



Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



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



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



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



Компанія з розробки та консалтінгу
в області розробки програмного забезпечення



Товариство з обмеженою відповідальністю
"КАСТОМ СОЛЮШИНЗ"

XVII міжнародна науково-практична конференція

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
(МПЗІС-2019)**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**MATHEMATICAL SUPPORT AND SOFTWARE
FOR INTELLIGENT SYSTEMS
(MSSIS-2019)**

ABSTRACTS

20-22 листопада 2019 року

Дніпро, Україна

Міжнародний науковий комітет

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

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Тези доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції МПЗІС-2019, Дніпро, 20-22 листопада 2019 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Дніпро: ДНУ, 2019. – 308 с. – Текст: укр., англ., рус.

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

М 34 Mathematical support and software for intelligent systems (MSSIS-2019): Abstracts of the XVII International scientific and practical conference, Dnipro, November 20-22, 2019 / Edited by E.M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2019. – 308 p. – Text: Ukrainian, Russian, English.

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

Оргкомітет:**співголови**

Поляков Микола Вікторович – чл.-кор. НАН України, ректор Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р фіз.-мат. наук, професор
Кісельова Олена Михайлівна – чл.-кор. НАН України, декан факультету прикладної математики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р фіз.-мат. наук, професор

**вчений секретар
члени**

Кузенков Олександр Олександрович – канд. фіз.-мат. наук
 О.Г. Байбуз – д-р тех. наук; Н.А. Гук – д-р фіз.-мат. наук; Л.Л. Гарт – д-р фіз.-мат. наук;
 В.А. Турчина – канд. фіз.-мат. наук; О.М. Притоманова – канд. економ. наук;
 Н.Є. Сегеда – ст. викладач; Н.В. Бaleyко – пров. інж; Н.Є. Яцечко – пров. інж.

Адреса**Оргкомітету:**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики
 пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна
 телефон: +38(067)772-11-51
 e-mail: mpzis@i.ua
 URL : mpzis.dnu.dp.ua

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОШУКУ ДОКУМЕНТІВ ЗА КЛЮЧОВИМИ СЛОВАМИ У ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІЙ МЕРЕЖІ

Алексашин В.С., vlad.al.dp@gmail.com, **Михальчук Г.Й.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Peer-to-peer мережі – це самоорганізовані розподілені системи, де вузли-учасники надають та отримують послуги один від одного без зусиль, не виділяючи ролей чистих клієнтів чи чистих серверів. Peer-to-peer мережі останнім часом привертають велику увагу, насамперед через велику кількість переваг, які вони пропонують для додатків, побудованих на них. Ці переваги включають масштабованість, доступність, толерантність, децентралізоване управління та анонімність. Поряд з цими бажаними перевагами постала низка технічних проблем. Основоположною проблемою в peer-to-peer системах є проблема пошуку даних.

Для забезпечення ефективного пошуку потрібних документів у широкомасштабних Peer-to-Peer мережах широко застосовується розподілена хеш-таблиця (DHT) [1]. У Peer-to-Peer мережах, заснованих на DHT, пошук вузла, який містить певний файл, здійснюється шляхом запиту розподіленої таблиці пошуку, яка зберігає відображення <ідентифікатор, значення> по декількох вузлах DHT. Ці підходи, засновані на DHT, гарантують ефективне виявлення наявного файлу за невелику та обмежену кількість мережевих стрибків ($O(\log(N))$).

Незважаючи на те, що DHT надають ефективний сервіс пошуку, файли можуть бути розміщені лише через їх глобально унікальні ідентифікатори. Однак часто користувачі не мають точного ідентифікатора файлів або можуть шукати файли за допомогою набору ключових слів. Для надання користувачам можливості такого пошуку використовується розширення, яке називається методом перевернутої розподіленої хеш-таблиці [2]. Основна ідея перевернутої DHT полягає у використанні ключових слів як індексів DHT для пошуку файлів шляхом збереження відображення <ключове_слово,

список_значень> на вузлах DHT замість відображення <ідентифікатор, значення>.

Основна проблема системи, яка використовує механізм перевернутої розподіленої хеш-таблиці, називається *загальною проблемою ключових слів*, що виникає через те, що певні ключові слова зазвичай асоціюються з дуже великою кількістю файлів порівняно з іншими ключовими словами. Таким чином, пошуковий запит, що містить ці загальні ключові слова, генерує величезний обсяг мережевого трафіку, оскільки асоціюється з дуже довгим списком інформації про місцезнаходження файлів. Це заважає масштабуванню системи для пошукового запиту з великою кількістю ключових слів.

Незважаючи на цю проблему, побудована система є значно більш масштабованою ніж традиційні централізовані систему пошуку та дозволяє виконувати ефективний пошук документів за ключовими словами у децентралізованій мережі.

Бібліографічні посилання

1. **Stoica I.** Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for Internet applications / I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M. F. Kaashoek, H. Balakrishnan. // Proceedings of ACM SIGCOMM'01 – 2001.
2. **Reynolds P.** Efficient peer-to-peer keyword searching./ P. Reynolds, A. Vahdat // Proc. Int. Conf. Middleware. – 2003, P. 21–40.

АНАЛІЗ ВАРІАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ СТВОРЕННІ МОБІЛЬНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПУТІВНИКІВ

Андріаш П.Ю., pavel.andriiash@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Нині у зв'язку з активним розвитком та вдосконаленням комп'ютерних та інформаційних технологій наявною є тенденція щодо розробки інтерактивних мультимедійних додатків, до класу яких відносяться інтерактивні путівники. Перевага електронних версій путівник у порівнянні з паперовими полягає у можливості надавати користувачеві великі блоки текстової, ілюстративної, аудіо- та відеоінформації.

У даній роботі проведено аналіз структурних та функціональних вимог до таких додатків. Обґрунтований вибір архітектури і технологій розробки дозволить створити ефективний та затребуваний додаток.

Всі подібні додатки використовують одну з трьох архітектур:

1. дані зберігаються на сервері і передаються на пристрій користувача за запитом;
2. дані зберігаються у додатку на момент його компіляції;
3. часткове поєднання двох попередніх варіантів.

В існуючих системах найчастіше використовується перший варіант, тому що він є найбільш гнучким і масштабованим. Використання другого варіанту підходить тільки для маленьких додатків, для яких не планується розширення. Застосування третього варіанту є компромісним, проте вимагає від розробника знання технологій.

В роботі була реалізована архітектура, яка передбачає серверне зберігання мета-даних (зображень, координат, аудіо-файлів), які можуть змінюватися час від часу, у самому додатку зберігаються лише статичні дані: екран вітання, форма для заповнення даними, список налаштувань.

Для відстеження місцеположення користувача принциповими параметрами є частота опитування пристрою, яка обумовлюється вимогами

до енергозбереження; вибір точних (з використанням API) або приблизних (IP-адреса) координат користувача; наявність тайм-аутів та обробка помилок.

В роботі використовується виклик Google Maps API кожні 5 секунд.

Вибір метрики для визначення відстані між користувачем і об'єктами, зареєстрованими в базі даних, істотно впливає на точність і своєчасність подачі інформації про оточуючі об'єкти в додаток. У роботі було використано метрику Манхеттена, яка дозволяє уникнути складних розрахунків для визначення відстаней, але не гарантує максимальну точність. Такий вибір обумовлений тим, що більшість історичних музеїв і парків міста мають великі габарити, і користувачу буде легко знайти їх при наближенні.

Відразу після вибору метрики потрібно визначити, за допомогою яких графічних примітивів (кола, квадрати, специфічні багатокутники будинків, взяті з бази Google) будуть відображатися об'єкти на карті. Відповідно до цього буде реалізований метод, що перевіряє, чи увійшов користувач в одну із зон і чи доцільним є увімкнення аудіо-ряду або повідомлень.

Найбільш трудомістким при реалізації пропонованого підходу є написання запитів до сервера. Вони повинні бути сформульовані заздалегідь для того, щоб їх можна було комбінувати між собою у функціях.

У роботі був реалізований клас Request.java, в спадкоємцях якого здійснюється відправка / отримання даних з сервера з перевітками на тайм-аути.

Запропонований підхід було успішно використано при розробці Android-додатка доповненої аудіо-реальності в поточній геолокації користувача для ознайомлення з мікроісторією міста Ле-Ман (Франція).

ВИКОРИСТАННЯ ЧАТ-БОТІВ ЯК ОДИН ІЗ ФАКТОРІВ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ

Антоненко С.В., Сизоненко Р.М., syzonenko.r@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Якщо розглядати сферу банкінгу та ритейлу, то складно уявити велику й успішну компанію, яка не вдавалася б до використання чат-ботів. Як не дивно, проте автовідповідачі гарячої лінії теж є примітивними ботами, оскільки, за допомогою простих і зрозумілих користувачеві команд, здатні допомогти і вирішити частину типових проблем користувача. До того ж така допомога не вимагає взаємодії з фахівцем. В загальному випадку використання чат ботів дозволяє знизити витрати на утримання кол-центрів до 90%.

Сфера застосування віртуальних співрозмовників не обмежується одними лише кол-центрами. Чат-боти успішно виконують і цілий спектр інших завдань, включаючи збір та обробку даних про клієнтів, включення клієнтів в корпоративну базу даних, організацію опитувань та збір відгуків про продукт компанії, відправлення розсилок у месенджери, планування та нагадування про зустрічі, поїздки.

Останній пункт, до речі, набагато ефективніший, ніж традиційні e-mail розсилки. Практика показує, що кількість прочитаних повідомлень в чатах становить не менше 85%, а от у другому випадку — лише 10-30%.

Разом з наданням необхідної інформації, чат-боти також роблять значний вплив на продажі. Кращі чат-боти автоматизують повну процедуру продажу, спрощуючи її від початку і до кінця.

Якісно спроектований чат-бот корисний також для власника бізнесу, адже він дозволяє не тільки довести клієнта до покупки, але і скоротити витрати на підтримку. Такому віртуальному оператору не потрібні перерви на обід, сон або вихідні, він відповідає миттєво, що знижує ймовірність того, що клієнт піде, не дочекавшись відповіді. Та й в цілому, чат-бот спрощує життя бізнесу. Це особливо актуально в наш час, коли людство активно передає всю рутинну роботу в "руки" роботів.

INJECTION ЯК ОСНОВНА ЗАГРОЗА БЕЗПЕКИ

Антонюк В.А., vlad.antonyuk@gmail.com,

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогоднішній день провідні держави світу змагаються у швидкості впровадження інформаційних технологій в усі галузі суспільства – від промислових заводів-гігантів до звичайної кавової машини. Проте швидкість далеко не завжди означає якість. Тож оскільки впровадженням інформаційних технологій займається людина, не можна виключати людський фактор і порушення певних правил безпеки. Це може бути зроблено через неуважність, некомпетентність, або з метою подальшого використання експлойту з корисливих мотивів. Організація OWASP створила рейтинг ТОП-10 найбільших ризиків у безпеці додатків:

- A1:2017-Injection;
- A2:2017-Broken Authentication;
- A3:2017-Sensitive Data Exposure;
- A4:2017-XML External Entities (XXE);
- A5:2017-Broken Access Control;
- A6:2017-Security Misconfiguration;
- A7:2017-Cross-Site Scripting (XSS);
- A8:2017-Insecure Deserialization;
- A9:2017-Using Components with Known Vulnerabilities;
- A10:2017-Insufficient Logging & Monitoring.

Сьогодні складно уявити додаток, який не використовує Інтернет та бази даних, тому із року в рік найбільш критичною загрозою безпеки є саме Injection.

Додаток вразливий, якщо:

- введені дані користувача не перевірені, не фільтруються або не очищуються;

- динамічні запити або непараметризовані виклики без контекстного екранування безпосередньо використовуються в інтерпретаторі;
- шкідливі дані використовуються або додаються так, що SQL код або команди містять структурні та шкідливі дані в динамічних запитах, командах або збережених процедурах.

Для запобігання injections необхідно ізолювати дані від команд і запитів.

Наведемо корисні поради для запобігання injections:

- використовуйте захищений API, який виключає використання інтерпретатора або який надає інтерфейс з параметрами;
- для інших динамічних запитів реалізуйте екрановані спеціальні символи, використовуючи відповідний синтаксис інтерпретатора;
- використовуйте в запитах LIMIT або інші елементи керування SQL для запобігання витоку даних.

В ході роботи над власним програмним продуктом DriverAssistance передбачено запобігання SQL-injection, оскільки введений текст примусово огортається в лапки, та використовуються вбудовані процедури фреймворку, які попереджають виконання вразливих команд. До того ж дані додатково шифруються:

```
var command = connection.CreateCommand();
command.CommandText = "SELECT quote($password);";
command.Parameters.AddWithValue("$password", password);
var quotedPassword = (string)command.ExecuteScalar();
command.CommandText = $"PRAGMA key = {quotedPassword}";
command.Parameters.Clear();
command.ExecuteNonQuery();
```

Одним з основних методів незаконного отримання інформації є хакерство, що засноване на пошуку вразливих місць в програмному забезпеченні. Неможливо попередити всі різновиди атак, проте перевірка коду, використання перевіреного та оновленого програмного забезпечення може запобігти виникненню вразливості.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ВЗВЕШЕННОЙ СУММЫ

Ахметшина Л.Г., akhmlu1@gmail.com, **Егоров А.А.**, for____students@ukr.net
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Введение. Одной из распространенных задач, решаемой при обработке изображений, является сегментация, которая может быть выполнена на основе кластеризации с последующей визуализацией ее результатов. Способ выполнения как кластеризации, так и визуализации ее результатов существенно влияет на точность и достоверность последующего визуального анализа. В настоящее время для решения задачи кластеризации часто применяются нечеткие методы, основой для которых является алгоритм FCM [1]. Существует множество методов визуализации результатов нечеткой кластеризации, однако все они не являются универсальными, а потому разработка новых алгоритмов является актуальной задачей.

Постановка задачи. В этой работе предлагается метод визуализации результатов нечеткой кластеризации, основанный на взвешенной сумме.

Решение задачи. Алгоритм предложенного метода визуализации выглядит следующим образом:

1. Вычисление матрицы Δ по следующей формуле:

$$\Delta_i = \left(\sum_{j=1}^q X_{i,j}^2 \right) \cdot \min(U_i', 1 - U_i') + \left(\sum_{j=1}^q v_{X_{i,j}}^2 \right) \cdot \max(U_i', 1 - U_i'), (\forall i \in \{1, \dots, n\}), \quad (1)$$

где X матрица исходных данных размерности $n \times q$, причем $n = dy \times dx$, где dy и dx размерность исходного многомерного изображения по вертикали и горизонтали, соответственно; v_{X_i} – центр кластера, значение функции принадлежности вектора исходных данных X_i к которому максимально, а значение U_i' вычисляется следующим образом:

$$U_i' = \left(u_i^{\max} \right)^{1 - \frac{\left(u_i^{\max} \right)^{1 + u_i^{\max}}}{2 + \left(u_i^{\max} \right)^{1 - u_i^{\max}}}}, (\forall i \in \{1, \dots, n\}), \quad (2)$$

где $u_i^{\max}$ максимальное значение функции принадлежности для вектора X_i .

2. На основании матрицы Δ формируется выходное полутоновое изображение, к которому применяется эквализация гистограммы.

Экспериментальные результаты были получены при сегментации (на основании применения алгоритма FCM) различных низкоконтрастных медицинских изображений, примером которых является томограмма мозга (рис. 1 а), которая выполнена с целью диагностики наличия гематомы и выделения области ее влияния. Визуализация результатов его кластеризации (при 6 нечетких кластерах) различными методами представлена на рис. 1 б – г. Применение предлагаемого метода (рис. 1 г) позволяет улучшить выделение обоих объектов интереса.

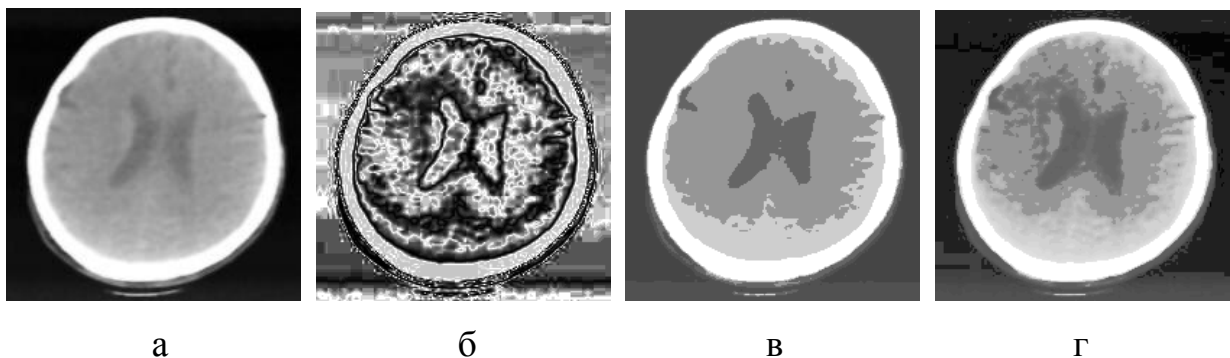


Рис. 1. Кластеризация томограммы: а – исходное изображение; визуализация ее результатов на основе: б – максимума функции принадлежности; в – центров кластеров с максимальной функцией принадлежности; г – взвешенной суммы

Литература

1. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. С.Пб. : БХВ–Петербург, 2003. 719 с.

ВИКОРИСТАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГНОЗУВАННІ ФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ

Байбуз О.Г., obaybuz@ua.fm, **Долгіх А.О.**, dolgih.nastya@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Прогнозування динамічних процесів є актуальною задачею сьогодення. Незважаючи на велике різноманіття, задача вибору моделі прогнозування для конкретного часового ряду є досить складною. Особливо це стосується фінансових показників, які характеризуються нестационарністю, нелінійністю, часто, різкою динамікою змін. У зв'язку з цим в останніх дослідженнях вчені часто пропонують використовувати не одну модель, а декілька, тобто будувати ансамблі моделей прогнозування.

Для того, щоб досягти високої якості прогнозування за ансамблевого підходу, важливо забезпечити достатнє різноманіття моделей. Навчання моделей прогнозування можна розглядати як колекцію незалежних одна від одної задач, які добре підлягають паралелізації. Під час виконання дослідження був розроблений алгоритм побудови ансамблю моделей прогнозування, який для пришвидчення тренування моделей використовує паралелізм задач. Для побудови ансамблю були реалізовані моделі часових рядів з різних класів, а саме, моделі авторегресії-ковзкого середнього, нейронних мереж, нечіткої логіки, сингулярного спектрального розкладання та адаптивні. Для паралельного тренування моделей використовуються засоби бібліотеки TPL .NET-фреймворку.

Тестування розробленого програмного забезпечення проводилося на фінансових часових рядах, які представляють собою щоденні коливання цін на акції американських компаній у період з січня 2017 року по січень 2018, розташованих на ресурсі фінансової інформації «Yahoo!». Результати показали, що при використанні запропонованого підходу вдається підвищити точність прогнозів та скоротити час, необхідний для побудови прогнозів.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ

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

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дослідження та моніторинг хвильового руху рідини – одна з найбільш важливих і в той же час складних проблем сучасної гідродинаміки.

Вивчення хвильового руху є предметом теоретичних і експериментальних досліджень. В режимах, які являють собою практичний інтерес, характер хвильових процесів визначається нелінійними вихровими ефектами. Фізичні експерименти є достатньо складними та дорогими, і досить швидкодіючими, тому проводити їх не є доцільним. В зв'язку з цим збільшується внесок математичного моделювання відповідних фізичних процесів. В цих випадках застосування чисельних методів дозволяє отримати більш повний об'єм інформації.

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

Серед методів розв'язання було обрано один з самих точних методів розрахунку плоских потенційних течій – чисельний метод граничних інтегральних рівнянь.

Були розроблені наступні модулі в середовищі Delphi 5.0:

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

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

Розроблений програмний продукт може бути використаний в практичних та навчальних цілях, та при подальшому його вдосконаленні можемо розв'язувати більш складні задачі взаємодії тіла і рідини.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ МОНІТОРІНГУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНІВ ВОДОЙМИЩА

Байбуз О.Г., obaybuz@ua.fm, Лапець О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В роботі представлено порівняльний аналіз двох математичних моделей для дослідження і оцінки рівня забруднення водоймища та навколишньої місцевості у випадку зберігання відходів підприємств металургійної і хімічної промисловості. Розглядається сценарій розповсюдження внесених в водоймище забруднень в залежності від плину часу при додатковому їх внесенні та без нього. Прогноз рівня забруднення виконується в двох масштабах: в глобальному («urban») та в масштабі «microscale».

Для моделювання процесу розповсюдження забруднень в масштабі «microscale» розроблена чисельна модель, яка заснована на застосуванні рівнянь Нав'є-Стокса. Ці рівняння моделюють поля швидкостей переносу забруднень навколо водоймища. Для розрахунку розсіювання домішок у цьому випадку застосовується двовимірне рівняння масопереносу. Для чисельного інтегрування рівняння масопереносу забруднень використовується неявна змінно-трикутна різницева схема.

При побудові різницевої схеми здійснюється фізичне та геометричне розщеплення рівняння переносу на чотири кроки. Невідоме значення

концентрацій забруднень на кожному кроці розщеплення визначається із явної схеми – методу розрахунку, що біжить.

Розроблена чисельна модель була використана для розрахунку зони розповсюдження забруднень при різних геометричних та гідродинамічних умовах, а саме, форма та розміри водоймища, різних типів забруднюючих речовин від твердих часток до рідин різної густини та в'язкості, різних швидкостей течії рідини в водоймищі. Побудовано поле концентрацій небезпечних речовин, а також, проаналізовано розвиток цього поля на протязі дії вказаних процесів.

Окремо виконана оцінка ризику токсичного ураження людей та тварин.

Функціональне ядро програмного забезпечення математичних моделей реалізує наступні можливості:

- для заданих форми і розмірів водоймища та сукупності фізичних умов визначається положення зони забруднень навколишнього середовища та його подальший розвиток;
- визначається поле концентрацій забруднювачів та відстежується його еволюція в часі до припинення дії його небезпечних компонентів;
- виконується оцінка ризику токсичного ураження людей та тварин.

Математична модель і її програмне забезпечення апробіровано на експериментальних даних. Результати апробації показали високу ефективність створених алгоритмів, що дозволяють в достатнє для експрес прогнозу моделювати зону розповсюдження забруднень і оцінити її безпеку для навколишнього середовища та його мешканців.

МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА

Байбуз О.Г., Черник Р.В., chr92@gmail.com

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В работе представлены две математические модели мониторинга уровня загрязнения водоема и окружающей его местности в случае хранения отходов предприятий металлургической, горнорудной и химической промышленности. Рассматривается сценарий распространения внесенных в водоем загрязнений с течением времени при дополнительном их внесении и без него. Прогноз уровня загрязнения выполняется в двух масштабах: в глобальном масштабе («urban») и в масштабе «microscale».

Численная модель, которая основана при применении уравнений Навье-Стокса, моделирует процесс распространения загрязнений в масштабе «microscale». Уравнения Навье-Стокса, записанные в консервативной форме, позволяют определить распределения полей скоростей и плотности загрязнений в окрестности водоема. Для расчета рассеивания примесей в этом случае применяется двухмерное уравнение массопереноса, также записанное в консервативной форме. Для численного интегрирования уравнения массопереноса загрязнений используется неявная попеременно-треугольная разностная схема. При построении разностной схемы осуществляется физическое и геометрическое расщепление уравнения переноса на четыре шага. Незвестное значение концентрации загрязнений на каждом шаге расщепления определяется по явной схеме – методу бегущего счета.

Разработанная численная модель была использована для расчета зоны распространения загрязнений при различных геометрических и гидродинамических условиях, а именно, форма и размеры водоема, различные типы загрязнителей: от твердых частиц до жидкостей различной

плотности и вязкости, различные скорости течения жидкости в водоеме. Построено поле концентрации опасных веществ, а также, проанализировано развитие этого поля в течении действия указанных веществ.

Функциональное ядро программного обеспечения математической модели в глобальном масштабе («urban») реализует следующие возможности:

- для заданной формы и размеров водоема и совокупности физических условий определяется положение зоны загрязнения окружающей среды и ее дальнейшее развитие;
- определяются поле концентраций загрязнителя и прослеживается его эволюция во времени до прекращения действия его опасных компонентов;
- производится оценка риска токсичного поражения людей и животных.

Математические модели и их программное обеспечение апробировано на экспериментальных данных. Результаты апробации показали высокую эффективность созданных алгоритмов, позволяющих в приемлемое для экспресс прогноза моделировать зону распространения загрязнений и оценивать ее опасность.

НАБЛИЖЕННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ КУСКОВО-СТАЛИМИ У ПРОСТОРАХ З ІНТЕГРАЛЬНОЮ НОРМОЮ

Бандура В.М., Черницька О.В., valentinabandura2002@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається $\omega(t)$ - модуль неперервності:

$$H^\omega[a, b] = \{f \in C_{[a, b]} : \omega(f, t) \leq \omega(t)\}$$

За теоремою М.П. Корнійчук : для довільного модуля неперервності $\omega(t)$, для кожної функції f , що належить класу $H^\omega[a, b]$, для будь-яких $N=1,2,\dots, p: 1 \leq p \leq 3$ справедлива нерівність:

$$\int_a^b |f(t) - \varphi_N(f, t)|^p dt \leq 2^{-p} N \int_0^{h_N} \omega^p(t) dt, \text{ де}$$

$$\varphi_N(f, t) = \frac{1}{h_N} \int_{t_{k-1}}^{t_k} f(t) dt, \quad t_{k-1} < t \leq t_k, \quad k = 1, 2, \dots, N, \quad \varphi_N(f, a) = f(a).$$

$$h_N = \frac{b-a}{N}, \quad t_k = a + kh_N \quad (k = 0, 1, \dots, N).$$

За допомогою нерівності М.П. Корнійчук встановив значення N -вимірних лінійних поперечників класів $H^\omega[a, b]$ у просторах $L_p[a, b], 1 \leq p \leq 3$.

Проводилось дослідження нерівності аналітично для функції : $f(t) = \sqrt[4]{t}$ на інтервалі $[0,1]$, проводилась перевірка результатів з-за допомогою розробленого програмного додатку.

Було отримано загальний вираз для пошуку значень у правій та лівій частині нерівності Корнійчука для $f(t) = \sqrt[4]{t}$ відповідно:

$$\begin{aligned} & \frac{4}{(p+1)} \left(\frac{1}{5}\right)^{p+1} - \frac{12}{(p+1)(p+2)} \left(\frac{1}{5}\right)^{p+2} + \frac{24}{(p+1)(p+2)(p+3)} \left(\frac{1}{5}\right)^{p+3} - \\ & - \frac{24}{(p+1)(p+2)(p+3)(p+4)} \left(\frac{1}{5}\right)^{p+4} + \frac{24}{(p+1)(p+2)(p+3)(p+3)} \left(\frac{4}{5}\right)^{p+4} \leq \frac{4}{p+4} 2^{-p} \end{aligned}$$

Підставивши натуральні значення p було отримано, що при $p = 1, 2, \dots, 19$ нерівність виконується, а при $p = 20$ нерівність порушується.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАДІЇ STANDUP ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАТБОТІВ

Басан Д.С., basandima@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У сучасному світі ІТ, велика частина розробки програмного забезпечення проводиться за методологією SCRUM. У відповідності з цією методологією standup-конференцію[1] потрібно проводити щодня в один і той же час й вона триває до 30 хвилин. Кожен учасник команди повинен відповісти на 3 прості запитання:

1. Що було зроблено з моменту попереднього SCRUM-мітингу?
2. Що буде зроблено до наступного SCRUM-мітингу?
3. Які проблеми виникли під час роботи?

Але за допомогою чат-ботів[3], тобто програмного забезпечення, яке допомагає організувати процес спілкування, можливо автоматизувати[2] процес standup. Для автоматизації цього процесу було розроблено чат-бот в якому працівнику треба на початку робочого дня відповісти на питання, відповіді автоматично будуть отримані начальством. Цей чат-бот надає можливість заощадити час працівників (приблизно 30 хвилин на день, 10 годин в місяць), а також автоматично приймати рішення про існуючі проблеми.

За допомогою чат-боту працівники більше сконцентровані на процесі розробки, так-як не потрібно відлучатися на збори, за рахунок цього збільшується продуктивність команди.

Під час автоматизації стадії standup виникають питання розробки такого чат-боту, який дозволяє найбільш повно відповідати методології SCRUM та скоротити час обробки інформації, яка надходить від розробників програмного забезпечення. Для цього створюється система з елементами штучного інтелекту у якій питання генеруються чат-ботом, а відповіді потрапляють на сервіс обробки інформації й надаються менеджеру у вигляді звіту.

Таким чином працівники заощаджують час, а менеджер отримує потрібну інформацію у вигляді готового звіту. Так само цей звіт можна відправити всім співробітникам й команда буде мати актуальні данні. Експерименти, які проводились на фірмі показали, що ефективність роботи команди розробників зростає приблизно на 7%, а економія часу досягає 18%.

Література

1. Пузанов О. Стендап мітинг [Електронний ресурс] / О. Пузанов. – Режим доступу: <https://blog.maddevs.io/remote-standup-afe649702171>
2. Ясницкий Л.В. Интеллектуальные системы / Л.В. Ясницкий. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.
3. A curated directory of chat bot resources & tools [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.botsfloor.com/botstash/products/?category=Development%20Platforms>.

ABOUT METRICS IN ALLOCATING GROUPS OF OBJECTS REPRESENTED BY NUMERICAL DATA

Baturinets A.G., Antonenko S.V., baturinets.anastasiya@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

First of all, it's worthwhile noting that when classifying and clustering data, not every metric is applicable to numerical and categorical data at the same time.

Among the metrics allocated for working with categorical data, for example, the following are used: Hamming similarity measure, Rogers-Tanimoto similarity measure, percentage of disagreement, etc.

Let $d(x, y)$ – the distance and x, y – time series represented by numerical data.

Among the metrics used, in particular, in cluster analysis and applicable to numerical data, it's worth highlight the following:

1. Euclidean distance and its modifications are the most popular in clustering and classification of data. Euclidean distance is calculated by the formula:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}.$$

The usage of the Euclidean squared distance provides giving large weights to distant from each other objects and calculated by the formula:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2.$$

If there is a certain importance of some i -th signs, then a weighted Euclidean distance can be used for the calculation, which calculated by the following formula: $d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i (x_i - y_i)^2}$, where w_i – the weight of some i -th attribute.

2. The Manhattan metric often gives the same results as the Euclidean distance, but if there are emissions, it reduces their effect, because it is not squared, but calculated by the formula: $d(x, y) = \sum_{i=1}^N |x_i - y_i|$.

3. The Chebyshev distance determines the greatest difference between the elements of two samples and calculated by the formula: $d(x, y) = \max |x_i - y_i|$.

4. The power distance is a parametric metric and calculated by the formula: $d(x, y) = \sum_{i=1}^N (|x_i - y_i|^p)^{1/p}$, where r - is used for weighing large distances between objects, and p - for gradual weighing differences for each pair of signs. If the parameters $p = 2$ and $r = 2$, then this distance is converted to the Euclidean distance.

5. Dynamic time warping (DTW) is used to find similarities between two objects that may be similar in shape but distorted along the time axis (or the X axis for a different data representation). The sequence of calculating the DTW distance is as follows: building a distance matrix $\rightarrow$ the deformation matrix is built from the distance matrix $\rightarrow$ the optimal deformation path is determined from the deformation matrix $\rightarrow$ DTW distance is calculated based on the constructed optimal path using the following formula: $DTW(Q, C) = \min \left(\frac{\sum_{k=1}^N d(w_k)}{K} \right)$, where $d(w_k)$ is the value of the element of the deformation path at the k -th step, and K is the number of elements of the constructed path.

6. Longest common subsequence (LCSS) metric, like DTW, is based on dynamic programming. The main feature compared to DTW is the noise resistance in the data. The result of the algorithm is a measure of the similarity of the two sequences, but there is also a formula for expressing the distance based on the result.

7. The Hellinger distance is often encountered as a modification of the Euclidean distance in probability theory, cluster and statistical analysis. It's calculated

by the following formula: $d_H = \frac{1}{2} \sqrt{\sum_{i=1}^N |\sqrt{x_i} - \sqrt{y_i}|^2}$

In addition, there are a large number of other metric in which there are data e.g. the distance Mahalanobis, Zhuravlev distance, Jacquard measure, Bray-Curtis measure, Rao metric, Levenshtein metric, Mirkin metric, Zhuravlev distance, metrics based on the correlation coefficient, etc.

It is planned to use and analysis of the considered metrics in solving problems of identifying group of similar hydrogeological objects.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСНИХ ЧИСЕЛ І ФУНКЦІЙ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА

Бердник М. Г., MGB2006@ukr.net,
Морозов Д.О., promukgz@gmail.com

Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Розвиток прикладних областей науки, таких як акустика, аеродинаміка, електрика, ядерна фізика, квантова механіка, технічна механіка та інших, привів до необхідності в розробці чисельних методів знаходження власних чисел і функцій через неможливість їх знаходження аналітичними шляхами.

Метод скінченних елементів (МСЕ) досить ефективний при вирішенні найрізноманітніших завдань, у своїй основі він є варіаційним, і історія його виникнення і розвитку сходиться до основоположних робіт Бубнова і Галеркіну. Цей метод дозволяє описати будь-яку область, так як трикутники покривають навіть складні об'єкти. Невирішеним залишається питання, скільки саме елементів дискретизації області потрібно для досягнення необхідного ступеня точності розрахунків та оптимальних затрат часу на розрахунки.

В роботі розроблено програмне забезпечення для операційної системи Windows в середовищі MATLAB R2018b для знаходження власних чисел і власних функцій методом скінченних елементів (МСЕ) еліптичного диференціального оператора в двовимірних областях з можливістю візуалізації отриманого рішення.

Проведено тестування програми. На рис.1, рис.2 представлено результати максимального відносного відхилення по модулю власних функцій розрахованих методом МСЕ від аналітично знайдених (методом Фур'є) для симплекс елементів і для трикутних скінченних елементів другого порядку для трьох власних чисел оператора Лапласа у випадку квадрата із довжиною сторін рівною одиниці. Наведені рисунки дозволяють кількісно оцінити точність МСЕ та обрати оптимальну кількість та тип елементів дискретизації.



Рис. 1. Максимальне відхилення по модулю власних функцій для симплекс елементів.



Рис. 2. Максимальне відхилення по модулю власних функцій для скінченних елементів другого порядку

Вертикальна вісь є логарифмічною функцією від відносного відхилення з основою 2. Згідно розрахунків максимальне відносне відхилення по модулю власних функцій для симплекс елементів більше 0.05 досягається при 10500 трикутників і 5500 вузлів, а для трикутних скінченних елементів другого порядку для 1700 елементів і 1389 вузлів.

Розроблене програмно-математичне забезпечення дозволяє отримувати чисельні значення власних чисел і власних функцій значно полегшуючи процеси їх знаходження.

ПРО ТЕХНОЛОГІЇ gRPC ТА GraphQL ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ МІКРОСЕРВІСІВ

Білецький А. С., antonbeletsky@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проблематикою розробки програмного забезпечення інтерфейсу веб-служб є відсутність стандартів щодо формату обміну повідомлень між мікросервісами. На сьогоднішній день можна виділи три основних підходів до проектування інтерфейсів мікросервісів: REST, GraphQL та gRPC.

REST це архітектурний стиль із визначеним набором обмежень для веб-сервісів, використовуючи дизайн без збереження стану системи та стандартизованим підходом до створення веб API [1].

Незважаючи на те, що REST, безумовно, сучасний, gRPC - це фактично новий підхід до старого підходу, відомого як RPC, або віддалений виклик процедур. RPC - це метод виконання процедури на віддаленому сервері, дещо схожий на запуск програми на комп'ютері друга на відстані від вашої робочої станції. Це має свої переваги та недоліки - саме ці недоліки були ключовими при розробці та впровадженні REST, насправді поряд з іншими питаннями, притаманними таким системам, як SOAP.

Ключова відмінність між gRPC та REST - це спосіб, яким gRPC визначає свої договір у обміні повідомлень. Тоді як REST визначає свою взаємодію за допомогою термінів, стандартизованих у своїх запитах, gRPC функціонує на ідеї контрактів, в якій переговори визначаються та звужуються відносинами клієнт-сервер, а не самою архітектурою. gRPC надає велику частину відповідальності клієнту для виконання, при цьому вивантажуючи велику частину обробки та обчислення на віддалений сервер, на якому розміщений ресурс. З цієї причини gRPC користується великою популярністю для пристроїв IoT та інших рішень, що вимагають користувацьких комунікацій на замовлення для пристроїв малої потужності.

Підхід GraphQL до ідеї відносин клієнт-сервер є унікальним серед цих варіантів і дещо перетворює традиційні відносини. За допомогою GraphQL,

клієнт визначає, які дані вони хочуть, як вони хочуть, і в якому форматі вони хочуть. Це перетворення класичного диктанту від сервера до клієнта і дозволяє отримати багато розширених функціональних можливостей. GraphQL суттєво відрізняється від REST, який є більш архітектурою, ніж будь-що інше, і від RPC, в якому договір узгоджується клієнтом і сервером, але багато в чому визначається самими ресурсами.

Слід зазначити, що величезною перевагою GraphQL є той факт, що за замовчуванням він, як правило, доставляє найменший можливий запит. З іншого боку, REST, як правило, надсилає все, що є, за замовчуванням - найповніший запит, іншими словами. Через це GraphQL може бути більш корисним у конкретних випадках використання, коли потрібний тип даних є чітко визначеним, а пакет низьких даних є кращим варіантом.

Кожен з наведених підходів має свої переваги та недоліки і не є універсальним рішенням. Безумовно є необхідність у забезпеченні гнучкого інтерфейсу між клієнтом та сервером. Під гнучким інтерфейсом можна розуміти можливість клієнта описувати такі операції до серверу: надання конкретного ресурсу; надання колекції ресурсів з можливістю фільтрації, сортування, посторінкового вилучення ресурсів (операція вибірки реляційної алгебри); надання ресурсу разом із зв'язаними ресурсами (операція з'єднання реляційної алгебри); надання окремих атрибутів ресурсу (операція проєкції реляційної алгебри); створення ресурсу та зв'язків між ресурсами; модифікація ресурсу та відповідних зв'язків між ресурсами; видалення ресурсу та відповідних зв'язків між ресурсами.

Бібліографічні посилання

1. Білецький А.С. Технологія розробки програмного забезпечення інтерфейсу веб-служ, на основі мікросервісної архітектури // Тези XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті» ДНУЗТ, 2018. – С. 85.

ON THE DEVELOPMENT OF A URINE BIOMARKER-BASED RISK SCORE FOR THE EARLY DETECTION OF PANCREATIC CANCER

Blyuss¹ O., o.blyuss@herts.ac.uk, **Zaikin² A.**, **Kiseleva³ E.**,
Prytomanova³ O., **Crnogorac-Jurcevic⁴ T.**

¹ *School of Physics, Astronomy and Mathematics, University of Hertfordshire, Hatfield, United Kingdom*

² *Department of Mathematics, University College London, London, United Kingdom*

³ *Department of Applied Mathematics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine (www.dnu.dp.ua)*

⁴ *Centre for Molecular Oncology, Barts Cancer Institute, Queen Mary University of London, London, United Kingdom*

Background. Pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) is the disease with poor prognosis and a survival rate of only about 2%. Only few prediction models have been designed that estimate risk of PDAC but none have yet been validated and used in clinical practice. We have previously identified a three-biomarker panel in urine with promising characteristics for the early detection of PDAC [1]. In order to develop best performing model utilizing the abovementioned biomarkers, here we compare several algorithms for combining variables into a predictive model.

Methods. Measurements from 379 patients were randomly split into the training and validation sets. Several machine learning algorithms were compared: neural networks, random forest, support vector machine, neuro-fuzzy technology and logistic regression model. Performance characteristics of the algorithms included area under ROC-curve and sensitivity at clinically relevant specificity.

Results. None of the algorithms showed performance significantly higher than all others. The easiest to implement and interpret, logistic regression was further incorporated into a final risk score which awaits further validation.

Conclusion. The developed and internally validated, urine biomarker-based risk score can be used to estimate risk of developing pancreatic cancer in a completely non-invasive way. The evaluation in a large prospective setting will give a definitive estimate of the predictive power of such technique.

1. Radon TP, Massat NJ, Jones R, Alrawashdeh W, Dumartin L, Ennis D. et al. Identification of a Three-Biomarker Panel in Urine for Early Detection of Pancreatic Adenocarcinoma. *Clinical Cancer Research* 2015, **21(15)**, 3512-21.

ПРОГРАМНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ВНЕСЕНИХ ЗМІН

Борисенко А.Г., Сердюк М.Є.

andrewb1456@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розвиток технологій призвів до появи фотографії як методу збереження графічної інформації на довгий проміжок часу. З плином часу фотографії, як і більшість оточуючої нас інформації, отримали свою цифрову інтерпретацію. Цифрове зображення володіє численними перевагами над паперовим методом збереження графічної інформації. До переваг можна віднести зручність передачі цифрового зображення на великі відстані та відсутність необхідності фізичного простору для зберігання. Сукупність переваг цифрового зображення призвела до розповсюдження його широкого застосування в життєдіяльності людини. Таке розповсюдження спричинило виникнення необхідності в перевірці зображення на предмет втручання.

Метою даної роботи є розробка програмного продукту, який дозволив би проводити аналіз зображення на предмет внесених змін з мінімальним втручанням користувача.

Існуючі алгоритми аналізу зображень можна поділити на дві групи: алгоритми засновані на використанні нейронних мереж та алгоритми, які аналізують залежності кольорових характеристик зображення. Використання першого типу алгоритмів вимагає великої кількості тестових даних, на основі яких можливо було б провести навчання нейронної мережі, що значно ускладнює реалізацію програмного продукту. Методи дослідження, засновані на пошуку залежностей між кольорами, справедливими для всього масиву точок зображення [1], дозволяють застосовувати формулу до деякої частини зображення для отримання характеристики, яку в подальшому можливо буде порівняти з цією ж характеристикою для іншої частини зображення. Ефективність таких методів полягає в тому, що змінена частина не може повністю відтворювати залежності пікселів всього зображення, тому зміна результуючої характеристики певної частини зображення може відобразити

місце втручання. Основною перешкодою для алгоритмів другого типу є алгоритми стиснення даних, засновані на усередненні даних [2]. До методів другого типу відносять наступні алгоритми аналізу зображення: Noise Level Analysis, Error Level Analysis, Luminance Gradient Analysis, Principal Component Analysis.

Вищезгадані методи разом із градієнтним методом пошуку границь об'єктів лягли в основу програмної реалізації системи аналізу зображень з метою виявлення внесених змін.

Розроблена програма дозволяє застосувати до зображення декілька алгоритмів аналізу, що в свою чергу призводить до збільшення ймовірності знайти втручання у зображення. Програма проводить аналіз зображення за кожним з вищезгаданих алгоритмів та формує результуюче зображення, на якому відбувається пошук границь об'єктів, що дозволяє сформувати межі можливого втручання у зображення. Тестування програми показало високу ймовірність знаходження зміненого фрагменту, проте багаторазове застосування збереження зображення за допомогою алгоритмів стискання може погіршити результат за рахунок змінення усереднення пікселів всього зображення.

Бібліографічні посилання

1. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А.Сойфера. – 2-е изд., испр. – М.: - Физматлит, 2003. – 784 с.
2. Bianchi and A. Piva Detection of nonaligned doublejpeg compression based on integer periodicity maps / IEEETransactions on Information Forensics and Security. Vol. 7. – 2012. - Pp.842–848.

УЗАГАЛЬНЕНІ ПОСЛІДОВНОСТІ ФІБОНАЧЧІ. ЇХ МЕТРИЗАЦІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ

Босюк А., 19anastasiaboss96@gmail.com

Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова

Класична послідовність Фібоначчі та її узагальнення широко використовуються в різних розділах математики, зокрема, для побудови метричної, ймовірнісної та фрактальної теорій дійсних чисел. У доповіді розглянеться система числення в основі якої лежить нескінченно мала послідовність Фібоначчі ($\hat{\varphi}$ -зображення), тобто така послідовність дійсних чисел (u_n) , для членів якої виконується рівність $u_{n+2} = u_{n+1} + u_n$.

Система числення, у якій довільне дійсне число $x \in [-1; \varphi]$, де $\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$, може бути представлене підсумою (неповною сумою) ряду $\sum_{n=1}^{\infty} \varphi^{n-1}$, має двосимвольний алфавіт та ненульову надлишковість, що є важливим у питаннях кодування інформації та її технічного використання. Остання порівнюється з системою зображення чисел підсумами ряду $\sum_{n=1}^{\infty} F_n^{-1}$, елементами якого є числа, обернені до членів класичної послідовності Фібоначчі, яка має ненульову надлишковість і складну геометрію, в основі якої лежать неоднорідні співвідношення між членами і залишками ряду.

Серед даних систем виділено «найекономніше» зображення (канонічне), наведено критерії та ознаки канонічності. Також дані системи є ефективним засобом для кодування та зображення дійсних чисел, побудови відповідної метричної та фрактальної теорії, ефективні в кодуванні інформації, її збереженні, передачі та захисті.

ПРО МЕТОДИ СТИСНЕННЯ ВЕЛИКИХ БАЗ МЕДІЙНИХ ДАНИХ

Бузовський Є.О., eugbn6@gmail.com, **Божуха Л.М.,** bozhukha.li@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Велика кількість соціальних мереж та хмарних сервісів пропонують користувачам завантаження мультимедійного контенту, зокрема зображень та відео, на свої сервери. Об'єми таких даних зростають експоненціально. Тому розробка нових методів стиснення даних набуває особливої актуальності.

При роботі з медіа даними, а саме зображення та відео, алгоритми стиснення поділяють на два види – стиснення з втратами або без втрат, і більшість форматів медіа файлів пропонують стиснення з втратами. Представляє інтерес задача стиснення без втрат, якій може передувати задача певної обробки даних (зменшення роздільності, кольорової гами тощо) для початкової мінімізації розміру файлів, враховуючи вимоги до збереження їх якості.

Класична ідея стиснення даних полягає у кодуванні популярних послідовностей компонентів даних (байтів, пікселів тощо) у словниках, деревах або інших структурах даних. Базуючись на такому принципі створено більшість популярних алгоритмів стиснення без втрат - алгоритм Лемпеля-Зіва-Велча, LZ77 і LZ78, Deflate, перетворення Берроуза-Вілера та інші.

Важливою особливістю задачі стиснення не окремого файлу, а великих колекцій, полягає у можливості застосувати класичні ідеї та підходи до масивів файлів, кодуючи їх на основі спільних схожих компонентів, при цьому не втрачаючи незалежність окремих даних. Розглядаючи підхід щодо оптимізації та максимізації коефіцієнту стиснення може бути доцільним попередньо опрацювати вхідні дані (наприклад, застосувати методи кластеризації). Розбивши великі колекції медіа файлів на менші кластери, в межах яких файли матимуть найбільше спільних послідовностей компонентів, можливо суттєво підвищити ефективність алгоритмів

стиснення. В межах використання цієї технології може виникнути питання розробки нових форматів зберігання великих колекцій медіа даних, що будуть забезпечувати реалізацію алгоритмів стиснення.

Для обґрунтування підвищення ефективності в нових методах в порівнянні з класичними, - необхідно визначити метрики та способи оцінки їх роботи. Для подальшої роботи з колекціями медіа даних в умовах поставленої задачі можна виділити основні напрями аналізу даних:

- 1) ступінь стиснення (compress rating) або відношення (ratio) обсягів початкового і результуючого масиву даних;
- 2) швидкість стиснення - час, що витрачається на стиснення деякого - обсягу інформації;
- 3) якість стиснення - величина, що показує, на скільки сильно упаковані початкові дані, за допомогою застосування до них повторного стиснення цим же або іншим алгоритмом.

Бібліографічні посилання

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
2. Алгоритмы сжатия данных без потерь [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/231177/>
3. Д. Сэломон. Сжатие данных, изображения и звука. — М.: Техносфера, 2004. — С. 368.
4. Lossless Compression [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/lossless-compression>

ПРО ПОВЕДІНКУ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО- ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З НЕПАРНОЮ КІЛЬКІСТЮ РІВНЯНЬ

Варех Н.В., Козакова Н.Л., Лаврентьєва А.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

При дослідженні рівняння типу Емдена – Фаулера

$$x^{(n)}(t) + \delta p(t)x^\alpha(\tau(t)) = 0, \delta = \pm 1, p(t) > 0 \quad (1)$$

(навіть у випадку без відхилення аргументу $\tau(t) \equiv t$) було встановлено [1], що властивості розв'язків суттєво залежать від знаку δ , парності числа n , типу нелінійності ($0 < \alpha < 1$ – сублінійний випадок, $\alpha = 1$ – лінійний, $\alpha > 1$ – суперлінійний). Рівняння (1) є окремим випадком системи

$$\begin{cases} dy_i(t)/dt = a_i f_i(y_{i+1}(\tau_{i+1}(t))), i = \overline{1, n-1} \\ dy_n(t)/dt = -\delta a_n(t) f_n(y_1(\tau_1(t))), \end{cases} \quad (2)$$

$0 \leq a_i(t) \in C[t_0, \infty)$, $0 \leq \tau_i(t) \in C[t_0, \infty)$, $i = \overline{1, n}$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \tau_i(t) = \infty$, $\delta = \pm 1$, $uf(u) > 0 (u \neq 0)$, $f_i(u)$ – неспадні функції.

При $\delta = -1$ деякі результати отримані в [2]. В даній роботі розглянуто систему (2) при $\delta = 1$ і непарному n ($n = 3$).

Теорема 1. Нехай виконуються умови

$$1. \tau_3(\tau_2(\tau_1(t))) \leq t, \quad (3)$$

$$2. |f_i(uv)| \geq K |f_i(u)| |f_i(v)|, \quad (4)$$

$$3. \int_{t_0}^{\infty} a_1(t) dt = \infty, \int_{t_0}^{\infty} a_2(t) dt = \infty, \quad (5)$$

$$4. \int_{t_1}^{\infty} a_3(t) f_3 \left(\int_{t_1}^{\tau_1(t)} a_1(s) f_1 \left(\int_{t_1}^{\tau_2(s)} a_2(p) dp \right) ds \right) dt = \infty,$$

$$5. \int_{t_1}^{\infty} a_1(t) f_1 \left(\int_{t_2(t)}^{\tau_2(t)} a_2(s) f_2 \left(\int_{\tau_3(s)}^{\tau_3(s)} a_3(p) dp \right) ds \right) dt = \infty, c > 1.$$

Тоді кожний розв'язок системи (2) або сильно осцилює, або кожна компонента розв'язку монотонно прямує до нуля при $t \rightarrow \infty$.

При інших обмеженнях на функції $\tau_i(t)$, $i = \overline{1,3}$ має місце

Теорема 2. Нехай виконуються умови (4), (5) та умови:

1. $\tau_2(t) \leq t$, $\tau_3(t) \leq t$, $g(t) = \min(\tau_1(t), t)$,
2. $\int_{t_1}^{\infty} a_3(t) \left(f_3 \left(\int_{t_1}^{g(t)} a_1(s) f_1 \left(\int_{t_1}^{\tau_2(s)} a_2(p) dp \right) \right) ds \right) dt = \infty$,
3. $\int_{t_1}^{\infty} a_1(t) \left(f_1 \left(\int_t^{ct} a_2(s) f_2 \left(\int_s^{cs} a_3(p) dp \right) \right) ds \right) dt = \infty$, $c > 1$.

Тоді кожний розв'язок системи (2) або сильно осцилює, або кожна компонента розв'язку монотонно прямує до нуля при $t \rightarrow \infty$.

Наведені теореми досліджують асимптотичну поведінку розв'язків на нескінченному інтервалі. На скінченному інтервалі числовими методами проведено дослідження двох моделей, одна з яких описує розповсюдження епідемії лихоманки Ебола, друга – динаміку чисельності популяції амеб.

Динаміка розповсюдження лихоманки Ебола описується системою трьох рівнянь. З'ясувалось, що врахування інкубаційного періоду мало впливає на динаміку розвитку епідемій. Симптоми показують себе дуже швидко, що означає невеликий інкубаційний період, і як наслідок маємо невеликі значення запізнення.

Модель динаміки чисельності популяції амеб описується одним рівнянням. Дослідження показало, що врахування минулого (запізнення) суттєво впливає на максимально можливий приріст популяції.

