1.

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 28, 28, 32)	320
batch_normalization (BatchNo	(None, 28, 28, 32)	128
dropout (Dropout)	(None, 28, 28, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 28, 28, 32)	9248
dropout_1 (Dropout)	(None, 28, 28, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 28, 28, 24)	6936
dropout_2 (Dropout)	(None, 28, 28, 24)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 28, 28, 64)	13888
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 64)	0
dropout_3 (Dropout)	(None, 14, 14, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 12544)	0
dense (Dense)	(None, 128)	1605760
dropout_4 (Dropout)	(None, 128)	0
dense_1 (Dense)	(None, 10)	1290

Total params: 1,637,570
Trainable params: 1,637,506
Non-trainable params: 64

Рисунок 1 – Параметри моделі складної згорткової мережі

Реалізацію алгоритму складної згорткової мережі виконано мовою Python, використано бібліотеки TensorFlow, Keras.

В результаті розрахунків - точність на тестових даних: 0,9231.

На рисунку 2 наведені результати навчання і тестування на валідаційних даних. Як видно з рисунку ліворуч характер кривих відповідає теоретичним відомостям (точність на навчальних даних зростає, а на валідаційних – вирівнюється). Функція втрат (графік праворуч) інформує, що перенавчання немає.

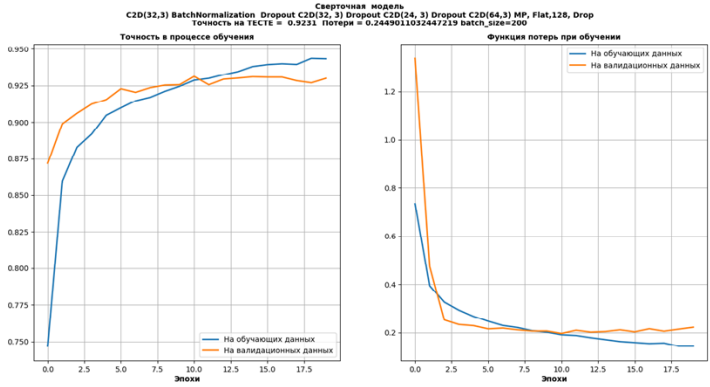


Рисунок 2 – Результати розпізнавання за моделлю складної згорткової мережі

Результати розпізнавання зображень елементів одягу та аксесуарів набору Fashion MNIST отримані з використанням алгоритму глибокого навчання, а саме, складної згорткової мережі. Точність розпізнавання перевищує 92%. Для покращення якості буде проведено налаштування гіперпараметрів.

Список літературних джерел

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение/пер. с анг. Слинкина А. А.. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.

2. Антонио Джулли, Суджит Пал. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow/Пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 294с.

3. Гнатушенко Вікт. В., Дорош Н.Л., Фененко Т.М. Розпізнавання зображень набору FASHION MNIST методами глибокого навчання //Прикладні питання математичного моделювання. – Том 4, № 1. – Херсон: Олді-плюс, 2021. – С. 78-85.

4. Shivam S. Kadam, Amol C. Adamuthe, Ashwini B. Patil. CNN Model for Image Classification on MNIST and Fashion-MNIST Dataset//Journal of Scientific Research 64(02):374-384. DOI:10.37398/JSR.2020.640251– Режим доступу. — URL: https://www.researchgate.net/publication/343173734 ISSN 2618-0332

5. Dress in Layers. Convolutional Neural Net Tuning with The Fashion MNIST DATASET – Режим доступу. — URL. http://www.eamonfleming.com/projects/fashion-mnist.html (дата звернення 20.09.2021).

АНАЛІЗ СТАБІЛЬНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Великоіваненко Г. І., Корчинський В.В.
Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана,
Київ, Україна

Протягом 2021 року можна спостерігати відносне поліпшення ситуації в банківському секторі. З 2018 року частка непрацюючих кредитів стабільно зменшувалася з 54.54% до 34.99% станом на вересень 2021 року [1].Продовжується поступове очищення банківського сектору, ще дві банківські установи були визнані неплатоспроможними з початку 2021 року. Продовжується впровадження норм ЄС та Базельських рекомендацій: так, з 1 жовтня відбулося планове підвищення коефіцієнту NSFR з 80% до 90% [2].

Проте можна відзначити і деякі негативні тенденції. Рентабельність активів та капіталу досягла найнижчого рівня з 2019 року, спостерігається їх зниження відповідно з 4.79% до 3.67% та з 41.03% до 32.26% [1]. Обидва показники характеризуються високою нестабільністю в своїй динаміці. Декілька банків стабільно порушують обов'язкові нормативи НБУ: так, на початок літа таких установ було шість. Зменшується кількість відділень працюючих банків, що може свідчити про відносне зменшення бізнесової активності [1].

В умовах нестабільності банківської системи постає задача визначення банківських установ зі стійкими показниками фінансового стану. Висувається гіпотеза, що різкі або постійні коливання в показниках роботи банку можуть свідчити про наявність проблем в їх операційній діяльності. Так, наприклад, значні флуктуації показників можна спостерігати в багатьох банках в періоди криз. Для аналізу динаміки показників, ми використовуємо методи зниження розмірності, а саме алгоритм t-SNE [3-4], отримуючи в результаті двовимірні карти-проекції на основі ряду коефіцієнтів банківської діяльності. Зміни показників супроводжуються переміщенням точок-банків на такій проекції.

Перевіримо нашу гіпотезу, розглянувши рис. 1, на якому банк А1 – першокласний банк; банк А2 – другокласний банк; А3 – проблемний активний банк; А4 – банк, що знаходиться в процесі ліквідації.

Як видно на рис.1, першокласний банк А1 практично не змінив свого положення, другокласний банк А2 зазнав незначних переміщень, неактивний та проблемний банки А3 та А4 мають схожу поведінку: вони часто змінюють своє положення на проекції.

Дану особливість можна також перевірити аналітично. Для цього ми можемо взяти координати точок, розрахувати відстань між усіма парами точками і оцінити коливання відстаней за допомогою показника середньоквадратичного відхилення. Для банку А1 він склав 33.84, для банкуА2 - 52.06, для проблемного банку А3 - 1788.65, а для неактивного А4 - 3955.73. Таким чином, можемо обґрунтовано стверджувати, що проблемні банки

характеризуються істотною нестабільністю своїх показників у часі, що може виступати ознакою, що відрізняє їх від більш надійних банків.

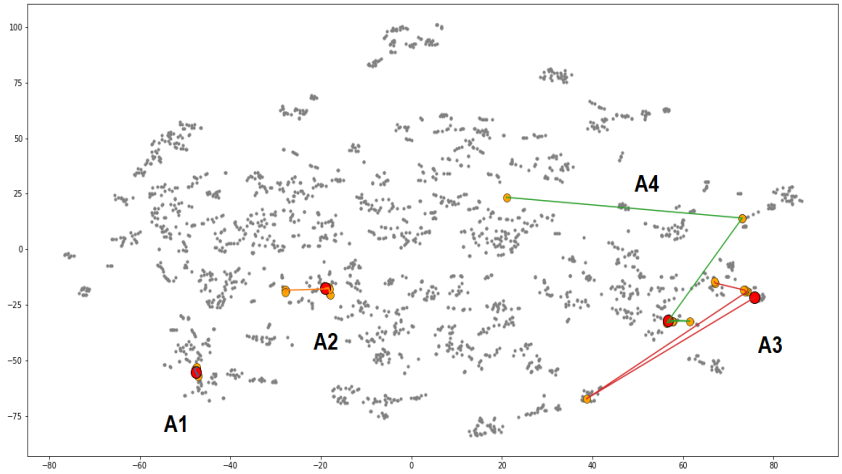


Рисунок1 – Двовимірна проекція багатовимірного простору ознак, відображення динаміки показників чотирьох різнопланових банків за період з. І кварталу 2019 року по IVквартал 2020 року (для банку А4 – з IVкварталу 2015 року по IIIквартал 2017 року)

Джерело: авторська розробка на основі статистичних даних НБУ [1]

Отже, наша гіпотеза підтверджується: можливо визначити фінансову ефективність та стабільність банківських установ, аналізуючи динаміку їх показників на двовимірних проекціях за певний період. Для цього можуть бути використані статистичні дані НБУ та алгоритми зниження розмірності даних. Отримані результати можуть бути також використанні для подальшого аналізу з використанням інструментів машинного навчання та нейронних мереж.

Список використаних джерел

1. Національний банк України. Дані наглядової статистики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bank.gov.ua/ua/statistic/supervision-statist/data-supervision#1

2. НБУ підвищує норматив NSFR для банків до 90% [Електронний ресурс] // Finclub. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://finclub.net/ua/news/nbu-pidvyshchuie-normatyv-nsfr-dlia-bankiv-do-90protsent.html

3. L. J. P. van der Maaten, G. E. Hinton, Visualizing High-Dimensional Data Using t-SNE. Journal of Machine Learning Research, 9 Nov, pp. 2579–2605, 2008.

4. L. J. P. van der Maaten, Accelerating t-SNE using Tree-Based Algorithms. Journal of Machine Learning Research, 2014. 15 Oct, pp. 3221–3245.

РЕАЛІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ВІДОМОСТЕЙ ПРО ПРАЦІВНИКІВ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ "БАЗА ДАНИХ ПРАЦІВНИКИ" ДЛЯ ВЕДЕННЯ КНИГИ ОБЛІКУ КАДРІВ

Климюк Ю. Є.
Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна

Протягом останніх років у загальноосвітніх навчальних закладах здійснюється періодичне оновлення комп'ютерної техніки, що дозволяє використовувати в управлінській діяльності нові методи управління, підвищувати якість управлінських рішень завдяки використанню сучасних інформаційних технологій. Для здійснення управління необхідна систематизована, повна достовірна, адекватна інформація. Залежно від характеру інформації з'являються інформаційні системи, які дозволяють упорядковувати потоки даних, здійснювати опрацювання інформації, не дублювати значну кількість записів, які відтворюють одні і ті самі процеси, явища, забезпечити однократний збір інформації з урахуванням її багатократного відтворення в необхідному вигляді, багатоцільове використання суб'єктами управління різних рівнів у процесі діяльності. Саме вони надають можливість максимально зменшити час на виконання трудомісткої частини процесів, що циклічно повторюються в управлінській діяльності адміністрації навчального закладу [1].

Однією з ключових ланок управління загальноосвітнім навчальним закладом є робота з кадрами. Її головною складовою є розвиток людських ресурсів, підвищення ефективності роботи на основі комплексного, безперервного, різнобічного розвитку особистості. Так, наприклад, у адміністрації закладу обов'язково має бути вичерпна інформація про кожного з працівників та їх здобутки. Під час експлуатації таких інформаційних систем виникає проблема з достовірністю даних про працівників, що виникають внаслідок формування і несвоєчасної вивірки даних на протязі невеликого періоду часу при наявності великої кількості працівників у закладі, недосконалого володіння додатками офісного пакету Microsoft Office – текстовим редактором Microsoft Word і табличним процесором Microsoft Excel (або їх аналогами): не відключена автозаміна при наборі прізвища, імені та по батькові, дати народження та інших відомостей. Тому для більшості установ було б зручним мати комп'ютерну програму, в якій здійснювався б збір та систематизація відомостей про працівників, а також можливістю формування різного роду документів, в тому числі і формування анкети працівника із усіма відомостями про нього для періодичного вивіряння даних.

На базі Рівненської української гімназії розроблена і працює програма "База даних Працівники", яка дає можливість оперативно знайти інформацію про будь-якого працівника, оскільки на кожного з них заповнюється своя анкета [2, 3]. Але за період її експлуатації виникла потреба в її суттєвому оновленні для вирішення нових задач, зокрема, для автоматизації ведення книги обліку кадрів постала задача у коригуванні полів таблиці "Працівники" та добавленні ще двох

таблиць “Підвищення кваліфікації працівників” і “Кваліфікація та звання працівників”, розробки майстра (команди) для формування у табличному процесорі Microsoft Excel документу “Книга обліку працівників”.

У процесі модернізації комп’ютерної програми “База даних Працівники” версії 4.0 для обліку відомостей про працівників загальноосвітніх навчальних закладів було: оновлено структуру бази даних “Працівники” шляхом вилучення зайвих (запроектованих ще у версії 3.0 та невикористовуваних протягом часу її експлуатації) таблиць та добавлення двох нових таблиць “Підвищення кваліфікації” та “Кваліфікація та звання”; оновлено поля таблиці “Працівники” бази даних “Працівники” стосовно вилучення невикористовуваних та добавлення нових актуальних; оновлено закладки для перегляду та редагування відомостей про працівників, нагороди, методичні напрацювання тощо; розроблено закладки для перегляду та редагування відомостей про підвищення кваліфікації, присвоєння кваліфікацій та звань працівників; реалізовано впорядкування та нумерацію даних у таблицях на відповідних добавлених закладках; оновлено майстер (форму) фільтрування даних для формування списків працівників з відповідними відомостями про них згідно критеріїв відбору; відкориговано анкету для вивірки даних про працівника та підправлено відповідний майстер (команду) для експорту відомостей про працівників у текстовий редактор Microsoft Word; відкориговано майстер (форму) експорту відомостей про працівників у табличний процесор Microsoft Excel для формування різного роду документів; розроблено майстер (команду) для формування у табличному процесорі Microsoft Excel документу “Книга обліку працівників”; оновлено контроль за правами доступу до відповідних даних; оновлено зберігання та архівацію бази даних “Працівники”; оновлено демоверсію бази даних “Працівники”.

Комп’ютерна програма “База даних Працівники” версії 4.0 дозволить адміністрації (дирекції навчального закладу) і користувачам (вчителям і допоміжному персоналу) автоматизувати процеси збору, редагування, видалення та оновлення даних про працівників, аналізу зібраної інформації та підготовки документів різного призначення, зокрема, за рахунок оновлення структури таблиці “Працівники” і добавлення двох нових таблиць “Підвищення кваліфікації працівників” та “Кваліфікація та звання працівників” забезпечено коректний облік відомостей про працівників для ведення книги обліку кадрів.

Список літературних джерел

1. Анісімов А. В. Інформаційні системи та бази даних: навчальний посібник для студентів факультету комп’ютерних наук та кібернетики / А. В. Анісімов, П. П. Кулябко. – Київ, 2017. – 110 с.

2. А. с. 12347 України. База даних “Працівники” (БДП) / Ю. Є. Климюк, І. В. Вєтров // заявка від 31.12.2004 № 12248; зареєстровано 28.02.2005.

3. Коваль Т.П. База даних “Працівники” / Т.П. Коваль, Ю.Є. Климюк. – Рівне : РУГ, 2008. – 56 с.

МЕТОДИ НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Кравцов В., Коротка Л. І.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Швидкий розвиток систем автоматизованої розробки програмного забезпечення та мережевих технологій привів до збільшення виробництва на ринку програмного забезпечення. Посилення конкуренції між виробниками програмного забезпечення вимагало підвищеної уваги до якості продукції. Нині практично усі сфери життя схильні до комп'ютеризації. Питання про якість програмного забезпечення стає особливо важливим, оскільки це не лише питання комфорту, але і безпеки.

Тестування програмного забезпечення стало невід'ємною частиною виробництва програмного забезпечення. Тестування потрібне для того, щоб зрозуміти, чи працює програма, як очікується і чи відповідає вона вимогам, що пред'являються до неї. Своєчасне виявлення, виправлення помилок і недоробок має величезне значення в процесі розробки програмного продукту, оскільки це зменшує ризики і при цьому відбувається зниження витрат на розробку програмного забезпечення. Часто процес тестування ПЗ може бути автоматизований, що в деяких випадках може позитивно відіб'ється на швидкості і якості тестування, це дозволяє ще більше понизити витрати компанії і підвищити якість продукту.

Метою цього дослідження є аналіз ефективності використання автоматизованого та ручного тестування, створення набору автоматизованих кейсів здатних для функціонального тестування інформаційних систем та програмних продуктів.

Для виконання поставлених завдань, були вибрані такі теоретичні методи дослідження, як аналіз для вирішення задач, пов'язаних з розбором і описом понять процесу тестування, класифікації та їх видів. Для виконання практичної частини дослідження було використано емпіричні методи: бесіда, збір даних, експеримент; які дозволять на практиці визначити ефективність впровадження автоматизованого тестування. Було обрано наступні методи тестування: функціональне та нефункіональне, регресійне, модульне, тестування локалізації та продуктивності [1-4].

У роботі було розглянуто чотири практичних кейси для служби доставки, яка входить до складу логістичної групи; калькулятора Google; тестування сайту перевірки зору; знаходження відмінностей зображень.

Для першого кейсу було виконано регресійне тестування захищеності, зокрема: створено кейс для автоматичної перевірки ідентифікації користувача (логіна) та виявлено головні проблеми.

Для того щоб перевірити калькулятор було проведено повне тестування заявленої базової функціональності, проведено модульне тестування для перевірки окремо кожного модуля, інтеграційне тестування для перевірки

взаємодії між декількома одиницями програмного забезпечення та тестування продуктивності для оцінки забезпечення яке працює під певним навантаженням. На вхід для тестів поставлялися тестові дані, за допомогою селекторів знаходилися і заводились спеціальні кнопки для кожного модуля, а написаний програмний код виконував поставлені кроки. В результаті після проходження тесту можна проаналізувати скріншоти, пройдені кроки, загальний час на виконання та кінцевий результат.

Рисунок 1 – Знаходження відмінностей

Для сайту було проведено повне тестування заявленої базової функціональності. Проведене тестування локалізації з перевіркою мовних і культурних аспектів. Виконана перевірка прохідності для підтвердження, що функціонал сайту має кінцевий результат. Зроблено тестування інтерфейсу користувача, яке визначає зручність користування різними параметрами інтерфейсу.