1. **Кигурадзе И.Т.** К вопросу колеблемости решений нелинейных дифференциальных уравнений [Text] / И.Т. Кигурадзе // Дифференциальные уравнения, 1965, Т. 1 – № 8 – С. 995 – 1006.
2. **Варех Н.В.** Дослідження поведінки розв'язків диференціальних систем з відхиленням аргументу [Текст] / Н.В. Варех, О.Я. Вольфсон, О.А. Падалка. // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д: ДНУ, 2018. – С. 14 – 23.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕМПІРИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Василькович О.О., voa77777@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Однією з найбільш відомих класичних задач дискретної оптимізації є задача комівояжера. Точний її розв'язок можна отримати методом гілок та меж, який являє собою один із варіантів направленої перебору. Цей метод доцільно використовувати лише при невеликій розмірності задачі, в інших випадках розв'язок не завжди можна отримати за прийнятний час. Емпіричні алгоритми її розв'язання, на відміну від схем перебору, дозволяють наближено розв'язувати задачу за прийнятний час, знаходячи один з варіантів розв'язку, не обов'язково оптимальний. Емпіричні алгоритми є інтуїтивно зрозумілими, так би намагаючись вирішувати дану задачу людина базуючись на простій логіці. Зокрема, такі алгоритми розглядаються в [1], [2].

В даній роботі розглядаються три наближені алгоритми поліноміальної складності та проводиться їх порівняння з точки зору точності. В кожному із розглянутих алгоритмів шлях комівояжера будується послідовно з тією різницею що у кожному алгоритмі на черговому кроці по різному додаються ребра до цього шляху.

Алгоритм послідовного конструювання з мінімальних елементів полягає у наступному: обираємо ребро з найменшою вагою, і намагаємося додати його до шляху. При цьому треба так будувати шлях так, щоб кожна вершина була інцидентна 2 ребрам. Також перевіряємо щоб шлях не замкнувся раніше, ніж будуть використані всі вершини. Тому ведеться перевірка на кількість ребер що утворюють черговий шлях.

Алгоритм правостороннього обходу. Починаючи з будь-якого вузла додаємо до шляху вихідні ребра справа з найменшою вагою. Перевіряємо щоб шлях не замкнувся раніше ніж до нього ввійдуть всі вершини.

Алгоритм лівостороннього обходу послідовно будує шуканий маршрут комівояжера, починаючи з довільного вузла, включенням в маршрут вхідних ребер з найменшою вагою. Маршрут добудовується додаванням вершин зліва. Перевіряємо щоб шлях не замкнувся раніше ніж до нього ввійдуть всі вершини.

Розглядалися матриці розміром 5x5, 10x10, 20x20, 30x30, 100x100, 200x200. Елементи матриці були згенеровані випадковим чином у проміжку від 1 до 50. За результатами тестування виявилось, що у 90% значення цільової функції для алгоритмів лівостороннього і правостороннього обходу співпадають.

Обчислювальний експеримент показав що алгоритм пошуку найменшого 90% відсотків дав кращі результати ніж 2 інші. Причому, якщо для матриці 5x5 елементів значення цільової функції буде відрізнятися на 8-9%, то для 30x30 елементів різниця досягає вже порядку 20%.

Перелік використаних джерел

1. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. посіб. /Л.Ф.Гуляницький, О.Ю.Мулеса. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. - 142с.
2. Базилевич Р. П. Дослідження ефективності існуючих алгоритмів для розв'язання задачі комівояжера / Р. П. Базилевич, Р. К. Кутельмах // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 650 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 235-245.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua,

Брезмен Ю.І., yuriy.brezmen@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Наш мозок можна назвати ідеальним біологічним комп'ютером, найціннішим досягненням еволюції. Він може зробити нас успішними, підняти з бідності до казкового багатства, допомогти роздобути ресурси для життя та подолати смертоносні віруси. Ми можемо спілкуватись, ділитись емоціями, співпереживати та радіти разом з іншими.

Але як і в кожному комп'ютері, у роботі мозку трапляються збої. У більшості випадках вони зовсім незначні та майже не впливають на наше повсякденне життя, проявляючись всього лиш головним болем чи легким безсонням. Але часом бувають збої, що призводять до повної зміни людської поведінки, нерідко роблячи її соціально неприйнятною. У таких випадках необхідно встановити, яке саме психічне відхилення трапилось та в подальшому зайнятись його лікуванням.

Для виявлення та діагностуванні психічних відхилень здебільшого використовуються класичні методи, такі як бесіда психолога чи психіатра з пацієнтом. Для конкретного ж встановлення психічного відхилення використовуються методи психоаналізу, зокрема проведення тестів. Часто таке тестування зводиться до монотонного перебирання запитань, відповіді на які можуть бути лише "Так" або "Ні". У таких випадка основна робота кваліфікованого працівника полягає у оцінюванні результатів тестів та звірянні комбінації обраних варіантів із вже існуючими та пошук відповідників у медичній літературі.

З часів перших ЕОМ людина використовує комп'ютери для вирішення найрізноманітніших проблем, адже комп'ютери володіють набагато більшою швидкістю, ніж ми, що дозволяє швидше та якісніше виконувати всілякого роду задачі у всіх сферах свого життя. І медицина це не виключення. Завдя-

ки комп'ютерній діагностиці ми можемо швидко отримати доступ до потрібної нам інформації, попередньо відсіявши її з-поміж величезної кількості усіх інших неактуальних даних. А отже, необхідно створити систему, що допомогла б встановити діагноз за набором наявних симптомів, тим самим економлячи час у обробці наявної інформації. Також, таку систему можна було б застосовувати у профілактиці психічних захворювань для їх завчасного виявлення на ранніх етапах, що в разі збільшує ймовірність успішного лікування.

Дана система повинна здійснювати діагностування у вигляді простого опитування та за допомогою алгоритму пошуку, що базується на порівнянні наявних симптомів, що вибрані користувачем під час проходження опитування, із даними, що містяться у готовій базі даних.

Для зберігання та опрацювання інформації слід сформувати три масиви даних:

- масив, що містить усі дані про захворювання та їх симптоми;
- проміжний масив, що містить тимчасові дані;
- масив відфільтрованих даних, що містить інформацію для користувача про наявність збігів у діагностуванні певних відхилень.

Для порівняння та обробки масивів слід використати швидкі алгоритми пошуку, такі як алгоритм бінарного пошуку та алгоритм лінійного пошуку з бар'єром, якщо попередньо застосувати будь-який алгоритм сортування.

При знаходженні діагнозу з ймовірністю в 1, результат слід вивести як такий, що збігся повністю. Якщо ж пошук по одному з масивів завершений, але масив з тимчасовими даними досі містить мінімум два варіанти з ймовірністю менше 1, слід вивести їх усі в порядку зменшення ймовірності та вказати, які симптоми збіглись, а які – ні. Проведення діагностики такого типу дозволить швидко зібрати інформацію, наприклад, медсестрі, яка опісля передасть дані кваліфікованому лікарю, котрий перед обстеженням пацієнта вже володітиме достатньою кількістю інформації, щоб зекономити велику часту часу під час самого обстеження.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СЛУЖБИ ДОСТАВКИ ТОРГІВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Василюк А.С., Ковалишин В.В., volodymyr.kovalyshyn22@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Одне з основних завдань логістики полягає у систематизації інформаційних потоків, які забезпечують ефективний розподіл та реалізацію товару. Для великих магазинів, які займаються перевезенням чи доставкою товару є важливим якість та ефективність перевезень, які основним чином пов'язані із процесами оптимізації координації роботи транспорту, а також розподілу обсягів перевезення. Для зниження логістичних витрат та отримання можливості конкурентоспроможності, необхідно здійснювати зміни у структурі роботи логістичного відділу.

Логістичний відділ включає в себе матеріальні, фінансові та інформаційні потоки і поєднує у собі функції розподілення вантажу та транспортування.

Для будь-якого підприємства чи магазину, який надає послуги доставки товару, транспорт є основним джерелом витрат, адже згідно із дослідженнями витрати сягають від 1/3 до 1/2 всіх витрат. Торгові мережі, які оплачують витрати на пальне без відповідного контролю, здійснюють нарощення людських ресурсів, не забезпечують зменшення ризиків прийняття недоцільних рішень — знижують рентабельність та можливості розвитку.

Необхідно створити програму, яка міститиме інформацію про користувачів та яка має бути закрита і доступна лише для певних людей у необхідній мірі для забезпечення належного обслуговування, контролю та відповідного виконання обов'язків.

Для побудови схеми маршруту і оптимізації є необхідність у використанні графів. При побудові шляху через певну кількість пунктів, оптимальним рішенням є використання методу пошуку у глибину з ітеративним заглибленням. Маршрут вважається оптимальним, коли

замовлення виконано за найменший відрізок часу з використанням мінімальних витрат із завданням мінімальної шкоди для об'єкта.

Для реалізації даної можливості необхідно створити серверну частину, яка отримуватиме дані про трафік на дорогах, відстань і час, за який можна проїхати з пункту А у пункт В з врахуванням того, що потрібно відвідати певні пункти.

Вага ребра — це час у хвилинали, за який можна подолати певний відрізок, а саме проїхати до того чи іншого повороту, вулиці тощо.

Для прикладу кур'єру дано початковий і кінцевий пункт призначення, крім цього дано 3 проміжних пункти, які потрібно відвідати. У даному випадку пошук маршруту відбуватиметься циклічно і окремо для кожної точки.

На першому кроці пошуку оптимального маршруту починаючи від початкового пункту буде здійснюватися пошук вигідного маршруту до трьох пунктів, які необхідно відвідати перш ніж прибути у кінцевий пункт призначення кур'єрові.

При відхиленні від маршруту по відношенню до згенерованого програмою дані зберігатимуться. Після чого відбуватиметься обробка та аналіз отриманих статистичних даних для можливої побудови ефективного маршруту наступного разу. В подальшому це знання використовуватиметься для оптимізації проходження певних ділянок міста з урахуванням особливостей перевезення товарів.

Під час побудови маршруту враховуватимуться такі дані, як завантаженість дороги, час, коли відбувається доставка, середня швидкість проходження ділянки, орієнтовний час здійснення замовлення на основі статистичних даних про час проходження шляху.

Зазвичай відстеження місцезнаходження кур'єра відбувається за допомогою координат. Для отримання клієнтами адреси у зрозумілому форматі на серверній частині створити метод, який викликатиме google-geocode та розшифровуватиме координати у відповідний формат.

ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНВЕРСІЇ САЙТУ

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua,
Криворучко А.-М.О., annkryvoruchko@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

Досить давно, відомий британський автор і науковець Томас Грей заявив: «Торгівля змінює долю та геній націй.». За останнє десятиліття комерція отримала сотні нових способів знайти свого клієнта. Все більше користувачів здійснюють купівлю в Інтернеті, все більше продавців використовують нові канали та методи збуту своєї продукції/послуг. Велика кількість інтернет магазинів веде до шаленої конкуренції. Юзабіліті – це характеристика, яка в першу чергу звернена до відвідувачів сайту. Чим краще юзабіліті - тим краще продається продукт, тим краще конверсія. Конверсія - це відношення числа його відвідувачів, які виконали необхідну дію, до загального числа унікальних відвідувачів. Для комерційних сайтів — це здатність «робити» з відвідувачів покупців. Відповідно, для збільшення конверсії сайту - необхідно покращувати юзабіліті. Для цього потрібно розуміти як користувачі поведуться на сайті, як вони реагують на певні елементи та що варто покращити. Для цього, створюється теплова карта кліків та додатковий функціонал.

Мета і задачі дослідження – проект полягає у створенні проекту сервісу, що допоможе збільшити конверсію сайту. Для цього будуть збиратись дані і відображатись в адміністративній частині про поведінку користувачі на сайті.

Розроблення сервісу допоможе власникам бізнесу / маркетологам / аналітикам розуміти поведінку користувачі на сайті.

Для користування, необхідно буде встановити скрипт на сайт. Вся поведінка користувачі збирається і зберігається на сервері. Користувач сервісу може в будь який час отримати доступ до цих даних та проаналізувати їх. Варто зазначити, що всі дані збираються і відображаються в режимі онлайн.

Мовою розробки обрано PHP - це широко використовувана мова сценаріїв загального призначення з відкритим вихідним кодом. Також буде застосовуватись JavaScript - динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна

мова програмування, що надає можливість на стороні клієнта взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними з сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд веб-сторінки.

Також код PHP можна вбудовувати безпосередньо в код html. На відміну від мови JavaScript, користувач не бачить PHP-коду, бо браузер клієнта отримує готовий html-код.

ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ДОНОРСТВО КРОВІ»

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, **Кунанець О.О.,** oksanka.kun@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

Збільшення обсягу інформаційних потоків та удосконаленням інформаційних технологій управління багатьма процесами здійснюється з використанням інформаційних систем (ІС), оскільки це сприяє підвищенню ефективності опрацювання великих масивів даних. Такі системи надають можливість впорядкувати інформаційні потоки, що дозволяє:

- виконувати опрацювання, аналіз різного типу даних;
- спростити процеси прийняття індивідуальних рішень;
- базувати вибір варіанту прийняття рішення на рекомендаціях системи, що ґрунтуються на аналізі попереднього досвіду системи;
- розвивати комунікативні функції.

Для мотивації та агітації людей стати донором необхідне впровадження інформаційної інтелектуальної системи (ІІС), що дозволить здійснювати комунікацію між донорами та реципієнтами.

Основні причини використання ІС::

- моніторинг процесів зі здачі крові;
- формування бази даних донорів у Львові;
- скорочення часу від запиту до отримання хворим необхідної порції крові.

Мета і задачі дослідження – проект полягає у створенні проекту мобільного додатку, на ресурсах якого буде можливість реципієнту знайти донора потрібної йому крові, а також донору-волонтеру знайти потребуючої переливання людини для якої підійде кров цього ж донора.

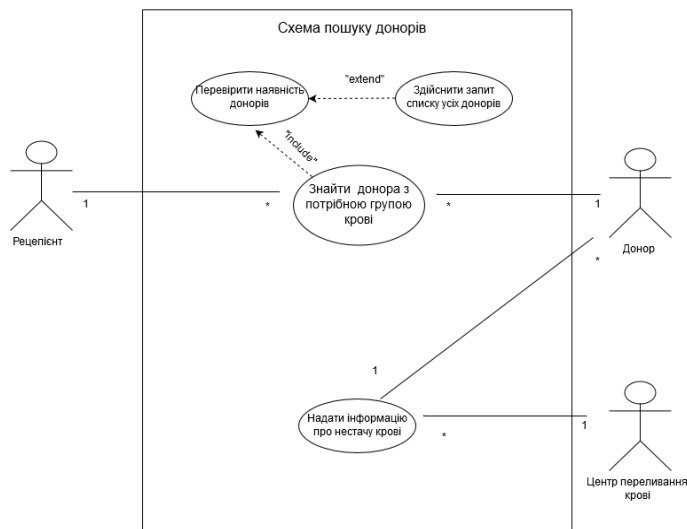


Рис. 1. Діаграма варіантів використання системи інституту донорства крові

Розроблення мобільного застосунку, який дасть можливість шукати та комунікувати між собою донору та реципієнту, а також забезпечить зв'язок із центром збору крові для отримання інформації про потребу певної її групи. Платформою для додатку було обрано Android. Середовищем розробки - Android Studio. Середовище розробки адаптоване для виконання типових завдань, що вирішуються в процесі розробки застосунків для платформи Android. Мовою програмування обрано Java, об'єктно-орієнтована мова програмування, яку використовують власники Android – Google для створення нових додатків для цієї платформи.

Рекомендаційна система є мобільним застосунком для допомоги львів'янам, які потребують переливання крові. Це дасть можливість реципієнтам самостійно шукати донора потрібної групи крові і скоротить час очікування на нову порцію крові. Функціонал застосунку надає можливість бажаним здати кров у зручному центрі, самостійно обрати кому ця кров влита та моніторити регулярність і кількісні параметри здачі своєї крові. Застосунок має на меті допомогти кожному - сьогодні кров можете здавати донор, а в разі непередбачуваних життєвих обставин кров здадуть для потреб самого донора. Додаток формує статистику зі здачі крові у календарному вигляді, відповідно точно фіксує де й коли було останнього разу здано кров кожним донором, скільки крові здано і коли можна прийти на наступний сеанс при бажанні / в разі потреби.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПОШУКУ ТА БРОНЮВАННЯ МІСЦЬ В ГОТЕЛІ

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua,

Овакімян А.К., Arminjan97@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

Інтернет є найшвидшим способом отримання значних та релевантних обсягів інформації. Прискорений темп життя створює соціальний запит на можливості обробки даних за короткий проміжок часу. Одними з систем, що мають попит на інформаційних ринках, є сервіси бронювання житла.

Головною проблемою існуючих систем бронювання є неможливість швидкого контакту між власниками житла та його потенційними мешканцями. З одного боку, власники житла не отримують достатнього потоку клієнтів. З іншого боку, у потенційних мешканців немає можливості зекономити час та кошти або знайти житло, що відповідає їх уявленням про комфорт.

Тож, сервіс бронювання готелів у вигляді сайту є актуальним продуктом на ринку інформаційних систем, з постійним попитом та потенціалом зростання дохідності для власників.

Мета і задача дослідження - проект полягає у створенні інтелектуальної інформаційної системи у вигляді веб-сайту, який допоможе у пошуку та бронюванні місць в готелі.

Сервіс бронювання житла у вигляді інформаційної системи є відкритою та безкоштовною системою з рівнем конфіденційності, який встановлює відвідувач. Користувачі відвідують подібні сервіси анонімно або створюють власний профіль, якщо планують отримати переваги постійного клієнта. В обох випадках час заощаджується, насамперед, за рахунок перегляду житла перед заселенням та фільтрації параметрів пошуку.

Вибір технології для розробки інформаційної системи, яка дасть можливість користувачеві заощадити власний час при пошуку та бронюванні місць в готелі, є важливим фактором на стадії формування

вимог. Інформаційну систему написано на скриптовій мові - JavaScript та компільований мові - Java. Середовищем розробки - IntelliJ IDEA.

Головною перевагою розробленої системи - є доступність в будь-який час та досягнення кінцевої мети користувача. За допомогою розробленої системи, людина має впевненість в тому, що по приїзду в іншу країну або місце вона матиме апартаменти для відпочинку.

Додатковою перевагою системи - є зворотній зв'язок, якій допоможе в розширенні кількості готелів та допоможе визначити в яких готелях є проблеми. Також завдяки відгукам користувачів, які перебували в тому чи іншому номері можна визначитись з бронюванням іншим користувачам.

Потрібно приділити достатньо уваги до захисту персональних даних користувачів. В системі є алгоритм шифрування пароля, що робить ваш обліковий запис більш безпечним. Можливість авторизації в систему через соціальні мережі, надає доступ до певного набору інформації, захищеної системою.

Система забезпечує безпечні зняття коштів з картки, яка спрямована на оплату номеру в готелі. Оплативши карткою, користувач переконаний в тому що номер оплачений та не є доступний для інших користувачів на визначений ним період.

Отже, в системі встановлені зв'язки високого ступеню захищеності з соціальними мережами, що забезпечують швидкий обмін даними, реєстрацію та авторизацію користувачів на сайті. У профілі користувача є функції корзини, оплати банківськими картками, перегляду та редагування бронювань. Сервіс є багатомовним, що сприяє підвищенню рейтингу сайту на міжнародному інформаційному ринку.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА БРОНЮВАННЯ КОСМЕТИЧНИХ ПРОЦЕДУР «BEVEAUTY»

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua,

Савчин О.Ю., savolya1997@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

Система для бронювання косметичних процедур є надзвичайно ефективною у сучасному світі, адже та швидкість з якою зростає індустрія краси та моди не можливо переоцінити. Наразі прийшов такий час, коли майже кожна з дівчат щоденно думають про те як би їм виглядати гарніше та привабливіше, які косметичні процедури їм необхідні для того, щоб почувати себе комфортніше та бути більш впевненою у собі. Також зросла кількість професій, які вимагають від співробітників завжди бути у відповідній формі, тобто завжди бути доглянутими, що і несе за собою регулярні відвідини салонів краси.

На теперішній цей ринок є перенасиченим, адже зросла величезна кількість майстрів, які за відносно короткий термін навчання отримують сертифікати про можливість здійснення певних косметичних процедур. Тобто, навчання стало доступним для всіх охочих та ще й за короткий термін та зручний графік занять. Тому, якщо колись для отримання сертифікату чи диплому майстра косметичної процедури потрібно було поступати у спеціальну навчальну установу, то тепер все стало набагато простіше. Отже, через таку різноманітність та кількість салонів краси стало все важче підібрати саме того майстра, який би відповідно до своєї кваліфікації надав бажані для конкретної людини професійні послуги.

Інформаційна система «BeBeauty» має на меті вирішити два основних питання, а саме вона включатиме в себе можливість реєстрації для обох сторін – звичайного користувача та майстра косметичної процедури. З одного боку це допоможе при виборі необхідного салону краси та полегшить власне сам механізм пошуку. Тобто, дана система включає в себе необхідний набір фільтрів та сортування за допомогою яких, користувач зможе обрати

саме того майстра, який буде підходити по всім заданим критеріям. З іншого боку, майстер, зареєструвавшись у систему, матиме змогу заявити про свій рівень професійності у виконанні певних косметичних процедур, а саме за допомогою опису про свої здібності, прикріплення сертифікату про підтвердження знань у даній області та завантаження фотографій вже готових робіт, для того, щоб продемонструвати практичні навички роботи.

Отже, «BeBeauty» це система з яскравим інтерфейсом та зручним функціоналом. Користувачі зможуть побачити ціни конкретного майстра та вільні дні та години для запису на процедуру. Таким чином вони з легкістю матимуть змогу забронювати запис та навіть оплатити онлайн. Також, головною особливістю програми будуть відгуки та коментарі від користувачів про майстра. Це дуже важливий функціонал для даного типу системи, адже завдяки відгукам, звичайний користувач буде більш впевненим при виборі майстра чи салону краси з одної сторони, а з іншої майстер побачить рівень своєї компетентності та навичок у сфері краси та при отриманні великої кількості позитивних відгуків збільшуватиме клієнтську базу і свій дохід. Підсумовуючи вищесказане «BeBeauty» це програма, яка з розвитком інформаційних технологій суттєво економить час пошуку необхідної косметичної процедури та майстра, що у теперішній час є дуже важливою особливістю, а тому, можна сміливо сказати, що дана система несе чудовий вклад в індустрію краси.

1. Хассан Г. UML-проектирование систем реального времени паралельных и распределенных дополнений / ГомаХассан., 2011. С. 704.
2. Товб А.С. Управление проектами: стандарты, методы, опыт. / А.С. Товб, Г.Л. Цинес. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 240 с.

ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ МУЗИЧНОГО ЛЕЙБЛУ

Василюк А.С., Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, **Федунець Т.І.,** fedunets.tetiana@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

На сьогоднішній день розвиток інтернету і технологій в істотній мірі вплинув на всі сфери життєдіяльності суспільства, і музична сфера - не виняток. Нові технології принесли колосальні зміни в багаторічний досвід музичного бізнесу, подарувавши унікальні можливості розвитку.

Протягом більш як півстоліття складно уявити собі музичну індустрію без музичних лейблів. Саме вони свого часу зробили революцію і довели музику до масового слухача. Незважаючи на розвиток інтернету і змінення підходу до поширення музики, музичний лейбл залишається найбільш вірним і надійним способом показати свою творчість світу і заробити на цьому грошей.

Даний проект інформаційної системи дозволяє бажаючим поширити свою творчість музикантам підбирати лейбли відповідно до жанру і стилю їхньої музики. Також система дає можливість генерувати листи і робити їх розсилку, що дозволяє суттєво економити час користувача. З огляду на те, що на українському ринку практично відсутня альтернатива, система підбору музичного лейблу є актуальною.

На меті мого дослідження є створення проекту інформаційної системи підбору музичного лейблу, що дозволить спростити взаємодію музиканта з музичним лейблом.

В ході виконання роботи поставлено такі задачі до дослідження:

- здійснити аналіз предметної області, що стосується музичних лейблів;
- проаналізувати існуючі засоби, що дозволяють підбирати лейбл;
- визначити їх недоліки та переваги, на основі проведеного аналізу;
- скласти перелік необхідних функцій для розроблюваної системи;
- провести системний аналіз інформаційної системи;

- вибрати засоби, необхідні для реалізації системи;
- реалізувати інформаційну систему підбору музичного лейблу.

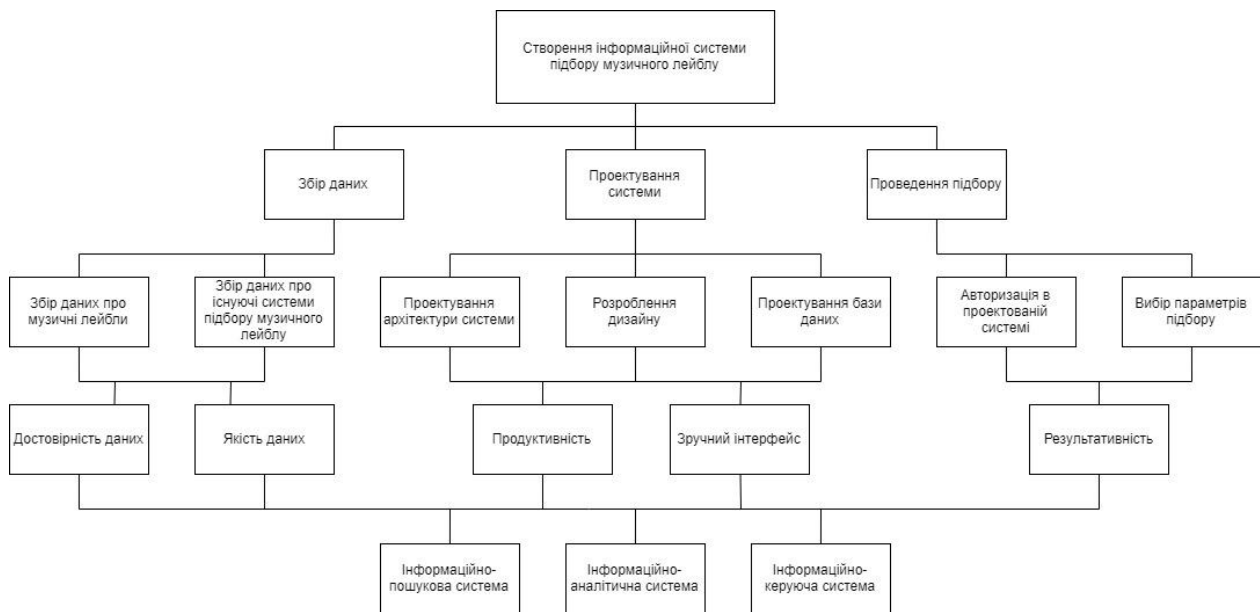


Рис.1 Дерево цілей проекту інформаційної системи підбору музичного лейблу

Спроекована система може бути використана окремими музикантами або цілими музичними гуртами для того, щоб підібрати лейбл, який відповідає тематиці музики, а також для контакту з представниками цього лейблу. Створений проект дозволить користувачам відмовитись від необхідності шукати самостійно лейбли у мережі інтернет і надсилати електронні листи окремо на кожен з них.

Розробка системи допоможе артисту полегшити процес пошуку та підбору музичного лейблу. Так, як різні лейбли працюють зазвичай тільки з певними стилями та жанрами, артист витрачає багато часу, щоб підібрати такий лейбл, який би відповідав всім його принципам в музиці.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Василюк А.С., Шинкарчин Х.Ю., khrystynashynkarchyn@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Впровадження нових або доповнюючих систем чи інших програмних рішень потрібно здійснювати у торгових компаніях і магазинах для забезпечення можливості ефективного розподілу ресурсів та зменшення витрат. Отримана інформація про витрати, прибуток, виручку, матеріально-технічне забезпечення, фінансову заборгованість забезпечуватиме отримання реальних знань про поточну ситуацію та можливості компанії, а також використовуватиметься для подальшого покращення роботи, прогнозу витрат та рентабельності. Система також має надавати знання окремо про працівників кожного магазину чи складу, а також про наявні, використовувані та незадіяні ресурси.

За допомогою відстеження здійснених переглядів, покупок та додавань в улюблене у самій програмі необхідно проводити визначення товару, яке потрібно рекомендувати клієнтові. Акційні пропозиції чи сертифікати повинні надаватися відповідно до визначених асоціативних правил, кожному клієнту програми індивідуально у залежності від проведених покупок та дозволеного мінімуму.

Завдяки використанню касових апаратів у магазинах, збір даних для подальшого дослідження покупок значно спрощується. Вся інформація зберігається у базі даних і пізніше отримані дані використовуються для побудови асоціативних правил. Аргіогі при пошуку наборів, які часто зустрічаються, здійснює пошук у ширину, який базується на методі спадного замикання підтримки. Зображувати типову поведінку користувачів, необхідно у формі дерева, адже такий спосіб подачі інформації є компактним, а дані групуватимуться за умовою. Для застосування алгоритму Аргіогі,

необхідно провести попередню обробку інформації, а саме зобразити отримані дані у бінарному вигляді та задати необхідну структуру даних.

Кількість стовпців має дорівнювати кількості елементів, присутніх у транзакціях. Записи мають відповідати певній транзакції. Якщо даний предмет був присутній у транзакції, то у стовпці цей елемент буде записаний цифрою 1, якщо предмет не був виявлений у транзакції, тоді цей елемент буде записаний як 0. Дані таблиці повинні бути нормалізовані, а всі предмети впорядковані (наприклад, по даті, числу, типу, назві) для застосування алгоритму. Першим кроком алгоритму є здійснення пошуку популярних наборів, після чого буде здійснено формування правил. Кількість елементів набору — це розмір набору.

Здійснення пошуку популярних наборів елементів — це операція, яка потребує багато пам'яті, часу та інших ресурсів. В основі алгоритму Apriori лежить така властивість підтримки, з якої випливає, що підтримка будь-якого набору предметів не може перевищувати мінімальну підтримку будь-якої з підмножин. Крім цього у алгоритмі використовується правило анти монотонності, яке говорить про те, що набір не може стати частим за рахунок додання до нього одного або більше товарів.

Перегляд популярних товарів для надання пропозиції необхідно виконувати з можливістю перегляду в загальному по всій мережі, конкретному магазину або складу, а також по певному відділенні. Для швидкого пошуку є необхідність у здійсненні фільтрації за різними параметрами такими, як категорія товару, назва та марка. Фільтрація пошуку правил за здійсненими транзакціями необхідна по даті та часу для виявлення певної сезонності чи популярних комбінацій товарів у певний відрізок дня. Сортування необхідно здійснювати за коефіцієнтом кореляції, підтримкою або достовірністю.

ІНФОРМАЦІЙНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ

Веселовська В., veselowska@gmail.com,
Дмитроца Л.П., dmytrotsa.lesya@gmail.com

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Система контролю та управління доступом (СКУД) – це налагоджений програмно-апаратний комплекс, призначений для візуального контролю, запису інформації та передачі її до місця перегляду або зберігання, що дозволяє запобігти несанкціонованому доступу до об'єкта, а також дозволяє розмежувати доступ до приміщень, зберегти і потім переглянути інформацію про події в системі за певний проміжок часу, вести моніторинг та облік робочого часу для персоналу.

Метою роботи є розробка інформаційно-комп'ютерної системи (ІКС), що дозволяє контролювати спроби порушення роботи об'єкта, що охороняється, ПАТ ФК «АОА ІНВЕСТМЕНТС», який працює з цінними паперами, і спроби несанкціонованого заволодіння інформацією та матеріальними цінностями шляхом встановлення обладнання біометричної ідентифікації на об'єкті.

Традиційні методи персональної ідентифікації, засновані на застосуванні паролів або матеріальних носіїв, таких, як пропуск, паспорт, водійське посвідчення, електронний ключ або карта, не завжди відповідають сучасним вимогам безпеки. Пароль можна забути або перехопити, матеріальний носій – скопіювати, втратити або передати іншій особі. Відомо, що людина володіє рядом унікальних ознак, властивих виключно їй – зовнішність, голос, відбитки пальців та ін. Людина сама по собі є "ходячим ідентифікатором".

Біометричні системи і зчитувачі для СКУД є одними з найбільш складних, оскільки призначенням будь-якої СКУД, у тому числі і біометричної, є ідентифікація (аутентифікація) користувачів системи, побудованої на основі зчитування біометричних ознак [1]. Фактично будь-яка біометрична СКУД виробляє звірення заздалегідь занесеного в пам'ять

системи ідентифікатора з заново введеною біометричною ознакою. Біометричні зчитувачі є сучасними високоточними пристроями ідентифікації і часто використовуються на об'єктах з підвищеними вимогами секретності. Біометрична ідентифікація є найбільш надійною, оскільки людина ідентифікується за ознаками, які не можливо передати іншій особі, на відміну від зовнішніх ідентифікаторів (електронних карт, міток, ключів та ін.) [2].

В апаратній частині розробленої ІКС використовуються біометричні зчитувачі відбитків пальця, управляючі елементи системи – контролери, інтерфейси передачі даних Ethernet та RS-485 і перетворювачі інтерфейсів та периферійні пристрої – відеоспостереження, кнопки виходу, датчики відкриття дверей та інші.

Програмна підсистема складається з таких компонентів: веб-сервер ApacheTomcat (Ліцензія ApacheLicense 2.0); фреймворкVaadin (Ліцензія ApacheLicense 2.0); бібліотеки OpenCV (Ліцензія BSD); сервер баз данихPostgreSQL 9.1 (Ліцензія BSD); середовище розробки EclipseEclipse (Ліцензія PublicLicense); операційної системи Ubuntu 13.04 LTS.

При розробці ІКС застосовано метод аналізу прототипів. Розроблена система може бути використана як для розробки більш складних мережевих СКУД, заснованих на декількох видах біометричних зчитувачів, так і як частина інтегрованої системи безпеки, яка виконує як охоронні функції (охоронна і пожежна сигналізація, управління системою відеоспостереження), так і управління системами життєзабезпечення (електропостачання, освітлення, ліфти та ескалатори, система вентиляції та кондиціонування тощо).

Література

1. Autosky – Биокod – Биометрические технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://autosky.com.ua/content/view/28/51/>.
2. Биометрическая идентификация и аутентификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bio-smart.ru/>
3. Интегрированные системы безопасности [Электронный ресурс]. – <https://cyberleninka.ru>

IMPULSE NOISE SUPPRESSION BY FUZZY IMAGE FILTERING

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, Lviv; University of Lodz, Poland

Noise suppression is one of the important tasks of image processing. Direct processing in spatial domain and fuzzy logic [1, 2] are used for this goal. But its efficiency isn't sufficient. Therefore, we propose the method that allows increasing the efficiency of impulse noise suppression at image. We use the known IF-THEN-ELSE rule fuzzy model [1, 2]:

R1: IF (**more** x_i are NB) THEN y is NB,

R2: IF (**more** x_i are NM) THEN y is NM,

R3: IF (**more** x_i are NS) THEN y is NS,

R4: IF (**more** x_i are PS) THEN y is PS,

R5: IF (**more** x_i are PM) THEN y is PM,

R6: IF (**more** x_i are PB) THEN y is PB,

R0: ELSE y is Z,

where $x_i = L - L_i$, L is a luminance of central pixel and L_i – one of neighboring pixel in a $N \times N$ window, $\tilde{L} = y + L$. For realization of fuzzy function **more** we use S-type function:

$$\mu(z) = 1 / (1 + \exp(-10z + 5,6)).$$

Membership functions are defined for $x_i \in (-255, 255)$ as:

$$\begin{aligned} \mu_{NB} &= \begin{cases} 1, & \text{if } x_i \leq -192, \\ |128 + x_i| / 64, & \text{if } x_i < -128, \end{cases} & \mu_{PB} &= \begin{cases} 1, & \text{if } x_i \geq 192, \\ |x_i - 192| / 64, & \text{if } x_i > 128, \end{cases} \\ \mu_{NM} &= 1 - \frac{|128 + x_i|}{64}, & \text{if } -192 < x_i < -64, & \mu_{NS} &= 1 - \frac{|64 + x_i|}{64}, & \text{if } -128 < x_i < 0, \\ \mu_Z &= 1 - \frac{|x_i|}{64}, & \text{if } -64 < x_i < 64, & \mu_{PS} &= 1 - \frac{|x_i - 64|}{64}, & \text{if } 0 < x_i < 128, \\ \mu_{PM} &= 1 - \frac{|x_i - 128|}{64}, & \text{if } 64 < x_i < 192, \end{aligned}$$

For example, the activity degree for the R2 rule is calculated by the formula

$$\lambda_2 = \min\{\mu_{NM}(x_i) : x_i \in \text{support}(NM)\} \times \mu_{\text{more}} \left[\frac{\text{number of } x_i : x_i \in \text{support}(NM)}{\text{total number of } x_i} \right].$$

The other rules R1, R3-R6 are calculated similarly. The R0 rule is calculated as

$$\lambda_0 = \max\{0, 1 - \sum_{i=0}^6 \lambda_i\}.$$

Using the correlation-product inference mechanism, the numerical value for y is calculated as $y = \sum_{i=1}^6 C_i \lambda_i$, where $C_i = \{-192, -128, -64, 64, 128, 192\}$.

For improvement of known filter [2] we propose to use multiplicative model, which is based at the weighted local contrast C :

$$C = \frac{L - \tilde{L}}{\max(1 - L, 1 - \tilde{L}) + p \min(1 - L, 1 - \tilde{L})}, \quad (1)$$

where $p \in (-1, \infty)$. From formula (1) we define output pixel luminance as

$$L^* = \begin{cases} \frac{\tilde{L} - |C|^\alpha \cdot [1 + p(1 - \tilde{L})]}{1 - |C|^\alpha}, & \text{if } C \geq 0, \\ \frac{\tilde{L} + |C|^\alpha \cdot [1 - \tilde{L} + p]}{1 + p|C|^\alpha}, & \text{if } C < 0. \end{cases} \quad (2)$$

In formula (2), the index of power α is the amplification degree, another parameter p makes it possible to control the properties of the contrast function (1).

This results in better suppression of impulse noise and provides more precise image filtering indicators in most cases.

References

1. Farbiz F., Menhaj M.B., Motamedi S.A., Hagan M.T. A new fuzzy logic filter for image enhancement, IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics. – Part B. – 2000. – Vol. 30. – No. 1. – P. 110–119.
7. Vorobel R., Berehulyak O. Method for impulse noise removal from images using fuzzy logic. In: Selected Problems of Computer Science, (red.) D.Rutkowska, J. Kacprzyk, Warszawa. – APH EXIT. – 2005. – P. 290–298.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОБНОГО ЗНО НА ФАКУЛЬТЕТІ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ

Гандзюр Я. О., gandzjur@gmail.com, **Скороход Г.І.**, gskorokhod@yahoo.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача ручного збору і обробки результатів пробного ЗНО (зовнішнє незалежне тестування) [1] з математики серед майбутніх абітурієнтів щорічно стає перед працівниками факультету прикладної математики. Збір цих даних надає можливість для аналізу поточного рівня знань абітурієнтів, тому є важливою для факультету. На сьогоднішній день для збору та аналізу результатів пробного ЗНО залучаються викладачі кафедри, які вручну заносять їх до електронних документів. Для автоматизації цього процесу було розроблено мобільний додаток, в якому абітурієнт може авторизуватись за допомогою e-mail адреси, що дає можливість встановити зв'язок між університетом та абітурієнтом. Цей додаток надає можливість, заповнивши форму, надіслати свій результат на сервер для подальшої обробки.

Для створення мобільного додатку було розроблено дизайн, за яким в подальшому створювався сам мобільний додаток за допомогою технології для міжплатформної розробки — React Native [2]. Для збору та опрацювання результатів абітурієнтів було створено сервіс з використанням фреймворку Sanic [3] для асинхронної обробки HTTP-запитів та бібліотека pandas для обробки та експорту накопичених даних.

Цей сервіс може надати можливість зібрати результати пробного ЗНО силами абітурієнтів одразу після проведення екзамену і зняти це навантаження з викладачів факультету. На сервері відповіді можна перевірити, як тільки стануть відомі відповіді на завдання, і результати будуть надіслані абітурієнтам за допомогою повідомлень в додатку або листами на електронну пошту. Це значно підвищить швидкість обробки результатів пробного ЗНО і надання зворотнього зв'язку абітурієнтам, це можна буде зробити автоматично, як тільки стануть відомі відповіді. Також лист з результатами пробно-

го ЗНО може містити вказівки на те, які завдання абітурієнт вирішив вірно, а в яких допустив помилки. Окрім цього, цей додаток може бути використаний як “тренажер”, в якому можуть розміщуватись приклади ЗНО минулих років з можливістю пройти тестування і негайно отримати результати.

Література

1. Про зовнішнє незалежне оцінювання навчальних досягнень випускників навчальних закладів системи загальної середньої освіти, які виявили бажання вступати до вищих навчальних закладів у 2008 році: [Електронний ресурс] // Законодавство України — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0005-08>
2. React Native: [Електронний ресурс] // React Native · A framework for building native apps using React — Режим доступу : <https://facebook.github.io/react-native/>
3. Sanic: [Електронний ресурс] // Sanic — Sanic 19.6.0 documentation — Режим доступу : <https://sanic.readthedocs.io/en/latest/>

ПРО ЧИСЕЛЬНУ РЕАЛІЗАЦІЮ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ВОЛЬТЕРРИ ДРУГОГО РОДУ

Гарт Л.Л., Васильченко В.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Освоєння та впровадження у практику прикладних розділів сучасної математики є однією з найважливіших умов прогресу в області розв'язання різноманітних дослідницьких, інженерних та проектних задач. До таких розділів можна віднести наближені, чисельні та машинні методи розв'язання інтегральних рівнянь Вольтерри другого роду, застосування яких дозволяє отримати ефективний математичний опис різних задач фізики, механіки, теорії керування, економіки, екології тощо [1-2].

Одновимірне лінійне інтегральне рівняння Вольтерри другого роду записується у вигляді

$$x(t) - \int_a^t K(t,s)x(s)ds = f(t), t \in [a, b]. \quad (1)$$

Відомо, що однорідне рівняння Вольтерри другого роду ($f(t) \equiv 0$) з неперервним ядром $K(t,s)$ має тільки тривіальний розв'язок, а умови існування розв'язку неоднорідного рівняння пов'язані з різними обмеженнями на ядро $K(t,s)$ та праву частину $f(t)$. Зокрема, розв'язок існує і єдиний в класі неперервних на відрізку $[a, b]$ функцій, якщо ядро неперервне усередині й на сторонах трикутника, обмеженого прямими $s = a$, $t = b$, $t = s$, а функція $f(t)$ неперервна на $[a, b]$ [1-2].

Дана робота присвячена розробці та програмній реалізації для одновимірного інтегрального рівняння Вольтерри другого роду обчислювальних схем сіткових аналогів методів послідовних наближень, скінченних сум та вироджених ядер.

Розроблений з використанням мови програмування C# програмний продукт дає користувачеві можливість описувати ядро $K(t,s)$ і праву частину $f(t)$ рівняння (1) в аналітичному вигляді та керувати основними параметрами роботи кожного з методів. Після введення необхідних даних і

проведення розрахунків користувач отримує графічне представлення наближеного розв'язку, табличні значення наближеного розв'язку на заданій сукупності точок з $[a, b]$ та час роботи кожного з методів.

Для обґрунтування застосування розроблених алгоритмів та оцінки їх точності розв'язано низку модельних задач, що мають точні розв'язки. Відносна похибка розрахунків не перевищувала 7 %. Найбільша точність розрахунку отримана методом скінчених сум, проте найшвидший результат отримано методом послідовних наближень.

З використанням розробленого програмного продукту проведено чисельне моделювання деформування пружно в'язкого матеріалу, що дозволяє вирішувати численні задачі дослідження механіки повзучості й релаксації матеріалів [3]. За результатами розрахунків можна зробити висновок, що алгоритм методу скінчених сум виконується швидше ніж алгоритм методу послідовних наближень та суттєво швидше ніж алгоритм методу вироджених ядер.

Обчислювальні схеми та функціонал розробленого програмного продукту потребують подальшого розвитку та вдосконалення для підвищення точності й швидкості отримання результатів.

Бібліографічні посилання

1. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. – К.: Наукова думка, 1986. – 544 с.
2. Манжиров А.В., Полянин А.Д. Справочник по интегральным уравнениям: методы решения. – М.: Факториал Пресс, 2000. – 384 с.
3. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твёрдого тела. – М.: Наука, 1988. – 712 с.

ПРО НАБЛИЖЕНІ АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ НА ВЛАСНІ ЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ

Гарт Л.Л., Щербаченко Є.О., Балейко Н.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проблема знаходження власних значень виникає у багатьох обчислювальних і дослідницьких задачах, наприклад, при дослідженні динаміки процесів в різних областях: в техніці, біології, медицині, економіці, зокрема, під час опису моделей для оптимізації й управління ризиками в енергетиці перетворення мереж [1], у задачах лінійної бароклінної нестабільності в океанах Землі [2] та ін. Задача відшукування власних значень і відповідних власних векторів матриць є однією з основних задач у багатьох розділах фізики. З такою обчислювальною проблемою доводиться стикатися, наприклад, при дослідженні власних коливань різних механічних систем, коливальних і електронних спектрів молекул і кристалів [3]. В електричних і механічних системах власні значення відповідають власним частотам коливання, а власні вектори характеризують відповідні форми коливань. Абсолютно принципове значення ця проблема набула після створення в тридцятих роках минулого століття квантової механіки, яка стала базовою дисципліною дослідження мікросвіту. Дійсно, відповідно до одного з основних положень квантової механіки, всі спостережувані величини (тобто величини, які можуть бути виміряні в результаті проведення конкретних фізичних експериментів) – це власні значення деяких нескінченновимірних ермітових матриць. А таке поняття, як «діагоналізація гамільтониана» (оператора енергії), безпосереднім чином пов'язане з перебуванням власних значень цього оператора, стало повсякденним виразом мови сучасної фізики. У теорії динамічних систем і пов'язаних з ними системах лінійних диференціальних рівнянь знання власних значень дозволяє визначити характер поведінки системи в часі і вирішити питання про стійкість такої системи. Оцінка величин критичних навантажень при розрахунку будівельних конструкцій також заснована на інформації про власні значення

і власні вектори матриці. З цією проблемою доводиться стикатися фахівцеві, який займається проектуванням або аналізом великих технічних систем [4].

Складнощі під час розв'язання проблеми на власні значення полягає в тому, що обчислення власних значень і відповідних власних векторів матриці великих розмірів звичайними методами вищої алгебри призводить до зіткнення з громіздкою і виснажливою роботою. Основною проблемою є розкриття визначника матриці, оскільки шукані значення входять в кожен стовпець і кожен рядок визначника. Вирішення цієї проблеми пов'язано з істотними труднощами – до теперішнього часу не розроблені задовільні по точності і ефективності загальні методи, придатні для матриць загального вигляду. Однак, в чисельних методах існує багато спеціальних алгоритмів, призначених для матриць спеціальної структури – симетричних, стрічкових, квазідіагональних тощо [5]. Подальше розширення процесу математичного моделювання веде до того, що володіння методами розв'язання проблеми на власні значення стає обов'язковим елементом інженерної освіти.

Дана робота присвячена розгляду існуючих підходів до розв'язання як часткової, так і повної проблеми на власні значення лінійних операторів (зокрема, квадратних матриць n -го порядку). Створено програмний продукт на мові C++, що реалізує алгоритми методів Крилова, Левер'є-Фадєєва та обертань для розв'язання повної проблеми знаходження власних значень і відповідних власних векторів матриці, проведено обчислювальні експерименти та їх якісний порівняльний аналіз на прикладі розв'язання декількох модельних задач. Найточнішим із розглянутих виявився ітераційний алгоритм обертань, що має швидкість збіжності геометричної прогресії зі знаменником $q = 1 - \frac{2}{n(n-1)}$. Серед розглянутих прямих методів найкращим виявився алгоритм Левер'є-Фадєєва. Хоча він має велику кількість операцій, але дозволяє в процесі побудови характеристичного рівняння знаходити також ряд важливих величин (наприклад, слід матриці).

Результати проведених досліджень можуть бути використані в подальшій науковій роботі авторів при побудові чисельних алгоритмів розв'язання задачі відшукування власних значень і відповідних власних функцій лінійних інтегральних операторів.

Бібліографічні посилання

1. Kantor J., Mousaw P. Models for the Optimization and Risk Management of Energy Conversion Networks // American Control Conference Hyatt Regency Riverfront, St. Louis, MO, USA. – 2009. – P. 671-676.
2. Shafer-Smith K. The Geography of Linear Baroclinic Instability in Earth's Oceans // Journal of Marine Research. – 2007. – Vol. 107. – P. 1-33.
3. Bao G., Cowsar L., Masters W. Mathematical Modeling in Optical Science. – 2001. – 333 p.
4. Сачук Ю.В. Узагальнена проблема на власні значення в задачах контактної взаємодії з урахуванням зношування матеріалу // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2015. – Вип. 21. – С. 205-212.
5. Горбаченко В.И. Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 320 с.

ЗАДАЧА ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧА ЗА БІОМЕТРИЧНИМИ ОЗНАКАМИ

Геріна М.О., marygerina1204@gmail.com,

Луценко О.П., lutsenkoolegp@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Біометричні ознаки – це чіткі, індивідуальні, біологічно обумовлені характеристики кожної людини. Не існує двох людей з однаковими біометричними ознаками. Прикладами біометричних методів ідентифікації можуть служити наступні: аналіз відбитків пальців, геометричної форми рук, візерунка райдужної оболонки або сітківки очей, розташування кровоносних судин, розпізнавання обличчя, динаміки підпису, ритму роботи на клавіатурі, голосу. Варто відзначити, що всі вони дуже сильно залежать від початкової установки та області застосування. На сьогодні тільки три біометричних методу вже довели свою практичність: розпізнавання за відбитками пальців, райдужною оболонкою або сітківкою очей і за рисами обличчя. Але існує не менш популярний на даний час метод – аутентифікація за голосом.

Під голосовою аутентифікацією розуміється наступна ситуація: диктор вимовляє фразу, а комп'ютеризована система розпізнавання характеристик голосу повинна підтвердити або відкинути індивідуальність мовця.

Системи ідентифікації (розпізнавання, верифікації) дикторів за голосом належать до класу біометричних систем, перевагою яких є те, що вони найчастіше не вимагають додаткового обладнання для запису голосу і можуть бути реалізовані з використанням телефонних мереж або пристроїв введення-виведення різних типів (мікрофонів).

Предметом дослідження стали методи роботи з голосом, що дозволяють знаходити такий голос, який є найбільш схожим до того, що вважається еталонним. Але для початку треба провести запис даних, тобто зареєструвати користувача. Після чого можна проводити подальшу роботу.

Комп'ютерне розпізнавання людини починається з цифрової обробки записаної кодової фрази. Мовний сигнал перетворюється з використанням таких методів цифрової обробки, які зберігають індивідуальні особливості

диктора. Так у даній роботі для побудови векторів було використано метод, що базується на застосуванні вже добре зарекомендованого способу виділення корисної інформації про акустичний сигнал, заснованого на обчисленні мел-частотних кепстральних коефіцієнтів. Наступний етап - порівняння з наявними еталонними векторами, які були зареєстровані раніше в базі даних. Рішення про розпізнавання приймається згідно подібності чи розбіжності порівнюваного зразка з еталоном. Якщо в систему верифікації входить мовний сигнал, що має ступінь відмінності менше заданої величини, значить ототожнення пройшло успішно, при відмінності більше заданого - система визнає результат перевірки негативним. Для даного етапу було використано алгоритм динамічного перетворення часу (Dynamic Time Warping; DTW).

За результатами дослідження розроблено програмний продукт, який надає можливість провести аналіз ефективності використання обраного метода. Для отримання порівняльних результатів було реалізовано обрані алгоритми, зазначені вище, і використано їх в системі авторизації людини. Система авторизації реалізована на мові Swift у середовищі Xcode для мобільної платформи iOS. Було проведено ряд експериментів при різних умовах.

У програмі реалізовані всі кроки, необхідні для коректної роботи: можливість записати дані користувача, можливість записати коротке відео, автоматичне розпізнавання.

Дана система дозволяє зчитувати відео та проводити потім порівняння з еталоном. У подальшому для досягнення кращих результатів вирішено провести обробку вхідного сигналу і видалення шумів для покращення роботи алгоритмів, а також у розробці знаходиться частина, що відповідає за розпізнавання обличчя. Наступним кроком планується провести аналогічні досліді з теми «Розпізнавання та авторизація за допомогою обличчя».

АНАЛИЗ ФОРМ РАВНОВЕСИЯ ГИБКОЙ НЕРАСТЯЖИМОЙ НИТИ ПОД ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

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

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Рассматривается тяжелая нерастяжимая гибкая нить, поддерживающая абсолютно твердый цилиндр весом Q и радиусом a , погруженный в жидкость (рис. 1). Концы нити могут скользить по горизонтальным шероховатым направляющим с коэффициентом трения f .

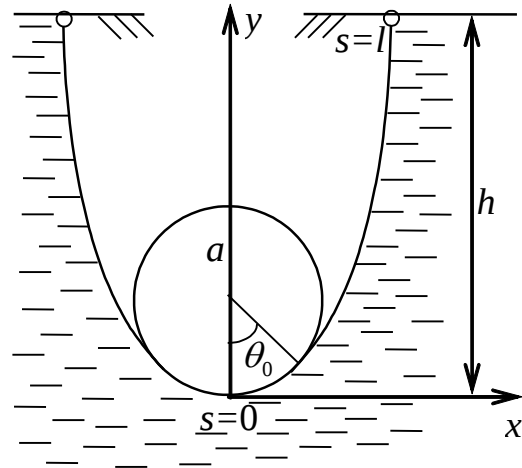


Рис. 1

В математическом плане задача нахождения форм равновесия нити сводится к граничной задаче для системы обыкновенных дифференциальных уравнений относительно четырех неизвестных функций – координат точек нити $x(s)$, $y(s)$, угла наклона касательной $\theta(s)$ и натяжения нити $T(s)$, где s – криволинейная координата вдоль нити, равная по модулю длине дуги. Система уравнений включает два уравнения равновесия и два геометрических уравнения:

$$\frac{dT}{ds} - \gamma_0 \sin \theta = 0, \quad T \frac{d\theta}{ds} - \gamma_0 \cos \theta + \gamma(h - y) = 0, \quad \frac{dx}{ds} = \cos \theta, \quad \frac{dy}{ds} = \sin \theta.$$

Ввиду симметрии системы рассматривается только часть нити $a\theta_0 \leq s \leq l$. Здесь l – длина нити, γ_0 – вес единицы длины нити, γ – вес единицы площади жидкости, θ_0 – угол наклона касательной в точке схода нити с цилиндра. Глубина погружения цилиндра h заранее неизвестна и определяется в результате решения задачи. Граничные условия задают положения концов нити и определенный коэффициентом трения f угол θ_l наклона касательной к нити на ее конце $s = l$. Кроме того, граничные условия включают в себя уравнение равновесия цилиндра.

Общее решение системы дифференциальных уравнений получено в квадратурах. Удовлетворение граничным условиям приводит к трансцендентному уравнению относительно неизвестного угла θ_0 :

$$\frac{\gamma_0}{\gamma a} \theta_1 - \left(\frac{\gamma_0}{\gamma a} - 1 \right) \theta_0 + \text{sign}(\cos \theta_1) \int_{\theta_0}^{\theta_1} F\left(\cos \theta, \theta_0, \frac{h}{a}\right) d\theta = \frac{l}{a},$$

где F – известная функция своих аргументов, а h выражается через θ_0 .

Разработана программа моделирования форм равновесия нити. Для численного решения трансцендентного уравнения используется метод половинного деления. Интегралы, входящие в решение задачи, вычисляются при помощи адаптивной процедуры на основе квадратурной формулы Гаусса с пятью узлами. Такой подход обеспечивает получение численных результатов с гарантированной точностью.

Исследована зависимость форм равновесия нити от безразмерных параметров конструкции $\frac{Q}{\gamma a^2}$, $\frac{\gamma_0}{\gamma a}$, $\frac{l}{a}$. Установлена возможность реализации форм равновесия двух типов, которые схематически изображены на рис. 2, 3.

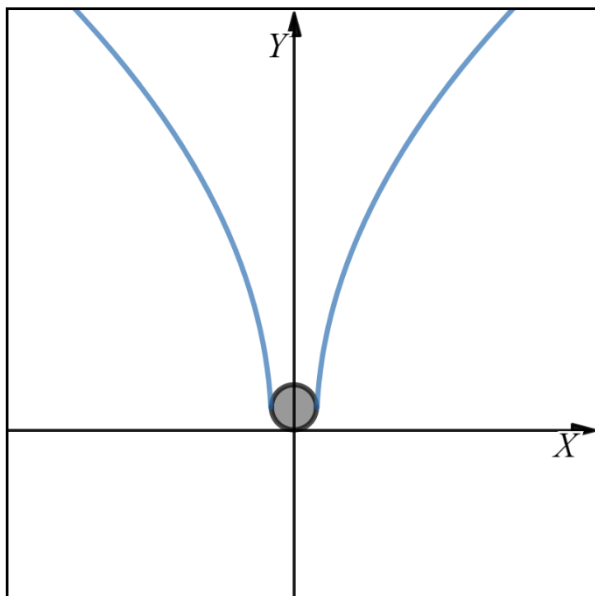


Рис. 2

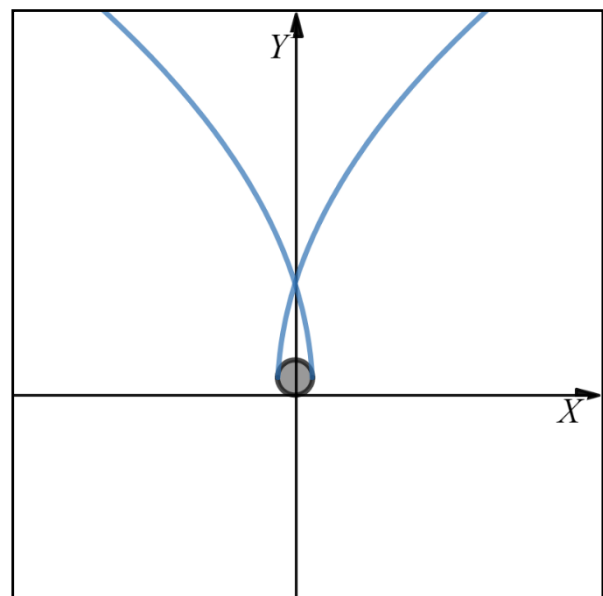


Рис. 3

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОТНОШЕНИЙ 2D-ОБЪЕКТОВ, ОГРАНИЧЕННЫХ КАНОНИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Гиль Н.И., Пацук В.Н., vmpatsuk@gmail.com

Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины

В докладе рассматриваются подходы к построению аналитических условий взаимного непересечения и включения для плоских неориентированных геометрических объектов, границы которых описываются уравнениями второго порядка канонического вида (круг, эллипс, парабола).

Пусть $f_1(X, Y) = 0$ и $f_2(\bar{X}, \bar{Y}) = 0$ — канонические уравнения границ объектов $\bar{S}_1$ и $\bar{S}_2$ в собственных системах координат XOY и $\bar{X}O\bar{Y}$ соответственно, а $f_i(x, y) = 0$ — уравнения границ объектов $S_i\{u_i\}$ относительно общей системы координат xoy , полученные с учётом формул перехода, где $u_i = (x_i, y_i, \vartheta_i)$ — параметры размещения объекта S_i . Обозначим через $S_i'\{u_i\}$ объект, гомотетичный объекту $S_i\{u_i\}$ с коэффициентом гомотетии γ .

Утверждение. Объекты $S_1\{u_1\}$ и $S_2\{u_2\}$ не пересекаются ($S_1 \cap S_2 = \emptyset$), если существует точка (x^*, y^*) , удовлетворяющая условиям: (1) точки (x_1, y_1) и (x_2, y_2) находятся по разные стороны от касательной к $S_1\{u_1\}$ в точке (x^*, y^*) ; (2) точка (x^*, y^*) не является внутренней точкой объекта $S_2\{u_2\}$; (3) точка (x^*, y^*) является граничной точкой объектов $S_1\{u_1\}$ и $S_2'\{u_2\}$; (4) угловые коэффициенты касательных к объектам $S_1\{u_1\}$ и $S_2'\{u_2\}$ в точке (x^*, y^*) равны.

На основании уравнений $f_i(x_i, y_i) = 0$, $i = 1, 2$, эти условия в аналитическом виде сводятся к системе неравенств и равенству, из которого одним из вычислительных методов могут быть найдены значения x^* , y^* при

заданных u_i . На основании неравенств системы построены Φ -функции эллипса и круга, эллипса и эллипса, параболы и круга, параболы и эллипса.

Рассмотрены аналитические условия включения неориентированного объекта в область, которая описывается уравнением второго порядка канонического вида.

Утверждение. Круг $S_2\{u_2\}$ является включением в область $D_1\{u_1\}$, т. е. ($D_1\{u_1\} \cap S_2\{u_2\} = S_2\{u_2\}$), если существует точка (x^*, y^*) , удовлетворяющая условиям: (1) (x^*, y^*) не является внутренней точкой круга $S_2\{u_2\}$; (2) центр круга (x_2, y_2) находится внутри области $D_1\{u_1\}$; (3) (x^*, y^*) является граничной точкой $D_1\{u_1\}$ и $S_2'\{u_2\}$; (4) (x^*, y^*) принадлежит некоторой полосе (при включении в эллипс) или полуплоскости (при включении в параболу), которые в том или ином случае определяются вполне определённым образом; (5) угловые коэффициенты касательных к объектам $D_1\{u_1\}$ и $S_2'\{u_2\}$ в точке (x^*, y^*) равны.

Эти условия, как и в случае непересечения, сводятся к системе неравенств и равенству, из которого определяются значения x^*, y^* .

Условия включения эллипса в область, ограниченную эллипсом или параболой, при помощи ряда преобразований систем координат сводятся к условиям включения некоторого круга в соответствующую преобразованную область. Очевидно, что условия включения объекта S в область D можно рассматривать как условия непересечения объектов $\mathbb{R}^2 \setminus \text{int } D$ и S , т. е. представить в виде Φ -функции.

Построены Φ -функции, реализующие условия включения круга в эллипс, круга в область, ограниченную параболой, эллипса в эллипс, эллипса в область, ограниченную параболой.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА СИНЕРГЕТИЧНІСТЬ

Гоголь О.Р., alexgoogole@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглянуто проблему оптимізації алгоритму еволюції структур конструктивних нейронних мереж (NEAT-модель) для передбачення хаотичного ряду на 1 крок вперед. Оптимізація алгоритму еволюції структури нейронної мережі надає можливість прогнозувати більш складні хаотичні ряди. На сьогоднішній день алгоритм еволюції нейромережових топологій має можливість лише розширювати структуру нейронних мереж, таким чином ускладнюючи їх [1]. Для оптимізації алгоритму було додано 2 нові мутації – мутація видалення нейрону та видалення зв'язку. Також до алгоритму було додано навчання за допомогою методу оберненого поширення помилки.

Для перевірки функціонування нового алгоритму були використані набори мультискролів, що ускладнюються [2]. Мультискроли – велике сімейство хаотичних аттракторів. Існує багато видів мультискролів, кожен з яких має аналог в реальному світі. Для перевірки системи був використане сімейство так званих сітчастих мультискролів. Такий мультискролл отримується за допомогою так званого «перемикача» – елемента, змінив коефіцієнти в якому, можна отримати різні види систем.

Результати роботи можливо використовувати при реалізації алгоритмів прогнозування хаотичних часових рядів для оптимізації нейронної мережі. Еволюціонуюча структура економить час на визначення топології мережі для конкретного завдання та може значно підвищити продуктивність моделі [3].

1. Stanley K. O., Miikkulainen R. Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies // Evolutionary Computation – 2003 – Vol. 2, № 10.
2. Lu J., Chen G., Yu X., Leung H. Generating multi-scroll chaotic attractors via switching control. // Circuits, Systems, and Signal Processing — 2011.
3. Zhang B.T. Muhlenbein H. Evolving optimal neural networks using genetic algorithms with Occam's razor. // Complex Systems – 1993. – №7.

ДО ЕКОНОМІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Горбачук В.М., Дунаєвський М.С., GorbachukVasyl@netscape.net

Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України

Найбільша за населенням держава світу, Китайська Народна Республіка (КНР, Китай), має успішний досвід економічної організації децентралізації. Економічні реформи Китаю, починаючи з 1980-х років, дали змішану економічну структуру, де уряд продовжує відігравати головні ролі в економіці, в якій ринок стає дедалі більшою рушійною силою. Цю структуру можна вбудувати у стандартну модель економічного зростання, враховуючи проблему агентства між центральним і місцевими урядами. Щоб стимулювати місцевих керівників, центральний уряд запровадив економічне змагання, яке генерує не лише задумані стимули для розвитку місцевих економік, але й короткострокові проекти для отримання швидких результатів.

Успішні економічні реформи Китаю вивели його економіку на друге місце у світі, але його економічна структура і процеси розробки стратегій залишаються помітно відмінними від відповідних структури і процесів Європи та Північної Америки.

Китай має складну урядову систему, де центральний уряд співпрацює з регіональними урядами на рівнях провінції, міста, району, селища. Регіональні уряди є головними гравцями в економічному розвитку Китаю: вони здійснюють понад 70% фіскальних витрат у Китаї, відповідають за розвиток таких економічних інститутів та об'єктів інфраструктури на регіональних рівнях, як відкриття нових ринків і побудова доріг, магістралей та аеропортів; незважаючи на свою автономію в економічних і податкових питаннях, керівники регіональних урядів призначаються центральним урядом, а не обираються місцевими виборцями. Ключовим механізмом стимулювання регіональних керівників є встановлене центральним урядом змагання між чиновниками різних регіонів однакового регіонального рівня, яке заохочує тих, хто досягає швидкого економічного зростання, і карає тих, у кого темпи економічного зростання виявляються найменшими. Ця система

фіскального федералізму суттєво стимулювала економічне зростання Китаю, надаючи місцевим чиновникам як фіскальні бюджети, так і кар'єрну мотивацію. Однак таке стимулювання може вести також до поведінки місцевих керівників, орієнтованої на швидкі (тактичні) результати за рахунок досягнення стратегічних цілей.

Нехай економіка складається з M регіонів, а регіон $i = 1, \dots, M$ у період $t = 0, 1, 2, \dots$ має інфраструктуру G_{it} як громадський продукт, створений місцевим урядом і застосований для збільшення місцевої продуктивності. Цим продуктом можна вважати електроенергетику, мости, порти і магістралі. Для Китаю проведено докладний облік інфраструктури розвитку у секторах електроенергетики, автомагістралей і залізниць. Показано, що інвестиції в інфраструктуру становили близько 15% ВВП Китаю у 2008–2012 рр. У ширшому сенсі можна інтерпретувати G_{it} як заходи і стратегії, вжиті урядом для підтримування і стимулювання місцевих ринку й економіки. Можна показати, що фірма вибирає капітал і працю, виходячи з рівня місцевої інфраструктури. Тому G_{it} служить прямим каналом для впливу урядових інвестицій на економіку. Враховуючи рішення фірм щодо використання праці та капіталу, регіональна економіка виявляє постійний рівень віддачі відносно G_{it} , що відповідає моделі ендогенного економічного зростання, за яку Пол Ромер (Paul Romer) удостоєний Нобелівської премії 2018 р.

У стандартній постановці місцевий випуск регіону i визначається виробничою функцією репрезентативної фірми $Y_{it} = A_{it}(K_{it})^\alpha (L_{it}G_{it})^{1-\alpha}$, де A_{it} – місцева продуктивність, K_{it} – обсяг використаного для виробництва капіталу, L_{it} – місцеві витрати праці, α – частка капіталу у випуску, $(1-\alpha)$ – частка праці у випуску. Можна припустити, що місцева продуктивність A_{it} є однаково і незалежно розподіленою в часі. Ця продуктивність може мати певну міжрегіональну структуру, наприклад, структуру, залежну від здібностей місцевого керівництва, залежних, у свою чергу, від кар'єрних стимулів, а також від спільного для всіх регіонів шоку продуктивності.

METHOD FOR SIMPLIFICATION OF THE SYSTEM OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Gorodetskyi V., v.gorodetskyi@ukr.net, **Osadchuk M.**, 13717421@ukr.net
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

We study a mathematical model in the form of a system of ordinary differential equations (ODEs), with polynomial right-hand sides, obtained with a use of numerical methods. It was indicated in [1] that in this case the model could be unduly complex, i.e., an overparametrization problem could appear. That is why it was proposed an analytical method to simplify the ODE system [2], wherein the observed variable does not change.

The method is based on the idea proposed in [3]. The ODE system under study, which we will call the original system (OS), can be associated with a differential model (DM) - an ODE system containing a complex function in only one of the equations. In this case, the observed OS and DM variables coincide, and the DM coefficients can be analytically expressed in terms of the OS coefficients. Obviously, if the same DM corresponds to two different OSs, then the observed OSs variables coincide. Therefore, it is possible to vary the OS coefficients so that the DM coefficients and the observed variable do not change.

To simplify the OS equations, an analytical calculation of the DM coefficients is first performed. Next, the OS coefficients are divided into three sets. The first set is the “uniquely determined” coefficients, which can be analytically expressed using only the values of the coefficients of the DM. The second set is the “preset” coefficients that can be removed from the OS when simplified. The choice of a set of preset coefficients depends on the particular type of the OS under study. The third set is “adjustable” coefficients, which can be analytically expressed in terms of the DM coefficients, the uniquely determined and the preset OS coefficients. To simplify the OS equations, it is necessary to set to some of the preset coefficients the zero value and calculate new values of the adjustable OS coefficients at which the time series of the observed OS variable does not change.

The proposed method was used to simplify chaotic system (39) from [4], which was obtained from the Lorenz system [5] using the "Ansatz library" method. The system under study has the form

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_4 x_1^2, \\ \dot{x}_2 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_4 x_1^2 + b_5 x_1 x_2 + b_6 x_1 x_3 + b_7 x_2^2, \\ \dot{x}_3 = c_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_1^2 + c_5 x_1 x_2 + c_6 x_1 x_3 + b_7 x_2^2 + c_8 x_2 x_3 + c_9 x_3^2, \end{cases} \quad (1)$$

and contains 21 coefficients instead of 7, as the Lorenz system has. It was found that in system (1) there is only one uniquely determined coefficient - a_4 . The OS coefficients $a_0, a_2, b_1, b_2, b_4, c_8$ were taken as preset coefficients. Besides, $a_2 \neq 0$ and the rest were assigned zero values. The result was a simplified OS containing 16 coefficients. Next, the initial conditions were found under which the time series $x_1(t)$ of the system (1) and the simplified OS coincide. Numerical integration of these systems over an interval of 50 s showed that the time series coincide at the interval of 32.916 s, and then diverge due to computational errors.

The proposed method can be applied to simplify not only system (1), but also other OSs, if analytical relationships between the OS and DM coefficients are known.

1. L.A. Aguirre, S.A. Billings, Dynamical effects of overparametrization in nonlinear models, *Physica D* 80 (1995) 26–40.
2. V. Gorodetskyi, M. Osadchuk, Simplification of a reconstructed model, *Int. J. of Dynamics and Control* (2019) DOI: 10.1007/s40435-019-00579-w.
3. G. Gouesbet, Reconstruction of standard and inverse vector fields equivalent to the Rössler system, *Phys. Rev. A* 44 (1991) 6264–6280.
4. C. Lainscsek, C. Letellier, F. Schürer Ansatz library for global modeling with a structure selection, *Phys. Rev. E* 64 (2001) 016206.
5. E. N. Lorenz Deterministic nonperiodic flow, *J. Atmos. Sci* 20 (1963) 130–141.

ANALYSIS OF FUNCTIONING OF SOME TECHNICAL SYSTEMS WITH PERIODIC EXTERNAL ACTION

Gorodetskyi V.G., v.gorodetskyi@ukr.net,
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

The report deals with investigation of oscillation modes of systems with mathematical models in the form of non-autonomous set of ordinary differential equations. We also suppose that external action is periodic. As the example we considered a non-autonomous system of ordinary differential equations with a sinusoidal external action in one of the equations of a type:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + C(x)x = F(t), \quad (1)$$

where m – the consolidated mass, b – coefficient of dissipation, $C(x)$ – the nonlinear stiffness, $F(t)$ – the force of the external action. We considered the case, where $C(x) = c_0 + c_1 x^2$, c_0, c_1 – the constants, and $F(t) = P \sin(\omega t + \varphi_0)$, where P – the amplitude, ω – the circular frequency of oscillations, φ_0 – the initial phase.

The study revealed the dependence of the modes of operation of the system on the values of the parameters of its mathematical model. Namely, it was found that the mode of operation of the device with model (1) sufficiently depends on the coefficient of dissipation. The mode of operation can be periodic with the frequency of external action, almost-periodic [1], periodic with doubling of the period [2], and chaotic [3].

All these features of the system are illustrated by the time series of the variables, phase portraits and spectra, which give a clear representation of the device behavior.

1. Levitan B.M. Almost-periodic functions / B.M. Levitan. - M., 1953. – 396 p.
2. Loskutov A.Yu. Introduction to Synergetics / A.Yu. Loskutov, A.S. Mikhailov. - M., 1990. – 272 p.
3. Moon F. Chaotic oscillations / F. Moon. – M.: Mir, 1990. - 312 p.

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ СТОРІНОК ВЕБ-САЙТУ З УРАХУВАННЯМ ТЕМАТИЧНОЇ БЛИЗЬКОСТІ

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

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Структура сайту – це схема розміщення його основних розділів і сторінок відносно один одного, організація логічних зв'язків між сторінками. Внутрішня структура відображає категорії і приналежність окремих сторінок або матеріалів цим категоріям. Правильна структура сайту забезпечує користувачеві можливість легко знаходити потрібну йому інформацію, крім того, структура сайту безпосередньо впливає на показники ранжування пошуковими машинами. При формуванні позиції сайту у пошуковій видачі алгоритмами Google враховується швидкість сканування ресурсу та краулінговий попит – показник, який визначає популярність сторінок та актуальність контенту сайту серед користувачів мережі Інтернет.

Внутрішня структура сайту будується на етапі проектування на основі семантичного ядра, але у процесі існування ресурсу час від часу виконується реінжиніринг сайту, при проведенні якого структура аналізується з точки зору зручності пошуку і доступності інформації для користувача.

Одним з підходів для аналізу структури сайту є групування сторінок ресурсу в семантичні кластери на основі ключових слів у запитах з подальшим призначенням сторінок для кожної групи ключів. Формування сторінок відповідно до цього принципу дозволяє зробити їх релевантними запитах користувачів та забезпечує зосередження пошуку всередині групи сторінок. Зазвичай для реалізації такого підходу однакові за змістом сторінки об'єднуються в кластери із застосуванням лінгвістичного аналізу. Однак попередня обробка текстів сторінок є витратною при аналізі великих обсягів текстів. Крім того, коли необхідно визначати кластери як для текстових, так й графічних матеріалів, схожих за змістом, лінгвістичні методи аналізу гіпертекстової інформації не є ефективними.

У роботі для кластеризації сторінок сайту пропонується підхід, заснований на гіпотезі про пов'язаність між собою близьких за тематикою сторінок сайту. Близькість за тематикою визначається кількістю посилань на сторінку.

В якості моделі сайту використовується web-граф $G = \{V, E, w\}$, де V – множина html-сторінок сайту; E – множина посилань між сторінками; w – множина ваг ребер графу. Вага зв'язку визначається числом дуг в найкоротшому орієнтованому шляху між парою вершин.

Для кластеризації побудованого графа застосовується алгоритм Border Flow [1], який засновано на ідеї алгоритму максимального потоку. При його використанні в одному кластері виявляються вершини, між якими існує більша кількість зв'язків в порівнянні з іншими вершинами графа. Для графа формується підмножина вершин $X \subseteq V$ і визначаються функції $i(X) = \{x \in X \mid \forall y \in V : w(x, y) > 0 \rightarrow y \in X\}$; $b(X) = \{x \in X \mid \exists y \in V \setminus X : w(x, y) > 0\}$; $n(X) = \{y \in V \setminus X \mid \exists x \in X : w(x, y) > 0\}$, що описують внутрішні, граничні та суміжні вершини, відповідно.

У якості кластера X визначається така підмножина множини V , яка містить максимальну кількість елементів та максимізує відношення $F(X)$:

$$\forall X' \subset V, \forall v \notin X : X' = X + v \rightarrow F(X') < F(X), \quad (1)$$

$$\text{де } F(X) = \frac{\Omega(b(X), X)}{\Omega(b(X), V \setminus X)} = \frac{\Omega(b(X), X)}{\Omega(b(X), n(X))}$$

Задоволення умови (1) забезпечує максимізацію потоку від границі кожного кластера на свої внутрішні вузли при мінімізації потоку з кластеру до вузлів, що знаходяться за межами кластеру.

Отриманий результат кластеризації сторінок сайту може бути використаний для виявлення невідповідностей в структурі зв'язків між сторінками.

Бібліографічні посилання

1. Ngonga Ngomo AC., Schumacher F. (2009) BorderFlow: A Local Graph Clustering Algorithm for Natural Language Processing. In: Gelbukh A. (eds) Computational Linguistics and Intelligent Text Processing. CICLing 2009. Lecture Notes in Computer Science, vol 5449. Springer, Berlin, Heidelberg DOI https://doi.org/10.1007/978-3-642-00382-0_44.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ РОЗРОБЦІ СЕМАНТИЧНОГО ЯДРА САЙТУ

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

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Сучасний світ характеризується стрімким проникненням найновітніших технологій в усі можливі сфери життя. Сфера електронної комерції у вигляді інтернет-магазинів розвивається дуже швидко, оскільки дозволяє суттєво економити на утриманні приміщень магазинів та персоналу, а також дозволяє користувачам здійснювати покупки у зручний час.

Для покращення позицій сайту у пошуковій видачі, а також налаштування рекламної кампанії важливою є побудова семантичного ядра сайту.

Під семантичним ядром мається на увазі набір слів та словосполучень, які відповідають тематиці діяльності сайту, та за якими будуть відшукуватися сторінки сайту за запитам користувачів.

Під час складання семантичного ядра було проаналізовано предметну область, за якою здійснює діяльність інтернет-магазин. З використанням спеціалізованого сервісу пошукової системи Google AdWords побудовано список ключових слів для запитів, знайдено синоніми, спільнокореневі слова. Попередня обробка ключових слів передбачала виконання процедури лематизації, завдяки чому різні форми одного і того ж слова приведено до нормальної форми. Для іменників це називний відмінок, однина; для прикметників – називний відмінок, однина, чоловічий рід; для дієслів, дієприкметників, дієприслівників – дієслово в інфінітиві недосконалого виду.

Для зображення запитів було обрано векторну модель представлення тексту. Під векторизацією запитів мається на увазі їх розбиття на унікальні слова (словосполучення) та подальше кодування. Множина запитів перетворюється у список та подається у вигляді рядка бінарних цифр, у якому 1 позначає наявність слова у запиті, а 0 – відсутність слова.

В роботі виконано модифікацію векторної моделі шляхом врахування частоти вживаності слів за допомогою метрики Tf-Idf. Зазначена метрика дозволяє зробити оцінку важливості кожного слова у контексті документа, та визначається як добуток двох множників. Множник TF (termfrequency - частота слова) визначає відношення числа входжень деякого слова до загальної кількості слів запиту, а IDF (inverse document frequency – обернена частота документа) визначає інверсію частоти, з якою слово зустрічається в запитах колекції.

Побудовані вектори інтерпретуються як точки в багатовимірному просторі, кластеризація запитів виконується методом k-середніх з використанням метрики відстані між векторами.

За допомогою запропонованого підходу запити до сайту кластеризовано відповідно до принципів предметного розподілу, цільового обмеження та відокремлення інформаційних та комерційних запитів.

Програмну реалізацію запропонованих алгоритмів для зображення запитів та подальшої кластеризації виконано у інтерактивній оболонці для мови програмування Python IPython з використанням відповідних функцій. Для зображення векторної моделі представлення пошукових запитів застосовується клас CountVectorizer з бібліотеки scikit-learn.

Виконані заходи стосовно налаштування семантичного ядра та оптимізації web-ресурсу призвели до того, що відвідуваність сайту зросла удвічі. За даними аналізу Website Analysis Overview Report органічний трафік сайту склав 68%. Показник органічного трафіку забезпечується зацікавленими відвідувачами, які самостійно звернулися до сайту. Отримане значення цього показнику досить високе, та свідчить, що обрана SEO-стратегія є вірною.

ДВОЕТАПНИЙ МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЖОРСТКИХ ВКЛЮЧЕНЬ У ТОНКІЙ ПЛАСТИНІ

Гук Н.А., Куц Д.В., Степанова Н.І., n.i.stepanova@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Виявлення в тонкостінній системі дефектів структури матеріалу у вигляді включень, присутність яких впливає на безпечність експлуатації системи, може бути здійснено методами неруйнівного контролю або з використанням аналітичних методів, одним із найпопулярніших серед яких є метод обернених задач.

В роботі розглянуто тонку пластину, що займає обмежену контуром Γ просторову область $\Omega = \{X \mid X = (\xi_1, \xi_2, \xi_3) \in R^3\}$ та знаходиться під дією експлуатаційного навантаження $q(X)$. В пластині присутні включення зі значенням модулів пружності $E_k^*(X)$, $k = \overline{1, K}$, відмінними від модуля пружності E_0 матеріалу пластини.

Для опису наявності включень у пластині введено характеристичні функції: $H(X)$ – визначає області пластини, де присутні жорсткі включення; $\tilde{H}(X)$ – характеризує значення їх модулів пружності. Невідомі функції $H(X)$ та $\tilde{H}(X)$ пропонується визначити за результатами вимірів w_p^* значень функції нормальних переміщень $w(X, H(X))$ в деяких точках γ_p , $p = \overline{1, P}$ на поверхні пластини з використанням двоетапної процедури ідентифікації: 1) локалізація області розташування включень у пластині; 2) відновлення модулів пружності включень.

Зв'язок між характеристичною функцією $H(X)$ та вектор-функцією переміщень $U(X, H(X)) \equiv (u_i(X, H(X)), w(X, H(X)))$ описано нелінійною системою рівнянь рівноваги, яку побудовано з урахуванням гіпотез Кірхгофа-Лява та із застосуванням нелінійних співвідношень теорії В. В. Новожилова у припущенні про малість деформацій й квадратів кутів повороту в порівнянні з одиницею.

Для розв'язання нелінійної задачі деформування пластини з включеннями застосовано варіаційний підхід, що базується на формуванні повного функціонала енергії пластини $J(U(X), H(X))$, до якого приєднано додаткову умову, що визначає близькість спостережуваного стану та стану, обчисленого з використанням побудованої математичної моделі деформування пластини з включеннями.

Для виконання першого етапу процедури ідентифікації (визначення невідомої функції $H(X)$) застосовано числовий метод та побудовано відповідний ітераційний алгоритм, що поєднують скінченно-елементну дискретизацію моделі пластини, лінеаризацію за допомогою методу продовження по параметру навантаження та теорію оптимального розбиття множин. Результатом обчислень вказаним числовим методом є вектор $\{H_n(X)\}$, складений з бінарних значень 0 та 1, при цьому, компоненти зі значенням 1 визначають вузли скінченно-елементної сітки, що належать включенням.

На другому етапі процедури ідентифікації вектор невідомих $\tilde{H}(X)$ визначається у ітераційному процесі методу Ньютона-Рафсона, початкове наближення для якого формується наступним чином: компоненти вектора $\tilde{H}_n(X)$ присвоюються початкове значення модуля пружності, якщо відповідна компонента $H_n(X)$ за результатами обчислень отримала значення 1; решта компонент вектора $\{H_n(X)\}$ отримує значення модуля пружності матеріалу пластини. Далі виконується уточнення вектору невідомих в ітераційній процедурі.

Досліджено ефективність двоетапної процедури ідентифікації в залежності від місця розташування включення у пластині, його розміру та пружних параметрів. Розглянуто приклади розв'язання задачі за вхідними даними, виміряними точно та при наявності випадкової похибки у вимірах.

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЙ У ЦИФРОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Гулий Т.О., guliutaras@gmail.com, Сердюк М.Є., me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В сучасних умовах створення, зберігання та передачі інформації в електронному вигляді виникає можливість несанкціонованого доступу або модифікації цифрових сигналів, в тому числі цифрових зображень (ЦЗ). Це обумовлено високими темпами розвитку програмних засобів для редагування ЦЗ, які дають різноманітні можливості його фальсифікації. Фальсифікація зображення характеризується як «додавання, зміна або видалення деяких важливих особливостей із зображення, не залишаючи очевидного сліду». Зображення із фальсифікаціями можуть використовуватися в ЗМІ для маніпулювання думками суспільства, фабриковані зображення можуть бути використані у судово-медичних цілях.

Відомі методи виявлення фальсифікації на основі розташування пікселів, формату зображення та геометричної невідповідності. Однак виявлення такими методами у переважній більшості базується на вхідному форматі ЦЗ і є ефективним для виявлення копійованих фрагментів одного зображення. Основні труднощі полягають у визначенні ділянок на ЦЗ довільного формату, які були сфальсифіковані шляхом накладання об'єктів з двох різних зображень.

В даній роботі пропонується метод виявлення фальсифікацій на базі світлових потоків, який складається з двох етапів. В основу першого етапу покладено ідеї роботи [1]. Для визначення світлових потоків на декількох об'єктах зображення спочатку висуваються припущення, що дані потоки можуть бути знайдені із формули інтенсивності світла за законом Ламберта:

$$I(x, y) = R(\vec{N}(x, y) \cdot \vec{L}) + A,$$

де $I(x, y)$ – інтенсивність світла у точці (x, y) , R - константне відображення світла, $\vec{L}$ – вектор відбитого світлового потоку, $\vec{N}(x, y)$ - нормаль поверхні у

точці (x, y) та A - константний показник розсіяного світла навколишнього середовища.

Без уявлення про фізичну форму об'єктів, представлених на ЦЗ, обчислити показники нормалі можна лише на їх силуетному контурі. У точці силуету $x = x(s), y = y(s)$ нормаль поверхні може бути обчислена як $n = (\frac{dx}{ds}; \frac{dy}{ds}; 0)$ [2].

Інтенсивність $I(x_i; y_i)$ на силуетній границі $(x_i; y_i)$ не може бути безпосередньо виміряна з зображення, коли поверхню затінено, але інтенсивність може бути екстрапольована на основі розгляду профілю інтенсивності вздовж векторів, що збігаються з нормаллю поверхні.

Аналіз на силуетній границі об'єкту будемо проводити таким чином:

1. Розбиття граничної дуги s на відрізки, для кожного обчислимо певну кількість локальних векторів світлового потоку L_i .
2. Для кожного з L_i виконаємо перетворення, яке мінімізує загальну похибку, спричинену обмеженням, виконаним на першому етапі.
3. Обчислимо середні значення компонентів векторів для визначення загального вектору освітлення об'єкту L .

На другому етапі загальні вектори освітлення L декількох об'єктів порівнюються між собою. Виходячи із припущення про характер світла на ЦЗ, можна зробити висновки про наявність фальсифікації.

Описаний метод був реалізований у комплексному програмному забезпеченні, написаному на мовах C# та Matlab. Обробка тестових зображень показала досить ефективно виявлення фальсифікацій накладання об'єктів с декількох ЦЗ на більшості тестових зображень.

Бібліографічні посилання

1. Johnson M. Exposing digital forgeries by detecting inconsistencies in lighting / M. Johnson, H. Farid // Proc ACM Multimedia and Security Workshop. New York. – 2005.
2. Johnson M. Exposing digital forgeries in complex lighting environments / M. Johnson, H. Farid // IEEE Trans Inf Forensics Secur 3(2):450–46. – 2007.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ПРИ НЕОДНОРІДНОМУ НАГРІВІ

Гунькіна В.Ю., valeriyagunkina@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Незважаючи на наявність великого досвіду розробки і експлуатації багатьох типів конструкцій, в даний час методи ідентифікації фізико-механічних та теплофізичних параметрів матеріалу розроблені недостатньо. Таким чином, представляється актуальною розробка методу ідентифікації теплофізичних властивостей матеріалу за даними експериментів.

У даній роботі задачу ідентифікації теплофізичних властивостей матеріалу пластини сформульовано як обернену задачу. Розглянуто коефіцієнтну обернену задачу визначення теплофізичних властивостей матеріалу на основі результатів спостережень за температурним полем пластини, яка знаходиться під дією теплового потоку з заданими параметрами.

Побудовано математичну модель процесу локального нагріву металевої пластини з використанням моделі незв'язної нестационарної теплопровідності, виконано дискретизацію часового інтервалу та скінченно-елементну дискретизацію області, що займає пластина.

Функціонал оберненої задачі формулюється як середньоквадратичне відхилення спостережуваних та обчислених за допомогою математичної моделі значень температур у точках спостережень. Розв'язок оберненої задачі передбачає відновлення вектор-функції, компонентами якої є α_T – коефіцієнт температурного розширення; λ_T – коефіцієнт теплопровідності; C_T – теплоємність матеріалу пластини. Для опису невідомих функцій оберненої задачі використовуються поліноми другого ступеню $\varphi(T) = a \cdot T^2 + b \cdot T + c$, які враховують температуру в точці. Тоді вектор невідомих оберненої задачі складається зі значень поліноміальних коефіцієнтів:

$$\{a_{C_T}; b_{C_T}; c_{C_T}; a_{\lambda_T}; b_{\lambda_T}; c_{\lambda_T}; a_{\alpha_T}; b_{\alpha_T}; c_{\alpha_T}\}.$$

Особливістю задачі ідентифікації теплофізичних властивостей матеріалу є те, що область визначення вектору невідомих оберненої задачі може бути задана як малий окіл значень його компонент, що одразу дозволяє визначити компактну множину, на якій відшукується розв'язок.

Для визначення компонент вектору параметрів було використано процедуру методу Ньютона. У якості початкового наближення було обрано вектор, складений із значень коефіцієнтів поліномів, що відповідають постійним значенням теплофізичних параметрів, отриманим з довідникової літератури [1].

За допомогою запропонованого підходу виконано ідентифікацію теплофізичних властивостей матеріалу пластини для випадків, коли пластина нагрівається однорідне в усій області, та коли пластина знаходиться під дією локального нагріву в певній області. За результатами розрахунків було встановлено, що неоднорідність теплового поля суттєво впливає на розподіл теплофізичних коефіцієнтів. Значення теплофізичних характеристик незалежно від розташування області нагріву суттєво відрізняються від довідкових значень при однакових значеннях температури, найбільша відносна різниця між отриманими та довідковими значеннями спостерігається для коефіцієнта теплоємності пластини.

Бібліографічні посилання

1. Безухов Н.И. Расчеты на прочность, устойчивость и колебания в условиях высоких температур / Н.И. Безухов, В.Л. Бажанов, И.И. Гольденблат. – М.: Машиностроение, 1965. – 567 с.

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТІ ВІТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВІ БАЙЕСОВСЬКИХ МЕРЕЖ

Дегтярьов Д.А., dmytro.dehtiarov.ua@gmail.com,

Інститут транспортних систем і технологій НАН України «Трансмаг»

Проблема міцності конструкції лопаті вітроустановки є надзвичайно складною, оскільки лопать постійно знаходиться під дією змінних за величиною та знаком навантажень. Кількість циклів діючих на лопать навантажень на два порядки більше навантажень, що діють на крило літака та на порядок більше навантажень вантових конструкцій мостів. Самі навантаження мають випадковий характер, обумовлений турбулентністю набігаючого вітрового потоку. Елементами лопаті виступають композитна склотканева обшивка, лонжерони, нервюри та пінопластовий наповнювач. Взаємозв'язки між елементами конструкції забезпечують міцність лопаті. Якщо прийняти до уваги те, що механічні властивості, розміри елементів конструкції та діючі навантаження мають імовірнісний характер, то конструкцію можна описати як байесовську мережу. Це дає можливість застосовувати у прямому та зворотньому напрямку точні та наближені алгоритми імовірнісного виводу та отримувати наступні величини:

- імовірність безвідмовної роботи при заданих розподілах механічних властивостей, розмірів елементів конструкцій та навантажень (важливий параметр для задач сертифікації конструкції);

- проводити діагностику конструкції при моделюванні ушкоджень різних типів та обирати розрахункові запаси міцності для елементів конструкції;

- оцінювати остаточну надійність конструкції при моделюванні ушкодження обраного елемента конструкції.

Для моделювання байесовської мережі було застовано мову імовірнісного програмування Figaro, що є надбудовою над функціонально-об'єктною мовою Scala.

ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ З ФЕХТУВАННЯ

Демчук А.Б., andriydemchuk@gmail.com, **Гудз О.М.,** gudz.ksusha@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка» (www.lp.edu.ua)

Спортивні організації в зв'язку відкриттям нових спортивних клубів, збільшенням кількості спортсменів, відкриттям нових міських (регіональних) спортивних федерацій потребують засобів для електронної обробки, зберігання і передачі інформації, що істотно скоротить час, збільшить продуктивність праці, і допоможе підтримувати інформацію в актуальному стані. Автоматизація процесу проведення змагань забезпечує доступ до інформації про спортивні клуби, тренерів, суддів, спортсменів і змагання в цілому, а також допомагає в складанні протоколу ходу змагань.

На даний момент з метою проведення змагань використовуються зарубіжні системи. До числа таких належать: «Fencing Time», «BellePoule», «LivePoule». Всі вони знайшли застосування в Україні, проте мають цілий ряд недоліків. Основним з яких є те, що не всі собі можуть дозволити платну версію програмного продукту, оскільки в Україні зацікавленість фехтуванням лише набирає своїх обертів, і трапляються складнощі у пошуку спонсорів, які здатні забезпечити організацію змагання і оплату програмного забезпечення, що здатне виконати необхідні функції для проведення змагання.

Якщо зважити ці чинники стає зрозумілим, що повноцінного аналогу програмного продукту на українському ринку немає, і створення системи проведення змагань з фехтування на сьогодні є актуальним. Розроблювана система володіє такими характеристиками:

- дружній інтерфейс, простота освоєння і експлуатації;
- відсутність прив'язки до інших програмних продуктів та до операційної системи;
- висока продуктивність і масштабованість по мірі збільшення кількості учасників.

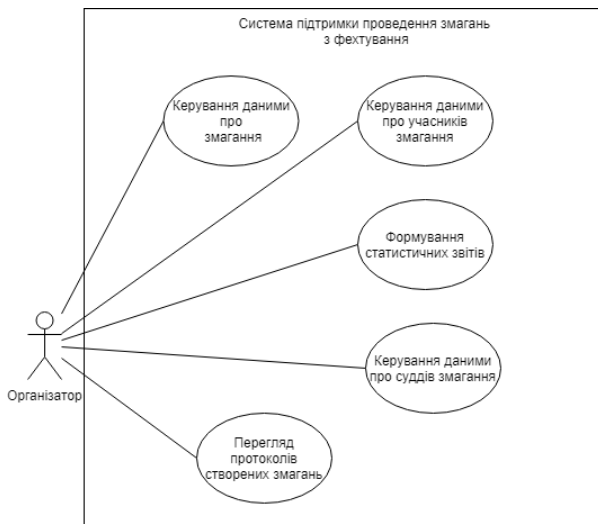


Рис. 1. Діаграма варіантів використання системи проведення змагань з фехтування з роллю "Організатор"

Основні причини використання ІС:

- зберігання даних про етапи змагання, учасників, суддів;
- автоматизація підтримки необхідних для проведення змагання етапів;
- автоматизований підрахунок результатів етапів та змагання в цілому.

Такі засоби дозволяють користувачам проводити змагання та не витратити зайвий час обробку даних, що значно економить час та зменшує ймовірність помилки, що може виникнути при обрахунках.

Мета і задачі дослідження – проект полягає у створенні застосунку, за допомогою якого буде можливість користувачам мати доступ до проведення всіх етапів змагання. Від його створення організатором до введення суддею результатів останнього бою та формування протоколу.

Для реалізації проекту було обрано створення веб-сайту. Технології, що використовуються:

- front-end частина: JavaScript з використанням відкритої JavaScript бібліотеки React для створення інтерфейсів користувача;
- back-end частина: реалізовується мовою Java з використанням Spring – фреймворку з підтримкою інверсії управління для платформи Java;
- БД для зберігання інформації: MySQL – бази даних з відкритим кодом, що найбільш часто використовується для веб-додатків.



Рис. 2. Діаграма варіантів використання системи проведення змагань з фехтування з роллю "Учасник"

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОРОЗІЙНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ БАЛОК І ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ КІЛЬЦЕВИХ ПЛАСТИН ТА ОБОЛОНОК

Дзюба П.А., Масаликін С.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В даній роботі було розглянуто проблему комп'ютерного моделювання корозійної деградації, що залишається актуальною, бо ефективного і точно визначеного алгоритму моделювання ще не винайдено. Метою даного дослідження є:

- Розробка моделей, методів і алгоритмів, дослідження впливу корозійного середовища на напружено деформований стан конструкції.
- Дослідження траєкторій руху точок у процесі корозійного зношування за різними моделями.
- Розробка програмного забезпечення на мові програмування Python, реалізації алгоритмів різних моделей корозійної деградації і проведення відповідних порівнянь.

Для створення додатку було використано бібліотеки NumPy [1] та Matplotlib [2], які надають широкий спектр можливостей математичних обчислень і графічного відображення результатів.

Література

1. Робота з Numpy: [Електронний ресурс] // Numpy — Режим доступу : <https://pythonworld.ru/numpy/1.html>
2. Робота з Matplotlib: [Електронний ресурс] // Matplotlib — Режим доступу : <https://pythonworld.ru/novosti-mira-python/scientific-graphics-in-python.html>

ДО ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕЗУ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ ГЕНЕСІО-ТЕСІ

Дмитрієв Д.Т., Зайцев В.Г.,

Daniil19969@gmail.com, vadymzaytsev65@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Інтерес до хаотичних систем не вщухає протягом останніх двох-трьох десятиліть. І якщо спочатку цей інтерес зводився переважно до виявлення й аналізу хаотичних систем, то в даний час хаотичні системи знаходять широке інженерне застосування, що базується на використанні керованих хаотичних систем. Є безліч публікацій щодо використанню сучасних методів теорії керування для вирішення різних завдань керування хаотичними системами з різноманітними дивними атракторами [1–4]. У даній роботі розглянемо застосування запропонованого підходу до вирішення проблеми керування системою з хаотичним атрактором Генесіо-Тесі [4].

Система Генесіо-Тесі має вигляд:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t), \\ \dot{x}_2(t) = x_3(t), \\ \dot{x}_3(t) = -cx_1(t) - bx_2 - ax_3 + mx_1^2 \end{cases} \quad (1)$$

де $X(t) = [x_1(t), x_2(t), x_3(t)]^T$ – вектор стану; a, b, c, m – позитивні константи, при цьому $ab < c$. Система (1) при значеннях констант $a=1.2$, $b=2.92$, $c=6$ і $m=1$, являє собою некеровану хаотичну систему. Із системи (1) формуємо відкриту керовану збурену систему виду:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t), \\ \dot{x}_2(t) = x_3(t), \\ \dot{x}_3(t) = -cx_1(t) - bx_2 - ax_3 + mx_1^2 + \Delta f + d(t) + u \end{cases} \quad (2)$$

де Δf – параметрична невизначеність хаотичної системи (1); $d(t)$ – невимірюване зовнішнє збурювання; u – керування.

У загальному випадку збурення системи (2) будемо вважати обмеженими: $|\Delta f| \leq \alpha, |d(t)| \leq \beta$, де α, β – позитивні константи. Завдання керування системою (2) полягає в забезпеченні нульового значення вектора помилки:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|E(t)\| = \lim_{t \rightarrow \infty} \|X(t) - X_d(t)\| = 0,$$

де $X_d(t) = \begin{bmatrix} x_d(t), \dot{x}_d(t), \ddot{x}_d(t) \end{bmatrix}^T$ – бажаний вектор стану.

Використовуємо далі підхід побудови системи керування, що спирається на принцип інтегральної адаптації [5]. Він не вимагає синтезу спостерігачів стану і збурень і, відповідно, оперативної оцінки цих збурень.

Надано результати побудови синтезованого керування, наведено ілюстративний матеріал, що підтверджує використання вказаного підходу.

Література

1. Ott E., Grebogi C., Yorke J.A. Controlling chaos // Phys. Lett. A. – 1990. – Vol. 64. – P. 1196–1199.
2. Fradkov A.L., Evans R.J. Control of chaos: methods and applications in engineering // Ann. Rev. Control. – 2005. – Vol. 29. – P. 33–56.
3. Fradkov A.L., Pogromsky A.Yu. Introduction to control of oscillations and chaos. – Singapore: World Scientific, 1998.
4. Dadras S., Monemi H.R. Control uncertain Genesio-Tesi chaotic system: Adaptive sliding mode approach // Chaos, Solitons and Fractals. – 2009. – Vol. 42. – P. 3140–3146.
5. Колесников А.А., Колесников Ал.А., Кузьменко А.А. Метод АКАР и теория адаптивного управления в задачах синтеза нелинейных систем управления // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – Т. 18, №9. – С. 579–589.

МЕТОДИ ЯКІСНОЇ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Долженкова О.В., dolena2017@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Процедура ідентифікації можливих відмов та небезпек під час функціонування технічної системи передбачає виявлення і опис усіх джерел небезпеки, а також сценаріїв подальшої реалізації видів небезпек від них й встановлення максимально можливих рівнів надзвичайних ситуацій для кожного з джерел небезпек [1].

За ідентифікації слід визначити, які елементи, технічні пристрої, технологічні блоки або процеси в технологічній системі вимагають серйозного аналізу з точки зору безпеки. Процес ідентифікації включає три основних етапи: осмислення ризику; аналіз причин виникнення несприятливих подій і їх негативних наслідків; комплексний аналіз ризиків.

У комплексному аналізі ризику застосовують сукупність якісних і кількісних методів. Якісний аналіз причин виникнення несприятливих ситуацій та їх негативних наслідків передбачає докладне вивчення окремих ризиків, причинно-наслідкових зв'язків між чинниками ризику, сценаріїв розвитку несприятливих подій. Для якісного аналізу вхідною інформацією можуть бути спеціальні форми, технічні стандарти і затверджені норми безпеки. Результати якісного аналізу дозволяють сформулювати постановки задач оптимізації щодо зниження можливості появи небезпечної ситуації, розв'язок яких відбувається на основі кількісних оцінок.

В роботі для автоматизації процедури аналізу ризиків розроблено інтелектуальну систему, в якій технічні стандарти і норми безпеки сформульовано у вигляді продукційних правил. Оскільки частини із зазначених параметрів не мають кількісних значень для опису вхідних і вихідних змінних системи використовують нечіткі змінні. Для якісного аналізу ризиків реалізовано методи прямого і зворотного логічного виведення, вибір яких здійснюють залежно від формулювання задачі.

Аналіз за першим типом починають з визначення переліку відмов і розвивають в прямому напрямку шляхом визначення наслідків зазначених

подій. Під час виконання аналізу із застосуванням прямого логічного виведення будують певну послідовність подій, і складають відповідні елементам послідовності сценарії, виконання яких призводить до небезпечного стану системи. За застосування прямого висновку враховують контрольні переліки можливих станів елементів. Інформація, яка повинна бути зібрана і оброблена для розгляду ситуації (сценарію), складається з відомостей про взаємозв'язки елементів і топологію системи, а також включає дані по відмовах елементів та інші кількісні характеристики.

Аналіз у зворотному порядку починають з визначення небезпечного стану системи, від якого простежують можливі причини виникнення цього стану. Побудову правил логічного виведення для опису можливих відмов системи було виконано із застосуванням дерев рішень. Використання дерев рішень обумовлено тим, що під час опису сценарію небезпечної ситуації кількість можливих шляхів її розвитку є скінченною. Рішення, що приймають у момент часу t , спираються на рішення, які було прийнято раніше. За допомогою зазначеної структури легко зобразити причинно-наслідкові зв'язки, що призводять до певного небезпечного стану системи.

Комбінований аналіз з використанням обох підходів дає можливість розв'язати задачу аналізу ризику та забезпечення надійності системи.

Результатом ідентифікації небезпечної ситуації є перелік небажаних подій, опис джерел небезпеки, чинників ризику, умов виникнення і сценаріїв можливих аварій, попередні кількісні оцінки небезпеки і ризику для окремих сценаріїв.

Запропонований підхід та отримані результати аналізу можуть бути застосовані в системах прийняття рішень у рамках управління ризиком.

Бібліографічні посилання

1.Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів [Електронний ресурс] // Верховна Рада України : [офіційний веб портал]. – Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>; вільний. – Назва з екрана.

СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР РЕКУРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДА АКТИВНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Доценко И.О., igordocenko1997@gmail.com, Тонкошкур И.С.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В данной работе рассматривается задача о распознавании вида активности тела человека, которая заключается в том, чтобы классифицировать последовательности данных. Такие последовательности могут быть получены с помощью специальных устройств или смартфонов.

Классические подходы к решению подобных задач включают в себя ручную обработку данных временного ряда, основанных на «окнах» фиксированного размера, и моделях классического машинного обучения, например, таких как ансамбли деревьев решений. Сложность таких подходов заключается в том, что они требуют значительного опыта в данной области и временных ресурсов.

Недавно было показано, что методы глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (например, LSTM), и вариации, в которых используются сверточные нейронные сети (CNN), обеспечивают хорошие результаты в задачах классификации временных рядов. Использование таких методов не требует значительной ручной обработкой данных. В некоторых случаях удастся обойтись и без неё, то есть обучать модели на данных в исходном виде.