Тестування знаходження відмінностей зображень: в даному кейсі програмне забезпечення повинно порівнювати дві майже однакових картинки і знаходити в них відмінності. Очевидно, що цей функціонал можна використати: в ігровій індустрії, в роботі з графічними об'єктами, знаходження схожих зображень, тощо [5]. На рисунку 1 представлено роботу автоматичного кейсу знаходження відмінностей на зображеннях в ігровій індустрії.

Список літературних джерел

1. Falk J, Kaner C, Nguyen H. Testing Computer Software. Second Edition, 2001. 480 с.

2. Савин Р. Тестирование DOT COM. Издательство Дело, 2007. 310 с.

3. Косьяненко С. Виды Тестирования Программного Обеспечения. 2013. URL: http://www.protesting.ru/testing/testtypes.html (дата звернення: 07.05.2020).

4. Хрущев А. Эффективность использования автоматических тестов в ИТ-проектах. Москва, 2009. С. 35–65.

5. Асмолков С. О., Кравцов В. А. Інтерактивна інформаційна підтримка лабораторного практикуму та тестування створеного ресурсу. Міжнародна студентська наукова конференція «Молодіжної наукової ліги» (м. Одеса, 8трав. 2020). Том 2. С.69-70. (doi: https://doi.org/10.36074/08.05.2020.v2.03)

ТЕХНОЛОГІЯ ЮЗАБІЛІТІ ТЕСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ВЕБ-САЙТУ

Нестерук Д.Г., Гнатушенко Вік.В., Царик В.Ю.
Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Практично будь-який процес оцінки юзабіліті включає збирання та обробку даних про взаємодію з користувачем, їх аналіз та інтерпретацію результатів, на підставі яких виробляються рекомендації щодо покращення юзабіліті [1-3].

На сьогодні є спроби автоматизувати роботу юзабіліті-фахівця. Деякі сервіси (Lighthouse, Nibbler, Woorank і SEOWins) заявляють, що можуть оцінити юзабіліті, проте нічого особливо корисного в звітах, які можна отримати за їх допомогою, не знаходиться. Здається, що на цьому етапі розвитку технологій автоматизувати юзабіліті-аудит неможливо. Адже для цього потрібно, щоб сервіс якимось чином змоделював поведінку користувача та оцінив щонайменше такі критерії: відповідність структури сторінок завданням користувачів; логічність структури; зрозумілість текстів та назв розділів; достатність текстів та ілюстрацій.

Відповідно до цього висновку, технологія, що розробляється, дозволяє провести юзабіліті тестування на основі статичного цифрового зображення веб-сайту. Як оцінку статичного зображення було обрано метрики, такі як: наявність вирівнювання елементів у координатній сітці; візуальність; загальна щільність; відносна зв'язність.

Перша метрика приймає значення 1 або 0 в залежності від наявності або відсутності вирівнювання елементів інтерфейсу користувача щодо веб-сторінки. Метрика розраховується за формулою (1):

$$M_1 = \begin{cases} 1 \, x_i = x_j \vee y_i = y_j \\ 0 \, x_i \neq x_j \wedge y_i \neq y_j \end{cases}, \quad (1)$$

де x_i — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 1 по горизонталі; x_j — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 2 по горизонталі; y_i — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 1 по вертикалі; y_j — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 2 інтерфейсу по вертикалі.

Візуальність дозволяє користувачеві досить швидко виявити необхідну інформацію на веб-сторінці, функціональний елемент інтерфейсу або зображення. Основним параметром, що визначає значення даної метрики є площа елемента. Метрика розраховується за формулою (2):

$$M_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{S}, \quad (2)$$

де S_i — площа елемента інтерфейсу користувача на скріншоті; S — загальна площа скріншоту інтерфейсу користувача; n — кількість елементів інтерфейсу користувача.

Загальна щільність дає змогу оцінити перевантаженість інтерфейсу елементами. Метрика розраховується за формулою (3):

$$M_3 = \frac{S}{n}(піксель^2 / шт), \quad (3)$$

де S — загальна площа скріншота інтерфейсу користувача; n — кількість елементів інтерфейсу користувача.

Два елементи веб-інтерфейсу вважатимемо пов'язаними, якщо існує пряма лінія, яка описується рівнянням за формулою (4):

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}, \quad (4)$$

де x_1 — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 1 по ширині; y_1 — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 1 по висоті; x_2 — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 2 по ширині; y_2 — координата точки контуру елемента інтерфейсу користувача 2 по висоті.

Нехай $G(V, E)$ — плоский граф, де V — вершини графа, тобто елементи веб-інтерфейсу, E — ребра графа, зв'язки між елементами веб-інтерфейсу. Тоді, метрика розраховується за формулою (5):

$$M_4 = \frac{k}{n}, \quad (5)$$

де n — кількість елементів інтерфейсу користувача; k — кількість елементів, для яких дотримується нерівність (6):

$$\deg(v) > \frac{1}{|V|}\sum_{v \in V} \deg(v), \quad (6)$$

де $\deg(v)$ — ступінь вершини v графа $G(V, E)$; $|V|$ — кількість вершин графа $G(V, E)$.

За результатами обчислень метрик комплексна оцінка формувалася за допомогою нейронної мережі. Результати проведення тестування можуть бути використані для отримання рекомендацій щодо покращення достатку веб-сайтів.

Список літературних джерел

1.Бакаєв М.А. Сучасні тенденції в автоматизованій оцінці юзабіліті і поведінкові чинники в алгоритмах пошукових систем // Програмні продукти і системи. 2017. Т. 30. № 3. С. 447-455. DOI: 10.15827 / 0236-235X.030.3.447-455.

2.Guo F., Liu W.L., Cao Y., Liu F.T., Li M.L. Optimization design of a webpage based on Kansei Engineering. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 2016

3.Fosco C. Visual Importance Prediction [Електронний ресурс] / C. Fosco, V. Casser. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://visimportance.csail.mit.edu/.

БАГАТОМОДУЛЬНА СИСТЕМА РОЗРОБКИ І МОДЕЛЮВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ІЗ ЗМІННОЮ ТОПОЛОГІЄЮ

Островська К. Ю., Кучма М. В.
Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

У сучасному світі спостерігається швидкий розвиток засобів машинного навчання, також їх часте використання і застосування різними компаніями, що працюють не тільки в сфері інформаційних технологій (IT від англ. Information Technology), але і банківській, торгівельній, промисловій.

Застосування засобів машинного навчання може бути використано для вирішення різних нетривіальних завдань, наприклад, у випадку з торгівлею - вибір ефективної розстановки товарів на полицях для збільшення суми покупок. Одними з найпоширеніших засобів машинного навчання являються штучні нейронні мережі [1].

Для швидкого отримання результатів навчання нейронних мереж, передбачається використання обчислювальних кластерів, а для зручного підключення до кластерів потрібні сучасні засоби графічного управління. На даний момент існує відносно невелика кількість готових рішень по швидкому підключенню до обчислювальних серверів і отримання станів навчання і проміжних результатів.

Унаслідок відносно недавньої популяризації засобів машинного навчання, на даний момент мало опрацьованих підходів до вірного запуску, управління, налагодженні, отримання проміжних результатів.

Існує велика кількість різновидів нейронних мереж, класифікованих за різними параметрами. Однією з таких різновидностей є нейронна мережа із змінною топологією - TWEANNs (topology and weight evolving artificial neural networks) [2]. Цей різновид не сильно популяризован і не так часто використовується, але має свої переваги і перспективи.

Метою роботи є створення системи, що забезпечує зручність роботи з нейронними мережами із змінною топологією. Створення даної системи полягає в проектуванні і розробці програмних продуктів, що розвивають і підвищують інтерес розробників до TWEANNs. Провести запуск і навчання нейронних мереж на розробленої середовищі з використанням інструментального засобу для управління і моніторингу процесом навчання. За результатами запуску зібрати статистику і свідчення результативності нейронної мережі із змінною топологією.

Для розробки і запуску системи розробки та навчання нейронних мереж із змінною топологією необхідно провести проектування. У проектування повинно включатися визначення основних модулів системи, способів взаємодії та проектування кожного модуля окремо.

Проектування системи проводилося з використанням нотації UML 2.0. Для створення діаграм був використаний програмний продукт StarUML, що надає інструменти роботи з нотацією UML версії 2.0.

Виходячи з вимог до розроблюваної системі, необхідно створити модульну структуру, здатну підтримувати взаємозамінність елементів і запускаються під різними платформами. Взаємодія елементів повинно здійснюватись за допомогою мережі Інтернет.

Згідно описаним в розділі вимог функцій системи і користувачам, описаним на етапі формулювання вимог, визначимо вимоги за допомогою діаграми прецедентів (варіантів використання) (див. рисунок 1).

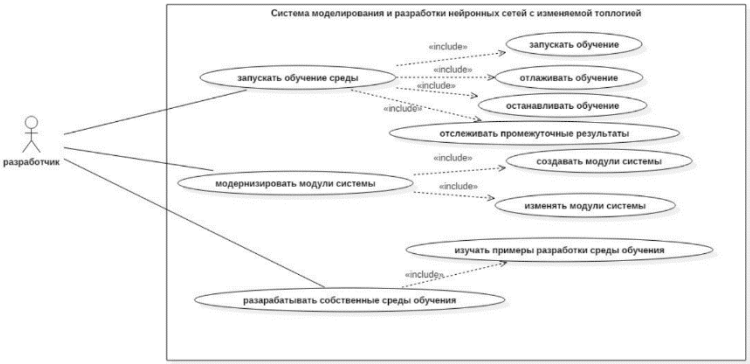


Рисунок 1 - Діаграма прецедентів системи

Модульна структура системи дозволить підвищити можливості переносимості і мобільності. Кожен модуль можна буде замінити або модернізувати, не змінивши структури системи в цілому і способів взаємодії.

Для реалізації засобів взаємодії з бібліотекою nlab було розроблено два класи для реалізації протоколу взаємодії по інтерфейсу TCP і іменованих каналів windows, відповідно. Для зручності розробки був створений абстрактний клас BaseStream, що надає інтерфейс для взаємодії з протоколом передачі даних.

При розробці була використана система контролю версій Git, що дозволило структурувати процес розробки і вести документування змін.

Для створення графічного інтерфейсу використовується бібліотека pygame, що є зручним інструментом для відтворення та роботи з графікою. Але для прискорення роботи математичного апарату, всі процедури, пов'язані з графікою, можуть не виконуватися при введенні прапора, що означає невиконання даних процедур.

В підсумку було здійснено запуск і навчання нейронних мереж на розробленому середовищі з використанням інструментального засобу для управління і моніторингу процесом навчання.

Список літературних джерел

1. Жданов, А.А. Автономний штучний інтелект / А.А. Жданов - БІНОМ - 2009 - 800 с.

2. Ohkura, K. Mbeann: Mutation-based evolving artificial neural networks // Advances in Artificial Life. - 2007. - С. 936-945.

ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖІВ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Островська К. Ю., Подольхов М. М.
Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

На сьогоднішній день однією з найбільш затребуваних областей знань є машинне навчання. Воно застосовується у великому спектрі вирішення прикладних завдань, вирішення яких раніше вважалося прерогативою людини. Мета рішення таких задач полягає в прогнозуванні та автоматизації прийняття того чи іншого рішення, як аналізованих даних виступають великі обсяги накопиченої раніше інформації.

Важливим складовим організації успішної діяльності комерційної фірми є складання якісного прогнозу продажів. Одна з основних проблем в роботі підприємства - це визначення кількості товару, яке необхідно мати на складі в поточний та наступні моменти часу. Саме тому одним із пріоритетних завдань для комерційних фірм є оптимізація завантаження складу [1].

Правильно складений прогноз збільшує ефективність ведення бізнесу шляхом контролю і оптимізації витрат, що, в свою чергу, допомагає сформувати оптимальні (а не завищені або занижені) запаси продукції на складі. Таким чином в умовах ринкової економіки стає актуальним питання організації оперативного контролю та управління запасами матеріальних ресурсів на підприємстві. Також на підприємстві існує необхідність обробки великої кількості номенклатури. Рішенням цих проблем певною мірою сприяє впровадження автоматизованих систем, наприклад таких як 1С-підприємство, які дозволяють налагодити учт руху матеріальних ресурсів, тобто спрогнозувати яку кількість товару з конкретної категорії підприємство може реалізувати споживачам в різні часові проміжки за умови збереження інтересу споживачів.

Завдання зниження товарного запасу і підвищення оборотності безпосередньо пов'язані з точністю прогнозування продажів. При розрахунку страхового запасу середнє відхилення продажів від прогнозів є однією з основних складових. Тому підвищення точності прогнозу на 30-40% може дати підвищення оборотності на 15-20%, а також дозволить збільшити продажі через зниження кількості відсутнього запасу або розпроданого товару [2].

Зазвичай компанія торгує великою кількістю номенклатури, але ходовими є приблизно 20-25% від загального числа. У ряді напрямків торговки можна виділити товари з сезонної складової або ввести святкові товари, які добре розкуповуються перед святами. При складанні прогнозу дані фактори потрібно враховувати, так як вони безпосередньо будуть впливати на якість прогнозу.

Мета даної роботи полягає у виявленні найбільш ефективного алгоритму прогнозування обсягів продажів на прикладі одного інтернет-магазину з використанням методів машинного навчання.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

1) вивчити економічні показники підприємства як фактори оцінки обсягів продажів;

2) обґрунтувати вибір методу прогнозування продажів підприємства;

3) проаналізувати фінансову діяльність підприємства з застосуванням алгоритмів прогнозування на основі методів машинного навчання;

4) розрахувати прогноз обсягів продажів продукції підприємства в короткостроковому періоді.

Предметом дослідження є обсяг продажів одного інтернет-магазинів.

Об'єкт дослідження - інтернет-магазин спеціалізується на продажу косметичної продукції.

В якості методів дослідження виступають наступні:

• аналіз економічних показників діяльності компанії;

• методи прогнозування;

• методи машинного навчання;

• методи алгоритмізації і програмування.

Завдання прогнозування розбивається на два етапи. На першому етапі на підставі набору даних з відомими результатами будується модель. На другому етапі вона використовується для передбачення результатів на підставі нових наборів даних.

Ступінь достовірності прогнозів можна порівняти з реальними показниками і, зробивши висновки, приступити до наступного прогнозу вже з існуючими даними.

Для завдання прогнозування обсягів продажів підходять такі алгоритми, як випадковий ліс, градієнтний бустінг, метод опорних векторів.

Розроблена система прогнозування складається з трьох модулів. Дані модулі автономними і використовуються для різних цілей.

Найбільш ефективним алгоритмом є алгоритм градієнтного бустінга. Це обумовлено тим, що алгоритм на кожній ітерації будує базовий алгоритм, який дійсно ефективний лише на частині підвибірки. На кожному кроці алгоритму нове доданок вважається спираючись не на всю навчальну вибірку, а лише на випадкову підвибірку фіксованого розміру.

Правильно складений прогноз збільшує ефективність ведення бізнесу шляхом контролю і оптимізації витрат, що, в свою чергу, допомагає сформувати оптимальні (а не завищені або занижені) запаси продукції на складі.

Список літературних джерел

1. Наркевич, Л.В. Прогнозирование объема продаж торговой организации с учетом колебаний спроса // Л.В. Наркевич, К.П. Боровикові - Вестник Белорусского университета, 2013. - 123 с.

2. Spielmaker K.J. On Shelf Availability: A Literature Review & Conceptual Framework / K.J. Spielmaker – University of Arkansas, 2012. - 20 p.

3. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. - М.: ФиС, ИНФРА-М, 2012. - 320с.

4. Breiman L. Random forests // Machine Learning. - 2001. - 32 p.

АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ АЛГОРИТМАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Островська К.Ю., Попов В.К.
Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

Завдання по визначенню тональності, пов'язані з обробкою природної мови (NLP) останнім часом набирають велику популярність. Визначення тональності, також як і визначення думки користувачів використовують в різних сферах, найпопулярнішими з яких є: Маркетинг; Чат боти в додатках; Веб сайти; Соціальні мережі; Різна індивідуальна інформація для споживачів.

Аналіз тональності часто застосовується і самими користувачами, в основному, при ухваленні рішення про покупку того чи іншого товару. Саме тому йде зростання попиту з боку компаній на продукти, які можуть давати їм оцінки за численними відгуками користувачів. Іншими словами, компанії стали розуміти важливість тих великих даних, які генерують користувачі у себе в соціальних мережах, форумах, онлайн оглядах і в іншому інтернет просторі.

Вивчення поведінки користувачів може бути величезною перевагою для компаній, які намагаються почеркнуть індивідуальність кожного споживача і подовжити термін його користування послугою / товаром компанії [1].

Успіх того чи іншого продукту на ринку залежить від того, як він буде сприйнятий споживачами [2], в той же час прочитати всі відгуки бренд менеджеру продукту, включаючи всі тематичні форуми, не представляється можливим. Компаніям доводиться витрачати великі фінансові кошти для вивчення своїх користувачів, для правильного формування іміджу та позиціонування свого бренду.

При вирішенні такого роду завдань моделі машинного навчання показали себе найкраще. Компанії також зацікавлені в тому, щоб надавати своїм клієнтам хорошу клієнтську підтримку. У сов сем недавні часи там працювала велика кількість людей, які підказували користувачам, намагалися підлаштуватися під їх настрій і допомогти правильно впоратися з негативним досвідом. Зараз же у всіх цих галузях присутні чат боти, завдання яких надавати якісну і найшвидшу, в порівнянні з людиною, підтримку. Для того, щоб розуміти в якому настрої перебуває користувач, моделі навчаються на раніше розмічених вибірках даних і надалі можуть передбачити за повідомленням від користувача, що він чимось засмучений або навпаки задоволений.