В данной работе использовался стандартный набор данных для распознавания вида активности тела человека - «A public domain dataset for human activity recognition using smartphones» [1][2]. Данные были собраны от 30 субъектов в возрасте от 19 до 48 лет. Каждый субъект выполнял одно из шести стандартных действий: ходьба, ходьба вверх по лестнице, ходьба вниз по лестнице, положение сидя на стуле, положение стоя, положение лежа. Запись данных производилась при помощи смартфона, который был закреплен на поясе субъекта. Данные о движениях были записаны с частотой 50 Гц. Каждый субъект выполнял последовательность действий дважды:

один раз с устройством на левой стороне и один раз с устройством на правой стороне.

В данной работе набор данных был разбит на 2 выборки: для обучения (70%) и тестирования (30%). Для обучения всех нейронных сетей использовался оптимизатор Adam со стандартными параметрами. В сравнении участвовали нейронные сети со следующими архитектурами:

- LSTM
- CNN-LSTM
- ConvLSTM

Каждая нейронная сеть была обучена 10 раз, после чего показатели точности классификации были усреднены. Результаты обучения нейронных сетей с данными архитектурами представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения

<i>Архитектура</i>	<i>Средняя точность по результатам 10 запусков (Процент верно классифицированных элементов)</i>
LSTM	89.722% (+/-1.371)
CNN-LSTM	90.689% (+/-1.051)
ConvLSTM	90.801% (+/-0.886)

Приведенные результаты свидетельствуют о достаточно высокой точности методов глубокого обучения в задачах классификации вида активности тела человека.

Библиографические ссылки

1. **Anguita D.** A public domain dataset for human activity recognition using smartphones / D. Anguita, A. Ghio, L. Oneto // 21st European Symposium on Artificial Neural Networks – Bruges: ESANN – 2013
2. **Anguita D.** Human Activity Recognition on Smartphones Using a Multiclass Hardware-Friendly Support Vector Machine / D. Anguita, A. Ghio, L. Oneto // International Workshop on Ambient Assisted Living – Berlin: Springer – 2012 – 216-223 с.

АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ДИНАМІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ

Єгошкін Д.І., KnightDanila@i.ua, Гук Н.А., NatalyGuk29@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Сьогодні для розв'язання великої кількості практичних задач широко застосовуються алгоритми штучного інтелекту і нечіткої логіки [1]. За допомогою систем, побудованих на їх основі, можна усувати труднощі формалізації знань про технологічні процеси, здійснювати розпізнавання нестандартних та аварійних ситуацій. Це дозволяє обійтися без використання точних математичних моделей, що базуються на апараті математичних рівнянь та класичної теорії прийняття рішень.

Основним компонентом інтелектуальних систем є база знань, що включає набір правил логічного виведення, виражених у формі чітких або нечітких продукцій. Правила бази знань описують взаємозв'язки в предметної області, які можна виявити на основі експериментальних даних, отриманих в результаті спостереження. При формуванні баз знань експертних систем існує два підходи: аналіз знань експертом (групою експертів) на основі досвіду, або автоматичне формування бази знань з використанням методів інтелектуального аналізу даних і алгоритмів машинного навчання. У роботі пропонується саме розвиток другого підходу.

Задача полягає в автоматичній генерації бази знань, що складається з продукційних правил, для об'єктів навчальної вибірки з використанням методів нечіткої логіки та правила порівняння значень вихідних змінних. Пропонується алгоритм формування нечітких продукційних правил.

Необхідно відобразити об'єкт із заданими характеристиками в множину інших об'єктів, правила для класифікації яких вже існують в базі знань. Для об'єктів, характеристики яких не відповідають характеристикам наявних у базі знань об'єктів, необхідне створення нових правил. При цьому структура правил системи повинна залишатися незмінною, що дозволяє уникати додаткових перевірок логічних правил на наявність протиріч.

Для класифікації об'єктів були виділені основні ознаки, відповідно до яких визначається приналежність об'єкта тому чи іншому класу. Для комбінацій введених характеристик створюються нечіткі логічні правила, якими буде користуватися механізм нечіткого логічного виведення.

На відміну від класичної процедури нечіткого логічного виведення [2] в розроблену систему додано механізм порівняння, який надає можливість порівнювати новий об'єкт за ознаками з вже існуючими у системі об'єктами. Близькість об'єктів системи визначається з використанням введеної метрики - евклідової відстані. У разі, якщо в наявній базі знань не існує об'єкта, з яким можливо ототожнити досліджуваний об'єкт, то для нього формулюється нове логічне правило та створюється новий клас об'єктів.

Приклад роботи даного алгоритму можна побачити на сайті програми [3], яка проводить класифікацію та відображає довільного користувача в множині бази даних персонажів коміксів «CMD - Combat Marvel DC».

За допомогою розробленого алгоритму досягається висока швидкість розв'язання задачі, оскільки передбачається лише розширення існуючої системи правил у базі знань.

Висновки. Запропоновано підхід до автоматичної генерації продукційних правил бази знань на основі порівняння нових об'єктів з вже існуючими у системі за допомогою метрики, модифіковано алгоритм нечіткого логічного виведення шляхом додавання блоку порівняння вихідного значення для нового об'єкту з вихідними значеннями для наявних у базі знань об'єктів.

Бібліографічні посилання:

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.
2. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
3. Егошкин Д.И. "CMD - Combat Marvel DC". – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knightdanila.github.io/CMD/index.html>

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПРОДАЖІВ ТОВАРІВ

Ємел'яненко Т.Г., Усачов О.В., vk1usachov@gmail.com,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Якісні прогнози продажів товарів дозволять менеджерам магазинів створювати ефективні плани закупівлі для забезпечення наявності продукції. Складність задачі прогнозування продажів товарів обумовлена необхідністю врахування таких факторів як: проведення рекламних акцій, канікул, шкільних та державних свят, сезонності, наявності магазинів-конкурентів поруч і інші.

Нехай задано часовий ряд u_t , $t = \overline{1, N}$, що містить інформацію про щоденні продажі роздрібних магазинів мережі Rossmann. Необхідно побудувати прогноз, тобто побудувати продовження часового ряду у вигляді

$$u_t, \quad t = \overline{1, N + l},$$

де l – довжина прогнозу.

Для побудови якісного прогнозу необхідно виконати попередню обробку даних, яка включає очистку даних, редагування, аналіз даних, перегляд основної статистичної інформації про дані.

Побудова прогнозу була виконана з використанням моделей ARIMA. Загальна модель, запропонована Боксом і Дженкінсом включає як параметри авторегресії, так і параметри ковзного середнього. У позначеннях Бокса і Дженкінса модель записується як ARIMA (p, d, q), де p – параметр авторегресії, d – порядок різниці, q – параметр ковзного середнього.

У процесі розробки програмного забезпечення прогнозування часових рядів використано наступні технології: веб-сайт на LUMP-сервері, мова програмування Python, середовище розробки JetBrains.

Тестування розробленого програмного продукту виконано на даних, які представлені компанією Rossmann для проведення змагання на ресурсі <https://www.kaggle.com/>.

РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРАХУНКУ ГІСТОГРАМИ НАПРЯМЛЕНИХ ГРАДІЄНТІВ

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

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net, **Лисиця Н.М.**, lisitsa_natalya1971@ukr.net,

Беспалова В.В., vikbespalova@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Сьогодні багато уваги фахівців приділяється побудові штучної системи обробки та розпізнавання образів. Штучні системи застосовуються в багатьох галузях: біометрична ідентифікація, промисловість, транспорт, медицина, космос, робототехніка; банки; військова галузь; та інші. На даний час розроблено ряд методів і алгоритмів синтезу та аналізу зображень, які ґрунтуються на різних теоретичних засадах. Гістограма напрямлених градієнтів (HOG) є сучасним методом опису характеристик змісту зображення, дескриптором, що активно використовується у сфері комп'ютерного зору, дозволяючи отримати набір чітких ознак образів на зображенні, що в свою чергу дозволяє навчання та використання нейронної сітки з ціллю близької до людської точності розпізнавання змісту зображення. Даний метод надає більшу точність та є відносно простим у реалізації відносно більшості аналогів [2], а саме тому є перспективним та широко застосовуваним у сфері комп'ютерного зору - теорія та технологія створення програмного забезпечення або машин, які можуть бачити шляхом обробки зображення, яке надходить з відеопристроїв.

В роботі реалізується модифікація алгоритму [1], що дозволяє оптимізувати процес розрахунків HOG-дескриптора, позбувшись надлишкових операцій при застосуванні інтерполяції, будуючи гістограми для кожної комірки лише один раз. Розроблена програмна реалізація даного алгоритму адаптована до можливостей використаної мови програмування Javascript та сучасних технологій обробки зображення.

Незважаючи на ускладнення реалізації через більш складну логіку алгоритму оптимізації, даний метод надає можливість позбавитися від

значної кількості надлишкових операцій, що прискорює розрахунок гістограми напрямлених градієнтів.

Таким чином отримуємо HOG дескриптор, що достатньо швидкий у розрахуванні та завдяки наявності інтерполяції при розрахунку, надає кращу точність при розпізнаванні, ніж класичний HOG дескриптор.

Для програмної реалізації, було обрано та програмно реалізовано метод оптимізації, представлений у роботі [1]. Було покращено результати оптимізації розрахунку HOG-дескриптора для розпізнавання змісту зображення. Для того, щоб повністю позбавитись надлишкових операцій, HOG дескриптор розраховувався на рівні операцій над коміркою. Такий підхід дозволив розглянути кожну комірку лише один раз, що значно покращило швидкість розрахунку та, як наслідок, швидкість розпізнавання образів. Тестування програмної реалізації вказало, що даний підхід не тільки надає високу точність розпізнавання, але й покращує швидкість проведення розрахунків, побудови гістограми напрямлених градієнтів.

Розроблена та описана концепція системи комп'ютерного зору для точної ідентифікації та позиціонування. Програмна реалізація виконана на мові програмування Javascript та відповідає стандартам відповідного програмного забезпечення.

1. Soojin Kim. Fast Calculation of Histogram of Oriented Gradient Feature by Removing Redundancy in Overlapping Block / Soojin Kim, Kyeongsoon Cho // Journal of Information Science and Engineering. – 2014 – Volume 30. – С.1719–1731.
2. Navneet Dalal. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection [Текст] / Navneet Dalal, Bill Triggs // 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) – 2005. – Volume 1. – С. 886–893.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА КРОСПЛАТФОРМЕНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЖЕСТІВ ДАКТИЛЬНОЇ МОВИ

Єфремов М.С., teamasterln@gmail.com, **Крак Ю.В., Кондратюк С.С.**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Основним способом спілкування для глухонімих та людей з вадами слуху є використання жестової мови, що складається з дактильної абетки та набором рухів (жестів), які мають несуть певну понятійну інформацію [1]. Дактильна абетка складається з різних рухів пальців руки, а також рухів кисті руки. Відзначимо, що жести мови має візуальне сприйняття і для вивчення жестів необхідно розробити загальнодоступні інструменти, що дозволили б ефективно забезпечити таке візуальне відображення жестової інформації. Беручи до уваги розвиток інформаційних технологій та обчислювальної техніки, створення застосунку, що надає базу жестів та дозволяє вивчити жести мови є можливим і реалізованим, наприклад, для української жестової мови розроблено інформаційну технологію, яка дозволяє відтворити невербальні методи спілкування [2,3]. У даній доповіді розглядається проблема реалізації подібної технології таким чином, щоб вона була доступна на будь-якій операційній системі мобільного телефону чи комп'ютера.

Пропонується реалізація кросплатформеного застосунку, що має базу жестів української жестової мови яку можна розширювати. З метою вивчення жестової мови і перевірки знань використовуються набори тестових завдань для визначення даних дактильних символів. Застосунок має бути достатньо простим у використанні, та мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Даний застосунок передбачає варіант, що його будуть використовувати учні спеціалізованих шкіл (або шкіл з інклюзивними класами) для вивчення дактильної абетки жестової мови.

Запропоновано використовувати середовище розробки Unity, яке дозволяє використовувати фізику типу RagDoll для моделювання поведінки

3D об'єктів. Для збереження моделі руки використовується формат .fbx, що підтримується багатьма програмами для обробки тривимірних моделей. В розробленій технології анімації рухів були записані мануально та програвються використовуючи інверсну кінематику, що дозволяє зменшити об'єм застосунку до мінімуму.

В подальшому планується використовувати формат JSON для збереження проміжних станів для анімацій (в нашому випадку, це положення координат з'єднань у тривимірному просторі). Модуль для тестування рівня засвоєння жестової мови містить набір запитань, що вимагають вибрати правильний жест з даного набору.

Метою застосунку є створення ефективних інструментів для вивчення жестової мови серед зацікавлених користувачів, та надання можливості її вивчати у доступній формі через засоби комунікації. Експериментальні дослідження показали ефективність такого підходу і подальші дослідження будуть спрямовані на його реалізацію та розробку нових методів для розпізнавання жестової інформації [4].

1. Кривонос Ю.Г. Інформаційна технологія для моделювання української мови жестів / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак, А.С. Тернов, Б.А. Троценко // Штучний інтелект., 2009, №3. – С. 186-197.

2. Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, О.В.Бармак. Системи жестової комунікації: моделювання інформаційних процесів. – Київ: Наук. думка, 2014. – 228 с.

3. Сергієнко І.В., Крак Ю.В., Бармак О.В., Куляс А.І. Системи жестової комунікації: моделювання та розпізнавання дактильної інформації. – Київ: Наук. думка, 2019. – 281 с.

4. Serhii Kondratiuk, Iurii Krak, Olexander Barmak, Anatolii Pashko. Fingerspelling Alphabet 3D Modeling and Recognition Base on CNN Technology for Cross Platform Applications // Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, April 15-19, 2019. CEUR Workshop Proceedings 2353, CEUR-WS.org 2019. – P.173-182.

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ УСАМІТНЕНИХ ХВИЛЬ

Жушман В.В., zhushmanvlad@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглянемо рух рідини в горизонтальному каналі під дією сили тяжіння. Припускається, що рідина є нестисливою, а сама течія потенціальна. Рух рідини описується рівнянням Лапласа для функції потенціалу. На дні виконується умова не протікання, а на вільній поверхні використовуються нестационарні динамічні та кінематичні умови. Початкова форма вільної поверхні задається у вигляді двох усамітнених хвиль, які рухаються одна назустріч одній, а самі розв'язки усамітнених хвиль отримуються з іншої задачі (рис. 1). Для дискретизації по часу використовується явна схема.

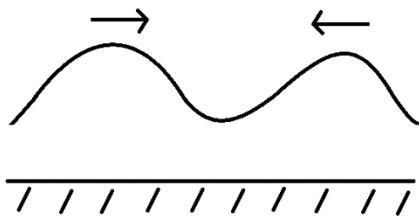


Рис.1 Рух двох усамітнених хвиль

$$\frac{\varphi_i^{n+1} - \varphi_i^n}{\Delta t} = \frac{V_n^2}{2} - y_n$$

$$\frac{d\mathbf{R}_i}{dt} = \nabla \varphi_i$$

Таким чином на кожному кроці по часу отримується крайова задача для рівняння Лапласа з крайовими умовами першого роду на вільній поверхні і другого роду на дні. Розв'язання крайової задачі здійснюється методом граничних елементів. Розв'язування результуючої системи лінійних рівнянь здійснювалося методом спряжених градієнтів.

Рух хвиль спричиняє зіткнення та подальше розділення двох модифікованих усамітнених хвиль, залишаючи між собою невеликий залишок. Результати розрахунків продемонстрували хороший збіг з даними роботи[1].

1. W. Craig, P. Guyenne, J. Hammack, D. Henderson and C. Sulem. Solitary wave interactions. Physics of Fluids (2005).

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕНДЕНЦІЙ ВИБОРУ ПРОФЕСІЇ СТУДЕНТАМИ

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net, **Захарова В.В.**, ZakharovaVita7@gmail.com,
Сірик С.Ф., siryk600@gmail.com, **Фридман О.Д.**, afridman@i.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Актуальною темою для абітурієнтів є питання вибору спеціальності при вступі в ЗВО. Щоб своєчасно розуміти потреби нового покоління абітурієнтів, студентів, створювати можливості для підвищення ефективності процесу навчання, націленого на якісне засвоєння навчального матеріалу і підготовку фахівців високої кваліфікації, необхідно систематично працювати у напрямку дослідження сучасних тенденцій вибору професії серед абітурієнтів і студентів [1,2]. Для цього, як один з можливих шляхів, є проведення анкетування і статистичний аналіз його результатів, які можуть спростити знаходження рішень цих задач.

Проводилося опитування серед студентів 9-ти спеціальностей Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара: «Політологія», «Соціологія», «Інформатика», «Прикладна математика», «Інженерія програмного забезпечення», «Спеціальна освіта», «Психологія», «Хімія», «Соціальна робота». Вибірка складає 205 студентів.

Для проходження анкетування студентів було запропоновано 2 анкети: тест Айзенка – тест на визначення темпераменту та соціологічна анкета. Тест Айзенка складається з питань для визначення темпераментів студентів в групах – екстра-інтроверсії, темпераменту студентів. Встановлені значення шкали «брехні-правдивості» відповідей. Завдяки тесту з'являється можливість зробити оцінку психо-емоційного стану колективів студентів, визначити, чи є психологічний клімат в групах стійким за допомогою параметрів: темперамент, екстраверсія та інтроверсія.

Друга анкета має за цілі встановлення мотивації вступу на обрану спеціальність, ступінь задоволення від навчання, обґрунтування

персональної думки студента про методи викладання в університеті, бажання змін у викладанні.

Для проходження опитування було розроблено мобільний додаток, що містить реєстраційну форму та дві анкети. Надається можливість подивитися підсумкові результати опитування.. При реєстрації респонденти повинні вводити свої персональні дані: e-mail, password, та пройти авторизацію.

Для написання додатку було обрано мову програмування Java на платформі Android Studio – інтегрованому середовищі розробки (Integrated Development Environment) для роботи з платформою Android.

Проведення даного аналізу психо-емоційного стану та соціалізації студентів Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара на основі інтерпретації отриманих результатів дало можливість зробити висновки щодо робочого клімату в студентських групах, завдяки правильності вибору майбутньої професії.

1. Створення сприятливого соціально-психологічного клімату в студентській академічній групі [Електронний ресурс] / І.І. Козак. - Режим доступу: [http://www.psyh.kiev.ua/Створення_сприятливого_соціально-психологічного_клімату_в_студентській_академічній_групі_\(реферат_Козак_І.І.\)](http://www.psyh.kiev.ua/Створення_сприятливого_соціально-психологічного_клімату_в_студентській_академічній_групі_(реферат_Козак_І.І.))
2. Бондаренко З.П., Зайцева Т.А., Сірик С.Ф., Захарова В.В. Психолого-педагогічні чинники успішної навчальної діяльності студентів закладу вищої освіти// Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору, №6, Книга 2, Том 1 (79), 2018, с.248-260.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ ПРОДАЖ ПІДПРИЄМСТВА

Зайцева Т.А., ztan2004@ukr.net,

Стольний О.С., stolniy1998@gmail.com,

Лисиця Н.М., lisitsa_natalya1971@ukr.net, **Шишканова Г.А.***, shyann@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

**Запорізький національний університет «Запорізька політехніка»*

Аналітична обробка економічної інформації – процес досить трудомісткий. Це зумовлено її великими обсягами, складними способами зберігання, актуальністю отриманих даних. Такі обставини зумовлюють необхідність застосування інформаційних технологій при проведенні аналізу економічних даних. Створення інформаційної системи для забезпечення необхідних процесів операційної діяльності на підприємстві дозволяє суттєво підвищити ефективність його функціонування. Важливою компонентом успішного створення інформаційної системи є вдалий вибір програмного забезпечення. Інколи, існуючі програмні продукти, навіть, досить популярні, не стають вдалими для створення оптимальних умов праці та аналізу.

Розроблено програмне забезпечення для контролю та аналізу продаж малого підприємства – «Міні-бар». Програма має системну частину, яка автоматизує такі процеси як: зберігання даних та товару, обробку даних та інформації на підприємстві, облік надходжень, відстежування надходжень, внесення змін в базу, оновлення даних в базі та в додатках. Друга та третя частини програми розроблені для менеджменту підприємства, та написані для операційної системи Android. Вони мають в собі системну та клієнтську частини. Системна частина контролює життєвий цикл товару. Клієнтська частина дає можливість ввійти в систему як адміністратор або користувач (менеджер) системи, виконувати навігацію по системі, тобто: переглянути інформацію про продукт, змінити її або додати нову, фільтр по: імені, оновленню, кількості; сканування штрих коду товару, додавання нового продукту та його штрих коду, сканування нового штрих коду, видалення товару або штрих коду з системи, корегування профілю користувача системи.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ VBA

Зеленська Т.С., alisa01011987@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Visual Basic for Applications базується на технології візуального програмування та створенні макросів, а також являє собою повністю уніфіковану мову програмування і майже повністю уніфіковане середовище розробки. Visual Basic For Application (VBA – Visual Basic для додатків) реалізовано у чотирьох найважливіших компонентах пакета Microsoft Office. В VBA застосовується об'єктно-орієнтований підхід до розробки додатків.

На сьогоднішній день актуальним в застосуванні VBA є те, що дана мова програмування вбудована не тільки в головні додатки MS Office, але й у AutoCAD, Matlab, LibreOffice, Reflection, WordPerfect та ін.; реалізована підтримка VBA і в Office for Mac OS X.

Також у VBA є ряд інших переваг. Наприклад, створення програм з використання цієї мови відбувається дуже швидко і легко, в Office вбудовані потужні засоби, що полегшують роботу користувача: підказки по об'єктах і по синтаксису, макрорекодер і інше.

В якості одного з напрямків дослідження було обрано математичне і комп'ютерне моделювання робочих елементів керування автоматизованої протипожежної системи на підйомно-пускових механізмах гірничорудного комплексу. В роботі для досягнення поставленої мети було створено Р-тест, виконано обробку та аналіз результатів тестування; виконано статистичний аналіз даних з використанням макросів та основних властивостей програмування у середовищі VBA. Також розроблено алгоритм поєднання надбудов та VBA в середовищі текстового та табличного редакторів.

Математичну модель задачі гасіння потенційно небезпечних ділянок кругового та кутового секторів в кар'єрах залізорудного комбінату описано у такий спосіб:

x_1 – кількість одиниць речовини для гасіння пожежі І-го типу; x_2 – кількість одиниць речовини ІІ-го типу.

Цільова функція характеризує ефективність комплексного застосування техніки з речовинами обох типів:

$$Y = 0,5 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

Умови, які характеризують прийнятні значення змінних та описують параметричні обмеження у вигляді нерівностей, записано наступним чином:

$$\begin{cases} 160 \cdot x_1 + 320 \cdot x_2 \leq 32000 \\ 12 \cdot x_1 + 30 \cdot x_2 \leq 360 \\ 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 15 \\ x_1 \geq 0; \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Таким чином, з урахуванням вигляду цільової функції та обмежень задачу гасіння пожежі представлено у вигляді статичної задачі умовної оптимізації та зведено до задачі пошуку умовного екстремуму функції багатьох змінних у заданих областях їхньої зміни.

Алгоритм розв'язання сформульованої задачі побудовано із застосуванням деяких умовних операторів та ітераційних циклів в VBA. Розроблено програмний продукт для забезпечення можливості практичного застосування отриманих розв'язків задачі оптимізації в промислових умовах.

За допомогою розробленої математичної моделі та алгоритму було розраховано кількість вогнегасної речовини двох типів з різним хімічним складом для максимальної ефективності комплексного застосування техніки з речовинами різного напрямлення на промислових залізничних підприємствах.

Даний проект дозволяє в автоматичному режимі спрогнозувати та підібрати оптимальні параметри усунення деяких аварійних ситуацій в промислових масштабах.

РОЗПОДІЛИ ІМОВІРНОСТЕЙ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН У РІЗНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧАХ

Земляний О.Д., belzevol@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Важливе значення для гідрологічних додатків має завдання побудови багатовимірного розподілу ймовірностей випадкових величин, що мають негауссовські одномірні розподіли, такі як трипараметричний гама-розподіл С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля, розподіл Пірсона, розподіл екстремумів та ін.

Багатовимірні розподіли виникають в різних гідрологічних задачах. При аналізі просторової мінливості гідрологічних характеристик в загальному випадку виникає задача побудови випадкових полів, тобто спільного розподілу досліджуваних величин в залежності від просторових координат. При аналізі тимчасових випадкових процесів необхідний багатовимірний розподіл значень стоку (опадів, рівнів та ін.) в різні моменти часу. У багатьох інженерно-гідрологічних задачах потрібні спільні розподіли різних характеристик. Так, наприклад, для задачі розрахункової зливи за детермінованими моделями стоку потрібно побудувати спільний закон розподілу тривалості випадання опадів, максимальної інтенсивності і шару опадів за дощ. В теорії формування стоку цікаво знати спільний розподіл характеристик дощу (або водовіддачі зі снігового покриву) і попереднього зволоження ґрунтового покриву як фактору втрат стоку.

Специфіка імовірнісних гідрологічних завдань полягає в тому, що їх основний об'єкт – величини річкового стоку – істотно позитивні, а розподіли їх ймовірностей – асиметричні. В силу цього нормальний розподіл ймовірностей і пов'язана з ним нормальна кореляція в багатьох випадках не застосовується. Виникає потреба в розробці моделей, спеціально пристосованих до аналізу асиметричних розподілів. В майбутній роботі пропонується приділити увагу використанню гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля для задач моніторингу річкового стоку.

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Золотько К.Е., zolt66@gmail.com

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Создание систем энергоснабжения какого-либо объекта зачастую требует достаточно больших материальных затрат. В настоящее время кроме традиционных источников рассматриваются и нетрадиционные, например, солнечные и ветровые установки. При этом, необходимо учитывать, что затраты на такие системы велики и не всегда способны окупиться за приемлемый срок. Поэтому возникает задача оптимизации систем энергоснабжения, которая может быть представлена в следующем виде:

$$K_T E_T + K_C E_C + K_B E_B \rightarrow \min,$$

где E_T , E_C , E_B – количество энергии, производимой соответственно традиционными, солнечными и ветровыми установками, Вт*час;

K_T , K_C , K_B – коэффициент удельных затрат на производство энергии соответственно традиционными, солнечными и ветровыми установками, грн/Вт*час.

В соответствии с этой задачей требуется определить количество энергии, производимой установками каждого типа, что в дальнейшем позволит определить такие параметры, как площадь гелиосистемы и диаметр лопастей ветроагрегата. Основной сложностью при этом является определение значений коэффициентов удельных затрат из-за большого числа факторов, которые на них влияют. Так, например, коэффициент удельных затрат на производство традиционными энергоустановками должен учитывать затраты на создание, эксплуатацию и природоохранные мероприятия. В гелиосистемах также должен учитываться коэффициент солнечного сияния для данной местности, который описывает характерную облачность, а в ветроагрегатах – скорость ветра и затраты на уменьшение влияния низкочастотного излучения.

Определение коэффициентов K_T , K_C , K_B является достаточно сложной проблемой, так как требует не только проведения расчетов для каждого типа источника энергии, но и дополнительных выводов экспертов. Так, например, для случая традиционных источников удорожание (увеличение коэффициента K_T) может быть связано с их проблемой доставки до потребителя (отсутствием линий передач для электроэнергии и т.п.). Для гелиосистем это может быть связано с дополнительными расходами на очистку поверхности в случае запыленности, а для ветроагрегатов – с защитой лопастей от непредвиденных механических воздействий.

Для автоматизации решения задач оптимизации систем энергоснабжения могут использоваться экспертные системы. Основу базы знаний такой экспертной системы составляют правила повышения коэффициентов (по сравнению с расчетными) для каждого вида энергоустановки в зависимости от их условий эксплуатации. Эти правила есть правила продукционного типа и могут быть легко сформулированы экспертами.

Кроме того, важной частью такой экспертной системы являются модули расчета каждой отдельной энергоустановки, которые также создаются с привлечением экспертов в данной области.

Таким образом, данная экспертная система позволяет не только производить расчеты, но и выбирать оптимальный состав энергосистем в зависимости от условий ее эксплуатации.

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІГАРМОНІЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ В ГРАНИЧНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ

Зубенко К.В., Волошко В.Л., VVL56@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для постановки і розв'язування складних задач оптимізації та механіки необхідні ефективні обчислювальні алгоритми розв'язування граничних задач рівнянь математичної фізики, які є важливою галуззю сучасної математики з точки зору практичного застосування. Останні дослідження свідчать, що ефективні розв'язки крайових задач бігармонічних рівнянь для областей складної форми потребують подальших досліджень. Розглянемо задачу

$$\Delta \Delta w(x, y) = 0, \quad (x, y) \in \Omega, \quad (1)$$

$$w(x, y) = \varphi(x, y), \quad \frac{\partial w(x, y)}{\partial n} = \psi(x, y), \quad (x, y) \in \Gamma, \quad (2)$$

де n – зовнішня нормаль в точці (x, y) до гладкого контура Γ , який обмежує область Ω , $\varphi(x, y)$, $f(x, y)$ та $\psi(x, y)$ задані неперервні функції. Аналітичний розв'язок крайової задачі (1) має такий вид [1]:

$$w(x, y) = \int_{\Gamma} r^2 \ln r \mu_1(s) d\Gamma(s) + \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial \nu} (r^2 \ln r) \mu_2(s) d\Gamma(s), \quad (3)$$

$$\text{де} \quad r^2 \ln r \mu_1(s), \quad \frac{\partial}{\partial \nu} (r^2 \ln r), \quad r = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}, \quad \mu_1, \mu_2 -$$

бігармонічні потенціали, відстань між точками та функції щільності відповідно.

Задача (1) – (2) зводиться до системи інтегральних рівнянь Фредгольму першого роду відносно невідомих функцій щільностей

$$\begin{cases} \int_{\Gamma} r^2 \ln r \mu_1(s) d\Gamma(s) + \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial \nu} (r^2 \ln r) \mu_2(s) d\Gamma(s) = \varphi(x, y) \\ \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial n} (r^2 \ln r) \mu_1(s) d\Gamma(s) + \int_{\Gamma} \frac{\partial^2}{\partial n \partial \nu} (r^2 \ln r) \mu_2(s) d\Gamma(s) = \psi(x, y), \end{cases} \quad (4)$$

яку за допомогою різних квадратурних формул можна звести до системи алгебраїчних. Для цього контур Γ розбиваємо на n елементарних дуг і, та-

ким чином, (4) наближено подаємо у вигляді системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Розв'язавши цю СЛАР знайдемо невідомі значення функцій щільності, а потім і розв'язок задачі (1) – (2), використавши для цього формулу (3) вже для внутрішніх точок області. В результаті дискретизації системи алгебраїчних рівнянь з використанням теореми про середнє, а також формули Симпсона відбувається саморегуляризація системи некоректних інтегральних рівнянь, що підтверджується обчислювальними експериментами.

Для перевірки чисельних результатів, отриманих з використанням цього методу, проводимо розрахунки для області, яка має форму еліпса і порівнюємо їх з відомими. Досліджуємо ефективність різних квадратурних формул при обчисленні криволінійних інтегралів першого роду.

Приклади чисельної реалізації даного методу[1] свідчать про його високу обчислювальну ефективність(точність у модельних задачах становить понад 99%). Розрахунки також були проведені у випадку контуру неканонічної форми, коли точного аналітичного розв'язку не існує, проте можна продуктивно застосувати ефективність створених програм, а також їх пристосованість до складної форми області. У цих випадках складність контуру при відсутності на ньому кутових точок не впливає на точність отриманих результатів.

Бібліографічні посилання

1. Кісельова О. М. Щодо розв'язування крайової задачі для неоднорідного бігармонічного рівняння для області складної форми / О. М. Кісельова, В. Д. Ламзюк, Л. В. Волошко // «ВІСНИК ДНУ», серія «Моделювання». – 2011. – вип. 3. – №8. – С. 20 – 28.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Ивлев А.С., aivlev8@gmail.com,

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В настоящее время интерес к практическому применению нейронных сетей в области прогнозирования остаётся повышенным в связи с их способностью определять следующее значение того или иного экономического показателя с определённой точностью прогноза. В работах [2–3] были предприняты попытки использовать различные вариации архитектуры нейронной сети и входных данных для прогноза будущих значений временного ряда. В нашем случае, мы используем нейронную сеть нелинейной авторегрессионной модели NAR и попытаемся с её помощью предсказать следующие показания временного ряда курса цен палладия на украинской межбанковской бирже по курсу Национального банка Украины.

Возьмём данные курса цен на палладий из сайта Министерства финансов Украины [1]. Используя математический пакет MATLAB для презентации результатов исследований, спрогнозируем временной ряд цен на 10 значений вперёд (см. Рис. 1):

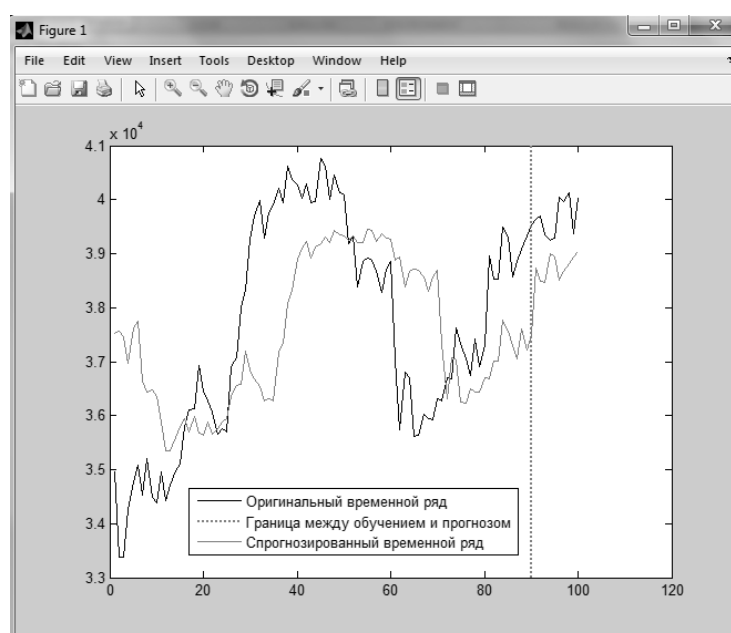


Рис. 1: Результат прогнозирования временного ряда

Обучение нейронной сети выполняется с существенным размером погрешности предсказания. Однако интервал предсказанных значений проявляет склонность к развитию, напоминающему динамику изменения подлинных следующих значений курса цены.

Библиографические ссылки

1. Архив валютных курсов [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Киев : ООО «МинфинМедиа», 2008–2019. – Режим доступа: <https://index.minfin.com.ua/exchange/archive/> (дата обращения 19.09.2019) – Название с экрана.
2. Ломакин, Н.И. Нейронные сети для прогнозирования курса доллара с использованием астрологических циклических индексов Гюшон и Ганю [Текст] / Н.И. Ломакин, О.Н. Максимова, В.А. Экова, О.А. Гаврилова, В.Е. Вагина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6 (1). – С. 133–136.
3. Фёдорова, Е.А. Прогнозирование курса валюты с помощью нейронных сетей [Текст] / Е.А. Фёдорова, М.А. Линкова // Денежно–кредитная политика. – 2013. – № 11 (149). – С. 27–31.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ І МАРШРУТИЗАЦІЇ

Івченко К.С., Волошко В.Л., VVL56@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задачі комбінаторної оптимізації мають велике поширення у значній кількості прикладних областей. Зокрема, розглянута в роботі задача маршрутизації застосовується перевізниками для отримання оптимального шляху доставки вантажів. Проблема отримання оптимальних розв'язків для задачі маршрутизації полягає у тому, що задача є NP-складною та відповідний точний розв'язок може бути знайдено тільки для розмірності задач на порядок менших за ті, яких вимагає практика.

Задачею транспортної логістики прийнято вважати задачу маршрутизації транспорту (VRP), яку поставили Данциг і Рамсер. Вона полягає у тому, що кожному споживачу i , $i = \overline{1, n}$ має бути доставлений однорідний вантаж у необхідній кількості d_i з єдиною базою $n+1$ при використанні K транспортних засобів однакової місткості S . Передбачається, що вантаж споживачу доставляється лише одним транспортним засобом, що повертається на базу. Вартість d_{ij} перевезення з пункту i в пункт j , $j \in N \cup \{n+1\}$, $|N| = n$, не залежить від обсягу (ваги) вантажу, тобто $d_{ij} = d_{ji}$.

Припустимим розв'язком VRP є множина N з K перестановок σ_k , що визначають послідовності доставки вантажів споживачам і задовольняють обмеження місткості транспортного засобу: $\sum_{i \in \sigma_k} d_i \leq S$. Для знаходження оптимального розв'язку VRP потрібно знайти мінімум $\sum_{k=1}^K \sum_{i \in \sigma_k} d_{ij}$.

Обмеження, що являють вихідне розбиття, формують повний граф з $n+1$ вершинами, які відповідають пунктам споживання та базі, і ребрами з вагами, що дорівнюють d_{ij} . Повний неорієнтований зважений граф є математичною моделлю транспортної мережі у VRP.

Генетичні алгоритми (ГА) представляють клас надійних і ефективних оптимізаційних методів, придатних для розв'язання широкого кола наукових

та інженерних задач. Генетичний алгоритм – це ітераційна процедура, яка обробляє групу хромосом (розв'язків задачі), що мають назву популяція.

Генетичний алгоритм являє собою метод, що відображає природну еволюцію методів вирішення проблем, і в першу чергу задач оптимізації. Генетичні алгоритми – це процедури пошуку, засновані на механізмах природного відбору і спадкоємності. У них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин.

Генетичний алгоритм відрізняється від класичного, похідного алгоритму оптимізації двома способами:

- Генетичний алгоритм генерує кількість точок у кожній ітерації, тоді як класичний алгоритм генерує окрему точку на кожній ітерації.
- Генетичний алгоритм вибирає наступну популяцію шляхом обчислення з використанням генераторів випадкових чисел, тоді як класичний алгоритм вибирає наступну точку за допомогою детерміністичного обчислення.

Використання генетичного алгоритму на стандартному наборі табличних даних дає квазіоптимальний розв'язок з 5% рівнем похибки в порівнянні з вихідною ЦФ, при цьому дає значний виграш за кількістю арифметичних операцій і за часом. Генетичний алгоритм добре працює для розв'язування задачі маршрутизації.

Бібліографічні посилання

1. Лысенко Ю.Г., Иванов Н.Н., Минц А.Ю. Нейронные сети и генетические алгоритмы. – Донецк: Юго-восток, 2003. – 230 с.
2. Morozov A. Modified branch and bound algorithm for solving the Hamiltonian Rural Postman Problem / A. Morozov, A. Panishev // Information Models of Knowledge. – Kiev ; Sofia, 2010. – Pp. 442–450.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАБЛИЖЕНИХ МЕТОДІВ В ДИСКРЕТНИХ ЗАДАЧАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ КОНФЛІКТУ

Караченцева В.С., well.karachentseva@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В буденному житті та й при вирішенні більш суттєвих задач кожного дня, ми стикаємось з задачами, де потрібно приймати рішення. Приймати рішення можна випадковим чином, спираючись на особистий досвід або на теоретичне обґрунтування. Залежно від множини, з якої вибирається рішення, розрізняють дискретні та неперервні задачі. В роботі розглядається антагоністичний варіант дискретної задачі для двох гравців з відомою матрицею виграшів першого гравця $A = \{a_{ij}\}_{m \times n}$.

Оскільки відомо, що оптимальне значення ціни гри v^* належить проміжку $[v_1, v_2]$ ($v_1 \leq v^* \leq v_2$), то суть усіх наближених методів полягає в спробах звузити це проміжок. Необхідність використання такого підходу виникає тоді, коли точне значення ціни гри і оптимальні змішані стратегії знайти за прийнятний час неможливо. В цьому випадку частіше за все застосовують наступні відомі наближені методи: 1) метод послідовного наближення ціни гри; 2) метод фіктивної партії («вилок»). В даній роботі запропоновано новий наближений метод та проведено його порівняльний аналіз по точності з двома іншими.

Суть першого методу полягає в наступному: подумки гра проводиться послідовно багато разів і в кожній партії гри гравець вибирає таку стратегію, що забезпечує першому гравцеві – максимальний виграш, а другому – мінімальний програш. Середнє арифметичне середнього значення виграшів першого і програшів другого гравця приймається за наближене значення ціни гри. Суть другого методу полягає в наступному: розігрується фіктивна послідовність партій, в якій кожен з гравців, опираючись від деякої вихідної стратегії і спостерігаючи за поведінкою свого супротивника, від партії до партії коригує свою стратегію, навчаючись на минулому досвіді.

В запропонованому наближеному методі можна отримати задану точність рішення, та число кроків, необхідних для досягнення результатів, буде слабо залежати від розмірності матриці виграшів. Його особливість полягає в здатності генерувати строго монотонно зростаючу послідовність оцінок ціни гри, що не властиво раніше запропонованим алгоритмам.

Алгоритм методу: 1) Перший гравець обирає свою довільну i -ту стратегію; описуємо наближення оптимальної стратегії гравця $x^0 = (0, \dots, 1, \dots, 0)$, де одиниця займає позицію i ; $c^0 = a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$. Знаходимо мінімальне значення виграшу першого гравця, записуємо індекс j , що призводить до такого результату. 2) Розглянемо відповідну підгру $a_j = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj})$, знаходимо максимальне значення виграшу першого гравця цієї підгри, позначаємо її $\tilde{x}^N = (0, \dots, 1, \dots, 0)$, де одиниця займає позицію j . Після того як знайдена $\tilde{x}^N$, знаходимо $\tilde{c}^N$: $\tilde{c}^N = \sum_{k=1}^m \tilde{x}_k^N * a_{ik}$. 3) Вирішуємо гру $(2 * n)$ будь-яким відомим способом, в якій у першого гравця 2 чисті стратегії, а у другого гравця n чистих стратегій. Ця гра задається матрицею: $\begin{bmatrix} \overbrace{c_1^{N-1} c_2^{N-1} \dots c_n^{N-1}} \\ \overbrace{c_1^{N-1} c_2^{N-1} \dots c_n^{N-1}} \end{bmatrix}$. Розв'язуємо дану задачу, і знаходимо ймовірність використання першим гравцем своєї стратегії. Це дає нам коефіцієнт ε_N . 4) По відомим векторам x^{N-1}, c^{N-1} знайдемо $x^N = (1 - \varepsilon_N) x^{N-1} + \varepsilon_N \tilde{x}^N$; $c^N = (1 - \varepsilon_N) c^{N-1} + \varepsilon_N \tilde{c}^N$, де $0 \leq \varepsilon_N \leq 1$; $\varepsilon_N, \tilde{x}^N$ та $\tilde{c}^N$ вже знайдені. Процес продовжується до тих пір, коли ε_N не буде дорівнювати нулю або не буде досягнута задана точність розв'язку.

Було проведено порівняльний аналіз цього алгоритму з двома відомими, в результаті якого встановлено, що запропонований евристичний алгоритм дає наближенні розв'язки з гарантованою точністю, а його обчислювальна складність не більша за обчислювальну складність двох відомих наближених методів.

ОЦІНКА ЯКОСТІ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ

Карпов І.А., karpovilya5@gmail.com,

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Аналіз тональності тексту (сентимент-аналіз, sentiment analysis, opinion mining) – клас методів контент-аналізу в комп'ютерній лінгвістиці, призначений для автоматизованого виявлення в текстах емоційно забарвленої лексики і емоційної оцінки авторів (думок) по відношенню до об'єктів, мова про які йде в тексті.

Точність і якість системи аналізу тональності тексту оцінюється тим, наскільки добре вона узгоджується з думкою людини щодо емоційної оцінки досліджуваного тексту. Для цього можуть використовуватися такі показники, як точність і повнота. Формула для знаходження повноти:

$$R = \frac{TP}{TP+FP},$$

де R – повнота (recall), TP – кількість вірних думок, які були розпізнані як вірні (true positive), FP – кількість не вірних думок, які були розпізнані як вірні (false positive).

Точність обчислюється за формулою:

$$P = \frac{TP}{TP+FN},$$

де P – точність (precision), TP – кількість вірних думок, які були розпізнані як вірні (true positive), FN – кількість вірних думок, які були розпізнані як не вірні (false negative). Таким чином, точність виражає кількість досліджуваних текстів, речень або документів, в оцінці яких думка системи аналізу тональності збіглась з думкою експерта. Згідно з дослідженням, програма, яка визначає тональність тексту з точністю 70%, робить це майже так само добре, як і людина.

Використовуючи розглянуті показники (повнота та точність), планується оцінювати на якість прикладну програмну систему інтелектуального аналізу тексту, що розробляється.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ПЛІВКОВИХ ТЕЧІЯХ РІДИНИ

Кириченко Є.В., Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається задача про тепло- і масообмін в плівці нелінійно-в'язкої рідини, що стікає по поверхні тіла обертання під дією сили тяжіння. Вводиться криволінійна ортогональна система координат (ξ, η, ζ) , що зв'язана з поверхнею тіла. Припускається, що теплове і дифузійне числа Прандтля великі і основні зміни температурного і дифузійного полів відбуваються в тонких примежових шарах поблизу твердої стінки і близько вільної поверхні, що розділяє рідину і газ.

Рівняння теплового (дифузійного) примежового шару мають вигляд

$$\frac{u}{h_1} \frac{\partial \theta}{\partial \xi} + \frac{w}{h_2} \frac{\partial \theta}{\partial \eta} + \frac{v}{h_3} \frac{\partial \theta}{\partial \zeta} = a \frac{\partial^2 \theta}{\partial \zeta^2},$$

де u, w, v – складові вектору швидкості $\bar{V}$, h_1, h_2, h_3 – коефіцієнти Ламе, a – коефіцієнт температуропровідності (дифузії). За крайові умови на поверхні тіла і вільній поверхні брались крайові умови першого і другого роду. Компоненти вектора швидкості визначались в результаті розв'язання динамічної задачі про течію в'язкої рідини по поверхні тіла обертання. В якості реологічної моделі нелінійно-в'язкої рідини використовувався степеневий закон Оствальда-де Віля.

Для розв'язання крайової задачі для рівняння примежового шару застосовувався локально-автомодельний підхід, що дозволило вихідну просторову задачу звести до двовимірної, в яку змінна ζ входить в якості параметра. Інтегрування одержаного рівняння проводилося за допомогою скінченно-різницевого методу.

За описаною методикою були проведені параметричні розрахунки течії плівки по поверхні кругового конуса. Проаналізовано вплив геометричних і фізичних параметрів на характеристики течії та інтенсивність тепломасообміну в рухомих рідких плівках.

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ТА СЕГМЕНТАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФОРМУЛИ ЗА ЇЇ ЗОБРАЖЕННЯМ У КОНВЕРТОРІ ФОРМУЛ

Кислий Д.О., den.kisliy09@gmail.com, **Сердюк М.Є.**, me_serdyuk@i.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для роботи з математичним текстом існує декілька стандартних систем, найбільш популярними з яких є система TeX та редактор MS Word. Кожна з них включає спеціальні можливості для створення математичних формул. Але тексти, створені в цих системах, не сумісні між собою. Коректна конвертація з одного формату в інший досі залишається проблемою. Особливі складності в цьому процесі виникають при перетворенні формул. Щоб конвертувати формулу в той чи інший формат, попередньо її необхідно розпізнати. Формула є математичним виразом, який являє собою ієрархічну структуру, що може містити різноманітну множину символів різних розмірів. Присутність у формулах таких елементів як дробі, степені, індекси, графічні об'єкти тощо, ускладнює визначення структури формули, яке є необхідним кроком в процесі розпізнавання.

Метою даної роботи є реалізація першого етапу розпізнавання формули за зображенням – структурний аналіз формули з виділенням окремих символів та визначенням ієрархічних зв'язків між ними.

Розглянемо основні етапи обробки зображення формули з метою визначення структури формули та виділення її окремих символів. Даний процес складається з наступних етапів: етап підготовки зображення, етап виділення символів і визначення структури формули.

Перший етап – процес підготовки зображення, який складається з декількох кроків. Перший крок – це обрізка зображення до країв формули, а другий крок – це процес скелетизації. Даний процес виконується за допомогою метода Зонга-Суня [1, 2]. Результатом скелетизації є каркаси символів – зображення, що уявляють собою плоскі граfi, з використанням яких проводиться подальший аналіз структури формули та відокремлення символів.

Наступний етап - це процес виділення елементів формули. Процес сегментації символів складається з сегментації по ширині та по висоті. Сегментація по ширині відбувається за допомогою попиксельної обробки зображення, де перший чорний піксель є ознакою початку елемента, а відокремлення елемента не відбувається до тих пір, поки на якійсь позиції за шириною всі пікселі не будуть білого кольору. Після цього отримане зображення символу відокремлюється в указаних границях. Процес сегментації по висоті відбувається аналогічно, але пошук пікселя здійснюється по висоті. Процес сегментації повторюється тричі, доки не буде виконано умова: розмір отриманого зображення результату не перевищує 5 відсотків від початкових розмірів зображення формули.

Результатом процесу сегментації є набір зображень з елементами формули, які зберігаються у форматі pdf. Ці зображення підлягають подальшому розпізнаванню та обробці у конверторі формул. Для ідентифікації елементів формули розроблена система підписів, за якою здійснюється збір формули в конверторі після розпізнавання символів.

Тестування програми показало, що при використанні запропонованого методу сегментації елементів формули правильність їх відокремлення складає майже 90%, що є доволі добрим результатом.

Бібліографічні посилання

1. Рогов А. А. Информационная система для создания и управления электронными коллекциями графических документов / А. А. Рогов, К. А. Рогова, П. В. Кириков, М. Ю. Быстров // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XI Всерос. науч. конф. RCDL'2009 (Петрозаводск, Россия, 17–21 сентября 2009 г.). – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 433–438.

2. Кирюшина А. Е. Этапы структурного анализа изображений математических формул и символов // Сборник трудов Молодежной конференции «Информационно-телекоммуникационные технологии и матмоделирование». – УГП им. А. К. Айламазяна. Переславль-Залесский, 2011. – С.132-134.

НЕПЕРЕРВНІ НЕЧІТКІ ОДНОПРОДУКТОВІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН

Кісельова О.М., Притоманова О.М., olga.prytomanova@gmail.com,

Невідомий В.О., Падалко В.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Значний інтерес до теорії оптимального розбиття множин (ОРМ) пов'язаний з тим, що методи та алгоритми ОРМ знаходять ефективне застосування до розв'язання актуальних практичних задач із різних сфер людської діяльності [1].

Оскільки моделі економічних, виробничих, соціальних та інших процесів, що враховують природну невизначеність вихідної інформації, більш адекватні реальним, то важливим і актуальним стає дослідження неперервних задач оптимального розбиття множин в умовах невизначеності.

Вимога знаходження чіткого розбиття множини Ω з E_n на її підмножини може виявитися досить грубою і жорсткою при вирішенні задач з погано або слабо структурованою вихідною інформацією, тобто задач, в яких невизначеність має нечітко-можливісну природу. Ослаблення цієї вимоги здійснюється за рахунок введення в розгляд нечітких підмножин Ω_i , $i=1, \dots, N$, множини Ω і відповідних їм функцій належності $\mu_i(x)$, $x \in \Omega$, що приймають значення з відрізка $[0, 1]$.

Нехай Ω – непорожня, обмежена, вимірنا за Лебегом множина n -вимірного евклідового простору E_n , $\mathcal{P} = \mathcal{P}(\Omega, N)$ – множина всіх можливих нечітких розбиттів множини Ω . Розглянемо функціонал:

$$F(P) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} (\mu_i(x))^m (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) dx,$$

де $P = \{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}$ – нечітке розбиття множини Ω на $N \geq 2$ підмножин Ω_i , $i = 1, \dots, N$; $\tau = \{\tau_1, \dots, \tau_N\}$ – множина точок $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \dots, \tau_i^{(n)}) \in \Omega_i$, $i = 1, \dots, N$, які називаються «центрами» підмножин та координати які можуть бути задані заздалегідь; $x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)})$ – будь-яка точка множини Ω ; $c(x, \tau_i)$ –

дійсні, обмежені, визначені на Ω функції; $\rho(x)$ – невід’ємна, дійсна, обмежена функція; $a_1, \dots, a_N$ – задані дійсні невід’ємні числа.

Сформулюємо однопродуктову задачу оптимального нечіткого розбиття множини Ω без обмежень, з фіксованими центрами $\tau \in \Omega$: $\min_{P \in \mathcal{P}} F(P)$. Під «мінімізацією» будемо розуміти вибір нечіткого розбиття, якому відповідає в деякому сенсі найкраще нечітке значення цільового функціоналу.

Під розв’язком поставленої задачі в термінах функцій належності будемо розглядати вектор-функцію $\mu^*(x) = (\mu_1^*(x), \dots, \mu_N^*(x))$ таку, що:

$$F(\mu_1, \dots, \mu_N) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} (\mu_i(x))^m (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) dx \rightarrow \min_{\mu(x) \in M} \quad (1)$$

$$M = \{\mu(x) = (\mu_1, \dots, \mu_N) : 0 \leq \mu_i(x) \leq 1 \ \forall x \in \Omega, \ i = 1, \dots, N, \\ \sum_{k=1}^N \mu_k(x) = 1 \ \forall x \in \Omega\}, \quad (2)$$

де m – параметр, який називається експоненціальною вагою.

Якщо у якості функції належності розглядати узагальнену дзвонову функцію виду $\mu_i = \frac{1}{1 + (\frac{x-b}{c})^{2r}}$, тоді задача (1)-(2) зводиться до задачі

відшукування параметрів b , c і r цієї функції. До пошуку цих параметрів застосовується r -алгоритм Н.З. Шора [2].

Бібліографічні посилання

1. Кісельова О.М. Становлення та розвиток теорії оптимального розбиття множин. Теоретичні і практичні застосування: монографія. – Д.: Ліра, 2018. – 532 с.
2. Шор Н. З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – К.: Наук. думка, 1979. – 200 с.

ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ІЗ ВІДШУКАННЯМ КООРДИНАТ ЦЕНТРІВ ПІДМНОЖИН

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С., alexsergeev@i.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається багатокритеріальна задача оптимального розбиття множин, яка полягає у мінімізації (у сенсі оптимальності Парето) цільових функціоналів:

$$F_j(\lambda(\cdot), \tau) = \int_{\Omega} \sum_{i=1}^N (c^j(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) \lambda_i(x) dx, \quad j = \overline{1, k} \quad (1)$$

де $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_N) \in \Omega^N$; $\lambda(\cdot) \in \Gamma_1 = \{\lambda(x) = (\lambda_1(x), \dots, \lambda_N(x))\}$:

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x) = 1 \text{ м. в. для } x \in \Omega, \lambda_i(x) = \{0; 1\}, i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$a_1, \dots, a_N$ – відомі невід'ємні числа.

Для розв'язання багатокритеріальної задачі використаємо метод лінійної згортки критеріїв [1]. Для цього введемо $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in D$,
 $D = \{\alpha \in E^k : \sum_{i=1}^k \alpha_i = 1; \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, k}\}$ та перейдемо до розгляду однокритеріальної задачі мінімізації:

$$\min_{(\lambda(\cdot), \tau) \in \Gamma_1 \times \Omega^N} \sum_{j=1}^k \alpha_j \int_{\Omega} \sum_{i=1}^N (c^j(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) \lambda_i(x) dx, \quad (3)$$

де $\lambda_i(x)$ визначається:

$$\lambda_i(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{j=1}^k \alpha_j c^j(x, \tau_i) = \min_{r=\overline{1, N}} \sum_{j=1}^k \alpha_j c^j(x, \tau_r), \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}, i = \overline{1, N}.$$

Застосуємо перехід від вихідної задачі (2), (3) до двоїстої, який запропоновано у [2]. Наведемо задачу, двоїсту до задачі (2), (3):

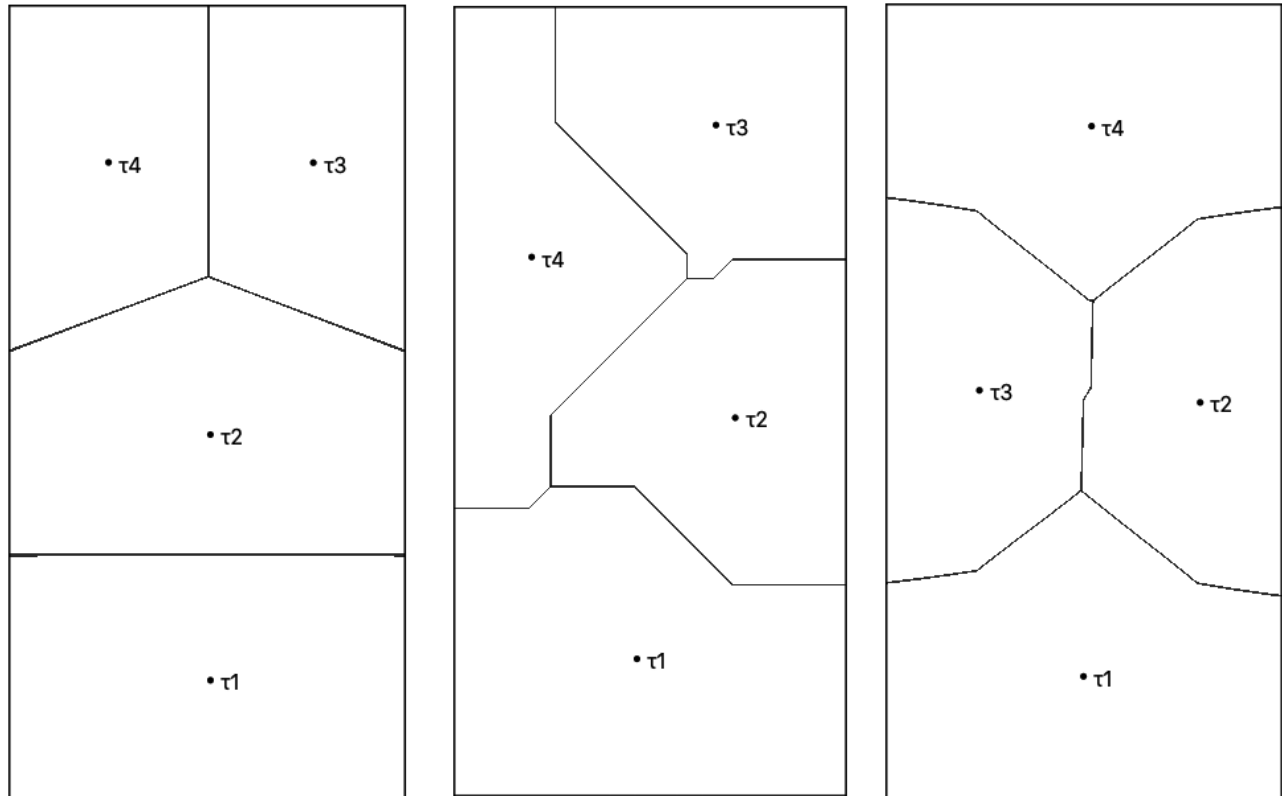
$$G(\tau) = \sum_{j=1}^k \alpha_j \int_{\Omega} \min_{r=\overline{1, N}} (c^j(x, \tau_r) + a_r) \rho(x) dx \rightarrow \min, \quad \text{де } \tau \in \Omega^N. \quad (4)$$

Зазначимо, що для розв'язання задачі (4) застосовується r -алгоритм Н.З. Шора, наведений у [3].

Модельна задача. Нехай $\Omega = [0; 10] \times [0; 20]$; $N = 4$; $k = 2$; $\rho(x) \equiv 1$,
 $\forall x \in \Omega$; $\tau = (\tau_1, \tau_2) \in \Omega \times \Omega$.

$$c^1(x, \tau_i) = \left(x_1 - \tau_i^{(1)}\right)^2 + \left(x_2 - \tau_i^{(2)}\right)^2; c^2(x, \tau_i) = \left|x_1 - \tau_i^{(1)}\right| + \left|x_2 - \tau_i^{(2)}\right|.$$

Для розв'язання задачі на множині Ω задається сітка 200×400 , точність розрахунків 10^{-3} . На рис. 1 зображено отриманні розбиття.



а) $\alpha_1 = 1$; $\alpha_2 = 0$;

$G^* = 573.817$; 24 ітерації;

б) $\alpha_1 = 0$; $\alpha_2 = 1$;

$G^* = 582.843$; 14 ітерацій;

в) $\alpha_1 = 0.4$; $\alpha_2 = 0.6$;

$G^* = 573.457$; 18 ітерацій.

Рисунок 1. Отримані оптимальні розбиття множини Ω для модельної задачі

Бібліографічні посилання

1. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
2. Кісельова О.М. Становлення та розвиток теорії оптимального розбиття множин. Теоретичні і практичні застосування: монографія. – Д.: Ліра, 2018. – 532 с.
3. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложение. – К.: Наук. Думка, 1979. – 200 с.

ПРО ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ВІД КОЕФІЦІЄНТА НЕГЛАДКОЇ ШТРАФНОЇ ФУНКЦІЇ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С., alexsergeev@i.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглянемо лінійну задачу оптимального розбиття множин у такій математичній постановці [1]:

$$I(\lambda(\cdot), \tau) = \int_{\Omega} \sum_{i=1}^N (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) \lambda_i(x) dx \rightarrow \min_{(\lambda(\cdot), \tau) \in \Gamma_2 \times \Omega^N}$$

де $\Gamma_2 = \{\lambda(x): \lambda(x) \in \Gamma_1 \text{ майже всюди (м. в.) для } x \in \Omega;$

$$\int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) = b_i, \quad i = \overline{1, p}, \quad \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) \leq b_i, \quad i = \overline{p+1, N},$$

$$\Gamma_1 = \{\lambda(x) = (\lambda_1(x), \dots, \lambda_N(x)): \lambda_i(x) = 0 \vee 1 \text{ м. в. для } x \in \Omega,$$

$$i = \overline{1, N}, \sum_{i=1}^N \lambda_i(x) = 1 \text{ м. в. для } x \in \Omega\}, \tau = (\tau_1, \dots, \tau_N) \in \Omega^N.$$

Оптимальний розв'язок такої задачі має наступний вигляд для $i = \overline{1, N}$ та м. в. $x \in \Omega$ [1]:

$$\lambda_{*i} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } c(x, \tau_{*i}) + a_i + \psi_i^* \leq c(x, \tau_{*j}) + a_j + \psi_j^*, \\ i \neq j \text{ м. в. для } x \in \Omega, j = \overline{1, N}, \text{ тоді } x \in \Omega_{*i}, \\ 0 \text{ в інших випадках,} \end{cases}$$

в якості $\tau_1^*, \dots, \tau_N^*, \psi_1^*, \dots, \psi_N^*$ обирається оптимальний розв'язок задачі:

$$G(\psi) = \min_{\tau \in \Omega^N} G_1(\tau, \psi) = \min_{\tau \in \Omega^N} \left\{ \int_{\Omega} \min_{i=\overline{1, N}} [c(x, \tau_i) + a_i + \psi_i] \rho(x) dx - \sum_{i=1}^N \psi_i b_i \right\} \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\text{за умов} \quad \psi_i \geq 0, i = \overline{p+1, N}. \quad (2)$$

Для розв'язання задачі перейдемо до наступної задачі безумовної максимізації по ψ за допомогою введення в цільову функцію $G(\psi)$ з (1) негладкої штрафної функції множини $\{\psi_i \geq 0, i = \overline{p+1, N}\}$: знайти

$$\max_{\psi \in E^N} \min_{\tau \in \Omega^N} P(\tau, \psi), \quad (3)$$

де $P(\tau, \psi) = G_1(\tau, \psi) - S \sum_{i=p+1}^N \max(0, \psi_i)$.

Тут S – досить велике додатне число (значно більше максимального з множників Лагранжа для функції $G_1(\tau, \psi)$).

Для розв'язання задачі (3) розроблено програмний продукт мовою програмування Java у середовищі розробки IntelliJ IDEA. За допомогою розробленого програмного продукту проведено обчислювальний експеримент для різних значень штрафного коефіцієнту S від 10^3 до 10^{15} з точністю

$\varepsilon = 10^{-4}$ для модельної задачі розбиття прямокутника 6×20 на 9 підмножин з [1]. Результати розрахунків наведені у табл. 1.

Таблиця 1. – Результати розрахунків

Значення штрафу	Значення G двоїстого функціоналу	Значення I цільового функціоналу	Оптимальні значення центрів підмножин		Кількість ітерацій
			τ_1	τ_9	
1e+3	466.4646	466.3463	(3.0000;11.5626)	(2.9999;1.5952)	133
1e+4	466.4646	466.3463	(3.0000;11.5626)	(2.9999;1.5952)	133
1e+5	490.6983	490.3463	(2.9999;11.6556)	(3.0000;1.6837)	48
1e+6	493.6524	493.4404	(2.9999;11.4500)	(2.9999;1.4879)	47
1e+7	201.8470	201.5391	(2.9999;11.4500)	(2.9999;1.5793)	48
1e+8	450.5414	448.3500	(3.0499;11.9133)	(3.0131;1.9084)	502
1e+9	504.9219	504.6219	(3.0000;11.7625)	(3.0000;1.7868)	46
1e+10	267.3493	267.0341	(2.9999;11.4310)	(2.9999;1.4698)	48
1e+11	386.2021	385.9290	(2.9999;11.5387)	(3.0000;1.5718)	56
1e+12	475.1385	475.1291	(3.0000;11.7692)	(2.9993;1.7931)	70
1e+13	504.2927	503.8753	(3.0000;11.7692)	(3.0000;1.5718)	46
1e+14	504.2506	504.1413	(3.0000;11.3882)	(2.9996;1.4292)	198
1e+15	505.5626	505.1991	(3.0000;11.6164)	(2.9996;1.6465)	48

У результаті аналізу отриманих розв'язків можна зробити висновок, що починаючи зі значень штрафного коефіцієнту 10^{13} спостерігається стійкість отриманих значень прямого та двоїстого функціоналів та значень оптимальних центрів підмножин для задачі (3).

Бібліографічні посилання

1. Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.

ПРО НЕПЕРЕРВНІ НЕЛІНІЙНІ БАГАТОПРОДУКТОВІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ОБМЕЖЕННЯМИ НА ПРОПУСКНІ СПРОМОЖНОСТІ КОМУНІКАЦІЙ

Кісельова¹ О.М., kiseleva47@ukr.net, **Строєва² В.О.**, vikastroeva@ukr.net,
Строєва¹ Г.В., stroeva_anna@ukr.net,

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

²Дніпровський державний технічний університет

У постановці задачі з [1] задамо додаткові обмеження, які представляють собою обмеження на пропускні спроможності комунікацій та розглянемо наступну задачу.

Задача А. Нехай Ω – обмежена, вимірна за Лебегом, опукла множина в n -вимірному евклідовому просторі E_n . Необхідно розбити його на $M \cdot N$ вимірних за Лебегом підмножин $\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M$ (серед яких можуть бути і порожні) та розташувати “центри” $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ цих підмножин в області Ω , щоб $mes(\Omega_i^j \cap \Omega_k^j) = 0, i \neq k, i, k = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$,

де $mes(\cdot)$ – міра Лебега, $\bigcup_{i=1}^N \Omega_i^j = \Omega, j = 1, \dots, M, \sum_{j=1}^M \int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx = b_i, i = 1, \dots, p$,

$\sum_{j=1}^M \int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx \leq b_i, i = p + 1, \dots, N, \sum_{j=1}^M \int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) c^j(x, \tau_i) dx \leq l_i, i = 1, \dots, N$, та при цьому

функціонал $F(\{\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M\}, \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N\}) =$
 $= \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\varphi_i^j \left(\int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx \right) + \int_{\Omega_i^j} c^j(x, \tau_i) \rho^j(x) dx \right]$, досягав свого мінімального значення.

Шляхом введення характеристичних функцій підмножин Ω_i^j :

$\lambda_i^j = \begin{cases} 1, & x \in \Omega_i^j, \\ 0, & x \in \Omega \setminus \Omega_i^j \end{cases} i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$, здійснено перехід до задачі **В** з булевими

змінними, тобто розглянуто наступний функціонал

$I(\lambda(\cdot), \tau) = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\varphi_i^j \left(\int_{\Omega} \rho^j(x) \lambda_i^j(x) dx \right) + \int_{\Omega} c^j(x, \tau_i) \rho^j(x) \lambda_i^j(x) dx \right]$, де вектор-

функція $\lambda(x)$ має вигляд $\lambda(x) = (\lambda_1^1(x), \dots, \lambda_N^1(x); \dots; \lambda_1^M(x), \dots, \lambda_N^M(x))$.

Задача В. Знайти пару елементів $(\lambda_*(x), \tau_*)$ ($\lambda_*(x) \in \Gamma_1$ майже скрізь (м. с.)

для $x \in \Omega$, $\tau_* \in \Omega^N$), таку, що $I(\lambda_*(x), \tau_*) = \min_{(\lambda(\cdot), \tau) \in \Gamma_1 \times \Omega^N} I(\lambda(\cdot), \tau)$,

$$\Gamma_1 = \{ \lambda(x) : \lambda(x) = (\lambda_1^1(x), \dots, \lambda_N^1(x); \dots; \lambda_1^M(x), \dots, \lambda_N^M(x)) \in \Gamma_1' \text{ м. с. для } x \in \Omega;$$

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

$$\sum_{j=1}^M \int_{\Omega_j^j} \rho^j(x) \lambda_i^j(x, \tau_i) dx \leq l_i, \quad i = 1, \dots, N \}, \text{ де } \Gamma_1' = \{ \lambda(x) = (\lambda_1^1(x), \dots, \lambda_N^1(x); \dots; \lambda_1^M(x), \dots, \lambda_N^M(x)) :$$

$$\lambda_i^j(x) = 0 \vee 1 \text{ м. с. для } x \in \Omega, \quad i = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, M, \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i^j(x) = 1 \text{ м. с. для } x \in \Omega,$$

$$j = 1, \dots, M \}; \tau = (\tau_1, \dots, \tau_N) \in \Omega^N.$$

Від нескінченновимірної задачі **В** з булевими значеннями змінних $\lambda_i^j(\cdot)$, перейдено до відповідної задачі зі значеннями $\lambda_i^j(\cdot)$ з відрізка $[0, 1]$.

Задача С. Знайти пару елементів $(\lambda_*(x), \tau_*)$, де $\lambda_*(x) \in \Gamma_2$, $\tau_* \in \Omega^N$, таку, що

$$I(\lambda_*(x), \tau_*) = \min_{(\lambda(\cdot), \tau) \in \Gamma_2 \times \Omega^N} I(\lambda(\cdot), \tau), \quad \Gamma_2 = \{ \lambda(x) : \lambda(x) \in \Gamma \text{ м. с. для всіх } x \in \Omega;$$

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

$$\sum_{j=1}^M \int_{\Omega_j^j} \rho^j(x) \lambda_i^j(x, \tau_i) dx \leq l_i, \quad i = 1, \dots, N \}. \text{ Тут } \Gamma = \{ \lambda(x) = (\lambda_1^1(x), \dots, \lambda_N^1(x); \dots; \lambda_1^M(x), \dots, \lambda_N^M(x)) :$$

$$0 \leq \lambda_i^j(x) \leq 1, \quad x \in \Omega, \quad i = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, M, \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i^j(x) = 1 \text{ м. с. для } x \in \Omega, \quad j = 1, \dots, M \}.$$

У роботі показано, що задача **С** має розв'язок та серед множини оптимальних розв'язків цієї задачі міститься оптимальний розв'язок задачі **В**.

Бібліографічні посилання

Киселёва Е.М. Алгоритм решения нелинейной непрерывной многопродуктовой задачи оптимального разбиения множеств с размещением центров подмножеств / Е.М. Киселёва, В.А. Строева // Проблемы управления и информатики. – 2012. – № 1. – С. 40–53.

VARIATIONAL APPROACH TO OPTIMAL SET PARTITIONING IN 2D-EUCLEDEAN SPACE

Peter I. Kogut

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Mostly motivated by the classification problem, we propose a new technique for the image optimal segmentation which is based on the concept of piecewise smooth approximation of some target mappings. We show that the remote sensing satellite image segmentation problem is a particular case of the proposed setting.

In particular, one of a fundamental problem is to provide a disjunctive decomposition of a fixed domain $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ onto finite number of nonempty subsets $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \dots \cup \Omega_K$ such that each of these subsets could be associated with a crop that is grown in this area, or with a forest regions, or water zones, and so on, and this correspondence must be established at rather high level of accuracy. The accurate crop maps (or crop field classification) are needed to update agricultural statistics, to provide agricultural crop yield prediction, and are often used in environmental modeling. Typically, such association between a given region and some agricultural crop can be made through the detection and quantitative assessment of green vegetation which is one of the major application of remote sensing studies. The information obtained in this way is a source of knowledge used for environmental resources management. One of the way enabling to get such information is determination of the so-called vegetation indices. Since over years many vegetation indices have been proposed for determining the vigor and health of vegetation, the reliability of information about vegetation directly and strictly depend on the fidelity, preciseness, and smoothness of the corresponding vegetation indices within an each particular crop field.

We focus our main intension on the rigor mathematical substantiation of the proposed approach. We discuss in details the consistency of the new statement of segmentation problem and its solvability. We derive the corresponding optimality conditions and provide their substantiation. We show that the proposed coupled optimization problem is rather flexible and powerful model to the study of variational image segmentation problem. We illustrate the accuracy and efficiency of the proposed algorithm by numerical experiences with images that have been delivered by satellite Sentinel-2.

A NOTE ON WEIGHTED SOBOLEV SPACES RELATED TO DEGENERATE DIFFERENTIAL OPERATORS

Kogut¹ P.I., p.kogut@i.ua, **Kupenko² O.P.**, kupenko.olga@gmail.com,

¹*Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

²*University of Technology "Dnipro Polytechnics"*

We discuss some issues related to Poincare's inequality for a special class of weighted Sobolev spaces. A common feature of these spaces is that they can be naturally associated with differential operators with variable diffusion coefficients that are not uniformly elliptic, even though they are in general uniformly elliptic in compact subsets of the domain, even though they are in general uniformly elliptic in compact subsets of the space domain, provided that these subsets are at a positive distance from the so-called zone of degeneracy. This degeneracy zone may occur either on a part of the boundary or on a sub-manifold of the space domain.

Let $\Omega = (0, 1)$ and $a: \bar{\Omega} \rightarrow \mathbb{R}$ be a given function with properties

- (i) $a(x^0) = 0$ and $a(x) > 0$ for all $x \in \bar{\Omega} \setminus \{x^0\}$;
- (ii) $a \in C(\bar{\Omega}) \cap C_{loc}^1(\bar{\Omega} \setminus \{x^0\})$.

We associate with the function $a: \bar{\Omega} \rightarrow \mathbb{R}$ the following degenerate elliptic operator:

$$A(y) = -(a(x) y_x)_x. \quad (1)$$

In the literature, authors differ weak and strong types of degeneration for weight functions. Important issues of (1), such as solution existence and uniqueness, issues of controllability and observability of corresponding boundary value problems are related to the kind of degeneracy of the diffusion coefficient $a(\cdot)$.

We introduce weighted Sobolev space that is naturally associated with functions $a: \bar{\Omega} \rightarrow \mathbb{R}$ satisfying properties (i)–(ii) and with degenerate elliptic operators like (1).

$$H_{a,0}^1(\Omega) = \{u \in L^2(\Omega): \sqrt{a}u_x \in L^2(\Omega), \quad u(0) = 0\}.$$

We prove the Poincare type inequalities for functions in weighted Sobolev space $H_{a,0}^1(\Omega)$ in the case of weakly and strongly degenerate weight functions $a(\cdot)$.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Колєчкіна Л.М., ludapl@ukr.net, **Литвиненко Ю.О.,** yulyt11@gmail.com,
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
"Полтавський університет економіки і торгівлі"

У статистиці існує проблема визначення закону розподілення спостережень, а як наслідок і визначення параметрів цього розподілу. Традиційно ця проблема вирішується шляхом перевірки статистичних гіпотез, на основі спеціально розроблених досить численних статистичних тестів і критеріїв з урахуванням помилок першого і другого роду.

У сучасній математичній статистиці розроблений ряд загальних методів визначення оцінок і довірчих кордонів – метод моментів, метод максимальної правдоподібності, метод однокрокових оцінок, метод стійких (робастних) оцінок, метод незміщене оцінок і ін. Теоретичні основи різних методів оцінювання та отримані з їх допомогою конкретні правила визначення оцінок і довірчих границь для тих чи інших параметричних сімейств розподілів розглянуті в роботах [1-3]. Цікавим методом є метод моментів, який заснований на використанні виразів для моментів розглянутих випадкових величин через параметри їх функцій розподілу. Оцінки в методі моментів отримують, підставляючи вибіркові моменти замість теоретичних в функції, що виражають параметри через моменти. Оцінки максимальної правдоподібності, як правило, ефективні (або асимптотично ефективні) і мають меншу дисперсію, ніж оцінки методу моментів. В окремих випадках формули для них виписуються явно (нормальний розподіл, експоненціальне розподіл без зсуву). Однак частіше для їх знаходження необхідно чисельно вирішувати систему трансцендентних рівнянь (розподілу Вейбулла-Гнеденко, гамма). У подібних випадках доцільно використовувати не оцінки максимальної правдоподібності, а інші види оцінок, перш за все однокрокові оцінки. У літературі їх іноді не цілком точно називають «наближені оцінки

максимальної правдоподібності». При досить великих обсягах вибірок вони мають настільки ж гарні властивості, як і оцінки максимальної правдоподібності. Тому їх слід розглядати не як «наближені», а як оцінки, отримані по іншому методу, не менш обгрунтованого і ефективного, ніж метод максимальної правдоподібності [5]. Ця теорія детально розроблена і загальновідома. Однак необхідно відзначити, що по ряду причин на практиці її досить рідко використовують, а коли все ж користуються, то часто роблять це некоректно. Досить часто для проведення статистичного аналізу користуються можливостями MS Excel або інших статистичних пакетів, таких як SPSS чи Statistica [6]. Слід зазначити, що при цьому важливим аспектом є врахування специфіки задачі та її властивостей. В цьому аспекті є доцільним використання прикладної статистики.

Бібліографічні посилання

1. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
2. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань): Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для бакалавров / В.Е. Гмурман. – М.: Юрайт, 2013. - 479 с.
4. Горлач, Б.А. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / Б.А. Горлач. – СПб.: Лань, 2013. – 320 с.
5. Калинина, В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для бакалавров / В.Н. Калинина. – М.: Юрайт, 2013. - 472 с.
6. А.Бюоль, П.Цефель SPSS. Искусство обработки информации: Учебное пособие / А.Бюоль. – М.: Диасофт, 2005. – 680 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ

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

Кильник В.В., puet12vadim@gmail.com

Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»

Велика кількість прикладних задач описується за допомогою різних моделей комбінаторної оптимізації. Ця обставина сприяла появі великої кількості праць, присвячених дослідженню комбінаторних задач оптимізації та методів їх розв'язання [1-3].

Розглянемо постановку задачі векторної оптимізації на евклідових комбінаторних конфігураціях. Розглядаємо випадок, коли усі часткові критерії задачі та додаткові обмеження є лінійними функціями, тобто таку задачу: знайти $f_i(x) = \langle c_{ij}x_j \rangle \rightarrow extr, i \in J_n, j \in J_m, x \in D \subseteq X$, де $extr = \{\min, \max\}$ – напрям оптимізації, D – множина, що визначається у вигляді $\langle a_{ij}x_j \rangle \leq b_i, i \in N_k, j \in N_m$.

За умовою вище сформульованої задачі необхідно знайти точки з множини оптимальних за Парето розв'язків. Для розв'язування даної задачі застосуємо горизонтальний метод локалізації значення функції, суть якого полягає у розбитті графу комбінаторної конфігурації на підграфи [2].

Опишемо основну процедуру горизонтального методу такими кроками:

Крок 0. Введемо коефіцієнти лінійного обмеження $g(x) \geq b$. Впорядкуємо

коефіцієнти заданої лінійної функції-обмеження $g(x) = \sum_{i=1}^m c_i x_i$, тоді функція

набуває вигляду: $g(x) = \tilde{c}_1 x_1 + \dots + \tilde{c}_n x_n, \tilde{c}_1 \leq \tilde{c}_2 \leq \dots \leq \tilde{c}_m$,

до якого приходимо, застосовуючи перетворення коефіцієнтів:

$$\tilde{c}_i = c_{\pi^{-1}i}, \pi = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & m \\ c_1 & c_2 & \dots & c_m \end{pmatrix}, \pi^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & m \\ \tilde{c}_1 & \tilde{c}_2 & \dots & \tilde{c}_m \end{pmatrix}.$$

Крок 1. Будуємо структурний граф множини X e -конфігурацій $G_s^x(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h})$, $\tilde{h} = 1$, тобто із однією закріпленою координатою.

Крок 2. Кількість вершин графу $G_S^x(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h})$ дорівнює $|\tilde{V}| = \frac{2 \cdot m'!}{(m' - \tilde{h})!}$, де m' – потужність індукуючої множини e -конфігурацій.

Крок 3. Обчислюємо значення $g(x)$ у вершинах графу $G_S^x(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h})$, які згідно означення структурного графу будуть дорівнювати мінімуму та максимуму на кожному рівні графу $G_S^x(\tilde{V}, \tilde{U}, 1)$.

Крок 4. Визначаємо рівні графу, що містять шукані вершини, які задовольняють умові $g(x) \geq b$. Збільшуємо кількість зафіксованих координат, тобто $\tilde{h} = \tilde{h} + 1$. Якщо $\tilde{h} \leq m$, формуємо набір структурних графів $G_S^{x_1}(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h}), G_S^{x_2}(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h}), \dots, G_S^{x_l}(\tilde{V}, \tilde{U}, \tilde{h})$.

Крок 5. Формуємо множину D таких e -конфігурацій, для яких виконується умова $g(x) \geq b$, використовуючи властивості структурного графу.

Описаний блок є частиною загального методу, що використовується для формування множини точок, які задовольняють лінійним обмеженням задачі, а пошук розв'язку основної задачі оптимізації проводиться на одержаній множині.

Даний метод може бути застосований для розв'язування задач на різних комбінаторних конфігураціях з додатковими лінійними обмеженнями.

Бібліографічні посилання

1. Стоян Ю. Г. Евклидовы комбинаторные конфигурации: монография / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев, О. С. Пичугина. — Харьков: Константа, 2017. — 404 с.
2. Донец Г. А. Построение гамильтонова пути в графах перестановочных многогранников / Г. А. Донец, Л. Н. Колечкина // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 1. – С. 10–16.
3. Колечкіна Л.М., Кильник В.В. Огляд методів дискретної оптимізації та їх застосування при розв'язуванні прикладних задач з використанням штучного інтелекту / Л.М. Колечкіна, В.В. Кильник // Міжнародний науковий симпозіум «Інтелектуальні рішення». Теорія прийняття рішень. – 2019. – № 9. – С. 93 – 94.

ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ

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

Ховбень С.В., hovben1996@gmail.com

Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»

Існує велика кількість методів розв'язування екстремальних задач, як точних так і наближених [1-5]. Систематичне і структуроване вивчення характеристик комбінаторних множин та особливості їх дослідження продемонстровані в багатьох роботах, присвячених задачам комбінаторної оптимізації. Головна ідея методів комбінаторної оптимізації полягає в переході від повного перебору множини розв'язків до направленого. Такі методи є гнучкими та універсальними в застосуванні, а також можуть застосовуватись до будь-яких задач комбінаторної оптимізації в різних постановках. Найбільшого поширення набули методи комбінаторної оптимізації, що використовують підходи на основі методу гілок та меж. Метод гілок і меж відносять до ключових при розв'язанні задач дискретної оптимізації. Деревовидна структура алгоритму створює хороші передумови для паралельної реалізації цього методу: обчислення по різних гілках дерева можуть проводитися незалежно різними процесорними пристроями [4].

При розв'язанні конкретної прикладної задачі спочатку розробляються її математичні моделі та приводиться аналіз її властивостей. Далі визначаються вхідні дані для алгоритму її розв'язування. Наступним етапом є розробка підходу розв'язання задачі з урахуванням її специфіки.

Важливим аспектом при виборі методу і подальшої його реалізації є застосування комбінаторних властивостей задачі. В залежності від тих чи інших методів генерування елементів комбінаторних конфігурацій, на яких розглядається задача, будуються підходи до розв'язування екстремальних задач оптимізації. Зокрема, цікавим є метод направленого структурування,

який поєднує засоби комбінаторного аналізу і теорії графів, а також координатний метод, що описаний в роботі [4].

Актуальною є проблема розв’язування екстремальних задач з дробово-лінійними функціями цілі на комбінаторних конфігураціях за умови багатокритеріальності. Дана задача детально проаналізована і розв’язана в [2], де також продемонстровано загальний алгоритм розв’язування задачі, що дозволяє уникнути лінеаризації функції. Цей алгоритм використовує підпрограму, що заснована на модифікованому координатному методі з оптимізацією пошуку. В ході роботи алгоритму відбувається аналіз точок досягнення екстремуму для відповідних значень функції та відсікання типів вершин графа, які не задовольняють умови обмежень. Отже, перспективним є напрям дослідження даної проблематики на комбінаторних конфігураціях розміщень та сполучень.

Бібліографічні посилання

1. Pardalos P.M. Handbook of combinatorial optimization / P.M. Pardalos, D-Z. Du, R.L.Graham. – New York: Springer, 2013. – 3409 p.
2. Колечкина Л.Н. Решение экстремальных задач с дробно-линейными функциями цели на комбинаторной конфигурации перестановок при условии многокритериальности / Л.Н. Колечкина, Е.А.Дверная // Кибернетика и системный анализ. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 113-123.
3. Ємець О.О., Колечкіна Л.М. Задачі комбінаторної оптимізації з дробово-лінійними цільовими функціями – К.: Наук. думка, 2005. – 117с.
4. Koliechkina L.N. Modified Coordinate Method to Solve Multicriteria Optimization Problems on Combinatorial Configurations / L.N. Koliechkina, O. A. Dvirna, A.N. Nagornaya // Cybernetics and Systems Analysis V. 59, Issue 4, 2014. – P. 620–626.
5. Колечкіна Л.М., Ховбень С.В. Порівняльний аналіз деяких методів комбінаторної оптимізації / Л.М. Колечкіна, С.В. Ховбень // Міжнародний науковий симпозіум «Інтелектуальні рішення». Теорія прийняття рішень. – 2019. – № 9. – С. 93 – 94.

ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РОЗШИРЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

Кондратенко¹ Л.О., Lorusz @ukr.net, **Самойленко² Г.Т.,** anna_zak@ukr.net,
Селіванова² А.В., ann.selivanova1@gmail.com

¹*Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України*

²*Київський національний торговельно-економічний університет*

За останні роки розвиток підприємств електронної торгівлі досяг колосального розвитку. Витіснення традиційних форматів ринкової взаємодії стимулює прискорення інформаційного обміну. Так, використання інформаційних технологій дає можливість автоматизувати такі процеси, як отримання і обробка замовлення, в цілодобовому режимі, взаємодія з постачальниками, отримання оплати, зниження витрат на організацію і функціонування підприємства та ін.

В сучасних умовах високої конкуренції між підприємствами електронної торгівлі особливо важливим є стратегічне планування розвитку підприємства, в основі якого лежить побудова концептуальних моделей. Розробки в даному напрямку проводять як наукові установи, так і приватні компанії. На етапі створення концептуальної моделі здійснюється перехід від реальної системи до логічної схеми її функціонування, та реалізуються наступні етапи:

- Визначення структури моделі: статичний та динамічний опис;
- Визначення меж системи, аналіз зовнішнього середовища та його властивостей, що можуть впливати на систему;
- Формування переліку змінних, обмежень та критеріїв ефективності;
- Аналіз та вибір можливостей розширення діяльності підприємства;
- Визначення стратегії розвитку підприємства;
- Визначення місії, цілей та задач підприємства;
- Планування розвитку та подальший моніторинг його виконання.

Представлений алгоритм створення концептуальної моделі є достатньо універсальним і може бути (за умов узгодження з конкретними обставинами діяльності компанії) застосований при розробці планів розширення малими

підприємствами різного типу. Для полегшення роботи підприємств формула повинна бути математично опрацьованою і представленою у вигляді комп'ютерної програми (програм).

ЛІТЕРАТУРА

1. The Stages of Small Business Growth (2018) _- Електронний ресурс : URL: <https://dashboardstream.com/the-stages-of-small-business-growth/>
2. The Search for Small Business Growth Continues (2016)_- Електронний ресурс :URL: <https://yoursmallbusinessgrowth.com/the-search-for-growth-continues/>.

ALGORITHM FOR SOLVING THE INVERSE PROBLEM OF THE NONLINEAR BLACKBOX MODEL

Kononchuk A.A., kononchukanastasiia@gmail.com,

Boyko L.T., ltboyko@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

The black box model is used during studying a complex process where there is no possibility to determine inner relations in a system. The essence of the model is that only the dependence of the output values on the inputs without information about the internal structure of the process is used for the mathematical description. The black box model is particularly useful when it's needed to replace one system with another one, which functions similarly.

The amount of input and output data depends on the specific process. For simplicity, let us consider the case where input data is a_j , $j = \overline{2, n}$ and the output is single value b . There are known intervals to which the data $a_j \in [\alpha_j, \beta_j]$, $j = \overline{2, n}$ belongs, the result b lies within some interval $[\gamma, \delta]$. The nature of the data is not important.

The real process establishes a dependency $b = f(a_2, a_3, \dots, a_n)$ where the function $f(a_2, a_3, \dots, a_n)$ is unknown. To solve the straight problem means to build an approximate mathematical model, which can be used to provide the analytical

dependence of the result b on the input data $a_j, j = \overline{2, n}$. We will call this mathematical model «predictive». Linear, quadratic and cubic predictive models are considered. It's possible to look at the details of solving the straight problem and examples of it in the work [2].

Particular attention is paid to the inverse problem, the solution of which is answering the question: what input data should be applied to obtain the given result. The purpose of the inverse problem is to find the set of input data $a_j \in [\alpha_j, \beta_j], j = \overline{2, n}$ that results in the value of b .

So, we have one equation and several variables in the process of solving the inverse problem. In the considered algorithm we transform it into an ill-posed system of linear equations. Thus, the topic of incorrect tasks and the Tikhonov regularization method is touched upon in the work [1]. The proposed algorithm is an iterative method.

A C# software product was developed based on this algorithm. The software allows us to build linear, quadratic and cubic predictive models and then solve the corresponding inverse problem. The correctness of the software product is confirmed on test cases. The obtained results were analyzed with different inputs and different kinds of predictive model.

Bibliographic references

1. **Тихонов А.Н.** Методы решения некорректных задач [Текст] / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – М.: Наука, 1979. – 288с.
2. **Бойко Л.Т.** Алгоритм відтворення аналітичної залежності між даними на вході і на виході моделі «чорна скриня» [Текст] / Л.Т. Бойко, А.А. Конончук // The 10th International conference “Science and society” 15th March 2019. – Hamilton, Canada, 2019. – p. 406-415.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПО КОНУСУ В БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ЗАДАЧАХ

Константиновський М.Є., Наконечна Т.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У роботі проведено дослідження оптимальності по конусу в багатокритеріальній задачі. Така проблема аналізується як оптимізаційна задача в умовах невизначеності, саме, в умовах невизначеності мети. Зазвичай в якості рішення багатокритеріальної задачі пропонується оптимальне по Парето (ефективне) рішення. Але таких рішень, як правило, багато. Виникає проблема його уточнення.

Оптимальне по Парето рішення входить в клас конусних рішень. Багатогранний конус в векторному критеріальному просторі задає векторну впорядкованість, що дозволяє визначити оптимальне по конусу рішення. Таке рішення має певний змістовний сенс, пов'язаний з експертними оцінками важливості критеріїв.

Конусне рішення вказує прийнятний компроміс між критеріями на думку експертів при прийнятті рішення. Саме, якщо результат оптимальний по конусу і від нього можливий перехід до іншого результату, що виграш за одним критерієм буде великим, тоді знайдеться інший критерій, що програш по ньому буде неприпустимо великим.

Конусні рішення в багатокритеріальній задачі мають важливу властивість: якщо перший конус включає другий конус як підмножину, то множина оптимальних за першим конусом рішень є підмножиною рішень, оптимальних за другим конусом. На цій властивості побудована процедура уточнення рішення.

Конусні відносини можна задавати в матричній формі, саме в формі стохастичних матриць. В цьому випадку послідовне уточнення конусної впорядкованості відповідає множенню стохастичних матриць. Пропонується наступний алгоритм: на підставі думки експертів будується послідовність розширюючихся конусів, якій відповідає послідовність вкладених множин конусних рішень. Рішення щодо граничного конусу називається уточненими по послідовності конусів оптимальним рішенням багатокритеріальної задачі.

В роботі проведено обґрунтування алгоритму уточнення рішення. Вказані властивості послідовності стохастичних матриць, які гарантують

існування граничного конуса. Виявлено умови, при яких уточнене по послідовності конусів оптимальне рішення є єдиним. Розглядається модельний приклад.

На підставі дослідження оптимальності по конусу в многокритеріальній задачі запропонована концепція уточнення рішення, виявлені властивості уточненого по послідовності конусів рішення і вказано випадок єдиності такого рішення.

РОЗРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОСОВОГО КЕРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРОМ

Копач Б.В., bkorach97@gmail.com, **Басюк Т.М.**, taras.m.basyuk@lpnu.ua
НУ «Львівська політехніка»

Використання високоінтелектуальних сучасних інформаційних комп'ютерних технологій у сфері людської діяльності вимагає творення систем, які б змогли кардинально спростити процес керування автоматизованими системами для того, щоб зробити процес користування ними більш зручним та раціональним. Необхідність в голосовому управлінні електронними пристроями є абсолютно природною. Найбільшою мірою розвиток галузі систем голосового керування стимулює не стільки бажання створити більшезручностей для користувача, скільки існування специфічних доменних областей, де голосові команди є більш придатними або єдиним можливим застосунком для управління пристроями.

Предметом дослідження є процес створення багатоцільової системи голосового керування комп'ютером, яка надає цілий ряд можливостей виконання команд, що дозволяють керувати курсором комп'ютера здійснювати голосовий ввід тексту, керувати прикладними програмами, браузером тощо.

Метою дослідження є створення системи голосового керування комп'ютером, яка розпізнає українську мову та використовує запрограмовані сучасні методи розпізнавання мови з використанням нейронних мереж, методів дискретизації та обробки звукового сигналу, що використовують дискретний метод Фур'є та Мел-частотні кепстральні коефіцієнти, засобів DirectX та WindowsAPI.

Актуальність роботи полягає в інноваційності програмного рішення, широкому ряді соціальних та прикладних проблем, які воно здатне вирішити, як, наприклад, нестача систем голосового керування, які розпізнають українську мову, або відсутність на ринку систем розпізнавання української мови, що дозволяють повноцінно користуватися комп'ютер людям, які не здатні використовувати традиційні засоби управління комп'ютером (комп'ютерну клавіатуру, пристрої введення та маніпулювання курсором комп'ютера) через хвороби або пошкодження опорно-рухового апарату, нервової системи тощо.

На рис.1. зображено основні програмні модулі розробленої системи голосового керування.

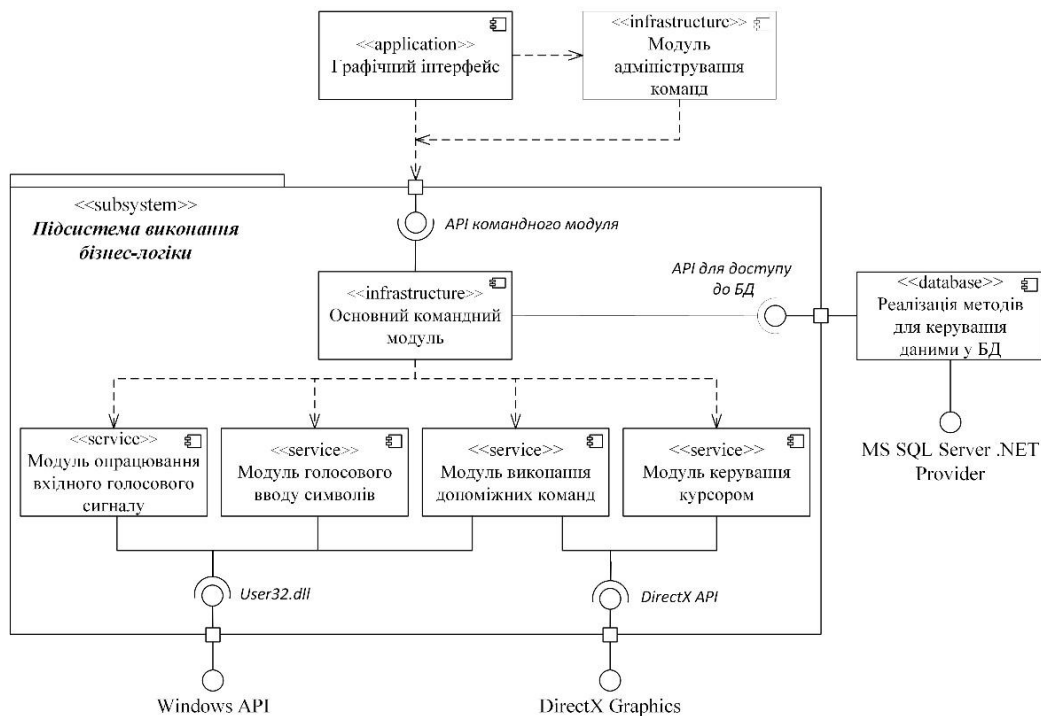


Рис.1. Діаграма компонентів системи голосового керування

Особливістю розробленої структури програмного засобу є її простота, незалежність окремих компонентів та функціональність що дозволяє адаптувати та масштабувати систему під конкретні вимоги користувачів.

Проведений аналіз уже існуючих програмних рішень дозволив створити систему голосового керування, у програмному модулі якої реалізовано підтримку більшості необхідних для користування персональним комп'ютером команд, а запропоновані у роботі підходи та архітектурні рішення можуть бути використані розробниками для створення комплексних програмованих систем голосового управління комп'ютером.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВИДОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Корчинский В.М., korchins50k@i.ua

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Рассматриваются многоспектральные растровые изображения (МСРИ) дистанционного зондирования, образованные множествами распределений яркости изображений, полученных в различных спектральных интервалах электромагнитного излучения – носителя видовой информации. В качестве формального представления МСРИ с K спектральными каналами, заданных на растре $n \times m$ принята конкатенацию векторов $\mathbf{X}_{N \times 1}^{(i)}$, $i = \overline{1, K}$, которая рассматривается как пространственный аналог конечной эргодической цепи Маркова, для которой, как известно, существует предельное (граничное) состояние [1].

Сформируем матрицу переходов между различными реализациями МСРИ:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & \dots & p_{1,K} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & \dots & p_{2,K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{K,1} & p_{K,2} & \dots & p_{K,K} \end{pmatrix},$$

где $p_{i,j}$ - вероятности перехода из состояния i в состояние j .

Определение вектора граничного состояния $\mathbf{Y}$ сводится к решению линейной алгебраической системы уравнений $\mathbf{P} \cdot \mathbf{Y} = \mathbf{Y}$, дополненной условием

нормировки вероятностей переходов $\sum_{j=1}^K p_{i,j} = 1$ при $i = \overline{1, K}$.

Для ее однозначного решения необходимо задание «базового» значения вектора $\mathbf{Y}$, качестве которого принята строка матрицы переходов $\mathbf{P}$, представляющая наиболее информативную реализацию МСРИ с максимальной энергетической энтропией.

Рассмотрены различные варианты определения вектора предельного состояния в зависимости от степени обусловленности матрицы переходов $\mathbf{P}$.

В качестве примера на рисунке 1 представлена предельная реализация МСРИ, полученная по изображениям шести спектральных интервалов с длинами волн от 0.52 мкм до 2.360 мкм. Для сравнения на рисунке 2 приведено растровое изображение, зафиксированное в спектральном интервале 2.365 мкм – 2.430 мкм.

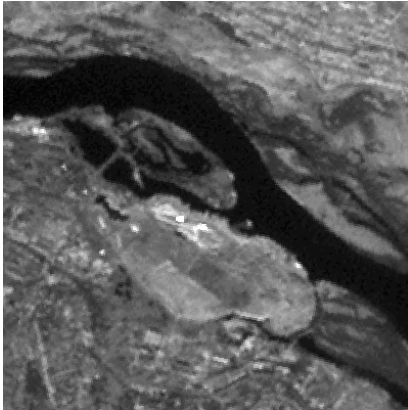


Рис. 1. Предельна реализация анализируемого изображения

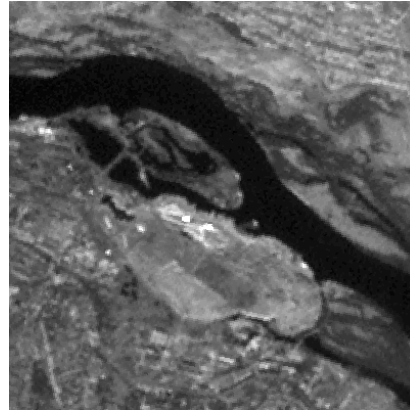


Рис. 2. . Изображение спектрального канала 2.365 мкм – 2.430 мкм

Высокая степень схожести изображений, приведенных на рисунках 4, 5, подтверждается значением индекса их структурной схожести, определенного по методике работы [2].

Результаты работы могут быть использованы при распознавании образов и для прогнозирования пространственных форм МСРИ при варьировании условий их фиксации.

Литература

1. Medhi J. Stochastic models in queuing theory. Amsterdam, Boston: Academic Press, 2003. – 450 p.
2. Wang Z., Bovik A.K, Sheikh H.R., Simoncelli E.R. Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity, IEEE Transactions on Image Processing. 2004. – Vol. 13, №, 4. – P. 600-612.

ПРО МЕТОДИ ЗНАХОДЖЕННЯ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ SVD- РОЗКЛАДАННЯ ПРЯМОКУТНОЇ МАТРИЦІ

Косухіна О.С., e_kos@ukr.net, Божуха Д.І., dbozhuha@gmail.com

Дніпровський державний технічний університет

Системи лінійних алгебраїчних рівнянь виникають як проміжний або остаточний етап при вирішенні ряду прикладних задач, що описуються диференціальними, інтегральними або системами нелінійних (трансцендентних) рівнянь.

Матриці виникаючих систем можуть мати різні структури і властивості. Вже зараз є потреба у вирішенні систем лінійних алгебраїчних рівнянь з матрицями повного заповнення порядку декількох тисяч (BigData). При вирішенні низки прикладних задач методом кінцевих елементів в ряді випадків є системи, що володіють симетричними позитивно визначеними матрицями порядку декілька десятків тисяч. При використанні в ряді завдань методу скінченних різниць необхідно вирішити системи різницевих рівнянь з розрідженими матрицями порядку мільйон [1].

В основі методів представлення великих даних лежать алгоритми математичного програмування щодо знаходження власних значень та власних векторів.

Сингулярне розкладання дозволяє виключати з матриці найменш значиму інформацію за допомогою апроксимації вихідної матриці іншої матрицею нижчого рангу [2].

До ітераційних методів знаходження власних значень та власних векторів матриці належать покомпонентний метод, методи скалярних добутків, Левер'є, Фадєєва, обертання Якобі для симетричних матриць.

Метод Фадєєва відноситься до точних чисельних методів призначених для відшукування власних значень матриці і є певною модифікацією методу Левер'є. Даний метод вважається більш ефективним, тому що крім спрощень

при обчисленні коефіцієнтів характеристичного полінома він дозволяє визначити власні вектори та обернену матрицю до заданої.

При роботі з цифровими зображеннями можна виділити завдання стиснення-відновлення зі збереженням достатньої якості і завдання ідентифікації, коли потрібно побудувати стислий образ з великим коефіцієнтом стиснення, і це відображення має бути взаємно-однозначним. Технологія стиснення-відновлення заснована на сингулярному розкладанні матриці.

Отримані результати використання ітераційних методів сингулярного розкладання прямокутних матриць та виконаний порівняльний аналіз роботи їх алгоритмів.

Бібліографічні посилання

1. Чисельні методи. Розв'язання задач математичного аналізу: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», спеціалізації «Програмне забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем» / І. А. Дичка, М. В. Онай, Р. А. Гадиняк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,04 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 169 с.
2. Сингулярное разложение матрицы [Електронний ресурс]: on-line курс Введение в науку о данных (An Introduction to Data Science) на «Coursera» / А.Ю. Утешев, Saint Petersburg State University. - Електронні текстові дані (1 файл: 1,93 Мбайт).

МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ МІЖ НИМИ

Кохан І.В., i.kohan.v@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається система автоматизованого проектування – додаток SOLIDWORKS, що дозволяє створювати та змінювати 3D моделі з досить високою точністю. Ця система використовується переважно для промислових задач. Застосування ігрового движка Unity дозволяє взаємодіяти з об'єктом та моделювати його поведінку, використовуючи можливості зі сфери розробки ігор. Проводиться аналіз способів представлення моделей в них, та можливість трансформування з однієї в іншу. Дослідження проводилися в рамках проекту Walk-Through-3D.SOLIDWORKS компанії AMCBridge.

У ході дослідження було виявлено, що за замовчуванням ці два представлення 3D моделей не сумісні. Єдиний існуючий алгоритм розв'язку є комерційною таємницею. Зважаючи на це, було прийнято рішення створити інструмент, що дозволить трансформувати 3D модель з САПР–додатку з мінімальними втратами. Це є можливим у випадку існування проміжного файлу, при формуванні якого зберігаються необхідні для відтворення моделі дані. Для створення такого файлу було застосовано існуючі API-інтерфейси обох програм. Для покращення взаємодії з додатком було також додано можливість обирати якість відтворення.