Знаючи в якому настрої, перебуває користувач і яка суть його звернення в службу підтримки, можна своєчасно переключитися на людину, або просто записати позитивний відгук на надану послугу / товар.

Цікавим способом застосування визначення тональності тексту також є використання тональності як одного з факторів при формуванні видачі запитуваної матеріалу користувачеві.

Однак попит на моделі, пов'язані з визначенням тональності, не обмежується виключно бізнесом, він також існує з боку політичних організацій, які замовляють ті чи інші дослідження з збору громадської думки. Разом з цим стали з'являтися ресурси, які дозволяють користувачеві побачити в

агрегованому вигляді як позитивні відгуки щодо тієї чи іншої послуги, так і негативні.

Завдання: вивчити і скласти огляд існуючих технологій по векторизації текстових даних і методів по визначенню тональності тексту. Провести порівняння методів на прикладі даних IMDB. Порівняльний аналіз алгоритмів машинного навчання для аналізу тональності відгуків.

Використовувані методи: стандартні методи, такі як: One-hot encoding, Bag of words, TF-IDF; методи тематичного моделювання: латентно-семантичний аналіз, імовірнісний латентний семантичний аналіз і латентний розміщення Діріхле; методи на основі нейронних мереж: Word2vec, GloVe, fastText, ELMO, BERT, RoBERTa, XLNet.

Завдання визначення тональності націлена на визначення тональності тексту, рішення ж передбачає присвоєння кожному тексту позитивною, негативною і іноді нейтральній позначки [3].

Мета роботи: застосування сучасних засобів прикладної математики і машинного навчання для аналізу даних.

У даній роботі розглядаються методи, що стосуються двох етапів машинного навчання стосовно аналізу тональності: методи по векторному поданням слів та моделі з бінарної класифікації текстів.

Існує велика кількість робіт по визначенню тональності і порівняно якості методів, проте в останні 2-3 роки, завдяки розвитку суперкомп'ютерів і великих обчислень, з'явилося багато Нових методів зі створення векторних уявлень слів. Всі вони будуються на використанні нейронних мереж для аналізу текстових даних і генерації векторних уявлень слів, які найкраще можуть відображати їх семантичну близькість.

Мета роботи полягає в розгляді останніх методів, пов'язаних з векторним поданням слів, а також у вивченні моделей, пов'язаних з бінарної класифікації відгуків.

У практичній частині роботи розглянуто використання і порівняння цих методів для аналізу відгуків про кінофільмах з сайту IMDB.

Список літературних джерел

1. Kauffmann E. [и др.]. Managing marketing decision-making with sentiment analysis: An evaluation of the main product features using text data mining // Sustainability (Switzerland). 2019. № 15 (11). С. 1–19.

2. Kang M.Y., Choi Y., Choi J. The effect of celebrity endorsement on sustainable firm value: evidence from the Korean telecommunications industry // International Journal of Advertising. 2019.

3. Dave K. [и др.]. Mining the Peanut Gallery : Opinion Extraction and Semantic Classification of Product Reviews 2003.

МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ КОМПАНІЇ

Островська К. Ю., Топчій А. С.
Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

Останні кілька років велика увага як в наукових публікаціях, так і в ЗМІ приділяється інтелектуального аналізу даних. Тепер регулярно в заголовках статей і журналів фігурують поняття: великі дані, машинне глибоке навчання, штучний інтелект. Якщо подивитися на вчених з найвищим індексом Хірша в області комп'ютерних наук, то роботи перших 10 той чи інший спосіб пов'язані з розробкою методів інтелектуального аналізу даних і його застосування в різних областях [1]. Найбільш популярною сферою застосування, не рахуючи IT, є біоінформатика. Що стосується робіт, пов'язаних з економікою, то їх помітно менше і найбільш розвиненою сферою є фінанси. Однак з огляду на наявність великої бази інструментів для машинного навчання, дослідження в сферах, пов'язаних з економікою виглядають дуже перспективно. Ще однією причиною так вважати є стрімке зростання інформації, доступної для аналізу. Але більша її частина формується користувачами у вигляді тексту в соціальних мережах, форумах і блогах. Для її вивчення раніше було прийнято призначати фахівців зі служби підтримки або роботи з клієнтами. Однак, якщо продукт стає популярним, то згадок про нього стає так багато, що переглянути їх усі за допомогою людей може стати неможливо або економічно невигідно. Саме цим зумовлена актуальність даної роботи.

Мета роботи - розробка методики проведення маркетингового дослідження на основі інтелектуального аналізу даних на прикладі моделі обробки відгуків про ресторанах, визначальною емоційне забарвлення відкликання. Дані були взяті з публічного датасета, що надається компанією Yelp, для академічних досліджень. У ньому міститься більше 4 мільйонів відгуків про різних закладах від більш ніж 1 мільйона користувачів. Крім відгуків також надаються докладні відомості про кожну організації, що включають в себе більше 90 характеристик, а також інформація про користувачів.

Об'єктом дослідження є компанії ресторанного бізнесу. Предметом - процес формування маркетингової стратегії розвитку ресторану з урахуванням інформації, що міститься у відгуках клієнтів.

Завдання роботи:

- Пошук практичних прикладів використання аналізу відгуків за допомогою машинного і глибокого навчання;
- Вивчення методів інтелектуального аналізу текстів;
- Підготовка даних для побудови моделі;
- Побудова моделей;
- Аналіз отриманих результатів та вибір кращої моделі.

В ході даної роботи були розглянуті основні сфери застосування методів обробки текстових даних в бізнесі, а також знайдені конкретні приклади їх

застосування в маркетингу. Були випробувані різні методи обробки текстів і визначення їх тональності. Кращий результат показали нейронні мережі прямого поширення, на вхід яких подавався мішок слів з біграмм з TF-IDF зважуванням і розміром словника 10 000 слів, а також рекурентні нейронні мережі з GRU нейронами. Також було встановлено, що оцінка за п'ятибальною шкалою досить суб'єктивна і кожна людина може оцінити один і тойж текст по-різному. У проведеному експерименті нейронна мережа спрацювала навіть кілька точніше, ніж учасники опитування.

Результати проведеного дослідження дозволяють зробити висновок, що за допомогою машинного навчання можливо досягти прийнятної точності для задачі розпізнавання тональності висловлювання, що дозволяє в реальному часі відстежувати реакцію користувачів на продукти і діяльність компанії. Дані для навчання моделей можна отримати за допомогою API великих сервісів рекомендацій. Для закладів в Росії, зокрема, може бути використаний Foursquare API або TripAdvisor API. Надалі для ширшої картини можна брати коментарі та пости користувачів в соціальних мережах. Щоб отримати уявлення про те, що саме подобається користувачам в якійсь сфері, а що викликає у них роздратування можна скористатися тематичним моделюванням, хмарами слів і Word2Vec. Запропоновані інструменти дозволяють частково автоматизувати даний процес і дізнатися думку більшого числа клієнтів, ніж звичайні опитування. Але з огляду на тренди поведінки користувачів соціальних мереж, для майбутніх досліджень інтерес представляє аналіз тональності фотографій і відеозаписів користувачів, а також коротких текстових повідомлень, які відносяться до цих фотографій і відео. Так за результатами досліджень у 2020 році частка відеоконтенту від всієї інформації в мережі складе 74%, твітами з картинками діляться в 1,5 рази частіше, ніж без картинок, в Facebook пости з картинками збирають переглядів більше в 2.3 рази, в грудні 2019 року Instagram, платформа, яка містить найбільше фотографій і коротких відео, оголосила про зростання призначеної для користувача бази на 100 мільйонів за півроку, а на даний момент сервісом користується понад 700 мільйонів чоловік [42], [43]. Таким чином, набагато більше інформації можна отримати, аналізуючи не тільки тексти, а й фото і відео контент.

Список літературних джерел

1. Top H-Index for Computer Science and Electronics URL: http://www.guide2research.com/scientists/ Дата звернення: 12.09.2021

2. Visual Content Marketing Statistics You Should Know in 2019 URL:https://blog.hubspot.com/marketing/visual-content-marketingstrategy#sm.0001s96l3kuv4emwukg1i1o7lqdyh Дата звернення: 02.09.2021

3. Instagram Blog. URL: http://blog.instagram.com/post/154506585127/161215-600million Дата обращения 02.09.2021

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Поліщук Ю. В.[1], Ткач М. О.[2], Хорошилов С. В.[1]

[1] ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

[2] ДДТУ «Дніпровський державний технічний університет», Кам'янське, Україна

Використання акумуляторних батарей (АБ) на будь-яких об'єктах, особливо в системах безперебійного живлення, передбачає регулярний моніторинг їх параметрів. Найважливішим параметром працездатності АБ також є спроможність зберігати заряд протягом довготривалого зберігання за різних температур. Свинцево-кислотні акумулятори (СКА), які зазвичай використовують у системах безперебійного живлення, характеризуються відносно великим саморозряджанням – втратою ємності при зберіганні [1]. Величина саморозряджання становить приблизно 3% в місяць, і приводить до втрати ємності. Для запобігання втрати ємності і збереження заявлених технічних і експлуатаційних характеристик допускається зберігання батарей на складі з підзаряджанням, періодичність якого залежіть від температури зберігання.

На сьогодні існують традиційні методи діагностування та моніторінгу стану АБ, які є довготривалими та методи оперативної діагностики [2], які також потребують проведення декількох проміжних операцій. Порівняльна характеристика цих методів приведена у табл. 1.

Перспективним як для виробників, так і звичайних споживачів є використання компактних та простих у керуванні приладів і засобів експрес-діагностування акумуляторних систем. Аналіз сучасного ринку приладів для експрес-діагностики показує наявність досить обмеженої кількості приладів із середньою вартістю 2500 грн.

Основні етапи цієї роботи включать:

1. Визначення величини номінальної ємності свинцево-кислотних батарей на прикладі джерел живлення пристроїв безперебійного живлення (гелеві СКА номінальною напругою 12 В). Розрядна ємність акумулятора це електричний заряд, що віддається повністю зарядженим акумулятором, вимірюється в ампер-годинах (А·год) і являє собою добуток струму розряду на час. Для отримання даних використовується мікропроцесорний модуль 8 bit с АЦП 16 bit для фіксації показань напруги та струму з виводом до ПК за допомогою шини USB. Отриманні масиви цифрових даних конвертуються у файл формату EXEL із одночасною автоматичною побудовою залежностей. Отримання серії експериментальних даних щодо зміни напруги під навантаженням, та виходом на стаціонарний режим після відключення навантаження. У дослідженні використовується імпульсний ступінчастий режим. Імпульсні режими широко використовуються виробниками СКА, наприклад, для прискорення процесу формування акумуляторних пластин [3].

В нашому дослідженні використовуються наступні режими: вимірювання і фіксація напруги розімкненого ланцюга потягом 10 сек, навантаження струмом 0.5А протягом 2 сек, пауза 10 сек, навантаження струмом 3.5 (5) А протягом 2 сек.

2. Створення спеціалізованої комп'ютерної системи моніторингу джерел струму з аналізом та використанням отриманих експериментальним шляхом даних для реальних джерел струму (п.1 та п.2).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика методів моніторингу та діагностики акумуляторних систем

Спосіб діагностики	Переваги	Недоліки
Традиційні способи		
Підключення навантаження	Не потребує спеціального обладнання	Потребує багато часу, відсутність можливості автоматичного запису
Повне розряджання/ заряджання	Найбільш достовірний спосіб оцінки ємкості	Потребує багато часу, може тривати декілька діб
Вимірювання густини електроліту	Пряма залежність між параметрами, висока точність	Не можливо використовувати для сучасних гелевих батарей, які не обслуговуються
Методи експрес-діагностування		
Спеціальні аналізатори та тестери	Мобільність та портативність. У деяких є можливість зберігати обмежену кількість даних	Параметри визначаються непрямим оціночним способом. Відносно велика вартість приборів.
Запропонований метод	Мобільність та портативність. Можливість керування параметрами та їх безпосередня фіксація в автоматичному режимі.	По графікам не можливо оцінити внутрішній опір та стан окремих пластин АБ

Список літературних джерел

1. Нефедов В.Г. Електрохімічна енергетика. Свинцеві акумулятори: улаштування, виробництво, розрахунки / В.Г. Нефедов, Ю.В. Поліщук. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – 292 с.

2. Алешкин А.А. Метод оперативной диагностики доступной емкости свинцовых аккумуляторов (батарей) / А.А. Алешкин, Ю.И. Бубнов, В.Х. Протопопов, В.М. Ягнятинский // Электрохимическая энергетика. – 2013. – №1 (13). – С. 46-53.

3. Казаринов И.А. Батарейная формировка свинцово-кислотных аккумуляторов импульсным асимметричным током / И. А. Казаринов, В. Г. Дувинг, М. М. Бурашникова, В. А. Решетов, А. А. Борщенко, М. А. Шишова // Электрохимическая энергетика. – 2011. – №4 (11). – С. 200-205.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЦИФРОВОМУ РОДОВИЩІ

Процюк В.В., Кравців К.І., Думка Х.І., Дмитренок С.О., Мельник В.Д., Шекета В.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

Термін "цифрові нафтові родовища" (DOF – digital oil fields) [1] використовується для опису найрізноманітніших видів діяльності в нафтогазовій інженерії, і має ряд визначень, які охоплюють широкий спектр інструментів та завдань. Усі вони намагаються описати різні види використання передового програмного забезпечення та методики аналізу даних для підвищення рентабельності видобутку нафти та газу. Можна виділити декілька найважливіших напрямів, на яких зосереджена сфера розробки цифрових нафтових родовищ: оперативна ефективність; оптимізація виробництва; командна взаємодія; підтримка прийняття рішень; інтеграція та агрегація даних, автоматизація та інтелектуалізація технологічних процесів.

Нафтовидобувна промисловість України та світу зіткнулася з експоненційним збільшенням потреби використання даних у режимі реального часу, що призвело до виникнення технології цифрових нафтових родовищ. Дані технології показали свою цінність у підвищенні ефективності операцій, оптимізації та максимізації видобутку вуглеводнів за допомогою прийняття кращих та швидших рішень, з одночасним зменшенням ризиків для навколишнього середовища та техногенної безпеки загалом.

Метою технології цифрового нафтового родовища є максимізація видобутку на родовищах, зменшення непродуктивного часу та збільшення прибутків шляхом розробки та впровадження інтегрованих робочих процесів. Цифрові робочі процеси на нафтових родовищах поєднують в собі управління бізнес-процесами разом з передовими інформаційними технологіями та інженерними знаннями для спрощення, а у багатьох випадках, і автоматизації виконання завдань, в тому числі шляхом інтелектуалізації. Все це дозволить оперативно реагувати на зміни на різних рівнях імплементації, шляхом впровадження нових інтелектуальних систем, розробки ефективних способів взаємодії, навчання персоналу, ефективного управління ресурсами для рішення задач оптимізації видобутку нафти і газу.

В ході дослідження буде визначена структура релевантності щодо умов задоволення технологічних обмежень в контексті прийняття рішень, що дозволяє введення метричних характеристик формальних конструкцій в процесі побудови та імплементації абдуктивного виведення знань на основі мультимедійних входжень. Для рішення даної задачі досліджено сутність та види абдуктивних міркувань з введеними ймовірнісними складовими процесу інтерпретації, що дозволило оцінити ефективність абдуктивного підходу в цілому при вирішенні задач класифікації на множині мультимедійного контенту з метою подальшої імплементації релевантних доменних знань, в тому числі шляхом їх видобування на основі мультимедійних даних з регульованою

ймовірнісною оцінкою в формі коефіцієнтів впевненості:

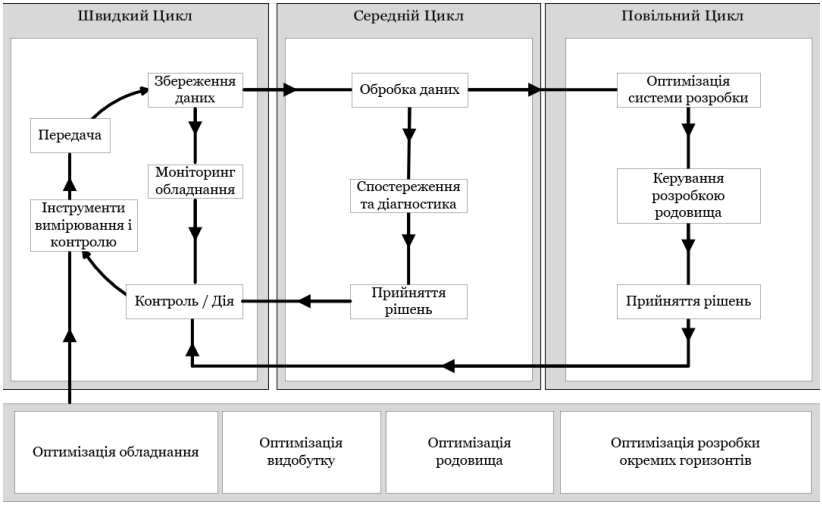


Рисунок 1 – Цикли обробки даних в цифровому родовищі

Таким чином, проектована система дасть змогу суттєво підвищити моніторинг, керування та контроль на всіх етапах видобутку, транспортування та підготовки продукції. А саме будуть досягнуті такі цілі: суттєве зменшення впливу “людського” фактору, віддалене керування обладнанням, зменшення часу на прийняття рішення, досягнення високого рівня достовірності інформації, зменшення втрат видобутку пов’язаного з простоями свердловин та неоптимальними режимами роботи насосів, зменшення втрат продукції та розміру штрафних санкцій за рахунок моніторингу трубопроводів, єдина структура потоків даних та ПЗ, сучасні робочі місця інженерного складу, стандартизовані методи оцінки методів оптимізації та прогнозування видобутку.