Особливої уваги було надано текстурам, бо CAD система має власну систему накладання, незалежну від вигляду деталі, а Unity використовує більш універсальну процедуру накладання текстур з прив'язками до вершин. Тому були розроблені спеціальні методи для відтворення текстур, обраних при створенні об'єкту. Використані методи покращуються та перероблюються для підвищення продуктивності та якості трансформації.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ БАГАТОВИМІРНОГО ПРОСТОРУ ОЗНАК

Крак Ю.В., Касянюк В.С., *КНУ ТШ*

Бармак О.В., Манзюк Е.А., *alexander.barmak@gmail.com, Хмельницький НУ*

Розвиток сучасних технологій та використання систем штучного інтелекту зумовлює розширення сфер застосування машинного навчання. Обробка інформації за різними підходами класифікації, кластеризації використовується в системах пошуку роботи з текстовими даними, графічною інформацією, неструктурованою інформацією та іншими її поданнями. Для ефективного дослідження різних видів інформації необхідно використовувати методи інформативного подання результатів навчання системи з різними наборами даних.

Сучасні підходи машинного навчання дозволяють вирішувати поставлені завдання на певному рівні застосування за якісними показниками. Однак, досягнуті значні успіхи в цьому напрямку все ж таки залишають досить широке поле для покращення та вдосконалення існуючих методів. Шляхи покращення результатів машинного навчання досить різноманітні та в певній мірі залежні від специфіки даних стосовно яких використовуються. Крім того, досить значні зусилля та ускладнення систем призводять до недостатніх та малозначних ефектів із удосконалення систем. Це говорить про те, що необхідно застосовувати більш різноманітні та креативні підходи гібридного напрямку поєднуючи в одну систему та розробляючи інформаційні технології, які б дозволили використовувати в більш повній мірі інформативність, яку несуть дані. Складові елементи інформативності, які поєднують дані за ознаками використання, складно піддаються виявленню машинною та вимагають використання інтелектуальних здібностей людини. В той же час обчислювальні можливості людини непорівняльні з машинними за швидкістю. Тому поєднання переваг людини та машини в ефективній системі взаємодії є продуктивним напрямком, який на сьогоднішній день набуває активного розвитку.

Для людської природи візуальне подання інформації є найбільш інформативним та ефективним з точки зору обробки її людиною. Візуалізація даних, тобто їх візуальне відображення, є інформативнішим за інші методи отримання та сприйняття інформації. Візуалізація даних з системою інтерактивної взаємодії з обчислювальними ресурсами машини дозволяє проводити аналіз даних, визначати характерні зв'язки, взаємодії тощо. Така система візуального аналізу дозволяє не тільки проводити дослідження даних, а також реалізовувати процес ітеративного покращення систем машинного навчання ефективно інтегруючи людину. Це дозволяє використовувати інтелектуальні можливості людини та поєднувати з можливостями машини в процесі “human is the loop” [1]. Машинне навчання набуває гібридного характеру ефективно інтегруючи переваги машини та людини в напрямку реалізації інтелектуальних систем. Людина змінює вхідні дані, покращує алгоритми навчання, змінює параметри системи та інше. Таким чином людина тільки покращує систему. Пропонується більш ефективніша інтеграція людини в систему машинного навчання при якій людина безпосередньо приймає участь в побудові та навчанні моделі. Це дозволить ефективніше використати інтелектуальні можливості людини та розробити більш досконалу модель за показниками якості. Для демонстрації практичної реалізації запропонованого підходу розроблено інформаційну технологію класифікації текстових даних згідно якої навчання моделі здійснює людина, використовуючи трансформацію даних і переносючи модель класифікації даних на машинний рівень [2]. Надалі отриману модель використовує машина для подальшої класифікації даних.

1. Endert, A., Hossain, M. S., Ramakrishnan, N., North, C., Fiaux, P., Andrews C. The human is the loop: new directions for visual analytics. *Journal of Intelligent Information Systems*, Vol. 43(3), 2014, pp. 411–435.

2. Krak I., Barmak O., Manziuk E., Kudin H. Approach to Piecewise-Linear Classification in a Multi-dimensional Space of Features Based on Plane Visualization. In: Lytvynenko V., Babichev S., Wójcik W., Vynokurova O., Vyshemyrskaya S., Radetskaya S. (eds) *Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, Vol. 1020, 2020

МЕТОД ЕФЕКТИВНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕО ІНФОРМАЦІЇ З ЕМОЦІЙНИМИ ПРОЯВАМИ НА ОБЛИЧЧІ ЛЮДИНИ

Крак Ю.В., *krak@univ.kiev.ua, КНУ ТШ, ІК НАНУ,*
Кузнєцов В.О., Куляс А.І., ІК НАНУ,
Ляшко В.І., НУ «Києво-Могилянська академія»

В доповіді пропонується метод передачі відео зображень, що містять міміку обличчя, мережами передачі даних із застосуванням технологій захоплення антропометричних точок обличчя, ідентифікації стану обличчя методами класифікації і кластеризації, зменшення розмірності даних в часі та реконструкції вихідних даних за допомогою гнучких каркасних моделей обличчя. Актуальність і важливість даної проблематики пов'язана із розвитком засобів комунікації в мережах мобільного зв'язку, де отримала поширення передача потокового відео як елемент технології відео-конференц зв'язку. Серед основних недоліків такої технології є те, що обсяг даних, є завеликим для передачі в реальному часі. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є відкидання частини зображення, яка не є елементом обличчя і використання замість існуючих алгоритмів компресії відео потоку технології захоплення стану обличчя на стороні відправника і реконструкції стану обличчя на стороні одержувача.

Для вирішення цієї задачі запропоновано підхід, що складається з наступних елементів: апаратний сенсор глибини зображення, засоби локалізації антропометричних точок, алгоритми зменшення розмірності характеристичних даних та засоби деформації (анімації) площинних або просторових моделей обличчя, які об'єднані в рамках єдиної інформаційної технології.

Для реалізації даного підходу було отримано базисні елементи мімічних проявів, які визначають основні види мімічних проявів та складові їх компоненти [1], отримано набір антропометричних точок, що використовуються для керування рухами моделі голови та захоплення рухів обличчя, розроблено та апробовано віртуальну модель голови людини у

застосуванні до задач моделювання, а також алгоритми захоплення характеристичних точок мимічних проявів і аналізу їх за допомогою алгоритмів Data Mining для практичних застосувань [2,3].

У результаті проведених досліджень були отримані важливі результати і висновки: запропоновано мінімальний набір антропометричних точок, що дозволяє захоплювати, виділяти, обробляти і відтворювати мікрорухи елементів обличчя людини; запропоновано подання характеристик рухів обличчя у вигляді комбінації: <символ, тривалість, інтенсивність>; запропоновано алгоритм зменшення розмірності даних обличчя, що використовує часову кореляцію між окремими рухами певних антропометричних точок на обличчі людини; запропонована і досліджена математична модель деформацій, яка пов'язує деформації моделі обличчя із деформаціями відповідних м'язів обличчя через градієнти деформації; розроблено експериментальне програмне забезпечення для аналізу рухів обличчя в часі.

Проведені експерименти, за допомогою реалізованої інформаційної технології, показали ефективність запропонованого підходу і подальші дослідження будуть спрямовані на його удосконалення.

1. Крак Ю.В. Системы описания мимических проявлений в жестовом языке / Ю.В. Крак, В.А. Кузнецов, А.С. Тернов // Штучний інтелект. – 2012. - №4. – С.298-306.

2. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Бармак А.В., Тернов А.С., Кузнецов В.А. Информационная технология анализа мимических проявлений эмоциональных состояний человека / Ю.В. Крак, А.В. Бармак, А.С. Тернов, В.А. Кузнецов // Кибернетика и системный анализ. – 2015. – №1. – С.30-39.

3. Vladislav Kuznetsov, Iurii Krak, Olexander Barmak, Anatolii Kulias. Facial Expressions Analysis for Applications in the Study of Sign Language // Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, April 15-19, 2019. CEUR Workshop Proceedings 2353, CEUR-WS.org 2019. – P.159-172.

PERSONAL COMPUTER VIDEO SYSTEM TROUBLESHOOTING EXPERT SYSTEM

Krasnoshapka D.V., dimakrasnoshapka@yahoo.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

The video system is one of the most important components in the personal computer (PC). It includes these three elements:

- The monitor, which is connected by a cable to the video card using some kind of *interface*.
- The graphics card (video card or video adapter). It generates electric signals to the monitor.
- *A device driver*. It links the operating system and the graphics card.

It is most difficult to identify the cause of the failure in case of problems with the video system. Expert systems can be used to accomplish this task. The solution is usually simple - replace the video card, monitor, or driver after determining the cause of the failure [1, P. 671].

Backward chaining inference engine is similar to the previous version of the expert system [2]. Computer science professionals provided knowledge for the expert system.

SWI-Prolog was used as expert system tool development.

This expert system was put into practice and produced good results..

It is planned to improve this expert system by adding an explanation module.

Bibliography

1. Scott M. Mueller, Upgrading And Repairing PCs, 22th Edition, QUE, 800 East 96th Street, Indianapolis, Indiana 46240 USA, 2015.
2. Красношاپка Д.В. Розробка експертної системи пошуку несправності ПК // XIV міжнародна науково-практична конференція МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MPZIS-2016). 2016 – P. 114

МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Круглий О.С., cap.kryglui@gmail.com,

Черницька О.В., chernitskaya.olga@ukr.net

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У наш час системи автоматизованого проектування використовуються у багатьох галузях виробництва, будівництва, медицини та навіть мистецтва. САПР активно розвиваються і захоплюють все більшу частину світового ринку. Це створює необхідність полегшення та оптимізації роботи з ними.

Була поставлена задача розробки програмного забезпечення, що дозволяє автоматизувати створення моделей валових конструкцій у обраній САПР. Для роботи з додатком була обрана САПР Onshape, тому що вона є хмарною, має велику популярність у світі та відкритий API (application programming interface).

Програмне забезпечення створене для операційної системи Windows, на платформі .NET. Було використано клієнт-серверну архітектуру. Спілкування клієнта з сервером здійснюється через REST API. Формат даних – JSON. Для роботи з Onshape використовувалась мова Feature Script.

Розроблений додаток має наступні можливості:

1. Створення валових конструкцій різних типів.
2. Додавання великої кількості особливостей до кожної секції валової конструкції.
3. Можливість імпорту в файл та експорту з файлу.
4. Створення нових документів в Onshape.
5. Експорт створеного вала у документ в Onshape.

ЗАДАЧА РОЗПІЗНАВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ФОРМУЛ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Крутенюк К.С., sapalko00000@gmail.com, **Сердюк М.Є.**, me_serdyuk@i.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Через наявність декількох стандартів представлення текстів з формулами (MS Word, TeX тощо) виникають труднощі з обробкою та використанням документів у різних форматах. В процесі конвертації з одного формату в інший необхідним етапом є розпізнавання формул. Математичні формули містять у собі різноманітну вибірку символів: цифри, літери латинського та грецького алфавіту, дужки різних форм, символи різних розмірів, дробі, степені та індекси тощо. Це ускладнює процес ідентифікації елементів формули та визначення її структури, тому якісна конвертація текстів з формулами досі залишається проблемою. Отже задача розпізнавання математичних формул є актуальною в сфері автоматизації конвертації документів з одного формату в інший, а також для якісної оцифровки рукописних джерел.

Метою даної роботи є створення програмного додатку для розпізнавання математичних символів, які складають формулу, за їх зображеннями. Вхідними даними є набір зображень з символами формули. Ці зображення є результатом попередніх етапів структурного аналізу, сегментації формули та попередньої обробки, яка приводить всі зображення символів до єдиного масштабу. Кожне зображення має розмір 32x32 пікселя та є чорно-білим зображенням одного символу, який виділений із формули і який необхідно розпізнати.

На сьогодні існує декілька ефективних методів розпізнавання формул: метод зіставлення з шаблоном, метод зіставлення з шаблоном з застосування метрики Хаусдорфа, метод структурного підходу, Баєсовський імовірнісний підхід, застосування нейронних мереж.

У зв'язку із стрімким науково-технічним прогресом нейронні мережі поступово зарекомендували себе як найбільш ефективний засіб для

розпізнавання образів, зменшуючи похибку в декілька разів. Перевагами нейронних мереж є відсутність необхідності власноруч задавати структурні особливості символів, що будуть розпізнаватись, відсутність необхідності мати велику базу даних з шаблонами, висока точність розпізнавання [1].

Для розпізнавання символів, які входять у склад математичної формули, був розроблений програмний додаток з використанням згорткової нейронної мережі LeNet-5 з активаційною функцією гіперболічний тангенс [2]. Для тестування додатку була використана навчальна вибірка кількістю 350 зображень цифр, знаків математичних операцій та символів грецького алфавіту та тестова вибірка розміром 600 зображень. Точність розпізнавання цифр (0 - 9) за допомогою програмного додатку склала 99%, символів математичних операцій (10 символів) – 100%, символів грецького алфавіту (15 літер) – 93.5%. Таким чином, загальна точність розпізнавання математичних символів за допомогою програмного додатку – 96.9%. На виході додаток створює текстовий файл, в якому знаходяться результати розпізнавання символів мережею. Паралельно з розпізнаванням програмний додаток також реконструює початкову структуру формул та текстів. Для відновлення початкової формули застосовується попередній етап сегментації. До поточного програмного додатку розроблена бібліотека конвертування вихідної інформації, що описана вище, на pdf сторінку мовою TeX.

Отже практично встановлено ефективність роботи загорткової мережі та доцільність її застосування у конверторі формул. В подальшому планується провести тестування мережі з більшою кількістю навчальних даних, а також збільшити розміри вхідних зображень до 48x48 пікселів.

Бібліографічні посилання

1. Абдусаттаров Умиджон Иброхимжон Ўғли. Модифицированные методы и алгоритмы распознавания образов при решении проблем «Data mining»/Государственный комитет связи, информатизации телекоммуникационных технологий республики Узбекистан. Ташкентский университет информационных технологий. -Ташкент. - 2014 г.
2. Key Deep Learning Architectures: LeNet-5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/@pechyonkin/key-deep-learning-architectures-lenet-5-6fc3c59e6f4>

ПРОГНОЗУВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ АКТИВНОСТЕЙ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Гузєєва А.О., Гирман М.Ю.

kuzenkov1986@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогоднішній день соціальні мережі є досить потужними інформаційними платформами, які містять велику кількість персоналізованої інформації у відкритому доступі. Такі данні є потужним інструментом наукових та комерційних досліджень. Активність у соціальних мережах дає змогу оцінити інтереси користувачів, їх кваліфікацію та потреби.

Інструментом для роботи з такими платформами можуть бути, здебільшого програмні засоби. Це, насамперед, зумовлено великим обсягом даних, складністю їх структури та взаємозв'язків. При цьому слід зазначити, що результати таких досліджень можуть дати суттєвий комерційний ефект.

В роботі розглядається питання створення програмного комплексу для грабінгу, підготовки та аналізу даних отриманих з персональних сторінок користувачів соціальної мережі професійного спрямування. Такий аналіз дозволить вирішувати такі питання як:

1. підвищення ефективності рекламних проектів у соціальних мережах
2. визначення зацікавленості користувачів у послугах рекрутингових компаній
3. підвищення ефективності підбору персоналу для компаній різного профілю.

Запропонована програмна платформа включає такі компоненти як:

1. система персоніфікації користувачів, що дозволяє чітко визначити права та доступ до структурних елементів проекту
2. система побудови запитів для грабінгу персональних сторінок професійно орієнтованих соціальних мереж
3. реалізація основних етапів підготовки даних
4. проведення досліджень взаємозалежності між даними які реалізуються засобами прикладних пакетів, що можуть бути підключені до запропонованої платформи.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ПОПУЛЯЦІЇ ОДНОГО ВИДУ З МІНЛИВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Змієвська О.В., alex.zmievskaya@gmail.com,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В роботі розглянута математична модель нелінійної динаміки розвитку популяції одного виду на прикладі гомоморфних популяцій, які відрізняються набором алелей, що у свою чергу впливає на їх фенотипічні властивості.

Модель представлена у вигляді системи двох автономних диференціальних рівнянь та має такий вигляд:

$$\begin{cases} \dot{x} = (\lambda_1 a x + (1 - \lambda_2) b y) \left(1 - \frac{x + y}{k}\right) \\ \dot{y} = ((1 - \lambda_2) a x + \lambda_1 b y) \left(1 - \frac{x + y}{k}\right) \end{cases}$$

де x, y - чисельність 1-ої та 2-ої популяції, k – ємність ареалу існування метапопуляції; a, b - коефіцієнт, який відображає репродуктивні можливості першої та другої популяції; λ_i – частина приросту популяції, яка за своїми фенотипічними властивостями ближча до батьківської;

В основу дослідження якісних властивостей запропонованої моделі було покладено принципи дослідження за Ляпуновим. Результати аналітичного дослідження були проілюстровані достатньою кількістю фазових портретів, біфуркаційних діаграм та графіків залежності інваріант системи від значення визначальних параметрів.

На основі запропонованої в роботі моделі досліджено процес динаміки фенотипічних властивостей в гомоморфній популяції. Було проведено ретроспективний аналіз отриманих чисельних та якісних результатів дослідження моделі. За результати ретроспективного аналізу можна стверджувати, що запропонована модель може бути застосована для дослідження динаміки гомоморфних об'єктів та цілком відображає основні динамічні процеси які в таких системах відбуваються.

ІНТЕРАКТИВНА ПЛАТФОРМА РЕГІОНАЛЬНОГО АУТСОРСИНГУ EDIT DNIPRO

Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Масич М.А., Олешко О.О.

kuzenkov1986@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогоднішній день ІТ-сфера займає третє місце за вкладом у ВВП України, а місто Дніпро входить до трійки найбільших центрів цієї галузі. Не дивлячись на значні темпи розвитку ІТ галузі в останні роки екосистема регіону має певні проблеми, вирішення яких має надати їй суттєвий поштовх до подальшого розвитку. Серед основних проблем слід зазначити наступні:

- У Дніпрі спостерігається значний відтік випускників. За даними досліджень в середньому з близько 1100 випускників ІТ спеціальностей щорічно у місті залишається працювати лише 150 випускників. Слід зазначити, що за даними досліджень при відкритті нового робочого місця для програміста в середньому створюється близько 7 допоміжних робочих місць (дизайнери, архітектори ПЗ, системні аналітики, допоміжний персонал тощо). Відповідно до вищевикладеного місто Дніпро щорічно втрачає тисячі потенційних робочих місць.
- у ЗВО здебільшого використовується практика вирішення модельних задач, практично-орієнтовані застосовуються набагато рідше. Вирішення модельних задач дає змогу освоїти існуючий математичний та програмний інструментарій, але при цьому термін адаптації випускників на робочому місці збільшується.
- У місті Дніпро існує більше 250 ІТ-компаній, в яких працюють у середньому більше 5 тисяч фахівців різного профілю. За даними ITDniproCommunity у 2016 році, – 82,8% цих фахівців задіяно лише у 28 найбільших компаніях, що займаються розробками проектів, вартість яких, як правило, більша за 20 тисяч доларів. Проекти меншої вартості для таких компаній є менш цікавими.

- Не дивлячись на велику кількість ІТ компаній в регіоні рівень інформатизації міста залишається низьким. Впровадження сучасних засобів програмної обробки відбувається повільно.

В роботі створено програмну платформу для комунікації замовників ПЗ зі студентами та молодими спеціалістами. Замовник має можливість обрати найрелевантнішу команду для розробки потрібного проекту, студенти отримати навички проектної діяльності на прикладі реальних задач. Крім перерахованих переваг під час реалізації такої платформи вирішується ряд другорядних завдань. Наприклад, створюється тісна комунікація між студентами та роботодавцями, що дозволяє студентам зрозуміти конкретні вимоги, що висувуються роботодавцями до працівників. Студенти мають змогу отримати досвід практичної роботи та зарекомендувати себе перед роботодавцями. Кошторис малих проектів, що є нецікавим для ІТ компаній є достатньо цікавим для молодих спеціалістів, спонукає їх до роботи за спеціальністю, створенню команд розробників та використання отриманих в ЗВО знань для виконання комерційних проектів., що дасть змогу

Orders list and Teams List

Teams list

Team name	Team description	Team points
Pigs	We are not geese. Working with F#, C# and Pigs#.	Average team points: 0
Geese	Team of geese warriors!!! Working with C, C++, Python and Go.	Average team points: 0

[MishaElizaveta](#)
[Create new team](#)

Pic. Teams list

Orders list

Title of the order	Expiration Date	
Calculator	expiration: May 31, 2019, 11:54 a.m.	cost: 10
Make goods site	expiration: May 31, 2019, 11:46 a.m.	cost: 2500

Pic. Orders list

Програмна платформа включає такі компоненти:

New order creation and New team creation

Pic. Creation of the order

Pic. New team creation

На сьогодні вирішується питання запуску платформи насамперед на базі спільноти студентів факультету прикладної математики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Profile page and Adding new team

Pic. Adding new team

Pic. Profile

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Кузенков О.О., kuzenkov1986@gmail.com, **Сірик С.Ф.,**

Матюха Г.П. anko.goldrin@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Математичне моделювання складно організованих систем є одним із актуальних напрямів сучасних наукових досліджень. У зв'язку з тим, що більшість процесів є динамічними у якості інструменту математичного моделювання найкращим є диференціальні рівняння та їх системи. Під моделюванням розуміється процес дослідження реальної системи, який включає побудову моделі, її дослідження та інтерпретація одержаних результатів з точки зору досліджуваної галузі.

В роботі була розглянута модель гомогенних популяцій, що представлена системою автономних диференціальних рівнянь наступного вигляді :

$$dx_1/dt=(l_1*a_1*x_1+(1-l_2)*a_2*x_2)*(1-(x_1+x_2)/K)$$

$$dx_2/dt=((1-l_1)*a_1*x_1+l_2*a_2*x_2)*(1-(x_1+x_2)/K)$$

де x_i – чисельність групи з індексом i , a_i – репродуктивний коефіцієнт популяції з індексом i , K – ємність ареалу існування метапопуляції, l_i – частина приросту популяції з індексом i якій притаманний фенотип батьківської популяції.

В рамках роботи була вирішена задача пошуку стаціонарних гіперповерхонь системи, визначення їх типу, розкрито питання стійкості. Для постанови чисельного експерименту в роботі був використаний метод Рунне-Кута 4 порядку, для дослідження якісних властивостей системи аналіз за Ляпуновим та деякі методи біфуркаційного аналізу.

Результати роботи проілюстровані достатньою кількістю, фазових портретів та біфуркаційних діаграм, що дозволяє наочно підтвердити результати якісного аналізу запропонованої системи.

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ З ІСПАНСЬКОЇ МОВИ

Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Потап М.О.

kuzenkov1986@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В роботі розглядається питання проектування та розробки програмної платформи для вивчення та тестування з іспанської мови.

На сьогоднішній день існує велика кількість програмних засобів, для вивчення іноземних мов. При роботі з такими засобами користувач спікається з певними труднощами які полягають у відсутності можливості вивчити мову, спробувати пройти тестування, а якщо платформи для вивчення мов і включають такі компоненти то складність тестів зазвичай складно корегувати.

В роботі створено проект платформи вивчення іспанської мови який включає наступні компоненти:

1. Базу даних.
2. СУБД для роботи з базою даних.
3. Систему персоніфікації для користувачів різних рівнів.
4. Репозиторій методичних та навчальних матеріалів для початкового та поглибленого вивчення іспанської мови.
5. Комплексний інтерфейс користувача який дозволяє:
 - a. визначити права конкретного користувача та налагодити зручну роботу з інтерфейсом репозиторію
 - b. проходити навчальні курси, переглядати статичні матеріали та презентації
 - c. Скачувати та завантажувати нову інформацію на портал відповідно до прав та доступу конкретного користувача

На базі створеного програмного комплексу ведеться робота по створенню online системи тестування користувачів за різними рівнями. На сьогодні робота ускладнена необхідністю методичного опрацювання навчального наповнення фахівцями з іспанської мови.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ПОШУКУ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ

Кузнєцов К.А., Баутіна М.В., marina.vickt@gmail.com,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проблема маршрутизації транспортних засобів з обмеженням по вантажопідйомності (CVRP) - одна з найбільш відомих і добре вивчених проблем планування в галузі дослідження операцій та логістиці. Однак досягти оптимального рішення традиційними методами оптимізації досить важко через велику обчислювальну складність.

Робота присвячена розробці алгоритму вирішення CVRP за допомогою евристичного методу розосередженого пошуку з включенням у концептуальну основу метода відновлення шляху у просторі рішень [1]. На мові програмування R було розроблено програму, що дозволяє за вхідним набором даних у спеціальному форматі побудувати оптимальний набір маршрутів транспортних засобів з горизонтом планування в один день. Для перевірки якості розробленого програмного продукту було проведено його тестування на спеціалізованих наборах даних (Фішера [2] та Голдена, Келлі і Чао [3]), що мають зафіксовані показники якості у вигляді оптимального набору маршрутів та їх вартості. Порівняння результатів свідчить про те, що цей новий метод є ефективним та конкурентоспроможним підходом до вирішення проблеми маршрутизації транспортних засобів з обмеженням по вантажопідйомності.

1. Glover, Fred & Laguna, Manuel & Marti, Rafael. (2000). Fundamentals of Scatter Search and Path Relinking. Control and Cybernetics. 29.

2. Fisher M.L., “Optimal solution of vehicle routing problems using minimum K-trees”, Operations Research 42 (1994), pp. 626-642

3. Golden, B. L., E.A. Kelly, J.P.Chao, I.-M., “Metaheuristics in Vehicle Routing”, T. G. Crainic and G. Laporte, Fleet Management and Logistics. Boston, pp. 33-56.

ІНФОРМАЦІЙНА WEB-ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ВАЛІДАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КОМЕНТАРІВ

Кузьо А.Т., andrijkuzik@gmail.com, **Кравець П.О.**, Petro.O.Kravets@lpnu.ua
Національний університет “Львівська політехніка”

Розроблення методів та засобів захисту інформаційних систем від шкідливого впливу користувачів шляхом надання послуг автоматичної валідації та класифікації тексту є актуальною науково-прикладною проблемою. Метою роботи є створення інформаційної web-технології для автоматичної валідації та класифікації коментарів, які надходять від користувачів інформаційних систем, з метою фільтрації небажаного контенту.

Впровадження систем для перевірки тексту дає можливість власникам інформаційних ресурсів покращити рівень надаваних ними послуг шляхом захисту свого продукту від шкідливого впливу зі сторони зловмисників.

Автоматизація засобів перевірки, валідування та захисту тексту дозволяє власникам інформаційних систем пришвидшити час отримання результату та зменшити витрати, необхідні для того, щоб вручну перевіряти усі дані, які поступають від відвідувачів інформаційних ресурсів. Значення автоматизації зросло у наслідок збільшення кількості даних, які необхідно перевірити [1].

Завдяки концентрації даних з різних інформаційних систем отримано великий словник, який можна використовувати для покращення якості розпізнавання тексту. Даний метод дозволяє поєднувати досвід, отриманий від усіх клієнтів, та використовувати його для розвитку інформаційної системи загалом.

Важливим аспектом розпізнавання коментарів є виявлення їх емоційної модальності. Для реалізації аналітичного алгоритму, призначеного для визначення емоційного забарвлення тексту, використано сентиментальний аналіз тексту. Аналіз тональності тексту — клас методів контент-аналізу в комп'ютерній лінгвістиці, призначений для автоматизованого виявлення в

текстах емоційно забарвленої лексики та емоційної оцінки авторів (думок) по відношенню до об'єктів, про які йде мова у тексті [2].

Тональність — емоційне ставлення автора висловлювання до деякого об'єкту реального світу, події, процесу або їх властивостей (атрибутів), висловлене у тексті. Емоційна складова тексту задається за допомогою використання у тексті певного набору слів, які за допомогою контексту визначають загальний лексичний сентимент тексту. Тональність всього тексту в цілому можна визначити як функцію (в найпростішому випадку суму) лексичних тональностей складових його одиниць (речень) і правил їх поєднання.

У сучасних системах автоматичного визначення емоційної оцінки тексту найчастіше використовується одномірний емотивний простір: позитив чи негатив (добре або погано). У випадку, коли не можна отримати однозначну відповідь, ми можемо отримати кількісні характеристики відношення даного тексту до кожної з даних категорій.

Завданням аналізу тональності тексту є обробка та класифікація контенту з метою отримання результату того, якими характеристиками він володіє. Можливими варіантами може бути позитивний, нейтральний або негативний. За додаткових налаштувань можна отримати більш детальну характеристику тексту, яка буде показувати результат аналізу у випадках, коли він буде описаним у вигляді «злий», «сумний» і «щасливий».

Впровадження розробленої системи дозволить покращити процес розпізнавання тестових коментарів для захисту інформаційних ресурсів від спаму та лексично непривабливих емоційних висловлювань.

1. **Mitchell R.** Web Scraping with Python: Collecting More Data from the Modern Web / R. Mitchell. – O'Reilly, 2018. — 306 p.
2. **Manning C.** Foundations of Statistical Natural Language Processing / Christopher Manning, Hinrich Schütze. – MIT Press Ltd, 2018. — 720 p.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СЛОВНИКОВОГО ЗАПАСУ

Лесной В.І., vlad@lesnoy.name, **Антоненко С.В.**, szemlyanaya@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача визначення словникового запасу є актуальною при тестуванні рівня знання іноземної мови учня. Також ця задача актуальна для тестування до початку навчання для персоналізації учбової програми.

Найточніший метод визначення словникового запасу учня – протестувати знання кожного слова зі словника. Але, при середній витраті часу для тестування одного слова у 5 сек й місткості словника у 10 000 слів, час тесту складатиме близько 14 годин (див. табл. 1).

Табл. 1 – Орієнтовна кількість словникового запасу для кожного рівня англійської

Рівень англійської	Кількість слів у словниковому запасі	Орієнтовний час на тестування, годин
A1	<1200	<1.6
A2	2500	3.4
B1	4500	6.25
B2	6500	9
C1	8000	11.1
C2	>10000	13.8

Кращім варіантом тестування буде використання упорядкованого за частотою використання словника. Перші слова будуть найбільш вживаними, кожне наступне – менш вживане за попереднє.

За дослідженням Френсіса та Кучера (HoughtonMifflin, 1982), потрібно близько 2000 слів для розуміння в середньому 80% будь-якого тексту. Для того, щоб протестувати знання всіх 2000 слів при середній витраті часу близько 5 секунд на одне слово, потрібно близько 3 годин.

Метою роботи було дослідити наявні алгоритми визначення словникового запасу й визначити найоптимальніший алгоритм для

визначення словникового запасу на веб-сайті за мінімальний час при достатній точності.

Таблиця 2 – Порівняння різних алгоритмів визначення словникового запасу

Назва	Назва та рік видання	Предмет тестування	Час проходження тесту, хвилин
VLT (Vocab Levels Test)	Nation, 1990	Пасивний запас слів	10-30
WAT (Word Associates Test)	Read, 1998	Пасивний запас прикметників	15-20
VST (Vocab Test Size)	Nation & Beglar, 2007	Пасивний словниковий запас	15-20
PVST (Phrasal VST)	Martinez & Schmitt, 2012	Фразовий словниковий запас	15-20
CATSS (Computer Adaptive Test of Size & Strength)	Levitzky-Aviad, Laufer & Goldstein	Комплексний тест на знання мови	~100
WPLT (Word Part Levels Test)	Sasao & Webb, 2017	Комплексний тест на знання мови	30
GCT (Guessing from Context Test)	Sasao & Webb, 2018	Тест на можливість розуміння нових невідомих слів через контекст	15-20

В ході виконання даного дослідження були проаналізовані наявні алгоритми визначення словникового запасу та зроблено порівняльний аналіз. Результати цього дослідження будуть використані для подальшої роботи над проектуванням та розробкою інтелектуальної інформаційної системи рекомендації матеріалів для вивчення іноземної мови.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКА ПРИБУТКОВОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ КЛІЄНТА МЕТОДАМИ DATA SCIENCE

Лисенко М.Г., Турчина В.А., lysenkomaa@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача оцінки прибутковості життєвого циклу клієнта (CLV) - це процес вимірювання прибутку, пов'язаного з довгостроковими відносинами між клієнтом і компанією. Оцінка CLV використовується для задач ранжування, які є підтипом рекомендаційних систем. Поява нових областей застосування ранжуючих алгоритмів і те, що більшість існуючих алгоритмів ранжування є комерційною таємницею, зумовлює актуальність задачі моделювання показника майбутньої прибутковості, розв'язку якої і присвячена дана робота.

Існує багато підходів для моделювання цієї задачі: моделі RFM, datascience, стохастичні моделі, економетричні моделі, дифузійні моделі, а також моделі рівня взаємозв'язку та моделі рівня обслуговування. Вибір того чи іншого алгоритму диктується здебільшого специфічними особливостями мети, для якої він буде реалізований.

Пропонується наступний підхід до розв'язування задачі, який складається з наступних етапів:

1. Визначення активності клієнта.
2. Прогнозування грошової складової транзакцій.

Математична модель оцінки активності ґрунтується на п'яти припущеннях [1]:

1. Поки клієнт активний - кількість здійснених операцій клієнтом у часовому періоді довжини t розподіляється за розподілом Пуассона (λt).
2. Частота транзакцій λ має гамма-розподіл з параметром форми r і параметром масштабу α .
3. Кожен клієнт має певне "життя" довжиною τ . Момент, коли клієнт стає неактивний, розподілений експоненційно з параметром відсіву μ .

4. Неоднорідність у рівнях відсіву серед клієнтів має гамма-розподіл з параметром форми s і параметром масштабу β .
5. Швидкість транзакцій λ і рівень відсіву μ відрізняються і не залежать від клієнтів.

Другим кроком після визначення активності клієнта є застосування грошової складової його транзакцій. Гамма-гамма модель [2] допомагає передбачити найбільш ймовірну цінність транзакції в майбутньому.

Властивості Гамма-гамма моделі:

1. Грошова цінність транзакцій користувача випадкова і знаходиться в межах їх середніх транзакційних цінностей.
2. Середня цінність транзакції варіюється серед користувачів, але не варіюється для конкретного користувача в часі.
3. Середня цінність транзакції має гамма розподіл серед користувачів.

В даній роботі був обраний підхід прогнозування CLV на основі машинного навчання. Було використано наступні алгоритми: дерева класифікації та регресії (CART), підтримуючі векторні машини (SVM), Парето/від'ємний біноміальний розподіл (Pareto/NBD), адитивну регресію, метод K-Star.

На основі математичної моделі розроблено програмний продукт, який дозволяє розв'язати прикладну задачу прогнозування CLV для фінансової сфери, де передбачаються транзакції в будь-який час, а не передбачена контрактна основа; реалізація виконана у середовищі JupyterNotebook на мові програмування Python. Тестування проводиться на наборах даних, що знаходяться у вільному доступі в мережі Інтернет.

Бібліографічні посилання

1. Fader P.: RFM and CLV: Using Iso-value Curves for Customer Base Value Analysis [Електронний ресурс] P.Fader, S.Peter, G.Bruce, S. Hardie, K.L. Lee. – Режим доступу http://brucehardie.com/papers/rfm_clv_2005-02-16.pdf (Last accessed 31.10.2019)
2. Fader P.: The Gamma-Gamma Model of Monetary Value [Електронний ресурс] P.Fader, S.Hardie, G.Bruce. – Режим доступу http://www.brucehardie.com/notes/025/gamma_gamma.pdf (Last accessed 31.10.2019)

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СЕРЦЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПОБУДОВАНА НА ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

Луцюк О.Г., oleksandr.lutsiuk@gmail.com,

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

НУ "Львівська політехніка"

З популяризацією та вдосконаленням цифрових технологій, медичне обладнання стає значно доступнішим для кінцевих користувачів. Це обумовлено перетином двох різних галузей, сімейного здоров'я та побутової електроніки. При цьому, збільшення кількості смартфонів та розвиток технології Internet of Things спричинили справжній прорив у функціях та формі медичних приладів. Все частіше зустрічається проміжне програмне забезпечення домашньої мультимедійної платформи, яке дозволяє персональним пристроям охорони здоров'я взаємодіяти з телевізором чи іншими приладами. Якщо раніше традиційні прилади для домашнього медичного обслуговування, такі як термометри та вагові шкали, не могли надати користувачам комплексні та безперервні послуги з контролю певних показників то наявні безпроводні технології та використовувані носимі пристрої дозволяють інтегрувати отримані дані. Нові датчики в мережі дозволяють інтегрувати отримані дані про стан здоров'я з віддаленим шлюзом. Невеликі портативні та медичні пристрої із загальними електронними функціями споживачів значно знижують витрати на моніторинг та управління здоров'ям. Робота, проведена над дослідженням даної системи, оцінює конфігурацію параметрів обладнання у відкритій мобільній системі охорони здоров'я для адаптації медичного обладнання та смартфонів.

Через швидкий розвиток та вплив інформаційно-комунікаційних технологій портативне медичне обладнання для моніторингу стикається з проблемами на апаратному рівні та проблемами програмного забезпечення. Дослідження Viswanathan [1] показали особливості взаємодії таких систем із соціальними мережами. Шляхом ранньої профілактики захворювань це

дозволяє ефективно запобігти зростанню хронічних захворювань серед населення. Резерв серця є важливим аспектом роботи серця. З огляду на те, серед множини методів оцінювання «серцевого резерву» доцільно використовувати підхід «серце-серце» що має значні переваги неінвазивності та зручності. З огляду на те, для подальшого створення системи було здійснено її проектування (рис.1) з використанням об'єктного підходу.

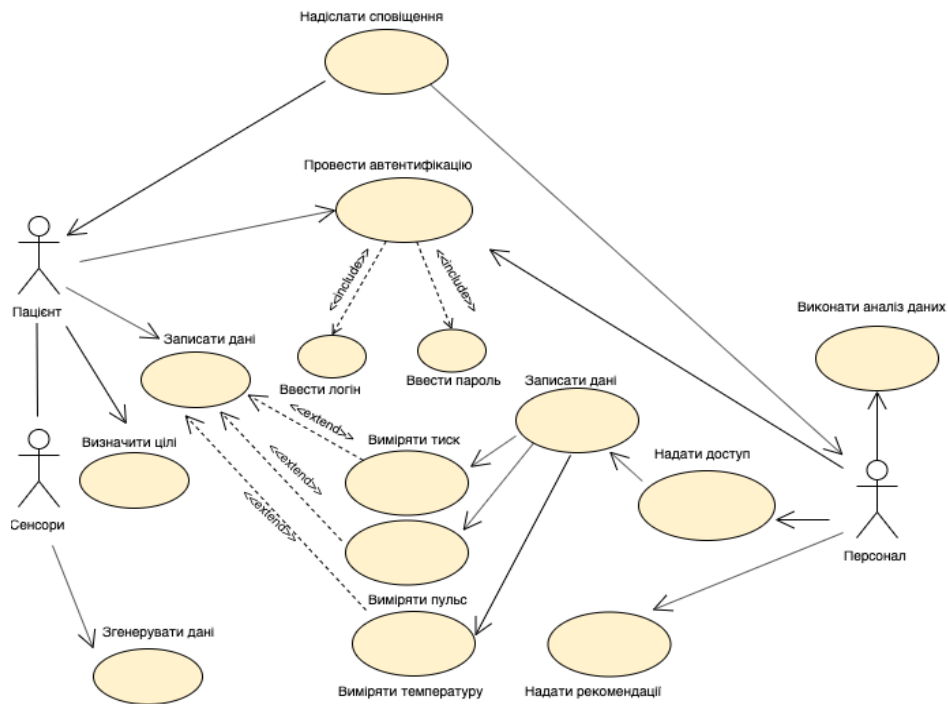


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що створення системи моніторингу серцевих захворювань допоможе виявити захворювання на ранньому етапі та за допомогою обробки і аналізу даних призначити правильне лікування того чи іншого захворювання.

Бібліографічні посилання

1. Viswanathan, H., Chen, B., & Pompili, D. (2012). Research challenges in computation, communication, and context awareness for ubiquitous healthcare. IEEE Communications Magazine, 50(5), 92-99.

ВПЛИВ ПРОЦЕДУРИ ВИДОУТВОРЕННЯ НА ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ

Магас О.С., olexiy.magas@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається задача визначення правої частини нелінійного еліптичного рівняння типу Кармана за результатами спостережень за відгуками системи на дії ззовні [1].

Для побудови нейромережових апроксимацій невідомих функцій правих частин пропонується використання генетичного алгоритму, який застосовується для визначення кількості нейронів мережі та видів зв'язків між ними, та базується на нейроеволюційній процедурі NEAT [2].

Наведені розв'язки розглянутої задачі без застосування процедури видоутворення, із застосування класичної для NEAT процедури видоутворення та із застосуванням запропонованого модифікованого класичного алгоритму із фіксованої кількості та розміром кожного виду.

Для розглянутих способів видоутворення представлені порівняльні графіки результатів ітерацій генетичного алгоритму (побудови мережі) для знаходження апроксимацій невідомих функцій “смугового”, “вітрового” та “косинусоїдного” виду правих частин.

Показано, що нейронні мережі, побудовані нейроеволюційним підходом із застосуванням видоутворення, демонструють меншу похибку ціною збільшення кількості ітерацій. Запропоновані модифікації процедури видоутворення можуть бути застосовані для розв'язання інших задач із застосуванням генетичного алгоритму.

Бібліографічні посилання

1. **Ободан Н.І.** Обернена задача визначення зовнішніх навантажень при деформації тонкостінних оболонок / Н.І. Ободан, Н.А. Гук // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2011. – № 1. – С. 47–50.
2. **Kenneth O. Stanley, Risto Miikkulainen** Evolving Neural Networks Through Augmenting Topologies // Evolutionary Computation – 2002 – №10 (2) – С. 99–127.

АНАЛІЗ ТА НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Малишко Д.С., gumpel@i.ua, Гук Н.А., Золотько К.Є.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розвиток систем штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання дозволяє широко використовувати нейронні мережі при розв'язанні задач прогнозування, класифікації, кластеризації, прийняття рішень, тощо. Відомо, що вибір моделі та структури нейронної мережі, алгоритмів її навчання суттєво впливає на швидкість роботи мережі та якість отриманих розв'язків. Тому розробка підходів, спрямованих на підвищення якості роботи мережі, є актуальною задачею.

У роботі розглядається задача вибору топології та налаштування параметрів алгоритму навчання нейронної мережі, яку побудовано для розпізнавання знаків дорожнього руху. Об'єктом дослідження є моделі нейронних мереж та основні алгоритми, що використовуються у роботі нейронної мережі. Предметом дослідження є поведінка структурних елементів мережі під час навчання та використання з метою виявлення закономірностей між станом вагів нейронів та їх впливом на результат розпізнавання.

Для розв'язання поставлених задач було використано модель нейронної мережі, яка складається із двох модулів: модуль обробки зображень, та модуль розпізнавання. Нейронну мережу, яка лежить у основі модуля розпізнавання, побудовано на базі перцептрону. Завдяки гнучкій структурі існує можливість налаштовувати деякі параметри мережі за допомогою інтерфейсів. До параметрів, що підлягають варіюванню, можна віднести метрику оцінки навчання, вигляд функції активації та її похідної, умову припинення навчання, тощо. Налаштування зазначених параметрів шляхом проведення різнобічних тестувань дозволяє покращити якість роботи.

У процесі тестування було виявлено два стани нейронної мережі, у яких погіршувалася її здатність до розпізнавання зображень, а саме: надлишковість та недостатність кількісних показників структури мережі – кількості шарів, кількості нейронів у кожному з шарів. Також суттєвий вплив на здатність до розв’язання задачі розпізнавання здійснювали параметри функції активації, параметри метрики помилки, крок навчання. За допомогою тестування мережі на даних та аналізу отриманих результатів розпізнавання у якості функцій активації було обрано поєднання функції LReLU для внутрішніх шарів та сигмоїдної функції на вхідному та вихідному шарах мережі. За результатами тестування роботи мережі було сформульовано рекомендації щодо оптимальної топології – мережа складається з вхідного, вихідного та двох прихованих шарів. Збільшення кількості шарів нейронів вносить сторонні шуми у роботу системи. Для оптимізації зазначених характеристик запропоновано автономні методи, такі як: варіювання кількості шарів та нейронів у шарі по чергово, варіювання параметрів функцій активації, попередні тестові розв’язання задачі із застосуванням мережі при різних комбінаціях її параметрів.

Під час тестування за деяких комбінацій параметрів нейронної мережі було встановлено, що ваги зв’язків між внутрішніми шарами набувають нульових значень, що виключає нейрони з розрахунків. Встановлений факт потребує аналізу причин утворення подібних зв’язків та знаходження шляхів їх уникнення, виявлення закономірності та наслідків впливу появи подібних зв’язків на роботу мережі.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що найвагомішим показником якості мережі є залежність похибки мережі від епохи навчання; більш перспективним є зростання мережі вглибину, що сприяє покращенню нелінійних властивостей; оптимізації підлягають як топологічні параметри мережі, так й параметри метрики помилки, від чого залежить ефективність навчання.

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА РЕКОМЕНДАЦІЙНІ МЕРЕЖІ

Мелешко Є.В., elismeleshko@gmail.com, **Хох В.Д.,** **Минайленко Р.М.**

Центральноукраїнський національний технічний університет

Рекомендаційні системи призначені для формування списків рекомендацій користувачам веб-сайтів або програмних додатків на основі даних з їх профілів та історії дій, напр., переглядів веб-сторінок.

Сучасні рекомендаційні системи будують з використанням гібридних методів, що можуть поєднувати у собі деякі або усі наступні методи фільтрації даних [1]: колаборативну, контенту, соціальну, контекстну, засновану на знаннях фільтрацію, тощо. Переважна більшість гібридних рекомендаційних систем застосовує колаборативну фільтрацію, що заснована на використанні оцінок, які користувачі ставлять об'єктам системи.

Алгоритми колаборативної фільтрації вразливі до атак ін'єкцією профілів [2]. Суть таких атак полягає у тому, що створюється деяка кількість профілів ботів, які узгоджено ставлять цільовому об'єкту потрібні зловмиснику оцінки для підвищення (або пониження) його загального рейтингу, а також деяким чином (залежно від моделі атаки) ставлять оцінки іншим випадковим об'єктам для заповнення власних профілів.

Метою даної роботи є розробка продукційної експертної системи з використанням нечіткої логіки для виявлення атак ін'єкцією профілів на рекомендаційні системи контентних веб-сайтів.

Розроблювана експертна система повинна визначати наявність атаки та маркувати профілі користувачів як нормальні (Authentic) чи зловмисні (Attack). Рекомендаційна система ж при формуванні списків рекомендацій буде ігнорувати дані профілів з міткою Attack.

Розроблювана експертна система містить продукційну базу знань [3, 4], з правилами виявлення успішних атак на систему та правилами виявлення ботів. Вона використовує скриптову мову запису правил, яка дозволяє застосовувати апарат нечіткої логіки.

Для виявлення ботів пропонується аналізувати статистичні показники профілів користувачів, які мають значний вплив на роботу рекомендаційної системи, напр., це користувачі з великою кількістю оцінок у профілі. Профілі ботів від профілів справжніх користувачів часто відрізняються статистичними характеристиками. Напр., боти часто відрізняються наявністю аномального значення середньої оцінки у профілі, великою кількістю оцінених об'єктів, незвичною дисперсією оцінок, надзвичайно високими коефіцієнтами подоби з найбільш схожими на них користувачами, тощо [2].

Для виявлення успішної атаки пропонується відслідковувати зміни у таких показниках роботи рекомендаційної системи як [1]: точність, повнота, покриття каталогу об'єктів, покриття взаємодії з користувачем, глобальні рейтинги, тощо. Важливими є певні комбінації змін у різних показниках.

Розроблювана експертна система дозволяє за допомогою продукційних правил відслідковувати комбінації змін у системі, характерні для успішної атаки, та комбінації характеристик профілів користувачів, характерні для ботів, що дозволяє вилучати дані профілів ботів з обчислень рекомендацій.

Список літератури

1. Recommender Systems Handbook / Editors Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor. – 1st edition. – New York, NY, USA: Springer-Verlag New York, Inc. – 2010. – 842 с.
2. A.Williams, C., Mobasher, B., Burke, R.: Defending recommender systems: detection of profile injection attacks. Service Oriented Computing and Applications. – 2007. – pp. 157–170
3. Хох В.Д., Мелешко Є.В., Якименко М.С. Дослідження методів побудови експертних систем // Збірник наукових праць "Системи управління, навігації та зв'язку". Випуск 4(40). – Полтава: ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. – 2016. – С. 48-52.
4. Хох В.Д., Мелешко Є.В. Експертна система для автоматизації аудиту інформаційної безпеки комп'ютерних систем та мереж // Збірник тез Шостої міжнародної науково-технічної конференції "ITSEC", м. Київ, 17-19 травня 2016. – Київ: Національний авіаційний університет. – 2016. – С. 17-18.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТОЙЧИВОГО АДЕКВАТНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ

Меньшиков Ю.Л., men0605ude@gmail.com

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проблемы использования методов математического моделирования для прогнозирования находятся в поле зрения практически всех исследователей [1]. Методы прогнозирования движения реальных физических процессов постоянно расширяют область применения. Например, анализ данных временных рядов очень распространен во многих областях практической жизни, таких как приложения для медицины и здравоохранения, биометрическая или перерабатывающая промышленность, финансовый или экономический анализ или прогноз погоды.

В данной работе рассматриваются алгоритмы прогнозирования поведения динамических систем в детерминированных условиях. Прогнозирование движения динамической системы имеет смысл, когда система подвергается повторяющимся внешним воздействиям одного типа. Например, станок выполняет работу одного типа или циклически подвергается воздействию внешних нагрузок одного и того же вида (металлопрокат, штамповка изделия, преодоление препятствий одного типа транспортными средствами и т.д.).

Пусть физический процесс характеризуется в общем случае определенным числом переменных (переменных состояния) $\tilde{x}_1(t), \tilde{x}_2(t), \dots, \tilde{x}_k(t)$. Пусть математическая модель физического процесса непрерывно зависит от вектора параметров $p \in D$ (например, массы элементов, жесткости упругих элементов и т.д.). Обозначим через $UAMO_{x_i, p}$ устойчивое адекватное математическое описание относительно переменной $x_i(t), 1 \leq i \leq k$ с вектором параметров $p \in D$, которое получено с использованием некоторого алгоритма.

В работе [2], например, предложено несколько алгоритмов построения такого описания на базе высокочастотной фильтрации моделей внешних воздействий. Кроме того, предполагается, что это описание удовлетворяет также критерию адекватности качественного типа [1].

В будущих экспериментах возможны изменения параметров динамической системы. Эти изменения могут происходить по объективным причинам (технологическим, форс-мажорным и т. д.) и могут быть вызваны целенаправленными изменениями параметров реального физического процесса с целью создания более оптимальных условий функционирования.

Рассмотрим случай, когда в прогнозируемый период времени ожидается изменение вектора параметров динамической системы с p на $p_1 \in D$. Прогноз движения переменной $x_i(t)$ динамической системы может быть выполнен с использованием «старого» устойчивого адекватного математического описания $УАМО_{x_i, p}$ с новым вектором параметров $p_1 \in D$.

Если изменения параметров динамической системы неизвестны, то для класса возможных математических моделей предлагаются различные алгоритмы прогнозирования оценок различных интегральных характеристик будущего движения $x_i(t)$ [2]. Даны примеры.

Если параметры динамической системы в будущем не изменяются, но возможны значительные изменения внешних нагрузок, то прогнозирование возможно по алгоритму, предложенному в [2]. Даны примеры прогнозирования поведения динамической системы.

Литература

1. Yu. Menshikov, Criteria for adequacy estimation of mathematical descriptions at Modeling and Simulation in Engineering, Intech-Open, London, 2019, 19p.
2. Yu. Menshikov, Synthesis of adequate mathematical description of physical processes: algorithms and applications, Monograph, Cambridge Scholars Publishing, 2019, 173 (in print).

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОВОГО ПІДХОДУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МУЗИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Мисан П.О., polina.mysan@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Процес сприйняття і обробки музики для людини є простим та інтуїтивним. Тому у ході розвитку методів машинного навчання та штучного інтелекту постало питання – чи можна отримати зі звукового сигналу за допомогою комп'ютера ту ж саму інформацію, яку може вилучити людина.

У роботі розглядається задача ідентифікації певних музичних інструментів впродовж відтворення композиції та визначення інтервалів їх звучання за допомогою нейронної мережі.