Список використаних джерел

1.M.Chesanovskyy, K.Kravtsiv, V.Protsiuk, L.Poteriailo, Software outlines for decisions making support in oil and gas engineering, Scientific Papers of Silesian University of Technology: Organization and Management Series , Issue No. 151., pp.81-99.

EXPEDIENCY OF MICROSERVICE APPLICATIONS DEVELOPMENT USING CONTAINER ORCHESTRATION SYSTEMS

Solodka N. O., Radchenko D. V.
«Ukrainian State University of Chemical Technology», Dnipro, Ukraine

The first task in planning of modern methods for the development operations of software applications should be based on calculation of the program's scale. After all, the implementation of complex architecture may not be relevant and only take more time in search for professionals if we are talking about a small company with a target audience that does not exceed a few dozen or hundreds of people. In this case, it is better to limit the choice of ready-made solutions in the world of open source software.

It is logical to investigate and resolve the issues of architectural planning of the application at the beginning of its development. Due to the requirements of market competition it is necessary to conduct everything quickly and efficiently. Besides that, developers need to release new versions for existing or future customers without the risk of complete refactoring of the system in case of failed architecture. Consideration of this issue is quite relevant, because successful business functioning is dependent on how quickly the existing software and hardware automation are able to adapt to the new challenges or threats in the modern business environment. For this reason, the safest way is to develop an application decomposed into microservices, which greatly facilitates the maintenance, updating and scaling of the application.

Microservices is an alternative in software development that helps to follow the best practices for applications' architectural planning. This approach has many differences from the standard monolithic method, where the application is the only unified solution. Because microservice architecture is a set of small, independent modules or microapplications, each of which must meet the basic paradigms of this architectural type. All services should have its own unique logic and often a separate database or filestorage [1].

The microservice architecture allows each microservice to be deployed separately due to the fact that several weakly connected services work together in a microservice architecture (Fig. 1). Each service is focused on a single responsibility and has high level of behavioral consistency and data. Therefore, if a developer needs to change something in one microservice, it's possible to deploy these changes without touching other ones that may proceed running without any downtime[2].

From the users' point of view, usage of microservices should not be different from a monolith, even if it is a large platform for a bank or a university website.

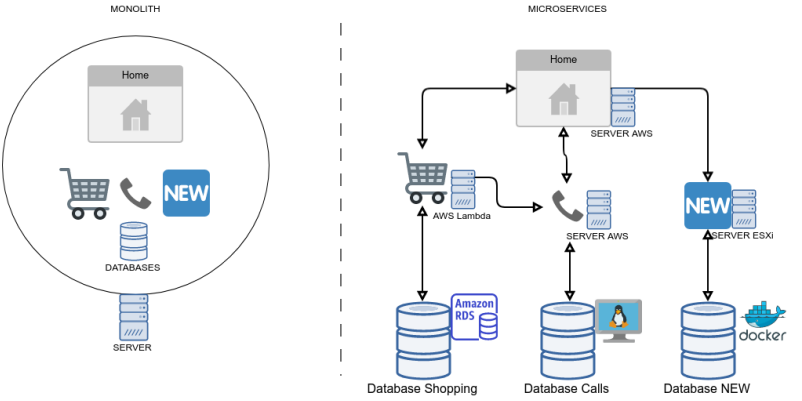


Figure 1 – Monolith and microservices

Microservices is not a new technology with official standards. It should be seen as an evolution of the Service Oriented Architecture (SOA) concept, improved by a new concept of containers, and usage of automation at all levels of infrastructure and software development life cycle. Based on such approaches as continuous delivery (CD) and continuous integration (CI) it is used wherever business needs flexible development, almost unlimited scalability, daily upgrade of new features and fast cycles of new product versions releases [1].

More and more development teams are switching to a microservice architecture looking for easy scaling, replication, and upgrade process, that results into consistent application organization and management. Microservices became widespread in the mid-2010s due to the progress of Agile development practices and DevOps approach, which is designed to effectively organize the processes of creating and upgrading software products and services.

One of the technical approaches to organize a microservice architecture is to use containerization. The whole approach allows a developer to isolate application processes in a special environment as long as the payload is running on the host system. So that a developer can add a container with a stand-alone operating system without the need for virtualization. It is possible with the use of modern methodologies and platforms such as DevOps and Kubernetes. This way it is quite easy to achieve a fully automated environment that does not require a large number of specialists or economic resources to support the entire system, including constant updating.

References

1. Newman S. Building Microservices // O'Reilly Media, 2015. – P. 341.
2. Ilyin O.Yu., Katkov Yu. I., Vergun D.C., Shashlov A.V. Features of development of microservice additives with the help of the container management system / Scientific Proceeding of Ukrainian Research Institute of Communication 2019. – №4(56). – pp. 49-60.

ВИБІР МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМАХ

Солодка Н. О., Шаповалов К. І., Умнов П. В.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Проблема подання знань є однією з основних проблем, характерних для систем, заснованих на знаннях, якими є експертні системи. Обумовлено це впливом форми знань на характеристики та властивості системи.

Модель представлення знань повинна бути зрозумілою користувачеві і забезпечувати спрощене управління знаннями і логічний висновок, а також задовольняти ряду інших вимог. Найбільшого поширення набули чотири моделі: модель семантичної мережі, фреймова, продукційна і логічна. Кожна з моделей орієнтована на опис різних типів знань, володіє різними можливостями та має свої сильні та слабкі риси.

Продукційна модель найчастіше застосовується в промислових експертних система. Вона зручна своєю наочністю, високою модульністю, легкістю внесення доповнень і змін і простотою механізму логічного висновку. Одна з основних переваг використання логіки предикатів для представлення знань полягає в тому, що потужний механізм виведення може бути безпосередньо запрограмований, оскільки він володіє добре зрозумілими математичними властивостями. За допомогою цих програм з відомих раніше знань можуть бути отримані нові знання.

Особливістю семантичної мережі як моделі подання знань, яка може одночасно вважатися як її перевагою, так і її недоліком, є неможливість в явному вигляді розділити базу знань та механізм логічного виведення. Тому інтерпретація семантичної мережі здійснюється тільки за допомогою процедур, які використовують її. Також можна відмітити відповідність моделі до сучасних уявлень про організацію довготривалої пам'яті людини, що також є її перевагою. В основі мережевих моделей уявлення знань лежить ідея про те, що будь-які знання можна представити у вигляді сукупності об'єктів (понять) і зв'язків (відносин) між ними. На відміну від продукційних мережеві моделі більш наочні, оскільки будь-який приклад можна представити у вигляді орієнтованого (спрямованого) графа, вершини якого – поняття, а дуги – відносини між ними.

Найважливішою властивістю теорії фреймів є запозичене з теорії семантичних мереж успадкування властивостей. Основною перевагою фреймів як моделі подання знань є те, що вона відображає концептуальну основу організації пам'яті людини, а також її гнучкість і наочність.

Логічна модель представлення знань має певний перелік переваг, серед яких:

– наявність регулярних методів виведення, в термінах якого можна визначати процедури доведення;

– можливості використання семантики, яка допускає різне трактування в залежності від цілей логічних уявлень (для розуміння того, що являє собою

предметна область, використовується декларативна семантика, а для розуміння того, як виводяться нові твердження з даного набору логічних формул – процедурна семантика);

– простота, лаконічність і однаковість вживається нотації для представлення знань.

Логічні моделі є найбільш формалізованим, в математичному сенсі, способом представлення знань. Але на практиці вони не набули великого поширення через малу наочності бази знань, що є певним недоліком зазначеної моделі.

Для порівняння моделей знань використовують певні критерії оцінювання моделей й методів подання знань [1]. Порівняння за цими критеріями можна надати у вигляді таблиці 1. Оцінювання за критеріями представлено шкалою оцінок від 1 до 4, де 1 – це найнижчій рівень, а 4 – найвищий. Оцінка з використанням знаку ~ означає приблизно однаковий рівень вираження критерію між моделями з такою ж оцінкою, проте вищий або нижчий рівень відносно інших моделей (з урахуванням прийнятої шкали оцінювання).

Таблиця 1 – Матриця порівняння моделей подання знань

Моделі / Критерії	Семантична	Продукційна	Фреймова	Логічна
Формалізованість	1	2	3	4
Можливість поповнення	2	3	4	1
Нотаційна адекватність	2~4	2~4	2~4	1
Відображення семантики предметної області	2~3	2~3	4	1
Інференційні можливості	1	3	2	4

Знання можливо переводити з однієї форми подання в іншу. Однак можливість опису деякого подання, отриманого одним із способів, іншим способом означає, що ці подання є рівнозначними. Але ця попарна рівнозначність відношень зовсім не означає, що всі способи подання дозволяють одержати рівнозначні системи подань.

У проектуванні моделі подання знань при створенні певної системи варто враховувати як постановку конкретної задачі так і розглянути критерії вбору моделі. Однак виконати всі вимоги однаковою мірою досить важко. Звідси можна зробити висновок про те, що жодна з моделей подання знань не є лідером за всіма порівнюваними критеріями.

Список літературних джерел

1. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень / Навчальний посібник Запоріжжя // ЗНТУ, 2008. – 341 с.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КОНТЕНТУ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Стеценко С. В., Хорошилов С. В.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Принцип роботи та структура нейронної мережі можна порівняти з нервовою системою людини, яка вміє самонавчатися на основі накопиченого досвіду, а також інтерпретувати його, щоб в майбутньому уникнути повторних помилок. Чим більша база для навчання надається штучного інтелекту, тим швидше він обробляє інформацію і вдосконалюється. Кожен нейрон являє собою окремий обчислювальний елемент, який пов'язаний з нейронами попереднього і наступного шарів мережі.

Найактивніше технологія розпізнавання образів застосовується в комерції. Наприклад, майданчики eBay і Boohoo допомагають клієнтам відшукати їх цікавить товар, навіть якщо покупці не можуть з ключових слів для пошуку. Замість цього вони мають можливість навести смартфон на шуканий продукт або вибрати фото, після чого зробити запит. Такі додатки як Lookwish і NICE пропонують своїм користувачам не просто підібрати, але і "приміряти" певні речі.

Розпізнавання відбувається одночасно за різними параметрами: формою, кольором, упаковці, розміром і т. Д. У міру того як система стикається з новою інформацією, концептуальна модель для кожного об'єкта поступово розширюється і уточняється

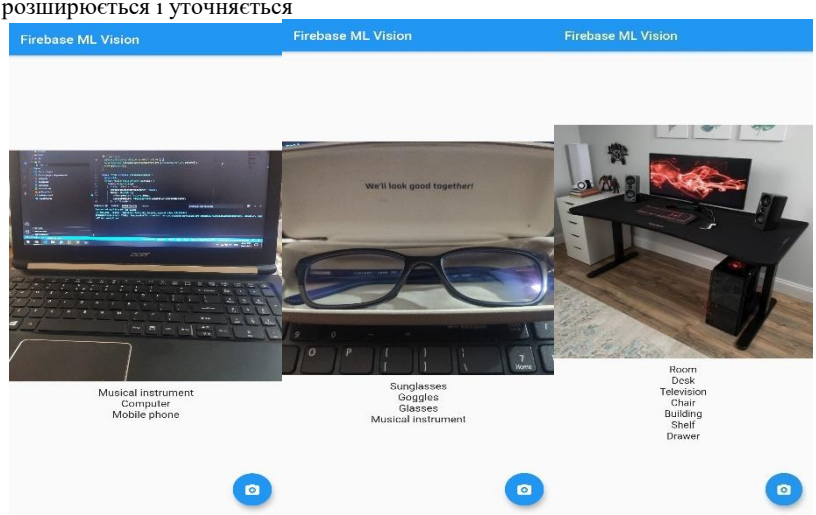


Рисунок 1 – Додаток з можливістю розпізнавання контенту на зображеннях

Доповідь присвячена результатам розробки та дослідження спеціалізованої комп'ютерної системи розпізнавання контенту на зображенні[1].

Комп'ютерну системустворено на за допомогою мови Dart, фреймворку Flutter, та бібліотеці FirebaseMLVISION [3]. **Dart** — мова програмування, яку розробляє компанія Google, позиціонуючи як мову структурованого програмування для Веб. Розробники вважали, що в довгостроковій перспективі Dart може стати прогресивною заміною JavaScript, котрий потерпає від наявних в даний час проблем з розширюваністю, продуктивністю і підтримкою розробки складних застосунків. Мова має схожий на Java синтаксис, не вимагає явного визначення типів і її можна використовувати для створення серверних та клієнтських застосунків.

Flutter - комплект засобів розробки і фреймворк з відкритим вихідним кодом для створення мобільних додатків під Android та iOS, а також веб-додатків з використанням мови програмування Dart, розроблений і створюваний корпорацією Google.

ML Kit дозволяє легко застосовувати методи ML в додатках, приносячи технології ML Google, такі як API Google Cloud Бачення, TensorFlow Lite, і API Android Neural Networks разом в одному SDK. Незалежно від того, чи потрібна вам потужність хмарної обробки, можливості в реальному часі оптимізованих для мобільних пристроїв моделей на пристроях або гнучкість для користувача

Важливою складовою систему розпізнавання – є використання глибинних нейронних мереж, які, в свою чергу, засновані на класичних архітектурах нейронних мереж, але нарощують кількість шарів, комбінують інші основні характеристики нейронних мереж задля отримання найкращих результатів при вирішенні ускладнених задач на великих об'ємах даних. Серед найпоширеніших видів глибинних нейронних мереж можна відмітити такі як CNN, RNN, нейронна мережа Хопфілда, нейронні мережі типу довга короткострокова пам'ять На першому етапі проведено теоретичні дослідження та пошук інструментів для створення системи. Шляхом комп'ютерного моделювання доведено, що система розпізнавання має гарні результати.

На другом етапі було розроблено блок схему проекту та складання алгоритму роботи додатка.

На третьому етапі було реалізовано функціонал запланований у другому етапі на базі інструментів обраних на першому етапі.

На четвертому етапі було проведено тестування та виправлення "багів" щодозволило налаштувати додаток на стабільну роботу .

Список літературних джерел:

1. Firebase ML VISION Documentation. [Электронныйресурс]. URL: https://firebaseopensource.com/projects/flutter/plugins/packages/firebase_ml_vision/readme/

2. Flutter Documentation. [Электронныйресурс]. URL: https://flutter.dev/docs

3. DartDocumentation. [Электронныйресурс]. URL:https://dart.dev/guides

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ НА СУМУ ГАУСІВСЬКИХ ФУНКЦІЙ

Фененко Т. М., Мовсесянц А. М., Деревянко О.І.
Національнаметалургійна академія України, Дніпро, Україна

Математична постановка задачі декомпозиції залежностей має вигляд:

$$\min_{A_1,...,A_P,m_1,...m_P,\sigma_1,...\sigma_P} \left\{ \sum_{i=1}^{N} \psi(g_i - \sum_{p=1}^{P} A_p e^{-\frac{(x_i-m_p)^2}{2\sigma_p^2}}) \right\}, \quad (2.1)$$

де g_i – і-й елемент даних,

P – кількість гаусових функцій,

A_p, m_p, σ_p – амплітуда, положення максимуму і півширина p -ої гаусової функції,

$\psi(...)$ – вартісна функція, яка має забезпечувати необхідні властивості.

Задача полягає в пошуку глобального мінімуму функції, що подана у фігурних дужках, в просторі розмірності $3P$, осі якого відповідають за амплітуди, положення максимуму й півширини гаусових функцій. Зазначимо, що P вважається наперед невідомим.

Метод розв'язання задачі полягає у виконанні наступних обчислень. Для трьох різних точок вихідної залежності аналітично розраховуються параметри поточної гаусової функції у вигляді множин значень її місця розташування, півширини і амплітуди. Далі в отриманій множині значень параметру місця розташування гаусової функції обирається те значення, ймовірність появи якого виявилася найбільшою. Потім для обраного місця розташування поточної гаусової функції виявляється вага значень півширини і амплітуди, що виконується шляхом побудови гістограм значень півширини і амплітуди та знаходження їх максимумів. Після цього з вхідної залежності віднімається гаусова функція з отриманими параметрами і перевіряється умова закінчення обчислень шляхом порівняннянергії отриманого залишку залежності з заданим пороговим значенням.

Ітераційний алгоритм декомпозиції гаусових функцій:

1. Присвоїти kol = 0 (кількість знайдених гаусіан) та r(x) = g(x)
2. Встановити факт наявності гаусових функцій шляхом порівняння енергії E залежності r(x) з заданим порогом level. Якщо level > E, то сформувати висновок: «Ітераційний процес завершено» і вийти (на п. 5).
3. Якщо E ≥ level, то збільшити кількість(kol = kol + 1). Якщо kol > max_kol, то вийти(п. 5). Знайти параметри гаусової функції.
4. Віднімання: вилучити отриману гаусову функцію із залежності, отримавши нову залежність: $r(x) = r(x) - Ae^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}}$.

Перейти на п. 2.

5. Вихід: якщо kol = 0, то «Декомпозиція неможлива. Спробуйте зменшити level». Якщо kol > 0, то видати результат декомпозиції.

Алгоритм пошуку параметрів гаусових функцій має наступний загальний вигляд.