У існуючих публікаціях за темою подібні питання розглядаються лише частково, наприклад визначення музичного інструменту реалізовано лише для монофонічних композицій, при розв'язанні задачі розглядають інструменти, звучання яких відповідає різним частотним діапазонам. В даній роботі з використанням технології нейронних мереж розглядаються поліфонічні композиції та відбувається визначення проміжків часу, у яких звучить певний інструмент з заданого набору популярних інструментів.

Розв'язання задачі складається з декількох етапів, серед яких попередня обробка звукових даних, побудова та навчання нейронної мережі, застосування отриманої нейронної мережі до реальних композицій. Нейронна мережа розглядається як засіб для розв'язання задачі багатоміткової класифікації та на заданому проміжку звучання композиції визначає належність її до певного набору класів, які відповідають інструментам.

Попередня обробка даних включає видалення шуму, визначення проміжків тиші, нормалізацію даних, вилучення тембральних ознак за допомогою мел-кепстральних частотних коефіцієнтів, видалення ознак, що задають висоту та гучність звуку.

Обсяг вхідних даних задачі є достатньо великим, під час роботи мережа повинна визначати складні шаблони у поданих даних, тому серед можливих

архітектур мереж було обрано згорткову нейронну мережу з декількома згортковими шарами. А саме, початковий шар застосовує згортку до вхідних даних з використанням 32 фільтрів, після декількох проміжних шарів знову застосовується згортковий шар з 64 фільтрами та аналогічно, згортковий шар з 128 фільтрами. Проміжні шари використовуються для доповнення даних нулями, щоб уникнути втрати інформації під час згортки. Запобігання перенаванчання відбувається за допомогою методу регуляризації Dropout.

Для навчання нейронної мережі було використано велику кількість різноманітних даних, особливо для випадків, коли необхідно виконати ідентифікацію звучання комбінації декількох інструментів. Обсяги навчальної та тестової вибірки загалом складають близько 1ГБ звукових даних.

У якості критерію навчання мережі обрано категоріальну точність, тобто відсоток правильно класифікованих екземплярів серед усіх, що були подані на класифікацію.

Практична цінність цієї роботи полягає в можливості застосування отриманих результатів у системах транскрипції музики, підбору композицій за вподобаннями, системах, що займаються визначенням жанру та стилю музики тощо. Окрім цього, можливість отримувати інформацію про наявність та інтервали звучання музичних інструментів з реальних музичних композицій може бути використана у навчальних, ігрових та інших цілях.

ДОСЛІДЖЕННЯ УСАМІТНЕНОЇ ХВИЛІ

Міщук Д.Д., denothavr@ya.ru

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглянемо усамітнену хвилю, що рухається з постійною швидкістю V на поверхні шару нестисливої ідеальної рідини. Вільна поверхня знаходиться під постійним тиском і нульовим поверхневим натягом. Виберемо прямокутну декартову систему координат (x, y) таким чином, щоб вісь x паралельна дну, а вісь y направлена вгору.

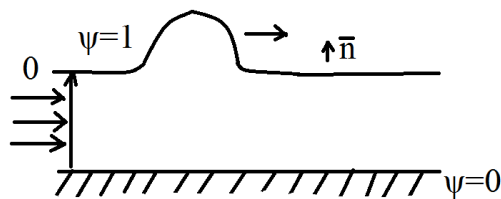


Рис. 1. Схема руху усамітненої хвилі

На вільній поверхні, яка знаходиться під постійним тиском виконується рівняння Бернуллі і відповідні динамічні кінематичні крайові умови записуються наступним чином.

$$\begin{cases} \frac{\partial \psi}{\partial n} = x' - \sqrt{1-z} \\ \psi = z \end{cases} \quad (1)$$

Оскільки динамічна умова нелінійна, то проводиться її лінеаризація. Для чисельного розв'язання використовується метод граничних елементів. Це нелінійна гранична умова. Для пошуку невідомої вільної границі використовується ітераційний метод.

$$\frac{\partial \psi}{\partial n} = x' - \sqrt{1-z_0} + \frac{\psi - z_0}{2\sqrt{1-z_0}} \quad (2)$$

Шляхом ітерацій метод збігається і знаходиться розв'язок.

Список використаної літератури

1. Brebbia, C.A., Telles, J.C.F., Wrobel, L.C.: Boundary Element Techniques. Theory and Applications in Engineering, 1984, Springer-Verlag, Berlin and New York.

ВИКОРИСТАННЯ ANGULAR FRAMEWORK ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАРКАСУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ

Молодець Б., bogdan.molodets@gmail.com, Булана Т.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Найбільша частка ринку операційних систем для ПК припадає на Windows, OS X та Linux [1]. Одним з інструментів для розробки комп'ютерних програм є Electron.js.

В поточному проекті використовується окремий випадок, коли у нас створений один процес візуалізації, який дістає з папки зібраний проект (з попереднім проведенням мініфікації, агліфікації) - файл html та js файлів, підключених до нього [2].

Щоб задовольняла потреби стільникового і веб застосунку, паралельно створюючи чітку файлову структуру, потрібно інтегрувати Angularframework під існуючий Electron.js проект.

Причини щодо використання Angular framework:

- підтримка TypeScript з-під “коробки” ;
- наявність ієрархічної файлової структури;
- Dependency Injection;
- Зручна розробка SPA (single-page application);
- Angular Material design;
- Модульність проекту.

З недоліків необхідно відмітити кардинальне збільшення розміру проекту - розмірність вихідного файлу становила приблизно 8МБ.

Dependency Injection (DI) - важлива модель дизайну програми. Angular має власну структуру DI, яка зазвичай використовується при розробці веб-додатків для підвищення їх ефективності та модульності. Dependency (залежності) - це сервіси або об'єкти, необхідні класу для виконання своєї функції. DI - це схема кодування, в якій клас запитує залежності від зовнішніх джерел, а не створює їх сам.

Тест на продуктивність дав задовільні результати, особливо щодо часу витрачений на рендеринг впродовж 30 секунд (рис. 1).

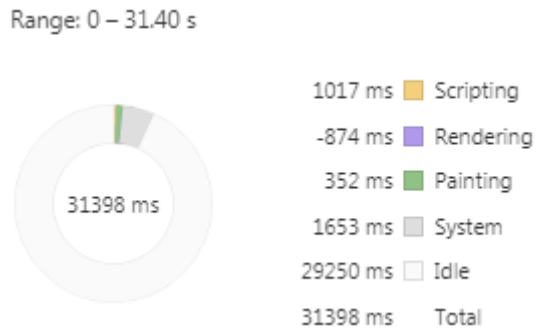


Рис. 1 Результат тесту на продуктивність

Розробка даного програмного забезпечення є основою для створення в подальшому потужного комплексу для вирішення задач в різноманітних прикладних сферах. Архітектура системи є гнучкою та може легко розширюватися.

Література

1. [Електронний ресурс]<https://gs.statcounter.com/os-market-share#monthly-201707-201807-bar>
2. Cross-platform Desktop Application Development: Electron, Node, NW.js, and React. Dmitriy Sheiko, 2017 Packt Publishing, 300 p.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ІДЕМПОТЕНТНОЇ АЛГЕБРИ

Мусієнко К.А., Наконечна Т.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Управління проектами - один з найважливіших способів кваліфікованої організації праці на виробництві. Для керівника проекту це означає раціональний розподіл операцій проекту з урахуванням різних критеріїв оптимальності. Управління проектами, методи якого стали формуватися в середині минулого століття, за минулий час склалося в специфічну галузь знань і практичну методологію, яка широко застосовується в самих різних областях людської діяльності. Розроблено міжнародні стандарти управління проектами, відповідно до яких будуються процеси управління найрізноманітнішими проектами від науково-дослідних до будівельних, а також будь-якими змінами в компаніях. Проектна модель управління активно впроваджується компаніями, що працюють в різних галузях.

Якщо розглядати найпопулярніші критерії оптимізації проектів, то не важко буде описати їх з математичної точки зору. Більшість з них постануть у вигляді різних задач оптимізації. Багато класичних задач оптимізації (задачі оптимізації на графах, задачі про призначення, динамічного програмування) представляються в ідемпотентній алгебрі у вигляді рішення лінійних рівнянь, знаходження власних чисел і векторів лінійного оператора і інших обчислень даного характеру. За останні десятиліття ідемпотентна алгебра перетворилася в один з розділів математики, що найбільш інтенсивно розвиваються, роль якого як теоретичної дисципліни та ефективного інструменту вирішення практичних завдань в економіці, техніці, управлінні та інших областях постійно зростає.

У зв'язку з цим, метою даної роботи є застосування моделей і методів ідемпотентної алгебри у задачах управління проектами (мережевого планування).

Досягненню поставленої мети сприяє реалізація частних завдань: вивчити методи ідемпотентної алгебри вирішення завдань планування; побудувати на основі вивчених методів алгоритми планування часових характеристик проекту; реалізувати алгоритми у вигляді комплексу програмних засобів за допомогою обраних засобів розробки ПО.

Практична значимість роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані при вирішенні задач планування проектів в різних сферах трудової діяльності.

В якості основної технології візуалізації проекту вибрана мережева. Вона найбільш поширена при плануванні і контролі реалізації складного заходу (проекту) і базується на теорії графів. Структура проекту представляється у формі графа типу "мережа". У мережі визначаємо операції як вузли, а дуги - це події (закінчення або завершення операції). Методами управління проектами будемо називати алгоритми мережевого планування і контролю реалізації проектів, а також алгоритми оцінки трудомісткості та вартості роботи.

Програмний продукт розроблявся як десктопна програма, орієнтована на ОС Windows 7 і вище. Структуру розробленої системи можна представити у вигляді декомпозиції системи на підсистеми, відповідальні за певні завдання. Структурні діаграми дозволяють застосувати структурний підхід до створення програмного продукту (ПП). Всі розроблені структурні схеми створюваного ПП представлені в нотації IDEF0.

ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ КОМБІНАТОРНОЇ ЗАДАЧІ З КВАДРАТИЧНОЮ ЦІЛЬОВОЮ ФУНКЦІЄЮ

Нагірна А.М., naghirnaalla@ukr.net

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Значна кількість практичних задач техніко-економічного змісту моделюється задачами з квадратичними цільовими функціями. У зв'язку з цим виникає необхідність оцінити існуючі методи та на основі даної оцінки розробляти нові підходи і алгоритми для вирішення задач комбінаторної оптимізації з нелінійними цільовими функціями [1-4].

Нехай на евклідовій комбінаторній множині P задано функціонал $k(\pi)$. Необхідно знайти точку $\pi^* \in P$ таку, що $k(\pi^*) = \underset{\pi \in P}{\text{extr}}(k)$. При відображенні множини P в евклідов простір R^n можна сформулювати задачу оптимізації деякої функції $\varphi(x)$ на множині E , причому кожній точці $\pi \in P$ буде відповідати точка $x \in E$, така, що $\varphi(x) = k(\pi)$. В результаті одержимо задачу математичного програмування: необхідно знайти точку $x^* \in E$, таку, що

$$\varphi(x^*) = \underset{x \in E}{\text{extr}} \varphi(x) \quad (1)$$

Тоді, задача (1) буде мати вигляд :

$$Z(F, P) : \text{extr}\{F(a) \mid X \in D \subset P\}, \quad (2)$$

при додаткових обмеженнях

$$D = \{x \in P \subset R^n \mid Gx \leq (\geq) b\}, \quad (3)$$

де $\Phi(a) = F(x)$ при $a \in P$, $x \in P$,

$$F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i x_j. \quad (4)$$

Таким чином, розглядається умовна оптимізація задачі з квадратичною функцією цілі на деякій комбінаторній множині P .

Підхід до розв'язання задачі (2)-(4) передбачає виконання наступних кроків. На першому кроці формуються підзадачі виду (5), при розв'язанні яких знаходимо множину допустимих розв'язків Z^{dop} .

Задача p

$$x_{k-1} \leftrightarrow x_k, \quad \text{extr} F_{k-1k} = (x_{k-1} - x_k)(a'_{1k-1}x_1 + a'_{2k-1}x_2 + \dots a'_{kk-1}x_{k-1} + a'_{kk-1}x_k).$$

$$\begin{cases} x_1 > (<) x_2, \\ x_1 > (<) x_3, \\ \dots \\ x_1 > (<) x_k, \\ x_2 > (<) x_3, \\ \dots \\ x_{k-1} < (>) x_k \end{cases} \quad (5)$$

На кожній із підмножин задач p здійснюється перевірка додаткових обмежень (3). Слід зауважити, що перевірці підлягає лише перша точки комбінаторної множини, а наступні точки перевіряються, використовуючи формули розрахунку приростів обмежень [1]. Із Z^{dop} вибираємо екстремальну точку $(x'_1, x'_2, \dots, x'_k, \dots, x'_m, \dots, x'_n)$ і порівнюємо прирости цільової квадратичної функції нерозглянутих точок заданої комбінаторної множини із приростом даної. Вибирається точка комбінаторної множини, котра задовольняє умови (2)-(4) та забезпечує найкраще екстремальне значення для (4).

Подальші дослідження будуть направлені на побудову нових моделей із нелінійними функціями цілі та методів їх розв'язування.

Література

1. **Донець Г.П.,** Нагірна А.М. Оптимізація квадратичної функції на множині розміщень / Г.П. Донець, А.М. Нагірна // Теорія оптимальних рішень. – 2017 – № 1. – С. 15-21.
2. **Koliechkina L.,** Nahirna A., Dvirna O. Quadratic Optimization Problem on Permutation Set with Simulation of Applied Tasks / L. Koliechkina, A. Nahirna, O. Dvirna [Electronic resource] // Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, April 15-19, 2019 – P. 651-663. – (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2353). – Access mode: <http://ceur-ws.org/Vol-2353/paper52.pdf>.
3. **Yakovlev S.,** Pichugina, O., Yarovaya, O. Polyhedral spherical configuration in discrete optimization / S. Yakovlev, O. Pichugina, O. Yarovaya // Journal of Autom. and Information Sci. – 2019 – № 1. – P. 38-50.

USE OF CAUSAL MODELS

Nakonechnay T.V., *Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

Nikulin A.V., *Dniprovsk State Technical University*

The important condition for the sustainable development of Ukraine is the continuous modernization of education. As a result, it is possible to stimulate the interaction of science, technology and manufacturing in a single developing system. Educational activity should be carried out according to the program-targeted method, which demonstrates the innovative advantages of integrating science, engineering and manufacturing, and the influence of science is becoming increasingly significant. In order to ensure the rapid development and application of technical sciences, it is advisable to deepen the systematic nature of the approaches and methods used, to modernize the content and education system of future specialists [1]. In the methodology and modeling of the modernization of education, it is advisable to use causal models [2] of educational processes.

The causal (causal-effect) model (CM) in terms of content and functionally is combined, as it includes graphic and analytical components. A feature of the model is its “molecular” structure, i.e. assembly of the same type of subsystems. For academic disciplines or their sections, such subsystems are determined by the topics of the courses, and the specific content is determined by the relevant definitions, facts, laws and laws.

The CM graph is constructed as a network loaded along arcs. As a result, it is characterized by increased complexity with respect to operation graphs. However, an isomorphism to the learning process is a natural advantage: the vertices correspond to the topics of the T_i program, and the arcs correspond to transitions and actions within their boundaries (Fig.1). In order to receive objective assessments of the success of training, as moving along the graph, as you progress through the vertices individually points n_i are accumulated, the maximum number of which for each topic is given in the work program of the discipline.

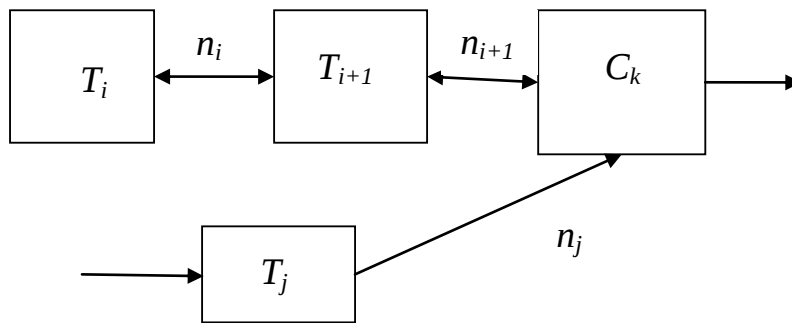


Fig. 1 Weighted graph of academic discipline

When monitoring the success of training using CM, quality is ensured by passing a tuple of graph vertices, and the quantity is ensured by the total points scored by the student. The flow and final control based on the results obtained is distinguished by the objectivity of the assessment and the presented rating. The use of causal models in the design, implementation and management of educational processes has advantages. The truth of the logic of the system's actions is decided at the stage of the "molecular" construction of the system; informational completeness is supported by quantitative estimates. The use of CM was tested in the development and application of new methodological support, in particular, manuals [3, 4].

Bibliographic references

1. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: Монографія / Наук. ред. акад. АПН України, д. пед. н., проф. М.І. Жалдак. – Кривий Ріг: Мінерал, 2009. – 340 с.
2. Губарев А.П. Причинно-следственная модель объектов гидропневмоавтоматики – особенности и свойства / А.П. Губарев. – К.: НТУУ «КПИ», 1999. – 107 с.
3. Наконечна Т.В. Загальні та спеціальні розділи вищої математики для самостійної роботи студентів інженерних та природничо-наукових напрямків: навч. посіб. / Т.В. Наконечна, О.В. Нікулін. – Дніпропетровськ: Біла К.О., 2016. – 220 с.
4. Мамаєв Л.М. Збірник задач з теоретичної механіки: навч. посіб. / Л.М. Мамаєв, О.В. Нікулін, В.Ю. Солод. – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 247 с.

CONSTRUCTION OF A SYNERGETIC REGULATOR IN THE PROBLEM OF CONTROL OF THE ELECTRICAL DEVICE OF THE ASSEMBLY ROBOT BY THE METHOD OF INTEGRAL ADAPTATION

Naumenko D.V., dayz.news.ua@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Nowadays, the question of the development, construction of various robots, as well as algorithms and their control systems, is becoming more and more popular. Note that they are used in many different enterprises, ranging from medical institutions to industrial ones.

Despite their diversity, figuratively speaking, all robots have some kind of some mechanical design - a frame, or shape, to achieve a certain kind. All of them have electrical devices that control its various mechanisms.

The paper discusses the implementation of the problem of constructing a controller for controlling the electrical device of an assembly robot (AR). To implement the regulator of the mathematical model of AR, a synergistic approach is used, which is presented in the form of the principle of integral adaptation [1]. Using the principle of integral adaptation allows you to fully compensate for the effect of noise in the form of polynomial disturbances.

A synthesis of a nonlinear control law with angular-kinematic schemes for the above mathematical model is given.

The resulting regulator and its numerical implementation allow us to state the operability of this approach to the construction of such a class of systems.

1. Kolesnikov A.A. Synergetic management methods for complex systems: the theory of system synthesis. –Ed. 2nd. –M.: Librocom, 2012.
2. Kuzmenko A.A. Nonlinear synthesis of the law of adaptive control of the frequency of rotation of a hydraulic turbine: integral adaptation // News of universities. Energy issues. - 2015. –№ 1-2. -FROM. 85-94.

АЛГОРИТМЫ ПРЕДОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ¹

Новоселова Н.А., Скобцов В.Ю.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

Лаптин Ю.П., Осипенко С.П., Бардадым Т.А.,

Tamara.Bardadym@gmail.com

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины

В последнее время во всем мире интенсивно проводятся исследования и разрабатываются специализированные методы анализа биомедицинских данных, что является актуальным для понимания процессов, происходящих на молекулярном уровне в организме человека и их влияния на возникновение различного рода отклонений в развитии в виде различных сложных заболеваний. Биомедицинские данные, исследуемые нами в ходе проведения работ по совместному проекту «Разработка методов, алгоритмов и интеллектуальной аналитической системы для обработки и анализа разнородных клинических и биомедицинских данных с целью совершенствования диагностики сложных заболеваний», имеют ряд отличительных особенностей, как, например, большая размерность признакового пространства, сильная зашумленность данных, пропущенные измерения, что требует применения специализированных методов их обработки и анализа. В ходе выполнения проекта были разработаны алгоритмы предобработки и выделения биомаркеров из биомедицинских данных, включающие: 1) алгоритм ранжирования признаков по информативности для классификации [1]; 2) алгоритм выделения комбинаций биомаркеров, учитывающий коррелированность признаков и позволяющий исключить их влияние; 3) алгоритм выделения комбинаций биомаркеров на интегрированных источниках данных, позволяющий интегрировать данные интерактома и транскриптома для определения функциональных подсетей, связанных с заболеванием. Предварительная

¹ При поддержке Министерства образования и науки Украины (проект М/99-2019) и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) (проект №Ф19УКРГ-005)

обработка биомедицинских данных позволила сократить признаковое пространство и тем самым повысить точность классификационных моделей [2]. Для решения задач классификации, на основе методов негладкой оптимизации были разработаны новые более эффективные линейные классификаторы [2] и программные средства их построения с использованием современных библиотек линейной алгебры. Разработанные программные средства расположены в контейнеризованной форме (с использованием технологии docker²), что позволяет их использовать как на персональном компьютере, так и на кластере, гриде, в облачной среде. Потенциально, одной из сред для использования этих программных средств может стать Cancer Genomics Cloud³ – специализированная облачная платформа, которая предоставляет свободный доступ к генетическим, медицинским базам данных, в том числе – The Cancer Genome Atlas (TCGA)⁴, и более чем 400-м приложениям для анализа данных (200 из которых - в свободном доступе), при этом существует возможность расширять этот перечень собственными приложениями, наборами данных, результатами исследований. Благодаря контейнеризованной форме разработанные программные средства могут стать общедоступными инструментами и приложениями этого и других сервисов в задачах построения линейных классификаторов с применением современных библиотек линейной алгебры.

Список литературы

1. **Новоселова Н.А.** Алгоритм ранжирования признаков для обнаружения биомаркеров в данных геномной экспрессии / Н.А.Новоселова, И.Э.Том // Искусственный интеллект. – 2013. – №3. – С. 58–68.
2. **Zhuravlev Y.I., Laptin Y.P. et al.** Linear classifiers and selection of informative features // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2017. – Т. 27. – №. 3. – С. 426–432.

² Инструментарий для управления изолированными Linux-контейнерами. См. – <https://www.docker.com/>

³ См. – <http://www.cancergenomicscloud.org/>

⁴ См. – <https://www.cancer.gov/about-nci/organization/ccg/research/structural-genomics/tcga>

ПРО ДЕЯКІ СПОСОБИ РЕКОМБІНАЦІЇ У ГЕНЕТИЧНОМУ АЛГОРИТМІ В ПРОЦЕСІ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМІВ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ

Олійник Л.О., olejnik57@gmail.com, Бажан С.М., stasbazhan@gmail.com
Дніпровський державний технічний університет

У теорії генетичних алгоритмів важливу роль відіграють методи рекомбінації для отримання кращої популяції нащадків. Авторами в роботі [1] запропоновано алгоритм пошуку глобального екстремуму функції однієї змінної, де операторами кросоверу є стохастичні матриці. Результатом цієї роботи є модифікації запропонованого алгоритму шляхом застосування двох різних способів здійснення процедури мутації.

Одним із проблемних питань при застосуванні генетичних алгоритмів є запобігання отриманню «хибного» екстремуму, у разі, коли функція має декілька екстремальних значень. Одним із інструментів вирішення цієї проблеми є процедура мутації. Процедура мутації змінює одне або кілька значень генів у хромосомі, завдяки чому генетичний алгоритм може прийти до кращого розв'язку.

Отже, розглянемо наступні способи процедури мутації при застосуванні вищезгаданого алгоритму визначення глобального екстремуму функції однієї змінної.

Перший варіант модифікації базується на випадковому процесі підбору батьківських хромосом на етапі визначення найкращої батьківської пари хромосом на заданому відрізку. Тобто до знайдених двох точок відрізка, у яких фітнес-функція приймає найкращі значення, випадковим чином додаються дві точки для них обчислюється значення фітнес-функції. Серед чотирьох точок обираємо дві з найкращими значеннями фітнес-функції і переходимо до наступної ітерації алгоритму пошуку екстремального значення фітнес-функції. Застосування такої процедури мутації пришвидшує знаходження глобального мінімуму, тобто зменшує кількість

ітерацій, необхідних для отримання заданої точності розв'язку, що було підтверджено результатами, отриманими при дослідженні тестових функцій.

Другий варіант модифікації базується на застосуванні стохастичних матриць вигляду $\begin{pmatrix} \frac{1}{2} + \alpha & \frac{1}{2} - \alpha \\ \frac{1}{2} - \beta & \frac{1}{2} + \beta \end{pmatrix}$ (операторів кросоверу при $\alpha, \beta < 0,5$ та мутації при $\alpha, \beta > 0,5$). Необхідно відмітити, що при $\alpha, \beta > 0,5$, оператор, породжуваний вищенаведеною матрицею, є оператором розтягування відрізка з коефіцієнтом $\alpha + \beta$. У такому випадку цей оператор виконує дію подібну до мутації. Кінцеві точки розтягнутого відрізка являють собою новубатьківську пару хромосом, яку враховуємо при визначенні області пошуку на наступному ітераційному кроці роботи алгоритму. Оператори розтягування можна використовувати не на кожному кроці роботи алгоритму пошуку екстремуму. Ітераційний процес при цьому є збіжним, що забезпечується побудовою «пульсуючої» послідовності вкладених відрізків. Пару $\alpha, \beta > 0,5$ можна вважати параметрами керування процедурою мутації. Іншими словами, зміна цих величин призводить до різних варіантів покриття області пошуку, серед яких можна виділити оптимальний в сенсі найменшої кількості ітерацій, необхідних для досягнення заданої точності. Ефективність цієї процедури також було підтверджено при дослідженні тестових функцій.

Висновок. Обидва способи, що тут наведені, дають ефект прискорення роботи алгоритму і з високим рівнем вірогідності забезпечують знаходження глобального екстремуму. Особливості використання кожної з процедур мутації призводять до гнучкої роботи генетичних алгоритмів. Процедuru мутації можна організувати як комбінацію наведених способів, що також підвищує ефективність алгоритму.

[1] Олійник Л.О., Бажан С.М. Алгоритм пошуку екстремумів функції однієї змінної. 44-50// Математичне моделювання: Науковий журнал.— Кам'янське: ДДТУ, 2019. — №1(40). — 210с.

ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКІВ ПРИ ОБРАННІ РИНКІВ ЗБУТУ В РАМКАХ ЗДІЙСНЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІДНОСИН

Осадча Н.В., nosadcha86@gmail.com

Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ

Дзюба С.В., sergejdzuba@gmail.com

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро

Оптимізація ризиків, як правило, здійснюється за допомогою моделі Раша. Застосуємо дану модель, наприкладі, оптимізації ринків збуту Африканського континенту. До індикаторів, що є основними критеріями обрання країн, з якими будуть здійснювати торговельні відношення, в нашому випадку визначаємо наступні: зростання показників, що відображають темпи економічного росту та спад показників інфляції. На підставі аналізу інтенсивності зростання найбільш перспективними торговельними партнерами визначені такі країни: за I групою Сейшельські острови, за II групою – Джибуті, Лесото (переважна більшість – це країни Східної Африки). Для моделювання торговельних відносин України та країн Східної Африки використовується модель Раша. В межах дослідження адаптуємо модель Раша для оцінки маркетингової привабливості потенційних товарних імпортерів країн Африканського континенту. Вибір моделі Раша обґрунтований тим, що вона має деякі переваги перед іншими моделями оцінки якості об'єктів в різних галузях науки, в тому числі й оцінки привабливості наявних об'єктів, а саме потенційних товарних імпортерів країн Африканського континенту. Модель Раша перетворює вимірювання, зроблені в дихотомічних і порядкових шкалах, в лінійні вимірювання, і в результаті якісні дані аналізуються за допомогою кількісних методів. Оцінка привабливості країн не залежить від набору критеріїв оцінювання, вона є індивідуальними характеристиками самої країни.

Результати вимірювань є об'єктивними, тобто не залежать ні від того, хто вимірює, ні від того, який вимірювальний інструмент використовується. Поряд з оцінками привабливості країн, модель дозволяє отримати ще й оцінку виконуваності критеріїв, за якими проводиться оцінка країн. При чому

оцінки критеріїв не залежать від безлічі оцінюваних років країни, самих країн і є індивідуальними властивостями критеріїв [1]. В подальшому проводиться нормалізація даних, в результаті якої отримаємо таблицю з вихідними даними, які необхідні для розрахунку за моделлю. Всі показники вимірюються за одиничною шкалою та всі критерії мінімізуються. Надалі просумовуються критерії по роках та оцінки критеріїв за побудованою моделлю і отримується показник, який буде відображати привабливість даної країни. Такі розрахунки проводяться по кожній обраній країні – потенційному імпортеру Африки, результати даних розрахунків представлені в табл. 1.

Таблиця 1 - Оцінка країн-імпортерів маркетингової привабливості, що розрахована

Країни, досліджувані на маркетингову привабливість	Джибуті	Єгипет	Лесото	Ліберія	Маврикій	Сейшельські острови	Туніс
<i>Оцінка</i>	346,4	6309,04	852,0	7116,4	162,7	438,5	148,4

Найбільш привабливими (табл. 1) для торговельних відносин визначені країни: в I групі – Туніс, Маврикій, Сейшельські острови, в II групі - Джибуті. Порівнюючи країни, що отримали оцінки привабливості на основі аналізу інтенсивності розвитку країни, а саме Джибуті, Лесото, Сейшельські острови, можна з упевненістю говорити, що країни Джибуті та Сейшельські острови мають кращі оцінки привабливості і з даними країнами Україні доцільно активізувати співпрацю. На даний момент Джибуті має гостру потребу в продуктах харчування, нафтопродуктах, хімікатах та транспортних засобах [2], в професійних співробітниках та консультативних послугах, в яких також мають гостру потребу Сейшельські острови.

1. Chen K., Z. Chen, and J. Wei. (2009). Legal Protection of Investors, Corporate Governance, and the Cost of Equity Capital. *Corporate Finance*, 15(3), 273-289. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=Jp0XlkMAAAAJ&citation_for_view=Jp0XlkMAAAAJ:d1gkVwhDpl0

2. Thabang Mokoaleli-Mokoteli and George Emmanuel Iatridis (2017). Big 4 auditing companies, earnings manipulation and earnings conservatism: evidence

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЗАТРИМКИ В СИСТЕМАХ З ЗАПІЗНЕННЯМ ДВОХ ДИНАМІЧНИХ ЗМІННИХ

Отінов В.Д., otinov2009@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В роботі розглянуто проблему пошуку часу затримки на прикладі систем звичайних диференціальних рівнянь з запізненням двох динамічних змінних. Метою даного дослідження є:

- Розробка алгоритмів і методів чисельного дослідження визначення часу затримки в системах з запізненням двох динамічних змінних.
- Дослідження особливостей систем з запізненням, їх атрактори.
- Порівняння поведінки динамічних змінних в системах з запізненням у середовищі Matlab.

Розроблений підхід та алгоритми визначення часу затримки був застосований на декількох модельних прикладах. Отримані чисельні результати дають змогу стверджувати, що запропонований варіант реалізації методу є працездатним.

1. Никитина С.А., Скорынин А.С. Моделирование динамического процесса с эффектом запаздывания // Челябинский физико-математический журнал. 2016. – Т. 1, вып. 1. – С. 73–80.
2. Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I. Recovery of time-delay systems with two delays from time series // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2004. – V. 7:4. – P. 400-404.
3. Алешин С.В., Дослідження динаміки логістичного рівняння з дифузиею та відхиленням аргументів. // дис. робота. – С. 32-47, 67-76.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ БДЖОЛИНОЇ КОЛОНІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Павлов М.С., Антоненко С.В., mykytapavlov@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Обмеження фінансування в органах управління водними ресурсами призводить до скорочення точок гідрогеологічного моніторингу в існуючих мережах. Кожне рішення впливає на інформативність мережі в цілому. Для оцінки впливу можна використати похибку прогнозування значень в точках, які підпадають під скорочення. Зазвичай, існує кореляція між вимірами у сусідніх точках, яка залежить від відстані між ними. Використання показників сусідніх свердловин дозволяє оцінити значення точки моніторингу з деякою похибкою. Для оптимізації мережі треба обрати групу свердловин, для яких середньоквадратична похибка оцінки є мінімальною.

Алгоритм бджолиної колонії - мета-евристичний алгоритм, відноситься до класу алгоритмів стохастичної оптимізації, може бути використаний при вирішенні комбінаторної проблеми вибору оптимальної групи свердловин. Алгоритм починається з відображення n бджіл-розвідників у пошуковому просторі, тобто з генерації n можливих комбінацій з k точок на видалення. Потім оцінюється якість місць (тобто комбінацій), які відвідують бджоли-розвідники. Після цього обираються m бджіл, джерела їжі яких мають найбільшу придатність (тобто найменшу середньоквадратичну похибку) для пошуку рішень в їх околицях шляхом долучення інших бджіл (створення популяції). Пошуки поблизу кращих місць, які представляють більш перспективні рішення, деталізуються шляхом долучення більшої кількості бджіл, ніж в менш перспективних місцях. Тоді решта бджіл у популяції розподіляється випадковим чином у пошуковому просторі, розвідуючи нові потенційні рішення. Цей процес повторюється до досягнення заданого критерію зупинки. Наприкінці кожної ітерації колонія матиме дві групи для своєї нової популяції, представників від кожного вибраного місця та бджіл-розвідників, призначених для проведення випадкових пошуків.

PACKING SPHERICAL POWDERS FOR 3D PRINTING

Pankratov¹ A., Romanova¹ T., Duriagina^{2,3} Z., Lemishka² I.

tarom27@yahoo.com, zduriagina@ukr.net

¹*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

²*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

³*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Lublin, Poland*

3D printers work with various materials, including metal powders [1]. Powders of titanium alloys are considered most promising for the aerospace industry due to the unique combination of high structural strength, low density and high corrosion resistance [2]. There are two main approaches for manufacturing 3D parts using 3D printing: fixation (melting, sintering) of powder in the previously applied layer according to the CAD model; direct layer-by-layer application of the already melted (sintered) powder onto the substrate. In both cases, the parameters of the technological process for producing titanium alloy powders have to be optimized to obtain a high-quality product. Getting the highest possible degree of homogeneity of spherical powder particles and eliminating defects on the surface of spheres are very important issues.

Paper [3] studies the morphology of the surface of spherical particles of a VT20 alloy powder having various fractional composition and particle size characteristics. These results are employed in the technological process of obtaining 3D parts by additive technologies.

One of the key problems in additive manufacturing is caused by pores that are difficult to eliminate during the layer-by-layer buildup process. This leads to a decrease in mechanical properties of the final product [4]. In addition, the creep resistance of an alloy depends on the particle size, and its increase leads to a decrease in the creep rate under stationary conditions at elevated temperatures. The ability of the powder to be sintered is related to its packing density, which must be taken into account when optimizing its particle-size composition. This is especially important in layer-by-layer buildup processes, where combining the size of fractions and the microrelief surfaces of powder particles is needed. Therefore, to

ensure high creep resistance and reduce the number of pores, an exact ratio should be established between the volume of particles of various powder fractions.

The objective of this paper is to develop a modelling approach for filling up 3D volume by powder particles in a layer-by-layer manner. A relative number of spheres of a given radius is defined (found by experiment) and has to be fulfilled in the final packing.

A new fast heuristic approach has been developed for the spherical packing problem. Numerical results are provided and compared with experimental findings for titanium alloy spherical powders. The relative frequencies for each fraction obtained by the algorithm are very close to those obtained by the experiment. The proposed algorithm allows replacing the expensive experiments by the cheap numerical modelling.

References

- [1] Qian, M., Froes F.H.: Titanium Powder Metallurgy: Science, Technology and Applications. Butterworth-Heinemann (2015)
- [2] Zou, L., Liu, X., Xie, H., Mao, X.: High-Quality Ti–6Al–4V Alloy Powder Prepared by Plasma Rotating Electrode Process and Its Processibility in Hot Isostatic Pressing. In: Han, Y. (eds) High Performance Structural Materials. CMC 2017, 61–67. Springer, Singapore (2018)
- [3] Duriagina, Z., Trostyanchyn, A., Lemishka, I., Skrebtsov, A., Ovchinnikov, O.: The influence of chemical-thermal treatment on granulometric characteristics of titanium sponge powder. Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science **3**, 73–80 (2017)
- [4] Duriagina, Z.A., Lemishka, I.A., Trostianchyn, A.M. et al.: The Effect of Morphology and Particle-Size Distribution of VT20 Titanium Alloy Powders on the Mechanical Properties of Deposited Coatings. Powder Metall. Met. Ceram. **57**, 697–702 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11106-019-00033-8>

ЗАДАЧА ТРАСУВАННЯ ПРИ РОЗКРОЮ ТОНКОГО МЕТАЛУ

Панкратов О.В.¹, Романова Т.Є.¹, Панкратова Ю.Є.², Шеховцов С.Б.³

pankratov2001@yahoo.com, tarom27@yahoo.com, sherom@kharkov.ua

¹*Інститут проблем машинобудування Національної академії наук України*

²*Харківський національний університет радіоелектроніки*

³*Харківський національний університет внутрішніх справ*

Розглядається задача побудови мінімальної довжини траси руху ріжучого інструменту для заданого розміщення деталей з дотриманням системи технологічних обмежень на порядок різання деталей [1], причому точки врізки мають бути розташовуватися в довільній точці границі деталей. Ця оптимізаційна задача досі не розв'язана за допомогою методів нелінійного програмування. Відсутність точних методів розв'язання призводить до втрати оптимальних розв'язків, що обумовлює підвищення часу розкрою і надмірну витрату електроенергії.

Сформулюємо оптимізаційну задачу в наступній постановці. Нехай задані точка початку траси t_0 і набір опуклих об'єктів T_i , $i=1,2,...,N$, що розміщені на листі. Надалі вважаємо, що об'єкти кроються в тому ж порядку, як були задані.

Математична модель задачі може бути представлена у вигляді

$$\sum_{i=0}^N \rho(t_i, t_{i+1}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$t_i \in T_i, \quad i=1,2,...,N, \quad (2)$$

де $t_i = (x_i, y_i)$, $i=1,2,...,N$ – точки зі змінними координатами x_i, y_i , t_0 та $t_{N+1} = t_0$ – фіксовані точки старту і фінішу траси, $\rho(t_i, t_{i+1})$ – евклідова відстань між точками t_i і t_{i+1} . Функція цілі (1) нелінійна, а обмеження (2) описуються у вигляді системи нелінійних нерівностей. Модель (1)-(2) включає в себе всі оптимальні розв'язки задачі трасування.

1. А.А. Петунин / О некоторых стратегиях формирования маршрута инструмента при разработке управляющих программ для машин термической резки материала // Вестник УГАТУ. – 2009. – Т. 13, № 2 (35). – С. 280-286.

MODELLING OF THE INFORMATION PLATFORM FOR CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Pankratova N.D., natalidmp@gmail.com,
Pankratov V.A., pankratov.volodya@gmail.com
*Institute for Applied System Analysis of
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

The creation and functioning of cyber-physical systems (CPS) is considered one of the priority areas of the countries technical development. Many governments have included CPS in the priority list of innovations, considering them as critical for protecting national interests. First, it was the Obama government (USA, 2008), then many European governments included CPS in their priority program (in October 2013, a special conference “Cyber-Physical Systems: Uplifting Europe's innovation capacity” was held in Brussels on CPS and their role in the innovation process). It should be noted that the creation of CPS not only forms the basis of the new technological structure of Industry 4.0, but also affects the interests of society as a whole. CPS is now distributed in almost all types of human activities, including the variety of industrial systems, transport, energy and military systems, many economic systems, all types of life support systems from medicine to smart homes and cities. This requires the creation of intelligent systems, artificial intelligence systems and various robots. It also requires consideration of not only CPS technical aspects, but also the sociocultural ones, taking into account their influence on the demographic, ethical, moral and other aspects of social life.

Today's CPS have not received an unambiguous and generally accepted definition, since these systems are located at the intersection of several fields of activity at once. Their main common feature is the interaction between physical and computational processes, complexity, uncertainty, the connection with the Internet of things (IoT). Thus, we can assume that the CPS is a complex system of computational and physical elements that constantly receives data from the environment.

It is taken into account that the CPS is a complex system consisting of various natural objects, artificial subsystems and controllers, which allow us to represent such combination as a single whole. CPS ensures close communication and coordination between computational and physical resources, which demand the creation of two types of models. On the one hand, these are engineering models, and on the other, computer models [1]. This paper focuses on engineering models in which computational elements interact with sensors, providing performance monitoring and maintenance of the technical system. The attempt is made to improve the quality of the survivability and safety of complex technical objects (CTO) operation, taking into account the concept, features and properties of CPS. The modelling of CTO information platform is based on the general problem of multi-factor risks, the margin of permissible risk, the prediction of the destabilizing dynamics of risk factors, principles, hypotheses, axioms that are directly related to the analysis of abnormal situations, accidents and disasters [2].

The software of guaranteed survivability and safety of the CTO functioning is implemented as an information platform for technical diagnostics [3,4]. This tool allows to perform timely and reliable detection, estimation, and forecast of risk factors and, on this basis, timely elimination of the causes of abnormal situations before failures and other undesirable consequences occur. The systematic and continuous evaluation of critical parameters of object's in mode on-line allows to timely reveal and eliminate the causes, which could potentially lead to disruption of the object functioning of the in the normal mode.

References

1. Edward A. Lee. Fundamental Limits of Cyber-Physical Systems Modeling. ACM Transactions on Cyber-Physical Systems, 1(1), November 2016.
2. Pankratova N. D, Creation of the Physical Model for Cyber-Physical Systems //International Conference Cyber-Physical Systems and Control(CPS&C'2019), 10 to 12 June 2019, St. Petersburg, Russia.
3. Pankratova N.D., Pankratov V.A. Modelling of complex technical object operation as physical model for cyber-physical system //XIV International Scientific and Practical Conference "Mathematical and Simulation Modelling of Systems. MODS '2019', 2019, Ukraine, Chernihiv. - pp. 170-174.
4. Pankratova N. D., Pankratov V. A. Development of the analytical platform of a technical object for cyber-physical systems // Proceedings of the XXII International scientific-practical conference "System analysis in the design and management." (SAEC-2019) - St. Petersburg, June 10-11, 2019. - pp.321-332.

МОДИФІКАЦІЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Пасічник А.М., Леснікова І.Ю., Халіпова Н.В., Кутирєв В.В.

panukr977@gmail.com

Університет митної справи та фінансів

Сучасний етап розвитку економіки характеризується невідпинним зростанням обсягів перевезень вантажів автомобільним транспортом. За експертними оцінками до 2025 очкується їх збільшення на 80%. У зв'язку з цим проблема удосконалення логістичних підходів підвищення ефективності автомобільних перевезень вантажів за рахунок оптимізації маршрутів таких перевезень є надзвичайно актуальною. При цьому широке застосування для оптимізації маршрутів перевезень отримав мурашиний алгоритм.

При здійсненні раціональної маршрутизації важливо враховувати експлуатаційний стан ділянок доріг, їх пропускну спроможність та обсяги руху транспортних засобів. Тому в даному дослідженні для побудови раціонального маршруту перевезень вантажів запропоновано модифікований мурашиний алгоритм із застосуванням функції якості $\varepsilon_{ij}(t)$, яка характеризує пропускну спроможність та якість автомобільних доріг на кожній ділянці:

$$\varepsilon_{ij}(t) = \omega_{ij}(t) R_{ij}(t), \quad (1)$$

де $\omega_{ij}(t)$ – функція стану якості проїжджої частини ділянки дороги; $R_{ij}(t)$ – експертна оцінка пропускну спроможності ділянок маршруту; t – індекс ітерації при реалізації мурашиного алгоритму.

З урахуванням запропонованої функції якості модифікована модель мурашиного алгоритму має такий вигляд:

$$\begin{cases} P_{ij,k}(t) = \frac{\varepsilon_{ij}(t) [\tau_{ij}(t)]^\alpha [\mu_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{j \in J_{i,k}} \varepsilon_{ij}(t) [\tau_{ij}(t)]^\alpha [\mu_{ij}(t)]^\beta} 100\%, & j \in J_{i,k}, \\ P_{ij,k}(t) = 0, & j \notin J_{i,k}. \end{cases} \quad (2)$$

де τ_{ij} – кількість їздок на ділянці (i, j) ; μ_{ij} – видимість, обернено пропорційна довжині ділянки (i, j) ; α, β – параметри, що визначають ступінь видимості та щільності транспортних засобів.

Оцінка стану якості проїжджої частини на окремих ділянках маршруту проведена на основі експертних оцінок за відповідними коефіцієнтами: $\omega_{ij} = 0,5$ при незадовільному стані дороги, де є колії, вибоїни або частково відсутнє асфальтове покриття; $\omega_{ij} = 0,75$ при частково задовільному стані дороги, де рідко трапляються горби та невеликі вибоїни; $\omega_{ij} = 1$ при задовільному стані ділянки дороги. Оцінка пропускної спроможності окремих ділянок $R_{ij}(t)$ маршруту визначається на основі теоретичної пропускної спроможності кожної з ділянок доріг з урахуванням ймовірності руху транспортних засобів різного типу за формулою

$$P_{ij}(t) = s_{ij}(t) V_{ij}(t) q_{ij}(t), \quad (3)$$

де s_{ij} – коефіцієнт, що залежить від завантаженості зустрічної смуги руху на певній ділянці маршруту між пунктами (i, j) ($s_{ij} = 1,3$ – при малому завантаженні зустрічної смуги; $s_{ij} = 1$ – при рівномірному розподілі інтенсивності за смугами руху; $s_{ij} = 0,99$ – при високому завантаженні зустрічної смуги руху); V_{ij} – середня швидкість руху на ділянці (км/год); q_{ij} – максимальна щільність руху на ділянці (авто/км), $q_{ij} = L/l_p$, L – довжина ділянки, l_p – інтервал між автомобілями.

Для оцінки ефективності запропонованого підходу проведено розрахунки раціонального маршруту перевезення вантажів між містами Одеса та Дніпро. Порівняльний аналіз побудованих маршрутів на основі класичного та модифікованого мурашиного алгоритмів показує, що використання модифікованого алгоритму дає можливість побудувати більш ефективний маршрут: $L = 449,3$ км проти 461,3 км, а також має кращу збіжність: 9 ітерацій проти 12.

Таким чином модифікація мурашиного алгоритму введенням функції якості виконання транспортного процесу дозволила сформувати модель, яка враховує практичну пропускну спроможність, інтенсивність руху, довжину маршруту, фактичний стан дорожнього покриття доріг та дозволяє побудувати оптимальні автомобільні маршрути перевезень вантажів.

ПРОГРАМНІ РЕСУРСИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Підгайний А.В., andriipidhainyi@gmail.com,

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Архітектурний стиль розробки програмних додатків «мікросервісна архітектура» отримав розповсюдження в зв'язку з розвитком практик гнучкої розробки та DevOps. Забезпечення доставки складних корпоративних додатків — це спосіб розробки, який має значні переваги [1]. Архітектурний стиль мікросервісів будує додаток як сукупність невеликих, самодостатніх, незалежних, не тісно зв'язаних сервісів, що спілкуються між собою за допомогою легких механізмів як то HTTP, gRPC, AMQP. Ці сервіси побудовані навколо бізнес-потреб (кожен відповідальний за конкретний процес) та розгортаються незалежно з використанням повністю автоматизованого середовища. Самі по собі сервіси можуть бути написані на різних мовах і використовувати різні технології зберігання даних [2]. Обґрунтування щодо використання мікросервісів полягає у необхідності надання ІТ-компаніям можливості швидко змінювати для швидкого реагування на зміни бізнес-вимог, для випередження конкурентів [3]. Мікросервіси допомагають розробникам доставляти зміни швидше, безпечніше і з більш високою якістю, тобто зберігати швидкість розвитку продукту, навіть коли той стає неосяжних розмірів. Адже не тісно зв'язані сервіси дають можливість проводити зміни з більшою частотою ітерацій мінімізуючи вплив змін на решту частин системи. Але не потрібно забувати, що такий підхід додає додаткову складність проекту в цілому.

Бібліографічні посилання

1. Ньюмен С. Созданиемикросервисов / Ньюмен С. – СПб.: Питер, 2016. — 304 с.
2. Chris Richardson. From Design to Deployment / Chris Richardson, Floyd Smith, 2016.
3. Introduction to microservices. – Режим доступу: <https://www.nginx.com/blog/introduction-to-microservices/>

ЗВ'ЯЗАНІ ЗАДАЧІ ПРО ЗВОРОТНІЙ ВПЛИВ ЕВОЛЮЦІЇ СИСТЕМИ НА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ

Плашенко С.О., sergey.plashenko@gmail.com, Кузьменко В.І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Зазвичай функції зовнішніх впливів системи розглядаються як незалежні від еволюції самої системи. Однак існують технічні системи, в яких зміни системимають безпосередній вплив на функції зовнішніх впливів. Наявність такої зв'язаності вимагає інших підходів до розв'язання.

Розглядаються такі зв'язані задачі механіки деформівного твердого тіла з залежністю зовнішніх впливів від еволюції системи.

1. На поверхні мембрани налита рідина. Прогин мембрани залежить від розподілу рідини на поверхні мембрани; з іншого боку, товщина шару рідини внаслідок перетікання визначається деформацією мембрани. Отже, зовнішній тиск на мембрану залежить від еволюції системи.
2. В порожнисту кулю з нелінійно пружного матеріалу закачується ідеальний газ. Газ тисне на стінки кулі, що призводить до збільшення об'єму порожнини та до зміни тиску. В свою чергу зміна тиску викликає зміну деформації кулі. Тому таку задачу слід розглядати як зв'язану задачу про взаємовплив тиску газу та деформації кулі.
3. Розглядається деформування нелінійно пружної труби під дією тиску ідеальної нестисливою рідини, що тече вздовж труби. Унаслідок деформації збільшується площа перерізу труби, що призводить до зменшення швидкості течії рідини, а, отже, до зростання тиску. У свою чергу, збільшення тиску викликає зміну деформації труби. Виникає зв'язана задача про взаємовплив деформації труби та тиску всередині труби.
4. Штамп з плоскою круговою основою радіуса a притискається до поверхні півпростору силою власної ваги P . Внаслідок асиметрії форми штамп чи неоднорідності у розподілі маси лінія дії сили P зміщена від центру основи на відстань x_0 . Центр мас штамп знахо-

диться на висоті h від поверхні півпростору. У разі високого розташування центру мас штампа, тобто при $h \gg a$, вже не можна нехтувати зміною положення лінії дії сили $\bar{P}$ унаслідок повороту штампа. Зміна положення лінії дії викликає додатковий поворот штампа, а такий поворот, у свою чергу, спричиняє зміщення лінії дії сили $\bar{P}$.

Отже, осідання та повороти штампу викликані деформацією півпростору, а деформації викликані дією штампу, тобто залежать від поведінки системи.

5. На поверхні півпростору встановлений соленоїд з циліндричним немагнітним осердям. Вісь соленоїда перпендикулярна до поверхні півпростору. Осердя притискається центральною силою $\bar{P}$. Соленоїд містить N витків площею S . Після підключення до джерела живлення у соленоїді протікає струм I . Соленоїд знаходиться у однорідному магнітному полі з індукцією $\bar{B}$. Магнітне поле викликає механічний момент, що викликає поворот штамп. Зміна положення штамп призводить до зміни механічного моменту.

ALGORITHM DEVELOPMENT AND RECONSTRUCTION OF SYSTEMS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DELAY

Polupan V.K., latmika@gmail.com

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

In many studies, an important question arises: how to reconstruct a process model, having only input data measured, possibly with some noise. This question is of particular interest if this process has a real delay. In this case, it is necessary to find out or calculate: the dimension of the phase space, the Tuckers delay parameter, and other quantities that characterize the real system underlying the received information. There are many approaches that are used to solve this problem without delay [1-2]. In this paper, we propose an approach based on the results of [1-3], which allows us to reconstruct the system of ODEs with delay. In this case, it was necessary to evaluate the dimension of the embedding phase space and other parameters of the underlying dynamical system (the degree of the polynomial on the right side and the coefficients of the polynomial).

We note that we assume that the noise is Gaussian (white) and the study is presented in terms of the classical dynamical theory obtained for the numerical-analytical solution of an autonomous ordinary differential equation resolved with respect to the highest derivative with polynomial right-hand side and delay.

The use of the method is considered on a number of model problems containing delay. The results of reconstruction analysis for model problems are presented in the work.