1. Задати точність представлення даних eps=1.e-6 та межі діапазону для рандомізації непридатних значень [-1000,0].
2. Передати дані з трьох точок і якщо значення функцій менші за eps, то виконати п. 3.
3. Якщо дані, що розраховуються, непридатні, то замість них записати випадкові негативні значення з діапазону непридатних значень.
4. Розрахунок m: якщо ln(y3/y1) <> 0 та знаменник у m не є нулем, то обчислити значення m. Інакше перейти на п. 3.
5. Розрахунок γ: обчислити значення по формулі, якщо знаменник відмінний від нуля, інакше п. 3.
6. Розрахунок σ та амплітуди: якщо $\gamma > 0$, то розрахувати A та σ. Якщо $\gamma \leq 0$, то перейти на п. 3.
7. Вихід: якщо A < 0 або A більше максимальної амплітуди, то виконати п. 3. Якщо амплітуда входить у придатний діапазон, то видати результат для A, σ, m.

Список літературних джерел

1. Вовк С. М. Декомпозиция суммы гауссиан, искаженных импульсным шумом. Радіоелектроніка, інформатика, управління. N. 1. (2017). С.91–99.

2. Lindner R.R., Vera-Ciro C., Murray C. E., Stanimirovic S., Babler B.L., Heiles C., Hennebelle P., Goss W.M., Dickey J. Autonomous Gaussian decomposition. The Astronomical Journal. Vol. 149. (2015). P. 138–149.

3. Goshtasby A., O'Neill W.D. Curve fitting by a sum of Gaussians. Graphical Models and Image Processing. Vol. 56. (1994). P. 281–288.

АДАПТАЦІЯ МЕТА-НАВЧАННЯ НА ЧАСТКОВОМУ ШАБЛОНІ

Хабарлак К. С.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
Дніпро, Україна

Сучасні нейронні мережі показують високу якість вирішення багатьох практичних задач. Однак, для якісного навчання необхідно зібрати та розмітити досить велику вибірку даних. Розмітка даних вимагає значного вкладання коштів, а у деяких випадках зібрати велику розмічених прикладів і зовсім неможливо. В роботі [1] було показано метод оптимізаційного мета-навчання Model-AgnosticMeta-Learning (MAML). Мета-навчання являє собою підхід, в якому необхідно навчити мережу швидко адаптуватися до нових задач. Цей підхід дозволяє значно зменшити кількість прикладів, необхідних для навчання нейронної мережі.На відміну від звичайних нейронних мереж навчання формулюється через так звані «задачі», кожна з яких складається з вибірки «підтримки» та «запитів». Навчання відбувається на великій кількості різних задач. При навчанні вказується кількість класів із яких беруться задачі та кількість тренувальних прикладів на кожен з класів, наприклад, 1 приклад на кожен з 2 класів. Для тренування нейронних мереж із використанням підходу мета-навчання зазвичай достатньо 1-10 прикладів на клас. Навчання мережі розділяється на адаптацію та власне навчання.Перевагою обраного нами методу є застосовність до будь-якої архітектури нейронних мереж, однак, в [1] та у подальших роботах було показано, що фаза адаптації займає значний час, а в [2] відмічено, що час виконання сучасних нейронних мереж є занадто високим для ряду практичних задач. У даній роботі нами запропоновано метод зменшення часу виконання фази адаптації без підвищення часу навчання мережі.

Для навчання методу MAMLавторами [1] було запропоновано нейронну мережу, що складається із чотирьох згорткових слоїв та одного повнозв'язного.Введемо шаблон$\Lambda=\{\Lambda_1,\Lambda_2,\Lambda_3,\Lambda_4,\Lambda_5\}$, де $\Lambda_i=\{0,1\}$ показує, чи буде оновлюватись *i*-й шар нейронної мережі під час процедури адаптації. В шаблоні 5 елементів, оскільки ми включаємо до розгляду 4 згортових та 1 повнозв'язний шари. Якщо $\forall i$: $\Lambda_i=1$, тобто всі шари нейронної мережі будуть оновлюватись, то така процедура адаптації буде відповідати [1]. На рис. 1 показано залежність якості навчання нейронної мережі від шаблону адаптації Λ, де розібрані тривіальні шаблони такі, що$\exists j\ \forall i\neq j$: $\Lambda_i=0$, $\Lambda_j=1$, тобто лише один шар оновлюється в процедурі адаптації. В даному випадку навчання проводилось у режимікласифікації за п'ятьма класами, де в тренувальній вибірці для кожного із класів наводиться по одному зображенню. Як можна побачити, якщо активними є один з перших трьох шарів нейронної мережі, то ймовірність правильної відповіді нейронної мережі на один із прикладів із вибірки запитів відповідає випадковому вгадуванню. Якщо ж активними є останній згортковий або лінійні шари, то якість значно зростає. Оновлення та розрахунок градієнтів лише для невеликої кількості шарів нейронної мережі дозволяє значно зменшити час адаптації. Цікаво також відмітити значний зріст

якості адаптації нейронної мережі в залежності від кількості кроків адаптації, що не властиво для шаблону Λ={1,1,1,1,1}, де залежність має значно інший характер.

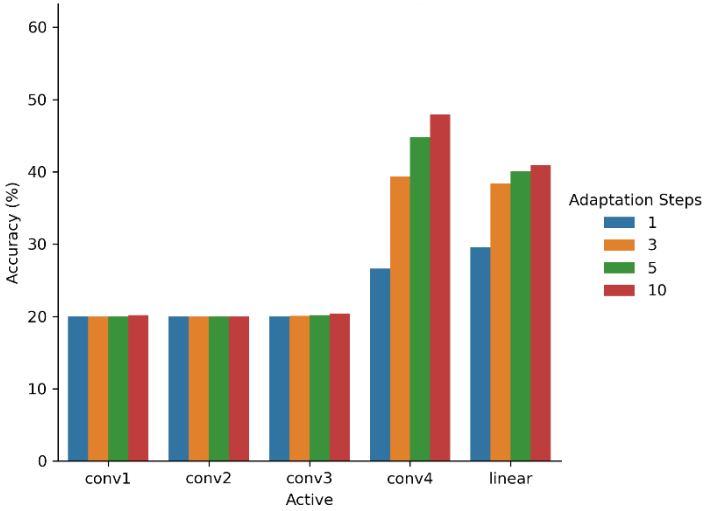


Рисунок 1 – Залежність якості адаптації від активного шару нейронної мережі та кількості кроків адаптації

Висновки. В даній роботі було розроблено модифіковану процедуру адаптації оптимізаційного мета-навчання MAML, що базується на оновлені параметрів мережі на частковому шаблоні Λ. Проаналізовано якість навчання на різних шаблонах, надані рекомендації щодо їх вибору. Завдяки правильному вибору шаблонів Λбуло значно прискорено процедуру адаптації, а також у ряді випадків покращено якість виконання алгоритму на тестовій вибірці. Такі нововведення значно поширять застосовність методу MAMLдо практичних задач.

Список літературних джерел

1. Finn C. та інші. Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks / C. Finn, P. Abbeel, S. Levine // Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning : Proceedings of Machine Learning Research / ред. D. Precup, Y.W. Teh. – PMLR, 2017. – Вип. 70. – С. 1126-1135.
2. Khabarlak K. та інші. Fast Facial Landmark Detection and Applications: A Survey / K. Khabarlak, L. Koriashkina // arXiv:2101.10808 [cs]. – 2021.

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІТА ЕКОНОМІЦІ

- **теорія та методи автоматичного управління**
- **автоматизовані системи управління технологічними процесами**
- **інформаційно-метрологічне забезпечення**
- **інформаційно-економічні системи в промисловості та фінансовій сфері**

SESSIONS 4

INFORMATION TECHNOLOGY IN AUTOMATION, ELECTRONICS AND MEASUREMENT TECHNOLOGY

- **theory and methods of automatic control**
- **automated process control systems**
- **information and metrological support**
- **information and economic systems in industry and financial sector**

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИКЕ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

- **теория и методы автоматического управления;**
- **автоматизированные системы управления технологическими процессами**
- **информационно-метрологическое обеспечение**
- **информационно-экономические системы в промышленности и финансовой сфере**

MODERN APPROACHES TO THE METHODOLOGY FOR ANALYZING THE CREDITWORTHINESS OF BORROWERS IN BANKS

Ivanova T., Naumenko N.
State University "Ukrainian State Chemical Technology University", Dnipro, Ukraine

The process of developing market relations in Ukraine reveals a significant increase in the demand for credit services of banks by business entities. In this regard, banks should be especially attentive to such a problem as assessing the creditworthiness of the borrower, primarily for the sake of their own financial security.Currently, banking institutions develop different approaches to assess the creditworthiness of customers, and each particular bank develops its own system for assessing the creditworthiness of a potential borrower, based on the specific terms of the contract, priorities in the bank's work, its specialization, market place, competitiveness, the state of relations with the client, the level of economic and political stability in the state, etc.

Obviously, a special place in the creditworthiness of a potential debtor is occupied by an assessment of his financial condition. For the lender, it means reducing the risk of losses due to the likelihood of a financial crisis in the enterprise, that is, the probability of repayment of a loan, for the debtor – knowledge of solvency and long-term financial stability for the development and adoption of strategic and tactical decisions to provide financial resources for further production and sale of products

Modern approaches to the methodology of analysis of borrowers' creditworthiness in banks are based on the complex application of quantitative and qualitative indicators. Methods and models for assessing the creditworthiness of borrowers using foreign banking institutions can be classified as follows:

– classification (statistical evaluation methods), which include score systems (rating methods) and models of forecasting bankruptcies based on MDA – Multiple Discriminate Analysis – multiple discriminatory analysis;

– models of complex analysis on the basis of "semi-empirical" methodologies, that is, based on expert assessments of the analysis of the economic feasibility of granting a loan: "rules of six C", CAMPARI, PARTS, PARSER, etc.

Over the past decades, EU banks have been developing methods for assessing the quality of potential borrowers using various classification (statistical) models. Their goal is to develop standard approaches for the objective characteristics of borrowers, to find quantitative criteria for the division of future customers on the basis of materials provided by them into reliable and unreliable – those that are at risk of bankruptcy, and those for whom the danger of bankruptcy is unlikely.

Rating (score) rating systems are created by banks on the basis of an empirical approach using regression mathematical or factor analysis. These systems use historical data on banking "good", "reliable" and "dysfunctional" loans and allow to determine the criterion level of assessment of borrowers.

The rating model is carried out at the following stages:

1) collection and analytical evaluation of incoming information for the analyzed period of time;

2) substantiation of the scorecard used for rating assessment of the financial condition of the enterprise and their classification;

3) selection and economic justification of criteria for assessing the sustainability of the financial condition of the enterprise and establishing restrictions on their change;

4) final rating assessment of the financial condition of the enterprise.

The rating indicator can be a reliable criterion for comparative assessment of the activities of various enterprises and their divisions, the competitiveness of their products, an indicator of the effectiveness of management decisions made earlier, the basis for choosing possible options for the development of production,criterion of investment attractiveness of various economic objects, assistant in choosing a banking institution of a reliable business partner. Therefore, its calculation should be allocated to a separate link of analytical work.

The advantage of the rating (point) model is its simplicity: it is enough to calculate the financial coefficients and weigh them to determine the borrower's class.

Credit scoring is a modification of the rating – a technical technique that is widely used in EU banks. The scoring model can be used to evaluate the loan already provided. that is, the degree of probability of violation by the firm of the terms of the loan agreement, and for the selection of potential borrowers. Scoring can be applied for both business enterprises and individual borrowers.

Considering the possibility of using certain indicators to assess the creditworthiness of borrowers, we must not forget about conducting a volumetric qualitative analysis. The model of complex analysis allows to aggregate quantitative and qualitative characteristics of the borrower: "rule six C", CAMPARI, PARTS, PARSER. The use of the general scheme of such analysis makes it possible to have a clear and complete picture of the nature and features of the borrower's activities.

«М`ЯКА» ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЯХ

Василенко О. В.[1], Сніжной Г. В.[1], Рева В. І.[1], Івченко С. А.[2]
[1] Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна
[2] ТОВ АСУ Інжиніринг, Запоріжжя, Україна

Вступ. Цифровізація є одним з основних векторів розвитку світової економіки і характеризується глобальним впровадженням в усі сфери діяльності людства (виробництво, бізнес, освіта, державні та суспільні комунікації) інтернет-технологій, хмарних обчислень, Big Data аналізу тощо, що потребує відповідної інфраструктури. Вона здатна забезпечити зростання української економіки на 10-12% на рік [1]. В тренді тотальної цифровізації народилася концепція Індустрія 4.0 (I4.0), в основі якої лежить поняття цифрового виробництва (Digital Manufacture), яке інтегровано із іншими «рухами» 4.0: Energy 4.0, Utility 4.0, Logistic 4.0, Mobility 4.0 та технологіями 4.0 (xxxTech): фінансовими (FinTech), освітніми (EdTech), якості життя (MedTech) тощо. Впровадження I4.0 передбачає не лише наявність відповідного рівня апаратного та програмного забезпечення, але і зміни в архітектурі підприємства/фірми/установи та підходах до управління ними.

В Україні тотальна цифровізація гальмується через відсутність достатнього матеріально-технічного забезпечення, відповідно підготовлених інженерно-технічних робітників, стандартів та методик, обмеженість державної підтримки. Оскільки більшість підприємств в Україні мають низьку ступінь готовності до «цифровізації», в деяких випадах можна запропонувати так звану «м'яку» (меншу за масштабом) цифровізацію, яка, проте, має спільну із I4.0 задачу: зробити виробництво/бізнес більш гнучким, керованим, прозорим, максимізувати прибуток, покращити конкурентоспроможність, при цьому об'єкт цифровізації не стає повномасштабною кібер-фізичною системою (CPS) [2], хоча і може мати CPS підсистеми.

Розробка концепції «м'якої цифровізації».

Визначимо основні «внутрішні» принципи впровадження I4.0 у виробництво:

1. автоматизація на всіх етапах життєвого циклу виробу, розробка CPS;
2. залучення Model-Based Design, VR/AR, розробка Digital Twin [3];
3. використання індустріального Інтернету речей (IIoT);
4. використання «цифрових» платформ (MES, CAM, EPR, PLM тощо);
5. використання високотехнологічного обладнання, xxxTech, хмарних технологій, машинного навчання, штучного інтелекту, Big Data тощо.

Визначимо основні «зовнішні» ознаки впровадження I4.0:

1. глобалізація, віддалений доступ;
2. підвищена прозорість, гнучкість, керованість, інформативність;
3. автономність, здатність до самоаналізу, навчання та самонавчання, прийняття рішень;
4. ергономічність, екологічність, замкнені цикли виробництва.

На наш погляд, використання хоча б двох «внутрішніх» принципів І4.0 можна назвати «м'якою» цифровізацією, що особливо актуально при намаганнях впровадити підходи І4.0 у виробництво із застарілою матеріально-технічною базою. При цьому таке виробництво отримує більшість базових «зовнішніх» ознак цифровізації.

Прикладом «м'якої» цифровізації є проєкти, які розробляє та впроваджує українська фірма «АСУ Інжиніринг». Фірма розробляє автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСКТП), які мають в собі підсистеми віддаленого моніторингу та контролю [4]. Для функціонування АСКТП встановлюється необхідне апаратне та програмне забезпечення, наприклад, «розумні» датчики, які передають дані через технології IoT NB. Системи охоплюють як нове обладнання (верстати, системи перетворення енергії, інші машини), так і застаріле, що особливо важливо в українських реаліях. За результатами моніторингу є можливість розробки «Цифрових двійників» (DigitalTwin) різного масштабу, що дозволяє ефективно та превентивно контролювати обладнання/процеси/виріб.

Інформація, яка отримується в ході моніторингу, наповнює структуровані бази даних. Керування даними та вбудовані інструменти аналізу дозволяють будувати графіки, екстраполювати їх для стратегічного та тактичного планування. Крім того, є можливість автоматичного формування звітів, в тому числі для ДФС України через систему M.E.Doc. На базі отриманих даних можна оцінювати ефективність роботи виробництва, або його частини.

Висновки. Для забезпечення конкурентоспроможності виробництва необхідно впроваджувати технології І4.0 в будь-якому масштабі, оскільки це підвищує ефективність виробництва. Якщо немає можливості робити це повномасштабно, наприклад, побудувати принципово нове виробництво із «вбудованими» можливостями І4.0 (найбільш ефективний, але й найбільш дорогий шлях), має сенс впроваджувати такий набір технологій І4.0, який в цілому здатний забезпечити досягнення частини «зовнішніх» ознак цифровізації для конкретного виробництва.

Список літературних джерел

1. Федоров, Михайло. Цифровізація забезпечить зростання української економіки на 10-12% на рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/news/mihajlo-fedorov-cifrovizaciya-zabezpechit-zrostannya-ukrayinskoyi-ekonomiki-na-10-12-na-rik

2. Al-Ali, A.R. & Gupta, Ragini & Al Nabulsi, Ahmad. (2018). Cyber physical systems role in manufacturing technologies. AIP Conference Proceedings. 1957. 050007. 10.1063/1.5034337. [Electronic resource]. – Access mode: https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5034337

3. Fei Tao, Qinglin Qi, Lihui Wang. Digital Twins and Cyber-Physical Systems toward Smart Manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison [Electronic resource]. – Access mode: https://www.engineering.org.cn/en/10.1016/j.eng.2019.01.014

4. Control systems Software Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://asu.net.ua/

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ЦЕХУ

Дмитрієва І.С., Самуськов О.Д.
Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

В даний час застосування інформаційних технологій, таких як технологія швидкого створення прототипів, комп'ютерного моделювання процесу затвердіння виливки, є освоєними напрямками підвищення ефективності організації конструкторсько-технологічної підготовки ливарного виробництва.

Для механічних цехів один з важливих етапів моделювання - це моделювання механічних верстатів, конвеєрних ліній, роботизованих цехів, пневматичних і гідравлічних систем.

Сучасні засоби дозволяють повністю змоделювати і перевірити виробниче середовище ще до того, як хоча б одна фізична одиниця устаткування встановлена і запущена в експлуатацію.

Сучасне імітаційне моделювання виробничих процесів дозволяє відтворювати послідовність виконання операцій або етапів виробничого процесу шляхом моделювання його окремих елементів, а також визначити найкращий тип виробничої лінії з отриманням оптимальних показників[1].

Методи імітаційного моделювання дозволяють зібрати необхідну інформацію про поведінку системи шляхом створення її комп'ютеризованої моделі. Ця інформація використовується потім для проектування системи.

Plant Simulation в повній мірі використовує переваги об'єктно-орієнтованого підходу до розробки моделі [2].

Метою моделювання є обчислення середньої продуктивності лінії, потреби в проміжних накопичувачах, їх ємності і впливу співвідношення різних модифікацій продукції на середньорічну продуктивність.

У більш складних випадках, коли алгоритм роботи системи нетривіальні, потрібно написання процедур, які здійснюють обробку різних подій, таких, як прихід/відхід деталі з поста, виникнення збою в обладнанні або запуск переналагодження.

Модель необхідно не тільки побудувати, але і виконати якісний і кількісний аналіз роботи об'єкта. Кожен об'єкт в моделі автоматично здійснює збір статистики своєї роботи - час роботи, кількість і типи обслуговуваних об'єктів, поломки і ін. Для візуалізації цих значень застосовувався інструмент «Аналізатор вузьких місць», що дозволило автоматично зібрати статистику і знайти найбільш/найменш завантажені ділянки.

Ще однією можливістю Plant Simulation є автоматична побудова діаграм Сенкі за результатами роботи за певний час і пошук ділянок з найбільш інтенсивним матеріалопотоком. При необхідності відображення моделювання на тимчасовому графіку можна скористатися будівником діаграм Ганта.

Доволі часто зустрічається ситуація, коли система, що розробляється, не забезпечує бажаних характеристик роботи. У цьому випадку необхідна оптимізація параметрів системи або алгоритму управління.

Найпростіший метод оптимізації - це проведення симуляції моделі при різних вихідних даних. Це можна зробити і вручну, однак інструмент Plant Simulation «Менеджер експериментів» дозволяє автоматизувати цей процес. Досить поставити діапазони зміни параметрів - і автоматично буде виконано моделювання їх заданих комбінацій також статистичні оцінки, якщо в моделі присутні випадкові фактори.

Оптимізація часто вимагає великих витрат машинного часу. При великій кількості ітерацій час може стати обмежуючим фактором, наприклад, при оперативному плануванні на зміну.

В результаті виконання даної роботи було встановлено, що використання комп'ютерного моделювання за допомогою програми PlantSimulation, не тільки дає можливість наочно побачити процес виготовлення, але контролювати його до реального запуску виробництва.

Була проведена оцінка завантаженості обладнання та ділянок цеху. Підібраний раціональне час подачі шихти в плавильні агрегати, подача матеріалів, для виготовлення форм з урахуванням лінії.

Встановлено, що оптимальний час подачі повинно бути не менше часу плавлення металу, в такому разі не будуть утворюватися місця простоїв (вузькі місця), що позитивно позначиться на якості виливків.

Що стосується способів транспортування рідкого металу, то можна відзначити, що зміна обладнання (мостовий кран, візок, підлоговий навантажувач) мало впливає на обсяг роботи обладнання. Однак, ефективніше використовувати способи транспортування в суміщеному вигляді (підлоговий навантажувач і мостовий кран).

Використання даної програми дозволило оцінити і спостерігати роботу персоналу і способи їх пересування по виробничому приміщенню. Було встановлено, що в першу і другу зміни робочі більшу частину часу проводять в зоні плавки, формування і вибивання. У третю (нічну) зміну підключається до роботи і зони фінішних робіт. Ця умова чітко проглядається при запуску виробництва. Надалі все дільниці працюють у міру надходження матеріалу.

Таким чином, дана програма дозволяє оцінити завантаженість обладнання та виявити вузькі місця виробництва.

Список літературних джерел

1. Кулик К.О., Вислоух С.П. Імітаційне моделювання технологічних процесів / К.О. Кулик, С.П. Вислоух // XV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 р.: тези доп. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 140-143.

2. Plant Simulation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.csoft.ru/catalog/soft/plant-simulation/plant-simulation.html.

ВИКОРИСТАННЯ СУБД В АКУСТИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗВУЧАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Новіцька І. В., Онисько А. І.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

Актуальність. Одним із головних компонентів програмного забезпечення інформаційної системи є бази даних, де міститься просторова і атрибутивна інформація. Збереження та накопичення даних є однією з основних дій, здійснюваних над інформацією, яка забезпечує її доступність протягом певного проміжку часу. Збором і накопиченням даних, коригуванням, сортуванням та відбором необхідних даних тією або іншою мірою займається кожен фахівець, незалежно від сфери своєї діяльності. Пропонується використовувати системи управління базами даних (СУБД) в сучасних акустичних комплексах для ідентифікації об'єктів в водному середовищі.

Основна частина. За основу взято вже відомий сучасний підхід до зберігання та обробки інформації різного роду та аналіз їх сильних і слабких сторін. Процес створення та введення такої СУБД призначений для рішення однієї з проблем – акустичні сигнатури (АС) можуть записуватися у відмінних форматах, що може сприйматися лише в конкретних системах БД. Виникає задача запису вхідної інформації на зовнішні жорсткі диски. В існуючих системах і використовуються такі накопичувачі даних, що доступні для всіх приладів по мережі (мережеві накопичувачі даних (МНД)). В МНД виникає потреба запису, читання інформації, та аналізу без участі спеціалістів-розробників. Головна проблема в тому, що вся збережена інформація на МНД, представлена в файлах різних форматів.

У використанні такого підходу є недоліки:

файли зв'язані між собою певним логічним зв'язком, однак фізично цих зв'язків не існує;

відсутні універсальні інструменти для швидкого пошуку і вибірки даних;

потрібна розробка додаткового програмного забезпечення (ПЗ).

Разом з тим присутні такі переваги:

простота реалізації, що обумовлює необхідність підлаштовуватися під заданий сторонньою організацією формат;

доступ на пряму до файлів з даними не вимагає освоєння додаткових навичок.

Як інновація, в акустиці було запропоновано перейти на БД та керувати/контролювати інформацію у базі даних, що має спростити пошук чи аналіз вхідної/вихідної інформації, порівнювати отримані сигнали. Звук – це механічна хвиля, яка описується певними фізичними величинами. Щодо частоти звуку, людина сприймає механічні коливання як звук, якщо він входить в певний "частотний діапазон. Гучність звуку визначається середнім тиском звукової хвилі на органи слуху людини, тому є поняттям суб'єктивним [4].

Звукові сигнали були записані за допомогою трьох датчиків, що знаходяться на різних відстанях до об'єкта, на яких установлені підсилювачі для мінімізації навколишнього шуму інших об'єктів. Для більш широкого вивчення

та аналізу АС датчики сприймають надзвичайно широкий частотний діапазон. Так як, у БД акустичні сигнатури мають бути записані у певному форматі, щоб не виникало проблем з роботом над отриманими файлами, ці сигнатури перед записом до бази даних перетворюють у більш зручний формат. Звуки мають деякі сталі величини (ідентифікатори), як: частота, амплітуда, гучність, гармоніка звуку, інтенсивність і т.д. Ехосигнал від об'єкта класифікації формується на основі відображення енергії падаючого зондуючого сигналу на об'єкт по нормалі щодо напрямку надходження зондуючого сигналу гідролокатора[2, 3]. Під час порівняння сигналу, який був отриманий за допомогою датчиків зі сигналом із бази даних можна визначити чи це один і той же предмет чи ні. Звукові сигнатури можна порівнювати між собою, та визначати чи це той же предмет/об'єкт, від якого через певний проміжок часу поступили сигнали на ці датчики. Також якщо два сигнали що поступили на датчики мають однакові сигнатури, то їх можна порівнювати, обчислюючи кореляцію(статистична залежність між величинами, яка немає строго функціонального характеру). Кореляційна залежність при залежності випадкових факторів; або за умов від яких залежності обидвох величин. Ступінь кореляції показниками: коефіцієнт кореляції, кореляційне відношення та ін.[5]. Також як практичний приклад кореляції можна взяти «стакан, що одночасно є наполовину повний наполовину порожній» та в цьому випадку повність стакану є обернено пропорційну його пустоті. Кореляційний метод може бути неточним, або навіть недоречним до порівняння тих сигналів, що можуть бути схожі але зсунуті.

Висновок.Проаналізовано існуючий сучасний підхід до збереження, опрацювання та аналізу сигналів в морському середовищі. Створено базу даних акустичних образів спрямована на введення інноваційних технологій запису звукових сигнатур в форматі зручному для аналізу та визначення звуків предметів та природних чи штучних фонових шумів. Створена система істотно спрощує процес обробки гідроакустичних сигналів і дає можливість досягти чіткого результату в межах більш складних систем.

Список літературних джерел

1. Крёнке Д. Теория и практика построения баз данных. – СПб.: Питер, 2003. – 799 с.

2. Штагер Е.А., Чаевский Е.В. Рассеяние волн на телах сложной формы. – М. : Сов. Радио, 1974. – 240 с.

3. Ультразвукова діагностика / Матіас Хофер, 2013, – 128 с.

4. Физические основы подводной акустики; ред. Мясищева В.И. – М.: Советское радио, 1955. –740 с.

5. Шевченко Р.Л., Ревицька У.С., Івасюк В.В. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики: Посібник для студентів економічних спеціальностей. − Біла Церква. 2007. − 197с.

STRUCTURE OF THE CONTROL SYSTEM OF HIGH-SPEED REDUCTION AND COOLING UNIT

Nechyporenko O. V., Voloshaniuk O. Ya.
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Modern technologies for generating electricity at domestic thermal and nuclear power plants (TPPs and NPPs) are based on the use of machine-type electric generators with a mechanical drive from a steam turbine. The fundamental basis of TPPs for steam generation is the combustion of different types of fuel, in relation to nuclear power plants, the issue of steam generation is based on the heat released during a nuclear reaction.

Automated process control systems of technological processes for TPPs and NPPs are designed to implement two main functions - information and control. Information functions include the collection of primary data on the course of technological processes and the state of technological equipment, their processing and issuance of information to the operator, diagnostics of equipment damage and determination of technical and economic indicators. The control functions include automatic regulation and optimization of technological processes.

Given the tasks aimed at automating the operation of main and auxiliary equipment of TPPs and NPPs, as well as taking into account rising natural fuel prices, which determines the urgency of energy saving, production optimization and process improvement, substantiation of the control system of high-speed reduction and cooling unit(HSRCU) which is the main structural unit of a modern enterprise for the production of electricity is an important and urgent task.

Problems of improving the efficiency of fuel and energy complexes, their automation and process control have been studied by many scientists. Thus, in [1] the problem of reaction rate of the steam control system HSRCU in the energy generating industry and chemical industry is considered. Work [2] is devoted to solving the problem of improving the efficiency of fuel and energy resources through energy conservation. In [3] the authors proposed a scheme for modeling an automated steam temperature control system HSRCU, its mathematical model and calculations of the time constant and control factor. However, we can say that there are no scientific works that would fully consider the structure of the management system HSRCU at the moment.The purpose of the study is to substantiate the structure of the management system of HSRCU.

The task of automatic control is to ensure the desired behavior of the control object, in this case HSRCU and all technological processes that take place in it. The behavior of the control object is determined by the values of the output values, which are the main final component of the automated control system. The object of control is influenced by factors that act from the external environment, these include pressure, temperature, actions of technical personnel, and so on. In turn, external influences prevent the desired change in the behavior of the object.

The main perturbing effect on steam pressure in HSRCU is the change in fresh steam pressure, as well as the change in its consumption. Steam temperature is affected mainly by changes in fresh steam consumption, its pressure and flow.

The dynamic processes of HSRCU can be described by a first-order differential equation. The transfer function of the link is a function of the transfer of the control object in the automated control system of the HSRCU.

Algorithms of automatic control of HSRCU are presented by algorithms of automatic opening and closing of a rotary-regulating gate and regulation of pressure of steam, and also algorithms of automatic regulation of temperature of steam and opening and closing of the regulating valve.

The control system of the HSRCU has a link that takes into account the delay caused by the process of quantization of a continuous signal over time. Also in the structure of the specified system the linear link with a zone of insensitivity is entered.

The analysis of the transition process schedule showed that the HSRCU control system designed to maintain the pressure is stable, the transition process schedule is monotonous. To improve the quality of the transition process, it is necessary to perform parametric optimization of the control system HSRCU. Proportional and integral coefficients were chosen as variable values, the optimal values of which were determined in the process of modeling the control system of the HSRCU under zero initial conditions, taking into account the restrictions: the set value of deviation Δ of the regulated value should not exceed 5%; the transition time is not more than 15 seconds.

The initial data for modeling the optimized control system HSRCU were as follows: maximum integration step 0,01 seconds; minimum integration step 0,001 seconds; final calculation time 40 seconds; relative error $1e^{-4}$; absolute error $1e^{-1}$.

The efficiency indicators of the control system of the high-speed reduction and cooling unit according to the previous model were: static error 0,2 kgf/cm^2, and adjustment time 12,28 seconds.

As a result of the parametric optimization of the control system HSRCU found the optimal values of the gain coefficients $k_n$andk_i, equal to 12 and 1,5; at which the adjustment time was 8,62 seconds.

An effective HSRCU management system will significantly improve quality indicators and reduce external impact on the system.

Analysis of the results of the efficiency of the control system HSRCU showed the need to optimize the initial model of the system, as a result of the parametric optimization of the control system HSRCU found the optimal values of the gain.

References

1. Voloshaniuk O. Ya. Syntez podoby elektronnoi systemy keruvannia shvydkodiiuchoiu reduktsiino-okholodzhuvalnoiu ustanovkoiu / O. Ya. Voloshaniuk, O. V. Nechyporenko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – Khmelnytskyi: KhNU, 2020. – № 5 (289). – C. 202-211.

2. Maliarenko V. A. Koheneratsiini tekhnolohii v malii enerhetytsi: monohrafiia / V. A. Maliarenko, O. L. Shubenko, S. Yu. Andrieiev, M. Yu. Babak, O. V. Senetskyi. – Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova, 2018. – 454 s.

3. Hichov Yu. O. Teplovi elektrostantsii ta problemy peretvorennia enerhii. Chastyna II: Navchalnyi posibnyk. – Dnipro: NMetAU, 2017. – 59 s.

BUILDING OF ENTREPRENEURSHIP ICOME FORECAST MODEL IN SERVICE SPHERE

Novoienko V., Naumenko N.
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Developed countries experience shows that income and the net profit forecasting gives an opportunity to avoid miscalculations and expenditures connected with them. In order to improve the financial and economic activity of entrepreneurship, income and the entrepreneurship net profit require the permanent analysis and forecasting.

The economic entrepreneurship numbers forecast for the future is one of the vital tasks. There is a range of classic methods which are based on the mathematical mechanism of statistics among which analysis and modeling of the dynamic range and econometric methods are highlighted. The mentioned methods feature is an accurate model specification which is constructed. Therefore the question of identifying and applying of the forecasting model at the entrepreneurship level is significant.

There are many works of Ukrainian and foreign scientists dedicated to trend and seasonal investigations of processes, economic and financial numbers of entrepreneurship prediction in the economic literature [1-2].

It is necessary to build a forecasting model of experimental entrepreneurship net profit in the research, prove its validity and identify the forecasting number of the rate as well.

To achieve the stated aim it is necessary: to conduct the rate smoothing (to delete cyclical fluctuations from the time line); to identify the time line model type (adaptive or multiplicative); to emphasize and exclude seasonal fluctuations out of the dynamic range; to identify the trend function type; to estimate trend characteristics and to build the forecasting model; to prove its adequacy; basing on the built model to identify point entrepreneurship net profit forecasting.

The economic development phenomenon is characterized by the time line which components are: the main tendency, cyclic, seasonal and random components.

The hypothesis of investigating process of present tendencies was checked in order to make up the entrepreneurship net profit forecasting. Therefore the rank correlation method was used and the rate of correlation method was calculated.

To get rid of the cyclic component, smoothing of the stated dynamic range might be applied, using the method of the moving average according to its three followed up levels. The cyclic component was emphasized to

identify the type model (adaptive or multiplicative) which characterizes the dynamic range.

Calculations of absolute deviation in the season were performed in order to emphasize and exclude the time line seasonal component. Absolute deviation is calculated step by step averaging out the cyclic component. For the adaptive model one requirement should be met, the sum of seasonal fluctuations rate is equal zero. Excluding of the seasonal component was conducted by taking away corresponding seasonal rate component from the stated time line.

The method of characteristics growth based on using separate definite curves' features was used to choose the growth curve. The procedure of choosing curves by applying this method includes the rate equation with the help of moving average according to its three points as well as identifying average increases and derived values. The growth curve type is chosen according to the character of averages increases changes and derived values. The tendency of entrepreneurship income is suggested to be represented with indicated regression.

The analysis of constructed model quality was performed. The model is valid as far as it satisfies all valid conditions: the oddments expectation value is equal zero, the randomness of the model's oddments is proved; the autocorrelation absence and the accordance of oddments to the regular distribution law are proved as well. As long as $F_p > F_{table}$, with the probability $P = 0,95$ this mathematical model is considered to be valid for investigating data, moreover, the economic analysis and forecast making can be performed on its basis.

The valid forecast of the entrepreneurship net profit is received as a result of the time line full analytical study algorithm applying. The represented analytical study algorithm of trend seasonal processes might be used in the entrepreneurship activity prediction as well.

References

1. Редченко К.І. Стратегічний аналіз у бізнесі : [навч. посіб.] / К.І. Редченко. – Львів : Новий Світ – 2000, 2003. – 272 с.

2. Головко Т.В. Стратегічний аналіз : [навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц.] / Т.В. Головко, С.В. Сагова. – К. : КНЕУ, 2002. – 198 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Овчаренко О.В., Куриленко В.В., Козлов Я.М.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

З розвитком ринкових відносин для українських підприємств енергетичної галузі стали доступні різні підходи до управління з притаманними їм методами та інструментами. Кожне підприємство можна розглядати як цілісну структуру взаємодіючих об'єктів, суб'єктів і функцій. Взаємодії, в результаті яких відбувається перетворення вихідного матеріалу в цільової матеріал, називають процесами, а всю структуру часто називають архітектурою процесів. В свою чергу, бізнес-процеси - це взаємопов'язані і послідовні дії, що відповідають наступним опціям:метою є виробництво продукції або послуги;в процесі беруть участь люди. І саме процес вдосконалення системи управління бізнес-процесів набуває більшої значущості в теперішній час з використанням інструментарію моделювання.

Найбільш поширеними методами моделювання бізнес-процесів на теперішній час є:

- метод функціонального моделювання SADT (IDEF0);
- метод моделювання процесів IDEF3;
- моделювання потоків даних DFD;
- метод ARIS;
- метод Ericsson-Penlcer;
- метод моделювання, який використовується в технології RationalUnifiedProcess.

Кожен з них має свої преваги та недоліки.

1. Метод функціонального моделювання SADT (IDEF0) - являє собою сукупність правил і процедур, призначених для побудови функціональної моделі об'єкта будь-якої предметної області.

Переваги: повнота опису бізнес-процесу (управління, інформаційні таматеріальні потоки, зворотні зв'язки); комплексність декомпозиції; можливість агрегування, деталізації потоків даних і інформації(поділ і злиття дуг);наявність жорстких вимог, які забезпечують отримання моделейстандартного виду; простота процесів документування;відповідність стандарту ISO 9000: 2000.

Недоліки: складність сприйняття (велика кількість дуг на діаграмах); велика кількість рівнів декомпозиції; складність ув'язкидекількох процесів, представлених в різних моделях однієї і тієї жорганізації.

2. Метод моделювання процесів IDEF3 - основою моделі IDEF3 є так званий сценарій процесу, який виділяє послідовність дій і підпроцесів аналізованої системи.

В якості основної одиниці моделі IDEF3 є діаграма, іншим досить важливим компонентом моделі є дія, або в термінах IDEF3 «одиниця роботи». Дії в IDEF3 можуть бути декомпозовані або розкладені на складові для більш детального аналізу. Метод IDEF3 дозволяє здійснити декомпозицію дії кілька разів, що забезпечує документування альтернативних потоків процесу в одній моделі.

3. Метод моделювання потоків даних DFD - модель системи визначається як ієрархія діаграм потоків даних, що описують асинхронний процес перетворення інформації від її введення в систему до видачі споживачеві.

Переваги: можливість однозначно визначити зовнішні сутності, аналізуючипотоки інформації як всередині, так і поза системою;можливість проектування зверху вниз, що істотно полегшуєпобудова моделі «як повинно бути»;наявність специфікацій процесів нижнього рівня, що дозволяєподолати логічну незавершеність функціональної моделі, а такожпобудувати повну функціональну специфікацію ї системи, що розроблюється.

Недоліки: необхідність штучного введення керуючих процесів, тобто керуючі впливу (потоки) і керуючі процеси з точки зоруDFD нічим не відрізняються від звичайних;відсутність поняття часу, інакше кажучи, відсутність аналізучасових проміжків при перетворенні даних (всі обмеження почасу повинні бути введені в специфікаціях процесів).

4. Метод ARIS - методичну основу методу становить сукупність різнихметодів моделювання, що відображають різні погляди на досліджувану систему.Для побудови перерахованих типів моделей використовуються як власніметоди моделювання ARIS, так і різні відомі методи і мовимоделювання, зокрема, UML. В процесі моделювання кожний аспектдіяльності компанії спочатку розглядається окремо, а після детального опрацювання всіх аспектів будується інтегрована модель, що відображає всізв'язки між різними аспектами.

Переваги: комплексність,яка проявляється у взаємозв'язку між моделями різних типів; дозволяє описувати діяльність компанії з різних точок зору івстановлювати зв'язки між різними моделями.

Недоліки: важкореалізуємий на практиці, оскільки тягне за собою великі витрати ресурсів (людських і фінансових) протягом тривалого часу; інструментальне середовище ARIS досить дороге і складнеу використанні.

5. Метод Ericsson-Penlcer - застосовується мова об'єктного моделювання UML. Основною діаграмою UML, щовикористовується в даномуметоді, є діаграмадіяльності.

Обмеження в застосуванні мови UML для моделювання бізнес-процесів пов'язані більше з властивостями самої мови, ніж з практичною відсутністю синтаксичного контролю моделей в існуючих засобахвізуального моделювання, що підтримують UML, і невеликим досвідом його практичного застосування на відміну від стандартуIDEF0.

6. Метод моделювання, який використовується в технології RationalUnifiedProcess - спрямований в першу чергу на створення основи для формування вимог до програмного забезпечення, передбачає побудову двох базових моделей: моделі бізнес-процесів (BusinessUseCaseModel), моделі бізнес-аналізу (BusinessAnalysisModel). Даний метод акцентує увагу в першу чергу на елементарних бізнес-процесах.

Переваги: модель бізнес-процесів будується навколо учасників процесів(зацікавлених осіб) і їх цілей, допомагаючи виявити всі потреби клієнтівкомпанії;моделювання на основі варіантів використання сприяєкращому розумінню бізнес-моделі з боку замовників;передбачає досить простий перехід від бізнес-моделі досистемних вимог.

Формалізація та оптимізація бізнес-процесів на підприємствах енергетичної галузі з використання методів моделювання дозволить: впорядкувати взаємовідносини з контрагентами, зменшити собівартість виробництва, збільшити маржинальний прибуток підприємств.

Список літературних джерел

1. Увлина, Г. И. Методическоепособие по развитию и управлениюбизнес-процессов: каталог изданий / Г. И. Увлина, Г. Н. Денищенко. – Санкт – Петербург : Лаборатория знаний, 2009. – 333 с.

2. Всяких, Е. И. Практика и проблематика моделированиябизнеспроцессов. / Е.И. Всяких, А.Г. Зуева, Б.В. Носков. – М.: ДМК Пресс, КомпанияАйТи, 2008. – 246 с.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ

Овчаренко О.В., Науменко Н.Ю., Неронов В.О.
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

У науковій літературі описано багато підходів до оцінки економічної безпеки регіону, що базуються на різноманітних принципах, і інструментарію, що використовується. Кожен з них має свою специфіку, свої переваги і недоліки[1]. Однак, на наш погляд, саме використання методів нечіткої логіки при побудові моделі оцінки економічної безпеки регіону і є тим самим універсальним інструментом, який дозволитьоцінити економічну безпеку регіону:

- без прив'язки до галузевої специфіки,
- урахувати всі фактори, що впливають на стан економічної безпеки регіону;
- базується на загальнодоступних даних;
- дозволяє аналізувати об'єкт дослідження як в статиці, так і в динаміці;
- дає можливість оцінювати як загальний стан економічної безпеки регіонів, так і за окремими складовими;
- дозволяє порівнювати стан економічної безпеки регіону як з іншими регіонами України, так і з регіонами інших країн світу.

Побудова моделі здійснюється відповідно принципів ідентифікації нелінійних об'єктів нечіткими базами знань [2, С. 27]:

- лінгвістичність вхідних та вихідних змінних. У відповідності до цього принципу входи і виходи системи оцінки економічної безпеки регіону описуються лінгвістичними змінними, які, в свою, чергу, оцінюються не кількісними, а якісними термами (від англ. term - називати). Кожен терм, що оцінює лінгвістичну змінну, можна формалізувати у вигляді нечіткої множини, заданої на відповідній універсальній множині.
- формування структури залежності „вхід-вихід" у вигляді нечіткої бази знань. Формування нечіткої бази знань є своєрідним аналогом етапу структурної ідентифікації, на якому будується груба модель оцінки економічної безпеки регіону із змінними параметрами, які необхідно настроїти. В даному випадку змінними параметрами є параметри функцій приналежності нечітких термів, які оцінюють входи і виходи системи економічної безпеки регіону.
- ієрархічність баз знань. Велика кількість вхідних змінних значно ускладнює побудову системи висловів про залежність „вхід-

вихід". У зв'язку з цим доцільно провести класифікацію вхідних змінних і побудувати на її основі так зване дерево висновку, яке буде системою ієрархічно зв'язаних нечітких баз знань меншої розмірності. За рахунок принципу ієрархічності можна враховувати практично необмежене число вхідних змінних, що впливають на оцінку вихідної змінної. При побудові дерева висновку необхідно прагнути до того, щоб число аргументів в кожному вузлі дерева задовольняло правилу 7±2. Також ієрархічне представлення експертних знань дозволяє враховувати нові змінні у міру накопичення знань про об'єкт.

- оцінка якісних змінних принципом „термометра". Даний принцип зручно застосовувати тоді, коли експерт не в змозі оцінити деяку змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень. Зручність такого підходу полягає в тому, що він дозволяє розглядати різні за природою лінгвістичні змінні на єдиній універсальній множині. Сутність принципу термометра полягає у визначенні експертної оцінки деякою змінною шляхом закрашення частини шкали, у якої ліва і права межі відповідають мінімальному і максимальному рівням тієї або іншої змінної.

- двоетапна настройки баз нечітких знань. Застосування такого принципу передбачає побудову моделі оцінки економічної безпеки регіону в два етапи, які аналогічні етапам структурної і параметричної ідентифікації при використанні класичних методів.

Процес побудови інтегрального показника оцінки економічної безпеки регіону пропонується здійснювати наступним чином:

1) Формування набору необхідних показників, їх розподіл на групи, всебічно характеризують економічну безпеку регіону інвестиційна безпека, інноваційна безпека, фінансова безпека, зовнішньо-торгівельна безпека, соціальна безпека, демографічна безпека, макроекономічна безпека.

Вихідна змінна - стан економічної безпеки регіону, розраховується на основі значень узагальнюючих показників. Позначимо інтегральний показник економічної безпеки регіону через змінну $I_ь$.

2) Визначення лінгвістичних змінних. З метою оцінки лінгвістичних показників, що характеризують економічну безпеку регіону, визначається шкала оцінки показників і їх подальша класифікація:

К – кризовий рівень;

Н – низький рівень;

С - середній рівень;

ВС – вище середнього рівень;

В - високий рівень.

Для подальшої оцінки можливих значень вихідної лінгвістичної змінної I_b, що характеризує рівень економічної безпеки регіону використовується наступна шкала:

КБ – кризовий рівень економічної безпеки регіону;

НБ – низький рівень економічної безпеки регіону;

СБ – середній рівень економічної безпеки регіону;

ВСБ – вище середнього рівень економічної безпеки регіону;

ВБ – високий рівень економічної безпеки регіону.

3) Побудова функції належності відповідних показників. На даному етапі будуються функції належності вхідних параметрів до певного рівня шкали оцінки {К, Н, С, ВС, В} і формуються функції належності нечітких термів {КБ, НБ, СБ, ВСБ, ВБ} до результуючої змінної К. Задаються параметри функцій належності для всіх термів всіх змінних. За допомогою функцій належності значення вхідних змінних переводяться в значення лінгвістичних змінних {К, Н, С, ВС, В} (процес фазифікації - перехід до нечіткості) і в подальшому використовуються як якісні.

4) Формування набору правил для визначення приналежності до результатів певним правилам. На даному етапі формується нечітка сукупність знань, утворена нечіткими лінгвістичними правилами на основі експертної інформації. В результаті ми отримаємо нечіткий логічний висновок по визначенню рівня економічної безпеки регіону.

Використання даної моделі дозволяє проводити аналіз рівня економічної безпеки регіону в цілому, а також за проміжними показниками, а застосування апарату нечіткої логіки дозволяє робити висновок про рівень економічної безпеки регіону при різних комбінаціях значень вхідних змінних.

Список літературних джерел

1.Овчаренко О.В. Аналіз наявних підходів до оцінки економічної безпеки регіону// Наука, технології, інновації: Науковий журнал. 2021. №3(19). С. 20-29.

2. Мітюшкін Ю.І., Мокін Б.І., Ротштейн О.П. Soft Computing: ідентифікація закономірностей нечіткими базами знань. Монографія.- Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2002.- 145 с.

INTELLECTUAL CONTROL OF AN UNDERACTUATED SPACECRAFT USING REINFORCEMENT LEARNING

Redka M. O., Khoroshylov S. V.

Institute of Technical Mechanics of the National Academy of Science of Ukraine and the State Space Agency of Ukraine, Dnipro, Ukraine

During implementation of various space missions, it is necessary to control relative motion of spacecrafts. For example, such control is necessary during docking of spacecrafts or satellites; to deliver astronauts or cargos to the space station or to navigate over spacecraft in order to perform service manipulations; to navigate a formation of satellites of given configuration, or to remove space garbage.

Using of control impulses which are applied to the tangent of the orbit allows designers of a spacecraft control system to reduce general fuel consumption and to simplify architecture of the control system. However, for the case of elliptic orbits, such control configuration leads to time-periodic control error during forming of control impulses using linear controller. Existing solutions lead to further complexity of the system itself and also for the analytic solving of the task.

At the same time, machine learning and particularly reinforcement learning algorithms has massively evolved in the past decade. These algorithms allow researchers to find close to optimal control in a result of interaction of spacecraft with environment, using the reinforcement signal in order to quantify quality of control impulses. However, it is not always possible to find a solution for the given problem due to the need for choosing of structure of neural networks and hyperparameters which determine the whole learning process. Due to this fact, it is necessary to make a research of implementation of reinforcement learning algorithms, and particularly in the task of relative control of an underactuated spacecraft.

Main purpose of the research is to develop algorithm of intellectual control of a spacecraft using reinforcement learning algorithms. During the research, several popular reinforcement learning algorithms have been used. Actor-critic is one of the most widely used algorithm in the field from the family of temporal-difference learning, that allows to approximate not only the strategy, but also the value function during interaction of the agent with an environment [1]. Several variants of critic

representation were considered [2]. It has been shown, that approximation accuracy depends on a structure of neural networks, methods of updating neural network weights and also from parameters of learning.

Another reinforcement learning algorithm was also used - proximal policy optimization [3]. This algorithm was introduced recently in order to solve learning problems of family of actor-critic methods. Proximal policy optimization algorithm uses policy clipping in order to minimize the possibility of situations when actor changes the strategy very drastically during learning process. As was stated, this algorithm also allowed to get optimal control for the given task. However, this algorithm demanded slightly more time in order to find optimal model.

Researched methods allows solving of given type of tasks using control systems with various structures, and they also has ability to further improve control after implementation of the system during interaction of a spacecraft with the real environment. Parameters responsible for the improving of learning were also identified for each algorithm.

Список літературних джерел

1. Хорошилов С.В., Редька М.О. Інтелектуальне керування орієнтацією космічних апаратів із використанням навчання з підкріпленням // Технічна механіка. – 2019. – Вип. 4. – С. 29–43.

2. Khoroshylov S., Redka M. Relative control of an underactuated spacecraft using reinforcement learning // Technical Mechanics. – 2020. – No4. – P.43–54.

3. Proximal Policy Optimization Algorithms / Schulman, J., Wolski, F., Dhariwal P., Radford A., Klimov O. // arXiv preprint. - arXiv:1707.06347. - 2017. - 12 p.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ НАНОЛАЗЕРА ЗА РАХУНОК ЕФЕКТУ ПАРСЕЛЛА

Смирнова Н.А.[1], Гречишкін А.Р.[1], Коротун А.В.[1], Тітов І.М.[2]

[1] Національний університет «Запорізька політехніка»,
Запоріжжя, Україна

[2] UAD Systems, Запоріжжя, Україна

Відомо, що коли розміри наночастинок менші або порівнянні з довжиною хвилі, швидкість спонтанного випромінювання молекули, розташованої поблизу наночастинки, може як збільшуватися, так і зменшуватися порівняно зі швидкістю спонтанного випромінювання у вакуумі. У цьому і полягає сутність так званого ефекту Парселла [1]. Кількісно цей ефект характеризується фактором Парселла f_p, що визначається як відношення модифікованої оточенням швидкості спонтанного випромінювання Γ до швидкості спонтанного випромінювання у вакуумі Γ_0. Цей ефект може призводити до значної зміни в режимі генерації нанолазерів.

Використання металевих наночастинок в якості резонатора нанолазера дозволяє добитися істотного зменшення його розмірів. Це зумовлене тим, що розміри нанолазера у цьому випадку визначаються лише розміром частинки-резонатора і коефіцієнтом підсилення активного середовища, здатного компенсувати втрати у металевій наночастинці.

Тому задача про вплив наночастинок різної геометрії на спонтанне випромінювання молекули, розташованої поблизу неї, з метою визначення умов, за яких можливим є ефективне управління спонтанним випромінюванням молекул є актуальною.

Зміна швидкості спонтанного випромінювання молекули в околі наночастинки характеризується фактором Парселла [2]

$$f_p = \frac{8\pi^4 c^3 \omega_{sp}}{QV\left[\left(\omega_0 - \omega_{sp}\right)^2 + \left(\omega_{sp}/Q\right)^2\right]}\left(1 + \frac{1+3\cos^2\theta}{\tau_m^2 r^6}|\alpha|^2\right). \qquad (1)$$

де c – швидкість світла; τ_m – діелектрична проникність середовища, в якому знаходяться молекула і наночастинка; Q – добротність наночастинки, яка відіграє роль резонатора; ω_0 – частота випромінювання молекули; V – об'єм резонансної моди; ω_{sp} – частота поверхневого плазмонного резонансу в наночастинці; α – поляризовність наночастинки; r – відстань від

наночастинки до молекули-випромінювача; θ – кут між віссю молекули-диполя і лінією, що з'єднує молекулу і наночастинку.

Відомо, що добротність Q для нанооб'єктів розраховується за формулою [3]

$$Q = \frac{\omega}{\mathrm{Im}\tau(\omega)}\left(\frac{d\,\mathrm{Re}\tau(\omega)}{d\omega}\right)\Bigg|_{\omega=\omega_{sp}}, \qquad (2)$$

де $\tau(\omega)$ – діелектрична функція наночастинки.

Конкретизуючи геометрію і морфологію наночастинки, можна записати відповідні вирази для діелектричної функції та поляризовності, а з умови рівності нулю дійсної частини знаменника виразу для поляризовності знайти частоту поверхневого плазмонного резонансу.

Використовуючи описану процедуру, можна також підібрати геометричні параметри і склад наночастинки-резонатора для досягнення максимальної швидкості спонтанного випромінювання молекули.

Список літературних джерел

1. Dorfman K.E. Quantum-Coherence-Enhanced Surface Plasmon Amplification by Stimulated Emission of Radiation / K.E. Dorfman, P.K. Jha, D.V. Voronine, P. Genevet, F. Capasso, M.O. Scully // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 111, No 4. id. 043601.

2. Бункин Ф.В. О спонтанном излучении молекулы внутри резонатора / Ф.В. Бункин, А.Н. Ораевский // Известия Вузов. Радиофизика. 1959. Т. II, №2. С. 181–186.

3. Le Ru, E.C. Principles of surface-enhanced Raman spectroscopy and related plasmonic effects / E. C. Le Ru, P. G. Etchegoin. Elsevier, 2009. – 663 p.

АВТОНАЛАШТУВАННЯ НЕЧІТКОГО ПІД-РЕГУЛЯТОРА З ДОДАТКОВОЮ КЕРУЮЧОЮ ДІЄЮ

Сотула М.В., Мисов О.П.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Для регулювання промислових об'єктів, які мають суттєве запізнення, пропонують вводити у ПІД-регулятор додаткову керуючу дію диференціатора [1], далі скорочено ПІД-РДКД. У структурі таких регуляторів використовують додатковий блок диференціювання, на вхід якого подають вихідний сигнал, пропорційний сумі вихідних сигналів однієї, двох або трьох складових стандартного ПІД-регулятора. Вихідний сигнал такого блока додають до вихідного керуючого сигналу стандартного ПІД-регулятора і використовують як додаткову керуючу дію.

Налаштування такого регулятора вимагає визначення чотирьох параметрів, що являє собою складну багатовимірну задачу. Для створення робасних систем, що забезпечують достатню якість управління при наявності невизначеності або нестабільності параметрів об'єктів управління, багато авторів рекомендують включення нечіткої логіки у структури ПІД-регулятора, особливо для об'єктів із запізненням.

Нечіткий ПІД-регулятор повинен мати три вхідні лінгвістичні змінні, що відповідають помилці регулювання e(t), інтегралу ∫edt та похідній de/dt помилки, і одну вихідну змінну – керуючий сигнал u(t). ПІД-РДКД вимагає чотирьох вхідних змінних. Для кожної лінгвістичної змінної звичайно задають сім лінгвістичних значень, що складають терм-множину. Далі для кожної можливої комбінації вхідних змінних необхідно задати правило, за яким визначатиметься значення керуючого сигналу. Якщо позначити через n кількість вхідних змінних, а через m кількість можливих значень змінних, то загальний обсяг бази правил становить $N=m^n$. У нашому випадку це 2401 правило. Зрозуміло, що сформулювати таку кількість правил є дуже непростою задачею. Звичайно, для двох вхідних змінних використовується табличне представлення бази правил. Для нечіткого ПІД-регулятора необхідна тривимірна таблиця, що неможливо представити на папері. Для ПІД-РДКД необхідно врахувати ще й четверту лінгвістичну змінну для додаткової керуючої дії, що взагалі виходить за рамки людських можливостей.

Останнім часом розробники нечітких регуляторів ідуть іншим шляхом, використовуючи нечітку логіку для коректування налаштувань традиційного ПІД-регулятора. Вважається, що початкові значення налаштувань можна визначити стандартними методами. Далі значення налаштувань уточнюються методами нечіткої логіки у режимі автоналаштування.

Автори ПІД-РДКД пропонують проводити розрахунок налаштувань ПІД-РДКД експрес-методом [2]. Залежності параметрів налаштувань регулятора від динамічних характеристик об'єктів отримуються на основі експериментально-статистичних даних у вигляді рівнянь регресії з частковим використанням функціональних залежностей. Формули розрахунку параметрів

налаштування регулятора шукались методом статистичного комп'ютерного експерименту для двоємкісного об'єкта із запізненням.

Судячи з виду використаної передатної функції, такий приклад є штучним. Нами було вирішено перевірити валідність методу [2] на реальному прикладі. Була використана крива розгону для камери сушіння деревини «Валмет». Дослідження проводилось з використанням графічного інтерфейсу користувача [1], розробленого в середовищі MatLab.

Судячи з отриманих таким чином перехідних характеристик, якість ПІД-РДКД, налаштованого експрес-методом, є далекою від ідеальної. Маємо значне перерегулювання і високу коливальність. Тому було прийняте рішення використати нечітку логіку для корекції двох параметрів налаштування – коефіцієнтів посилення інтегральної частини регулятора Ki і додаткового диференціатора Kd. Відповідна система регулювання, побудована у пакеті Simulink, показана на рис. 1.

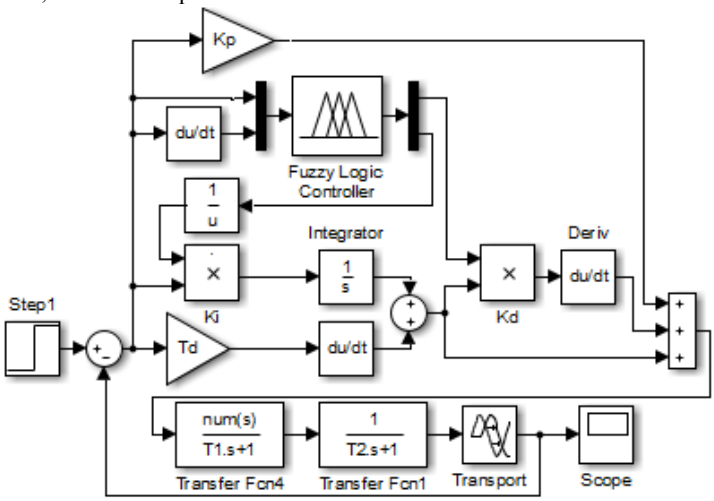


Рисунок 1 – Схема Simulink-моделі

Результати Simulink-моделювання показали 2–3-кратне зменшення перерегулювання і коливальності перехідного процесу у порівнянні з ПІД-РДКД, налаштованим експрес-методом.

Список літературних джерел

1. DevelopmentoftheProgramforSelftuningaProportial-Integral-Differential Controller with an Additional Controlling Action / Ya. Dovhopolyi et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Techn. – 2017. – № 6/2 (90). – Pp. 61–66.

2. Шуть, О.Ф. Визначення залежностей настройок ПІ- та ПІД-регулятора від динамічних характеристик двоємкісних об'єктів / О.Ф. Шуть, СД. Блонсьшй, Н.Я. Тришкін, В.І.Корсун // Гірнича електромеханіка та автоматика. – 2010. – № 85. – С. 62–68.

ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОМПАНІЇ

Ус С. А., Тимошенко Л. В.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
Дніпро, Україна

В умовах сучасного бізнес-середовища помилки при прийнятті управлінських рішень можуть мати негативні наслідки і дуже велику ціну, а тому прийняття рішень не може бути засновано лише на інтуїції і потребує математично обґрунтованих методів і відповідного інформаційно-аналітичного забезпечення. При цьому на перший план виходять проблеми щодо довготермінового й поточного планування діяльності, враховуючи економічні, екологічні та соціальні показники. Особливої уваги потребує функціонування та розвиток компаній паливно-енергетичного комплексу України, які характеризуються певною неузгодженістю економічного розвитку і екологічних вимог, а в силу технологічних особливостей виробничих процесів створюють значне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище і суттєво впливають на стан довкілля. Отже важливою задачею, що постає перед керівництвом компанії є задача дослідження сценаріїв розвитку підприємства, враховуючи можливі ситуації і початкові стани, а також визначення шляхів досягнення бажаного рівня показників її діяльності через цілеспрямовані управлінські впливи.

Зауважимо, що такі підприємства являють собою слабо-структуровані системи, функціонування яких описується великим набором факторів, причому не всі з них відомі заздалегідь і можуть бути кількісно описані. Зв'язки між цими факторами також часто є неявними. Тому для розв'язування поставленої задачі доцільно застосовувати когнітивний аналіз, який є орієнтованим саме на дослідження слабо-структурованих систем.

Основні задачі, до яких застосовуються когнітивний аналіз це:

- аналіз впливів;
- аналіз динаміки зміни стану (прогноз розвитку ситуації);
- аналіз стійкості;
- сценарний аналіз;
- пошук управлінських впливів;
- оцінювання і інтерпретації прогнозів розвитку ситуації.

Авторами було застосовано методику когнітивного аналізу для оцінювання впливу підприємства на навколишнє середовище на основі показників його фінансової діяльності і визначення оптимальних управлінських рішень, які забезпечують досягнення бажаного рівня показників її діяльності, через цілеспрямовані управлінські впливи [1].

Для розв'язування цієї задачі була складена когнітивна карта, яка включала такі вершини: 1 – інвестиції у природоохоронну діяльність, млн. грн; 2 – чистий грошовий потік, млн. грн ; 3 – видобуток вугілля, тис. т. ; 4 – вироблення електроенергії, млн. кВт*год; 5 – питомі викиди в атмосферу, т/т ;

6 – питомі скиди стічних вод, куб. м. / кВт*год. Цільовими вершинами було обрано вершини 5 і 6, які описують вплив на навколишнє середовище. отримана когнітивна карта подана на рис.1.

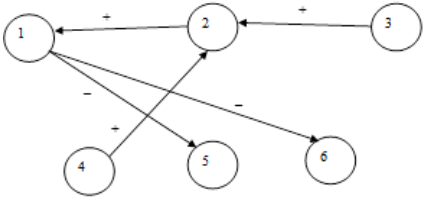


Рисунок 1 – Когнітивна карта діяльності компанії з урахуванням еколого-економічних аспектів

Числові оцінки впливу вершин КК були отримані через багатомірний регресійний аналіз та шляхом консультацій з експертами, використовуючі дані [2].

Побудована когнітивна модель була застосована для прогнозування стану підприємства через 5 років за умови незначного стійкого зростання видобутку вугілля та електроенергії і за відсутності управлінських впливів і для визначення стану компанії, якщо будуть здійснюватися цілеспрямовані додаткові інвестиції в природоохоронну діяльність.

Запропонована модель дозволила визначити, що за наявності зростання обсягів виробництва маємо тенденції як до зниження шкідливих викидів в атмосферне повітря, так і забруднення стічних вод за рахунок сталого зростання інвестицій у природоохоронну діяльність. За умови подання управляючих впливів заданих еколого-економічних показників можна досягти у значно коротший термін (всі результати досягаються за 4 роки, якщо не застосовувати управляючі впливи – результати не досягаються і протягом 5 років). При цьому основні інвестиції у природоохоронну діяльність мають бути здійснені у початковий період, а саме у перші два роки, далі вони використовуються як коригуючі дії.

Список літературних джерел

1. Тимошенко Л.В. Когнітивне моделювання в управлінні підприємницькою структурою як еколого-економічною системою // Тимошенко Л.В., Ус С.А. / Економічний вісник НГУ, 2020 №4 (72), с. 89 – 100

2. ДТЕК: офіційний сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dtek.com (дата звернення 05.05.2020)

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ ЗОБРАЖЕНЬ ЗІ СХОЖИМИ ОЗНАКАМИ

Солдатенко Д.В.[1] , Гнатушенко Вік.В.[1], Гнатушенко В.В.[2]

[1]Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

[2]Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Одним із найбільш ефективних підходів у галузі розпізнавання зображень останнім часом є застосування нейронних мереж. Одним з основних завдань застосування класифікаторів, заснованих на нейромережевих методах, є створення навчального набору даних достатнього обсягу, який, нажаль, може становити десятки тисяч об'єктів, розбитих на класи.

У роботі розглядається розв'язання проблеми, пов'язаної з недостатньо точною класифікацією об'єктів на фотограмметричному зображенні при схожості їх основних ознак та параметрів. Якість класифікатора визначається за допомогою оцінки передбачення міток для нового набору зображень. Проблема зустрічається у випадках, коли класи для навчання нейронної мережі мають схожі ознаки, наприклад, це можуть бути ліси та болотиста місцевість, ліси, поля та ін. При цьому можливе невірне розпізнавання класів. Зроблений аналіз проблеми з розпізнанням нейронною мережі класів зі схожими ознаками та параметрами продемонстрував, що недоліком використання даних з повним анотуванням усього класу на фотограмметричному зображенні для навчання нейронної мережі є те, що при кінцевому розпізнаванні зображення маємо похибки розпізнавання схожих класів. Це відбуваються через те, що для нейронної мережі було недостатньо унікальних ознак самих класів для їх розділення [1, 2]. Додаткові ускладнення виникають також через той факт, що фотограмметричні зображення (зокрема аерокосмічні знімки) однієї ділянки земної поверхні як правило зафіксовані з різних супутників і в різний час, мають різні умови освітленості і т.д. Також досліджено можливості готових бібліотек на основі Keras та TensorFlow, що дозволяють використовувати чотири архітектури, такі як U-Net, FPN, Linknet, PSPNet, а також поширені Backbones для бінарної та багатокласової сегментації зображень.

Одним з варіантів розв'язання проблеми розпізнавання схожих класів є використання зображень з міжстиковим анотуванням потрібного класу, що дозволяє нейронній мережі знайти більшу кількість унікальних ознак, а також допомогти в розпізнаванні межової лінії самого класу. На рисунку 1 подано приклад анотування з позначенням межової лінії між класом водного масиву та його узбережжя на супутниковому зображенні. Лінія межування знаходиться на межі основного класу, що дозволяє використати для навчання не тільки основні ознаки потрібного класу, але й ознаки переходу на інший клас, та врешті решт отримати більш точні результати при більшій кількості вхідних даних. Також це допоможе з більшою ймовірністю не сплутати водний масив з іншими, схожими до нього класами через те, що нейрона мережа буде навчена на знаходження переходу між класами.

Для вирішення нами використовувалася модифікована нейронна мережа UNET. Частина класів була відсутня на більшості картинок, а частина класів мала дуже маленьку площу полігонів щодо загальної площі зображення. Тому тренувальні зображення готувалися окремо для кожного класу. Для покращення розпізнавання більш неоднорідних класів, таких як ліс, нами запропоновано використовувати для навчання не тільки однорідне анотування, наприклад лісу, але і його окремих унікальних складових, наприклад, дерев, з позначенням їх границь. На рисунку 2 зображений приклад анотування окремих дерев у лісі, розпізнаванню якого ми хочемо навчити нейронну мережу. Основним недоліком цього підходу є збільшення витрат часу для анотування потрібного класу.

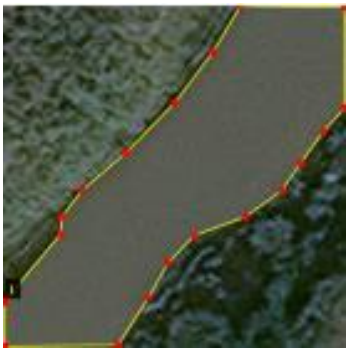


Рисунок 1 – Приклад анотування водних масивів

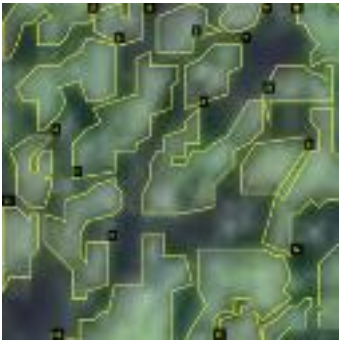


Рисунок 2 – Приклад анотування окремих об’єктів

Розроблено комплекс прикладних рішень, що дозволяють проводити розмітку та навчання штучних нейронних мереж аерокосмічної зйомки для сегментації фотограмметричних зображень в умовах дефіциту навчальних даних. Результати тестування демонструють потужні можливості для розв’язання проблеми з розпізнаванням схожих за ознаками класів, та більш точне їх виділення. Це дає підстави для висновку про доцільність подальших досліджень щодо удосконалення методики навчання нейронної мережі та отримання кращих результатів розпізнавання.

Список літературних джерел

1. Yu, D., Xu, Q., Guo, H., Zhao, C., Lin, Y., Li, D. (2020). An Efficient and Lightweight Convolutional Neural Network for Remote Sensing Image Scene Classification. Sensors, 20(7), 1999. doi:10.3390/s20071999.

2. Song, J., Gao, S., Zhu, Y., & Ma, C. (2019). A survey of remote sensing image classification based on CNNs. Big Earth Data, 3(3), 232–254. doi:10.1080/20964471.2019.1657720