1. Petrov V., Kurths J., Georgiev N., Reconstructing differential equation from a time series //International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 13, No. 11 (2003) 3307{3323}.
2. V. I. Ponomarenko, M. D. Prokhorov, E. V. Sidak, Method of Time-Delay Systems Recovery from Time Series with Known Type of Model Equation // Известия Саратовского университета. 2011. – Т. 11. – Сер. Физика, вып. 2
3. Д. А. Грибков, В. В. Грибова, Ю. И. Кузнецов, Моделирование процессов с высокой размерностью пространства вложения // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2000. – No 3.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR SOLVING THE ONE-DIMENSIONAL QUASILINEAR HEAT CONDUCTION EQUATION

Popov I.V., popov_eli@i.ua, **Boyko L.T.**, ltboyko@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

An infinite continuous steel cylinder of radius R is considered. The temperature field $T(x, y, z, t)$ is assumed in the cylinder region, which is assumed to be symmetric about the Oz axis. At the initial time $t = 0$, the lateral surface of the cylinder is rapidly cooled to a certain temperature. It is necessary to determine the temperature distribution $T(r, t)$ inside the cylinder at any time $t > 0$.

Typical in thermophysical studies is a situation where the thermophysical properties depend not only on x, y, z, t , but also on the temperature T . In this case, considering the symmetry of the problem, we obtain a quasi-linear heat conduction equation [1]:

$$c(T)\rho(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rk(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + f(r, t, T), (t > 0; 0 < r < 1) \quad (1)$$

Here T is the temperature that depends on the spatial coordinate r and time t , $k(T)$ is the heat conductivity of the cylinder's material, $c(T)$ is the specific heat, $\rho(T)$ is the density of the cylinder's material, $f(r, t, T)$ is a known function that describes the density of thermal sources in the cylinder.

The solution of the differential equation (1) must satisfy the following additional conditions.

The initial condition:

$$T(r, 0) = f_1(r), 0 \leq r \leq 1, \quad (2)$$

where $f_1(r)$ is known function in the interval $0 \leq r \leq 1$ while $t = 0$.

Two boundary conditions:

$$T(1, t) = f_2(t), \quad 0 \leq t \leq t_{\max}. \quad (3)$$

$$\left.\frac{\partial T(r, t)}{\partial r}\right|_{r=0} = f_3(t). \quad (4)$$

Here $f_2(t)$, $f_3(t)$ are known functions in the interval $0 \leq t \leq t_{\max}$.

There is a problem of rounding errors accumulation when you approach the task on a computer. To reduce the effect of rounding errors on the accuracy of the approximate solution, the transformation to dimensionless variables was made, selecting the necessary values to be scaled

Thermal-physical coefficients of steel $k(T), c(T), \rho(T)$ are established only experimentally (there is its own table for each coefficient), this creates inconvenience for the use of numerical methods that is why analytical approximation of these coefficients was performed.

The math problem (1) – (4) is solved by the net-point method using the explicit template [2]. The computer program is developed in C# language for the numerical implementation of net-point method algorithms in the software development environment MS Visual Studio 2017. The program is verified in a test case, the results are expected.

Bibliographic references

1. Самарский А.А. Вычислительная теплопередача[Текст] / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
2. Балашова С.Д. Чисельні методи. Методи розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь[Текст] / С.Д. Балашова. Київ: НМК ВО. 1992. – 328 с.

СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ВАГИ ТІЛА

Прищеп Г.О., pryshchepa.hanna@gmail.com,

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

НУ "Львівська політехніка"

Значення харчування та продовольчого забезпечення в сучасному суспільстві настільки вагоме, що не потребує якоїсь особливої аргументації. При цьому, в останні десятиліття відчувається нагальна, як наукова, так і суспільна потреба у фундаментальних дослідженнях даної предметної області. В період, коли “модно вести здоровий спосіб життя” компанії – розробники прагнуть випередити своїх конкурентів створюючи якісно нові продукти та надаючи інноваційні послуги. Проведений аналіз відомих систем, таких як Health (iOS), Apple Health Kit (iOS), Google Fit (AndroidOS), Waterbalance, Lifesum та Mi Fit (iOS, AndroidOS), показав, що існуючі розробки характеризуються множиною недоліків, серед яких можна виділити: вузьку направленість, відсутність локалізованих версій та комерційність використання, що не дозволяє в повній мірі охопити процес моніторингу ваги тіла та здійснити підбір раціону харчування. З огляду на те, актуальною задачею є створення інтелектуальної інформаційної системи підбору раціону харчування та контролю ваги тіла.

Проведений аналіз методів та засобів проектування показав, що з метою підбору раціону харчування доцільно застосовувати асоціативні та продукційні правила, які дозволять знаходити певні спільні закономірності між відомими системами харчування, здійснювати їх адаптацію (в залежності від потреб та можливостей користувача) та надавати у вигляді рекомендацій.

Подальші дослідження були спрямовані на проектування множини діаграм у відповідності із об'єктно-орієнтованим підходом, що дало змогу розробити методологічне забезпечення процесу підбору раціону харчування та контролю ваги тіла із використанням консультацій лікаря, тренера та нутриціолога. На рис1. приведено діаграму варіантів використання.

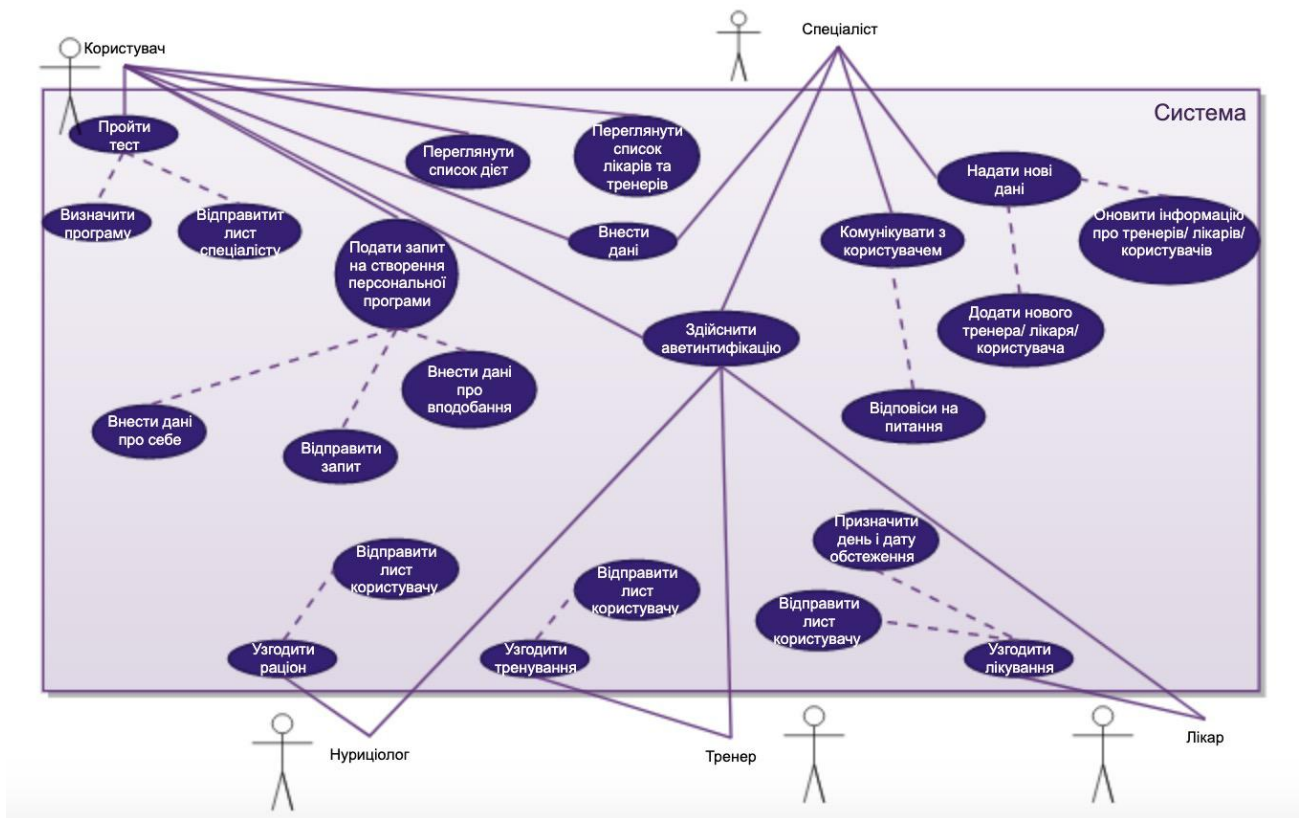


Рис.1. Діаграма варіантів використання

В межах даної системи користувач може пройти детальний тест стану здоров'я, подати запит на створення індивідуальної програми, переглянути список дієт, лікарів та тренерів. Спеціаліст є посередником між користувачем, лікарем, тренером, лікарем та нутриціологом. Зі свого боку спеціаліст системи може напрямую комунікувати з користувачем за допомогою чату, вносити нові та оновлювати вже існуючі дані. Нутриціолог, лікар та тренер надають консультації для забезпечення контролю показників користувача. В якості акторів системи вони узгоджують раціон харчування, надають консультації із охорони здоров'я та складають програму тренувань.

Завершальним етапом роботи стала практична реалізація системи у вигляді веб додатку. Проведена верифікація показала, що отримані результати відповідають поставленим вимогам, а розроблена система може використовуватись на практиці.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ Thinking Machines

Прокопчук¹ Ю.А., Самойлов² С.П.

itk3@ukr.net

¹*Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,*

²*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта*

Индустрия 4.0 - это технологическая тенденция, связанная с интеллектуальными фабриками, которые представляют собой кибер-физические пространства, населенные и контролируемые коллективным разумом для автономных и очень гибких производственных целей. Искусственный интеллект, встроенный в различные процессы планирования, производства и управления в Industry 4.0, должен во многих случаях брать на себя инициативу и нести ответственность за принятие необходимых решений в режиме реального времени. Особенно это касается безлюдных производств, автономного (когнитивного) транспорта и т.д. Именно растущая автономность и одновременно высокая ответственность обуславливают необходимость создания «думающих / сознающих / моральных машин» (Thinking Machines) [1 - 3].

Согласно чисто вычислительной теории, машины можно рассматривать как сознательные, если они смогут развить (1) ментальные «представления», доступные глобально для «организма», и (2) самоконтроль [3]. В плане создания «Сознающих машин» показательным и уникальным является Проект, размещенный на всемирном научном Портале Research Gate, - 'Build Conscious Machines'. Уникальность его уже в том, что данная тематика объединила наиболее известных технологических гуров Америки: Dorian Aur, Elon Musk, Peter Diamandis, Larry Page, Sergey Brin, Mark Zuckerberg, Peter Thiel, Bill Gates, Travis Kalanick, Kevin O'Leary, Brian Chesky.

Участники Проекта поставили амбициозную цель - экспериментально спроектировать систему, которая развивается аналогично нашему мозгу. Многомасштабная природа развивающегося «человеческого мозга» может быть реализована, например, путем перепрограммирования человеческих

клеток. Гибридная система будет включать развивающийся «мозг», оснащенный цифровыми компьютерами, которые поддерживают гомеостаз и обеспечивают необходимое количество питательных веществ и кислорода для роста «мозга». Формирование структуры развивающегося мозга будет постепенно достигаться путем контроля пространственной организации различных типов клеток. Следуя определенной программе, развивающийся мозг можно тренировать, используя замещающую реальность, чтобы изучать и испытывать живые сцены. По мнению авторов Проекта, постепенный процесс обучения вызовет переломный момент, означающий появление сознательного опыта в гибридной системе.

Иной подход к созданию Thinking Machines базируется на когнитивном Интернете вещей и «Глобальном Разуме», в который может постепенно развиваться, например, IBM Watson. Сообщество SingularityNET стремится создать AGI путем объединения/интеграции огромного числа локальных ИИ-систем (Open source). Подобную задачу пытался решить пионер ИИ Марвин Минский (сооснователь Лаборатории ИИ в Массачусетском технологическом институте). Минский и Паперт начали разрабатывать теорию, названную ими «Обществом Разума». Теория попыталась объяснить, как то, что мы называем интеллектом, может быть продуктом взаимодействия не обладающих интеллектом составляющих. Один из авторов настоящей работы развивает собственный подход к созданию когнитивных технических систем или «разумных машин» на основе парадигмы предельных обобщений [1 - 3]. В докладе рассматривается модель абстрактного интеллекта Thinking Machines.

1. Прокопчук Ю.А. Актуальные вопросы построения когнитивных технических систем широкого класса // Збірник наукових праць міжнародної конференції “Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті” (Херсон, 28 – 30 травня 2019 р.). – Херсон: ХДМА, 2019. – С. 274 – 277.
2. Прокопчук, Ю. А. Интуиция: опыт формального исследования. – Днепр : ПГАСА, 2019. (в печати).
3. Прокопчук, Ю. А. набросок формальной теории творчества / Ю. А. Прокопчук. – Днепр : ПГАСА, 2017. – 452 с.

ФУНКЦІЇ ГРІНА В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ**Решетняк В.В., Кузьменко В.І., reshetnyakvlad2016@gmail.com***Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)*

Розглядається постановка та підхід до числового розв'язання оберненої задачі створення необхідного температурного поля для термообробки металів. Задача полягає у знаходженні розподілу температури на поверхні тіла у формі паралелепіпеда по відомому розподілу температури в деякій підобласті цього тіла. Маємо рівняння Лапласа у тривимірному просторі:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$$

Вважаємо, що функція $u(x, y, z)$ є розв'язком рівняння Лапласа і задана в деякому тілі у формі паралелепіпеда T_2 , яке міститься у тілі T_1 , а крайові умови — невідомі функції, які потрібно знайти. Фізичну інтерпретацію задачі можна подати у такому вигляді: знайти стаціонарний розподіл температури на поверхні тіла, знаючи розподіл температури в кожній точці підобласті цього тіла. Обернена задача формулюється, як задача пошуку мінімуму функціоналу на класі функцій, заданих на границі області.

Пропонується наступний підхід до розв'язування задачі. Використовуючи поняття функції Гріна, побудовано розв'язок крайової прямої задачі в аналітичному вигляді. Задача зводиться до інтегрального рівняння Фредгольма першого роду

Для регуляризації некоректної задачі було використано метод регуляризації Тихонова. Для пошуку наближеного розв'язку проведено дискретизацію екстремальної задачі для подальшого розв'язання скінченновимірної задачі мінімізації. Числове розв'язання виконано за допомогою методу локальних варіацій.

Проводиться дослідження розв'язку задачі в залежності від різних факторів (кількість елементів розбиття, розміри області тощо).

РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ PROGRESSIVE WEB APPLICATION З ВИКОРИСТАННЯМ REACT.JS ТА FIREBASE API ТА ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ З ІНШИМИ СПОСОБАМИ СТВОРЕННЯ ВЕБ ДОДАТКІВ

Рибченко М. І., Дзюба П. А.

laterum_max@hotmail.com, avatarr@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

З року в рік люди проводять більше часу на мобільних пристроях для доступу в мережу Інтернет. Насправді, люди споживають у 2 рази контенту в мобільному форматі, ніж у десктопному. Більшість веб-сайтів в захваті від цієї перспективи, оскільки можливість охопити мобільних користувачів все ще зростає. Існує кілька способів створити присутність для мобільних пристроїв, які дозволяють користувачам отримувати доступ до вашого вмісту на мобільному пристрої. Для цього існує “responsive” веб дизайн, нативні додатки та прогресивні веб додатки (PWA).

Прогресивні веб додатки застосовують підхід, який дає їм можливість отримати найкращий результат з двох технологій - вони будуються на основі сучасних JavaScript фреймворків та можуть встановлюватися як нативний додаток.

За допомогою декількох допоміжних утиліт було отримано дані про продуктивність, швидкість відклику, і т.д. та проведено порівняльний аналіз отриманих результатів, в результаті якого було виявлено, що прогресивні веб додатки мають перевагу над нативними додатками та звичайними веб сторінками в плані швидкодії, використання офлайн, push-нотифікацій, використанні заряду батареї.

Висновки. Запропоновано метод порівняння та аналізу продуктивності прогресивних веб додатків, нативних додатків та веб сайтів з “responsive” веб дизайном.

SINGULAR INTEGRAL EQUATION METHOD IN THE ANALYSIS OF AN INTERFACE CRACK BETWEEN HETEROGENEOUS MATERIALS

Rubtsova V.E., valeria.rubtsowa2014@gmail.com,

Sheveleva A.E., shevelevaae@dnua.dp.ua

OlesHonchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Heterogeneous materials are materials with domains that have significantly different mechanical and physical properties. There are a large number of natural and synthetic heterogeneous materials such as bones, woods, animal tissues, plant cells, sands, soils, multiphase composites, concretes, sandwich structures, foams, and multi-layered structures. They are widely utilized in both structural and functional components of different devices. Composite materials consisting of piezoelectric and piezomagnetic phases have gained considerable interests in recent decades with increasing wide application in engineering. Some defects (such as cracks) could be induced during the manufacturing processes or during service by the mechanical, electric or magnetic loadings, which can adversely influence the performance of the structures.

An interface crack of length $2a$ between magneto-electro-elastic and anisotropic half-spaces with the direction of polarization of the magneto-electro-elastic medium, which is perpendicular to the plane of the crack, is investigated. Assume that a uniform normal stress P_0 is applied to the crack faces.

The continuity conditions along the interface between the magneto-electro-elastic and anisotropic half-spaces are:

$$\sigma_{yy}(x, 0^+) = \sigma_{yy}(x, 0^-), \sigma_{xy}(x, 0^+) = \sigma_{xy}(x, 0^-), \varphi(x, 0) = 0, \phi(x, 0) = 0. \quad (1)$$

It is noted that the anisotropic half-space is considered a conductor that a zero electric potential and a zero magnetic potential hold at the interface between the magneto-electro-elastic and anisotropic materials.

The boundary conditions of the mixed boundary value problem for the interface crack can be expressed as:

$$\sigma_{yy}(x, 0) = -P_0, \sigma_{xy}(x, 0) = 0 \text{ for } |x| < a, \quad (2)$$

$$u_x(x, 0^+) = u_x^E(x, 0^-), u_y(x, 0^+) = u_y^E(x, 0^-) \text{ for } |x| \geq a. \quad (3)$$

The superscript “E” denotes the quantities of the elastic anisotropic half-spaces.

By using integral *cos*- and *sin*-transform techniques expressions for the displacements, electric potential and magnetic potential in the magneto-electro-elastic half-space and the displacements inside the anisotropic half-space were found.

To solve the problem, the unknown displacement jump across the crack face are introduced and simultaneous singular integral equations are formulated. An exact analytical solution of these equations are obtained by the Muskhelishvili method.

The crack-tip singularities of the interface crack have been investigated for possible combinations of the magneto-electro-elastic and anisotropic materials. The criterion based on the coefficient of the Riemann-Hilbert problem is introduced to study the possible singularity behavior of the interface crack. It is shown that there can be either oscillatory or non-oscillatory singularity for the interface crack depending on the particular combination of the heterogeneous materials.

A closed form solution for stresses, electric fields, magnetic fields, electric displacement and magnetic induction in the cracked heterogeneous materials is given, and of particular interests, the analytical expression of the stresses, electric displacements and magnetic inductions along the interface has been obtained.

Stress intensity factors (SIFs) K_I and K_{II} are defined for certain combination of magneto-electro-elastic and anisotropic mediums. The dependence of the SIFs from the applied external load P_0 and on the parameter ε was analyzed. Parameter ε is a real constant which is related to the material properties of the magneto-electro-elastic and anisotropic elastic materials and is known as the oscillatory index of the interface crack problem.

ПРО ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Руденко О.Г., oleh.rudenko@nure.ua,
Безсонов О.О., oleksandr.bezsonov@nure.ua,
Романюк О.С., Romanyk@gmail.com
Харківський національний університет радіоелектроніки

Метою будь-якого прогнозування є створення моделі, яка дозволяє прогнозувати майбутнє і оцінити тенденції в змінах того чи іншого фактора. Всі методи прогнозування, як і класичні, так і сучасні, потребують побудови математичної моделі, якість якої і обумовлює точність прогнозування.

Розглянуто класичні моделі авторегресії та ковзного середнього (ARMA, ARIMA), моделі експоненціального згладжування, моделі прогнозування на основі ланцюгів Маркова, класифікаційно-регресійні дерева, нелінійні регресійні моделі (NARX та NARMAX моделі). При побудові нелінійних моделей використовують два принципово різні підходи, засновані на різних способах формування за допомогою моделі сигналу об'єкта, що прогнозується, які відповідають побудові паралельної і послідовно-паралельної моделі.

Наведено результати порівняльного аналізу моделей прогнозування, в яких відображено переваги і недоліки моделей.

Слід, однак, зазначити, що більшість практичних задач прогнозування часових рядів (ЧР) характеризуються не тільки високим рівнем нелінійності, а і нестационарністю, зашумленістю, наявністю нерегулярних трендів, стрибків, аномальних викидів тощо. У цих умовах жорсткі статистичні припущення про властивості ЧР часто призводять до неефективності традиційних методів, а в ряді випадків — до їх непридатності. Альтернативою статистичним методам можуть служити методи обчислювального інтелекту, до числа яких, в першу чергу, слід віднести штучні нейронні мережі. Здатність нейронної мережі до різнобічної обробки

інформації впливає з її здатності до узагальнення і виділення прихованих залежностей між вхідними та вихідними даними.

При нейромережевому підході досліджуваний об'єкт представляється у вигляді нейронної мережі, що містить крім вхідного і вихідного один або кілька прихованих шарів, кожен з яких складається з певної кількості нейронів, які реалізують задану базисну функцію (функцію активації).

При побудові паралельної або послідовно-паралельної нейромережевої моделі використовується апріорна інформація щодо класу, до якого вона належить, а задача побудови такої моделі полягає в обчисленні ваг нейронних мереж, так щоб нейромережеве представлення нелінійностей було еквівалентним класу, що розглядається.

Абсолютну точність прогнозу оцінювати не прийнято, тому що для кожного конкретного завдання вона може кардинально відрізнитися, тому оцінюють саме помилку прогнозу, яка характеризується деякою метрикою (критерієм).

Необхідно зазначити, що при цьому для побудови моделі (вибору її структури та оцінки параметрів) використовуються ті ж критерії, які характеризують точність прогнозування. У доповіді аналізуються існуючі і досить поширені статистичні (RMSE, MAPE, MAE та інші) і деякі інформаційні критерії (AIC, KIC, HQ тощо) (метрики) вибору математичної моделі для її використання в задачі прогнозування часових рядів. Розглянуто особливості їх використання, описано переваги та недоліки. На основі результатів аналізу розроблено рекомендації щодо вибору критерію при вирішенні практичних задач. Проведений аналіз показав, що неможливо виділити один універсальний критерій, бо на різних наборах даних виходять різні результати оцінок помилок прогнозування, тобто кожен критерій має недоліки, які можуть призводити до неточного визначення якості прогнозування. У зв'язку з цим рекомендується використовувати певний набір метрик помилки.

АЛГОРИТМИ НАВЧАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРЯМОГО ПОШИРЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ НЕЛІНІЙНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТРИЦІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Руденко О.Г., oleh.rudenko@nure.ua,
Лебедев В.О., lebedevvalen@gmail.com,
Олейник К.О., kirill.oleynik.olegovich@gmail.com
Харківський національний університет радіоелектроніки

Штучні нейронні мережі (ШНМ) останнім часом отримали дуже широке поширення і виявилися вельми ефективними при вирішенні самих різноманітних задач. При синтезі або використанні ШНМ виникають задачі структурної та параметричної оптимізації, відповідні вибору оптимальної топології мережі та її навчання (налаштування параметрів). Якщо задача визначення структури є дискретною оптимізаційною (комбінаторною), то пошук оптимальних параметрів здійснюється в безперервному просторі за допомогою класичних методів оптимізації, заснованих на МНК. Слід також зазначити, що на сьогоднішній день існує велика кількість стандартних архітектур побудови нейронних мереж, що істотно полегшує задачу побудови нейронної мережі з нуля і зводить її до підбору підходящої конкретному завданню структури мережі.

Для навчання мережі застосовуються, як правило, методи, що вимагають обчислення градієнта функціоналу (зазвичай квадратичного), що використовується (алгоритм зворотного поширення помилки (ОР), метод сполучених градієнтів, алгоритм Гауса-Ньютона, Левенберга-Марквардта і т.д.). Вибір функціоналу іншого виду приводить до отримання алгоритму, відмінного від алгоритмів, що мінімізують квадратичний функціонал (типу МНК), і, отже, маючого інші властивості. Як показує практика, доцільним є застосування оцінок (алгоритмів) методу найменших модулів (МНМ), які можна отримати в результаті мінімізації модульного критерію. Якщо ефективність МНМ при гаусових розподілах завади нижче, ніж МНК, то при розподілах перешкод з більш важкими хвостами (наприклад, Лапласа або Коші) ефекти-

вність МНМ істотно перевищує ефективність МНК. Таким чином, алгоритми МНМ мають кращі в порівнянні з алгоритмами МНК робастні властивості.

Алгоритми МНК і МНМ для налаштування параметрів використовують всі наявні спостереження, що не завжди зручно при дослідженні нестационарних об'єктів. Тому перспективним є застосування для навчання ШНМ багатокрокових проєкційних алгоритмів, які використовують не всю наявну інформацію, а лише деяку її постійну частину. Кількість такої інформації визначає пам'ять алгоритмів. Як показано в ряді робіт авторів, це відповідає зменшенню розмірності розв'язуваної задачі. Поліпшення робастних властивостей багатокрокового алгоритму може бути досягнуто введенням в даний алгоритм нелінійності. Крім того, використання в алгоритмі нелінійності типу знакової функції ($\text{sign}(x)$) має зменшити кількість обчислень, необхідних для реалізації даного алгоритму, тому що при обчисленні скалярних добутків типу $x^T \text{sign}(x)$ зникає операція множення. Однак при цьому виникає проблема підвищення обчислювальної стійкості нелінійних алгоритмів, тому що реалізація даних алгоритмів вимагає обертання відповідної матриці спостережень. У доповіді розглядаються питання спрощення реалізації багатокрокових алгоритмів, засновані на рекурентному обчисленні оберненої матриці, і підвищення їх обчислювальної стійкості при використанні ідеї регуляризації. Отримано рекурентні процедури, які відповідають різному способу організації обчислень (скидання застарілої інформації і включення нової). Наведено результати імітаційного моделювання, що свідчать про ефективність підходу, що розвивається.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМ ОДНОРАЗОВОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ

Рязанов А.М., andriy.301296@gmail.com,

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua

НУ "Львівська політехніка"

Особливістю сучасного інформаційного суспільства є використання множини програмного забезпечення для зберігання персональної інформації, що зумовлює необхідність створення засобів для забезпечення безпеки користувачьких даних. До таких засобів належать численні методи автентифікації користувачів [1]. Різноманітність систем, що їх використовують, створює ряд незручностей користувачам, оскільки передбачає проходження складної процедури автентифікації в кожній системі, шляхом введення автентичного запису. З метою спрощення процедури входу та підвищення надійності збереження користувачьких даних доцільно використовувати системи, що реалізують концепцію одноразової автентифікації.

Технологія одноразової автентифікації дозволяє користувачеві отримати доступ до множини систем без необхідності окремого проходження процедури входу, при умові, що користувач успішно пройшов початкову перевірку. Такий підхід значно спрощує та підвищує захищеність входження в інші системи, проте вимагає надійного способу автентифікації в батьківській системі, оскільки отримавши доступ до неї злоумисник автоматично отримує доступ до всіх інших систем, які використовує користувач. Для підвищення надійності таких систем зазвичай використовують гібридні методи багатфакторної автентифікації. З метою спрощення процедури автентифікації користувачів, у проєктованій системі, пропонується застосування штучної нейронної мережі, що надаватиме рекомендації із вдосконалення / спрощення використання багатфакторної автентифікації. Проведений аналіз предметної області показав, що для розв'язання поставленої задачі зазначена мережа повинна враховувати такі вхідні параметри: IP-адресу користувача, геолокаційні мітки, MAC-адресу, тип пристрою та його характеристики, операційну систему тощо.

Модель побудована на основі вище перелічених даних визначатиме пріоритет кожного параметру для окремого користувача та надаватиме рекомендації щодо схеми автентифікації.

Для подальшого проектування системи одноразової автентифікації було здійснено побудову множини діаграм у відповідності із об'єктно-орієнтованим підходом. Діаграма варіантів використання представлена на рис.1.

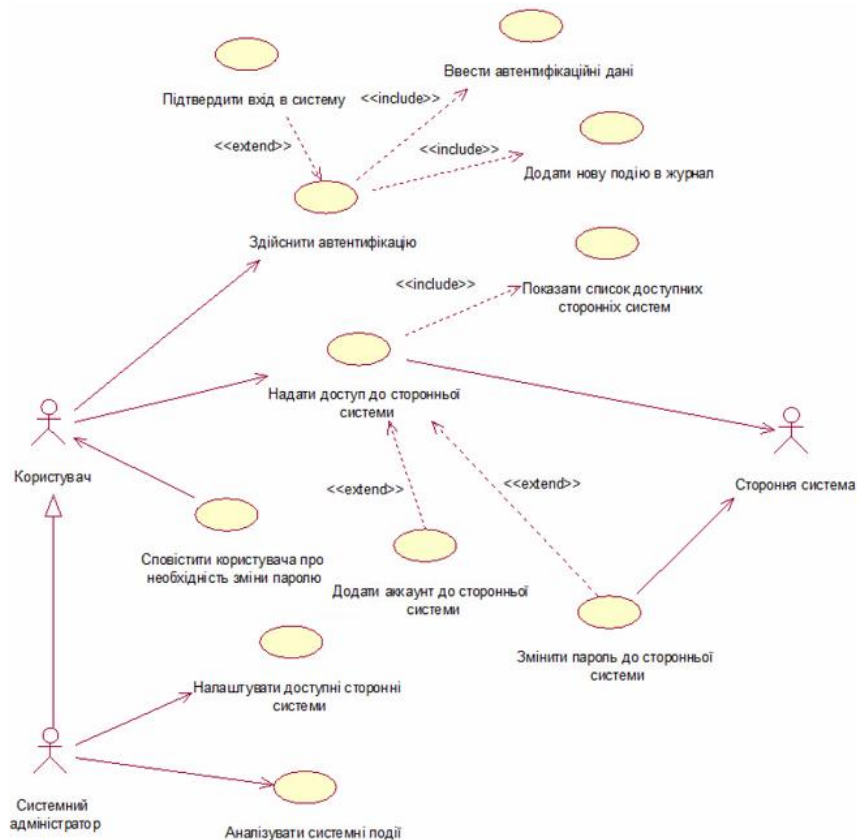


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що використання нейронної мережі при побудові системи одноразової автентифікації дозволить значно спростити процедуру автентифікації користувачів та підвищити рівень безпеки користувацьких даних.

Бібліографічні посилання

1. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность и защита информации/ В.Ф. Шаньгин – СПб.: ДМК Пресс, 2016. – 702 с.

РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ ЗА ГОЛОСОМ

Салата О.М., alexsalatafti@gmail.com

*Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут ім. Сікорського”*

Важливою частиною спілкування між людьми є можливість розпізнавати емоцію співрозмовника, а голос - один з основних носіїв інформації про емоції.

У задачах розпізнавання все актуальнішим стають алгоритми машинного навчання. Ці алгоритми можна з успіхом застосовувати для розпізнавання емоцій по голосу. На практиці найточніший результат дають метод опорних векторів або нейронна мережа.

Перед тим як будувати класифікатор, необхідно вилучити характеристики звукового сигналу які корелюють з емоціями. Один з найефективніших підходів - це застосування мел-частотно кепстральних коефіцієнтів (mfcc).

За допомогою перетворення Фур'є розраховується спектр сигналу:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)w(n)e^{-2\pi i k \frac{n}{N}}, k = 0, \dots, N-1,$$

де $w(n) = 0.53846 - 0.46164 * \cos(\frac{2\pi n}{N-1})$ – віконна функція Хеммінга. Вона потрібна щоб згладити звуковий сигнал, адже вхідний голосовий сигнал не періодичний та скінченний, тому у перетворенні Фур'є можуть виникнути ефекти витоку.

Відомо, що людина краще відрізняє зміну висоти звуку на низьких частотах аніж на високих, тому спектр сигналу розташовують на мел шкалі, що заснована на сприйнятті висоти звуку людським вухом. Для цього, спочатку застосовуються спеціальні трикутні фільтри:

$$U_m(k) = \begin{cases} 0, & k < f(m-1) \\ \frac{k-f(m-1)}{f(m)-f(m-1)}, & f(m-1) \leq k \leq f(m) \\ \frac{f(m+1)-k}{f(m+1)-f(m)}, & f(m) \leq k \leq f(m+1) \\ 0, & k > f(m+1) \end{cases}.$$

Після чого рахується логарифм суми добутку отриманих значень вагових коефіцієнтів на енергію спектру:

$$Y(m) = \log \left(\sum_{k=0}^{N-1} X(k)^2 U_m(k) \right), 0 \leq m \leq M.$$

Залишилось зробити коефіцієнти кепстральними, використаємо косинусне перетворення Фур'є:

$$Y(k) = \sum_{m=1}^M Y(m) \cos \left(\frac{k \left(m - \frac{1}{2} \right) \pi}{M} \right), k = 0, \dots, R,$$

де R- кількість коефіцієнтів. Як привило, беруться перші 12, однак практичні результати показали, що для розпізнавання емоцій, точність класифікатора вища з використанням 20 коефіцієнтів.

Класифікатор на основі нейронної мережі з використанням мел-частотно кепстральних коефіцієнтів дав наступні результати:

- Для бази даних RAVDES [1] точність обрання однієї з восьми емоцій становить 68 %.
- Для бази даних Емо-DB[2] точність обрання однієї з шести емоцій становить 79 %.

Отримана точність не гірша, а у багатьох випадках краща за методи, що використовуються в інших, найбільш відомих роботах з розпізнавання емоцій, при цьому, швидкість дозволяє класифікувати у реальному часі.

1. База даних RAVDES [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://smartlaboratory.org/ravdess/>
2. База даних Емо-DB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://emodb.bilderbar.info/docu/#home>

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ГНУЧКИХ ПРУЖНИХ ОБОЛОНКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Сафронова І.А., sagni@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розробка ефективних методів дослідження та обґрунтування адекватності математичних моделей задач механіки оболонок при великих переміщеннях належить до досить важливих задач механіки деформівного твердого тіла, оскільки такі конструкції широко використовуються в аерокосмічній, хімічній, нафтогазовій, приладобудівній та інших галузях [1]. За своїм функціональним призначенням такі оболонки мають, як правило, спеціальну і досить складну форму меридіану та великі переміщення. Розрахунок параметрів напружено-деформованого стану таких конструктивних елементів пов'язаний з необхідністю розв'язання нелінійних крайових задач для системи диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами [2].

У роботі проводиться комп'ютерне моделювання та порівняльний аналіз ефективності застосування ряду підходів для прискорення збіжності ітераційних алгоритмів розрахунку оболоноквих конструкцій. На відміну від традиційно прийнятої у таких випадках конструктивно-ортотропної моделі, розрахункова схема представляє собою оболонку обертання складної форми, стан якої подається повною системою технічної моментної теорії оболонок [1]. При цьому в рівняннях стану, у порівнянні з лінійною постановкою, враховуються нелінійні складові (другого порядку малості) кута повороту нормалі серединної поверхні та їх вплив на решту компонентів напружено-деформованого стану та зовнішнє навантаження [4]. Все це приводить до крайової задачі для системи нелінійних диференціальних рівнянь.

Розв'язування таких задач пропонується здійснювати методом послідовних наближень (за нульове наближення обирається розв'язок лінійної задачі) шляхом лінеаризації системи, де на кожному кроці наближень нелінійні складові долучаються, як до коефіцієнтів при невідомих (аналог методу змінних параметрів пружності), так і до складових

навантаження (аналог методу додаткових навантажень). Інтегрування отриманої лінеаризованої крайової задачі для системи звичайних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами здійснюється методом прогонки з ортогоналізацією за С. К. Годуновим.

Для прискорення збіжності ітераційного процесу в роботі пропонується застосування низки окремих підходів, що, зокрема, ґрунтуються на використанні апроксимації значень нелінійних складових рівнянь стану таких оболонок для кожного (деяких) наступних кроків ітераційного процесу методом імітаційного прогнозування [3], а також з використанням схеми Ейткена-Стеффенсона [4], модернізованого алгоритму метода Адамса, метода релаксації та ін. Проведений відповідний аналіз та наведені порівняння.

Підхід реалізовано у вигляді спеціально розробленого програмного продукту. Його апробація здійснена шляхом розв'язання досить широкого кола задач механіки. Це, зокрема, відшукування оптимальних параметрів динамометричної шайби, числові дослідження великих прогинів та вибору раціональних параметрів мембран синусоїдального профілю та гофрованих оболонок обертання, як компенсаторів переміщень та ін. У результаті чого проведено числовий експеримент з метою порівняльного аналізу ефективності застосовуваних методик прискорення збіжності.

Бібліографічні посилання

1. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов / Л. Е. Андреева. – М.:Машгиз, 1962. – 455 с.
2. Бидерман В. Л. Механика тонкостенных конструкций. Статика / В. Л. Бидерман. – М.:Машиностроение, 1977. – 488 с.
3. Bulakajev P. I. An algorithm for the prediction of search trajectory in nonlinear programming problems optimum design / P. I. Bulakajev, A. P. Dzjuba // Structural Optimization: Research Journal of Intern. Society of Struct. and Multidisciplinary Optimiz. (ISSMO, Germany). - Springer - Verlag. - 1997. - V.13. - №2,3. - P.199-202.
4. Шаманский В. Е. Методы решения краевых задач на ЭЦВМ / В. Е. Шаманский. Часть 2. – К.: Наукова думка, 1996. – 242 с.

МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ТРАНСФЕРУ ПАСАЖИРІВ ДО АЕРОПОРТУ

Северін Д.О., Михальчук Г.Й., Dima.dp.1997@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Перевезення займають значне місце у сучасній економіці. Задачі, пов'язані з плануванням маршрутів є всюди: як найшвидше доставити товари до замовників, як довести співробітників, які мешкають у різних кінцях містадо необхідних відділів підприємства тощо.

Одна із таких задач набуває популярності у сфері авіа-перевезень [1]. Авіа-компанія пропонує усім, хто купив квиток на рейс, скористатися безкоштовною послугою доставки до аеропорту у день вильоту. Кожен день диспетчер формує список пасажирів, що потребують доставки у аеропорт за певний час перед вильотом. Мета компанії – мінімізувати витрати на безкоштовну послугу доставки, дотримуючись ряду обмежень: клієнт має бути доставлений у аеропорт впродовж деякого часового вікна, одночасно машина може перевозити не більше чотирьох пасажирів. Кількість машин, що можуть бути орендовані, вважається необмеженою. Витрати компанії залежать від кількості одиниць транспорту та від відстані, що подолали орендовані автомобілі.

Суть запропонованого алгоритму полягає у двох етапах: генерації усіх можливих «кандидатів» маршрутів із заказів, які можуть бути доставлені одночасно, та вирішення задачі розбиття множин (Set-Partitioning) [2].

На першому етапі для кожного заказу створюється множина заказів, часові вікна яких перекриваються. Залежно від кількості пасажирів у заказі, можливі 4 випадки.

- 1) Заказ містить чотирьох пасажирів.
- 2) Заказ містить трьох пасажирів. Він доставляється до аеропорту окремо, або може бути поєднаний із кожним заказом з одним пасажиром з множини заказів, часові вікна яких перекриваються.

- 3) Заказ містить двох пасажирів. Заказ доставляється до аеропорту окремо від інших або поєднується іззаказом з одним пасажиром, іззаказом з двома пасажирями, із двома заказами з одним пасажиром.
- 4) Заказ містить одного пасажиря. Можливі сім варіантів об'єднання.

Для кожної комбінації заказів у маршруті розраховуються витрати і у якості найкращого можливого маршруту обирається послідовність з найменшою вартістю. Кожен із найкращих можливих маршрутів додається до множини «кандидатів», яка буде основою роботи другої частини алгоритму.

У другій частині алгоритму будується таблиця кандидатів, заказів (табл. 1) та вирішується задача Set-Partitioning, мінімізуючи сумарні витрати з використанням алгоритму Hill-Climbing.

Таблиця 1

	М-Т 1	М-Т 2	М-Т 3	М-Т 4	М-Т 5	М-Т 6	...	М-Т М
Заказ 1	1	1	1	0	0	0	...	0
Заказ 2	0	1	0	1	1	0	...	0
Заказ 3	0	0	0	0	1	1	...	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Заказ N	0	0	1	0	0	0	...	1
Вартість	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	...	c_m

Бібліографічні посилання

1. Dong G. An exact algorithm for vehicle routing and scheduling problem of free pickup and delivery service in flight ticket sales companies based on set-partitioning model / G. Dong, J. F. Tang, K. K. Lai, Y. Kong // Journal of Intelligent Manufacturing. – 2011. – Vol. 22. – № 5. – P. 789–799.
2. Diaby M. Linear programming formulation of the set partitioning problem / M. Diaby // International Journal of Operational Research, – 2010. – Vol. 8. – № 4. – P. 399–427.

НАЛАГОДЖУВАЧІ АСЕМБЛЕРНИХ ПРОГРАМ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИЩЕНОГО РЕЖИМУ

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Програмування мовою асемблера максимально збігається з розробкою програм на рівні машинного коду: одному оператору відповідає одна команда процесора. Специфіка програм мовою асемблера полягає в тому, що вони інтенсивно працюють з апаратними ресурсами комп'ютера. Для перевірки роботи програми необхідно стежити за вмістом певних регістрів і ділянок пам'яті, стеку, зміною адресів, відміток в регістрі прапорців та інше. Програмісту в цьому допомагають налагоджувачі (Debugger), які або інтегровані у мови високого рівня, або працюють автономно. Як підтверджує багаторічний досвід викладання мови асемблеру студентам різних спеціальностей, в середовищі реального режиму найбільш поширеним та зручним у використанні був 16-розрядний TurboDebugger (TD) фірми BorlandInternational. Але незважаючи на всі його переваги з методичної точки зору, в сучасних реаліях виконання програм у середовищі захищеного режиму вимагає переходу до відповідного програмного забезпечення. Вибір налагоджувача для перевірки роботи програм мовою асемблера для навчання студентів передбачає два аспекти: простота у вивченні і застосуванні та можливість отримати максимум інформації про хід виконання exe-файлу у зручній формі. Досить популярний налагоджувач OllyDbg відповідає цим вимогам, він є у відкритому доступі і поширений у використанні, що свідчить про його переваги. [1] Але є й недоліки: як виявилось на практиці, у багатьох випадках код програми у вікні CPU відображається не повністю, у скороченій формі, що значно ускладнює відстеження дій у покроковому режимі. Цей недолік не виявився у налагоджувача x96dbg, що має зручний інтерфейс і повністю відображає процес.

1. Системне програмування на макроасемблері MASM32. / Укл. Нестеренко С.О. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – 77 с.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР В ЗАДАЧАХ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА УМОВ НЕЧІТКО ЗАДАНИХ ДАНИХ

Семенов В.В., semenov.jr@gmail.com, Колєчкін В.О., vikpl@ukr.net

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Досить часто в прикладних задачах вхідні дані не можуть бути точно задані. Такі ситуації відображають суб'єктивність та недостатність інформації для постановки задачі, отже при нечітких умовах і критеріях прийняття рішень стає проблемним. При моделюванні реальних задач нечіткість виявляється у формі опису функцій і параметрів, від яких вони залежать. Нечіткі поняття дозволяють моделювати плавну, поступову зміну властивостей, а також невідомі функціональні залежності, що виражаються у вигляді якісних зв'язків. Зручним математичним інструментарієм, за допомогою якого описується і враховується подібного роду інформація, є теорія нечітких множин, запропонована в [1]. Новим теоретичним підходом для розв'язання важливих задач економіки, проектування складних систем, прийняття рішень в умовах невизначеності й ін. є застосування моделей і методів, що об'єднують багатокритеріальність альтернатив і різні комбінаторні властивості допустимої множини [2]. Розглядається багатокритеріальна задача комбінаторної оптимізації

$$Z(F, X) : \max \{ F(x) \mid x \in X \subset R^n \}, \quad F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x)), \quad f_i : R^n \rightarrow R, i \in N_l,$$

$X = \text{vert } \Pi(A) \cap D \neq \emptyset$, $\Pi(A) = \text{conv } A_{nk}(A)$, де $A_{nk}(A)$ – комбінаторна множина розміщень, $D \subset R^n$ – опуклий многогранник. На множині X задана нечітка підмножина $\tilde{X} = \{x, \mu_{\tilde{X}}(x)\}$, де $x \in X$, а $\mu_{\tilde{X}}(x) : X \rightarrow [0, 1]$ – функція належності множині $\tilde{X}$. Під максимізацією будемо розуміти вибір нечіткої підмножини $\tilde{R}$ з нечіткої множини $\tilde{X}$, якій відповідає найбільше значення, як векторної функції F , так і функції належності $\mu_{\tilde{X}}(x)$ нечіткій множині альтернатив. Ці альтернативи в задачах багатокритеріальної оптимізації називаються ефективними (оптимальними за Парето), слабо ефективними (за

Слейтером), строго ефективними (за Смейлом).

В результаті проведеного дослідження векторної комбінаторної задачі, що ґрунтується на використанні інформації про опуклу оболонку допустимої області [3], вивченні властивостей многогранника, вершини якого визначає нечітко задана комбінаторна множина розміщень, розроблено і обґрунтовано алгоритм розв’язання складної багатокритеріальної задачі на зазначеній комбінаторній множині. Використання структурних властивостей комбінаторних многогранників дає можливість створювати ефективні алгоритми розв’язання нових класів векторних задач комбінаторної оптимізації за умов нечітко заданих даних [4].

Бібліографічні посилання

1. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Inform. and Control. – 1965. – 8. – P. 338–353
2. Семенова Н.В., Колечкина Л.М. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв’язання. – К.: Наук. думка, 2009. – 266 с.
3. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В., Пичугина О.С. Евклидовы комбинаторные конфигурации. – Харьков: Константа, 2017. – 404 с.
4. Семенова Н.В., Колечкина Л.Н., Нагорная А.Н. Векторные задачи оптимизации с линейными критериями на нечетко заданном комбинаторном множестве альтернатив // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – № 2. – С. 77 – 87.

ПРОТОКОЛИ СТАНУ КАНАЛІВ

Сірик С.Ф., siryk600@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для обслуговування великих мереж використовують протоколи маршрутизації, яким дали назву протоколи стану каналів. В основу роботи протоколів стану каналів покладено алгоритм переваги найкоротшого шляху. Робота даного алгоритму базується на наступних правилах, при яких кожен маршрутизатор мережі повинен:

1. при включення до мережі отримати інформацію про своїх сусідів;
2. з'ясувати стан каналів до кожного з сусідів;
3. підготувати пакет-повідомлення з отриманою інформацією;
4. розіслати цей пакет усім сусідам;
5. побудувати дерево найкоротших відстаней до всіх інших маршрутизаторів.

Виконуючи такий алгоритм дій, маршрутизатор

- збирає всю інформацію про топологію мережі;
- вимірює метрики каналів, що з'єднують власні фізичні інтерфейси з сусідами;
- обчислює з використанням алгоритму Дейкстри найкоротші шляхи до всіх інших вузлів, вносить отримані результати до таблиці маршрутизації.

Протоколи стану каналу вибагливі до ресурсів маршрутизаторів ніж протоколи вектора відстаней. І тому в основу роботи покладено алгоритм переваги найкоротшого шляху.

Література

1. Graig Zacker. Upgraging & Troubleshooting Networks: The Complete. 2015.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАХИЩЕНОГО З'ЄДНАННЯ ЗА ПРОТОКОЛОМ HTTP ЗАСОБАМИ CRYPTO API

Сірик С.Ф., siryk600@gmail.com, **Прокопенко І.О., Ясько М.М.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Пошуки ефективного застосування технології Crypto Api (Application Programming Interface) поширюються не тільки на фінансовий сектор і все, що з ним пов'язано, але і на такі сфери, як розподілене зберігання даних, наприклад для того, щоб перевірити, що дані не підроблені третьою стороною, якщо інформація зберігається на відкритому ресурсі, підпис згенеровано за допомогою паролю та дозволяє особам, які знають пароль з'ясувати чи мають вони справу з оригінальними значеннями чи ні. Не зважаючи на досить високу ефективність і популярність, проблеми з традиційними, тобто централізованими, сховищами, як і раніше, існують.

У поданій роботі представлена розробка системи збереження даних з використанням технології Crypto Api, проаналізована існуюча система збереження даних, запропоновано алгоритм консенсусу даних в розподілених системах. Та спроектовано систему, яка підтримує розроблений алгоритм та реалізацію підсистеми розподіленого збереження даних.

Робота складалась з таких етапів: розглянуті будова, можливості та базові функції Crypto Api, описана реалізація протоколів шифрування та дешифрування на прикладі реалізації захищеного з'єднання за протоколом http засобами Crypto Api.

Література

1. What is an API? (Application Programming Interface) [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api>.

МОДЕЛЮВАННЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ТЕЧІЙ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ ПО ПОВЕРХНІ ТВЕРДОГО ТІЛА

Скрипник В.Г., Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розглядається задача про течію в'язкопластичної рідини по поверхні конуса під дією сили тяжіння. Припускається, що вісь тіла розташована під деяким кутом до вертикалі, а плівка рідини стікає від його вершини вниз. Для опису течії рідкої плівки приймається модель в'язкої нестисливої рідини, яка базується на рівняннях імпульсу і нерозривності. За крайові умови беруться умови «прилипання» на поверхні твердого тіла, а також умови неперервності напружень і нормальної складової вектора швидкості – на поверхні, що розділяє рідину і газ. Для замикання системи рівнянь використовується реологічна модель в'язкопластичної рідини Шведова-Бінгама.

Для спрощення системи вихідної диференціальних рівнянь застосовується метод малого параметра, в якості якого обрано відносну товщину плівки $\varepsilon = h_0 / l_0$ (h_0, l_0 – характерні поперечний і поздовжній розміри). Припускається, що число Рейнольдса Re має порядок одиниці. Розв'язок рівнянь нерозривності і руху (з урахуванням головних членів розкладання) отримано в аналітичному вигляді. Невідома відносна товщина плівки F визначається в результаті розв'язання крайової задачі:

$$\varphi_1 \frac{\partial F}{\partial \xi} + \frac{\varphi_2}{r_w} \frac{\partial F}{\partial \eta} + \frac{1}{3} \varphi_3 F + \bar{S} \left(\frac{1}{2} \varphi_5 - \frac{1}{3} \varphi_3 \right) = 0,$$

$$F(1, \eta) = 1, \quad F(\xi, \eta_p) = F_0(\xi),$$

де $r_w = \xi(\theta'^2 + \sin^2 \theta)^{0.5}$, $\varphi_i(\eta)$ – відомі функції, які залежать від фізичних і геометричних параметрів, $\bar{S}$ – параметр пластичності. Для розрахунку невідомої товщини рідкої плівки використовувався скінченно-різницеий метод. Проведені параметричні розрахунки течій рідкої плівки по поверхні конічних тіл з різними поперечними перерізами. Проаналізовано вплив параметра пластичності на профілі швидкості і розподіли товщини плівки та в'язкого шару по поверхні тіла.

IMPLEMENTATION OF MULTIPLAYER PROJECT WITH VOICE-ACTIVATED CONTROL

Sluhin M.D., slugin.m@i.ua, **Sidorova M.G.**, sidorova.m.g@gmail.com
Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

In recent years, the popularity of multi-user projects is considerably increasing. This is associated with the affordability of personal computers and laptops for population and significant improvement of Internet connection. Currently, the market of multiplayer games is very perspective and profitable.

Thus, the purpose of this work is the creation of multiplayer (up to four players) "quest" category game, which shall include the network online-connection, as well voice-activated control in specific parts of game process.

Unity Platform provides powerful capabilities for the development of 3D graphics games. In particular, the work provides for the creation of three-dimensional scenes model, various visual effects using particle system. Moreover, the path searching system on the scene is implemented for non-player characters and the resources of the application are automatically loaded from remote server separately from game client application downloading.

The work implements the voice-activated control system with the use of system libraries capabilities provided in Windows 10 operating system. User's speech recognition is performed from a preliminary created vocabulary. The system provides good recognition and is capable to adapt to any quality of voice. The possibility of recognition of words not belonging to English or any other vocabulary, i.e. invented words, is also a characteristic feature and advantage.

The work also provides for the implementation of client-server networking thanks to high-level uNet wrapper. One of the players takes the role of both the server and the client; the creation of separate dedicated server is not required.

In the course of work, the software with the use of following technologies has been developed: C# language and Visual Studio environment – for independent objects' components; Unity – games development environment; Unity Engine. Windows. Speech library for speech recognition; Unity Engine. Networking library for networking.

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ОБРОБКИ МУЗИЧНОЇ АУДІОІНФОРМАЦІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЯКОСТІ

Сорокіна А.І., Сердюк М.Є.

prostotak.nastya@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Можливість створювати аудіозаписи зробила багатьох людей нерозлучними з музикою різноманітних стилів і різноманітної якості. Необхідність створення простого в користуванні мобільного додатку з покращення якості музичної аудіоінформації є беззаперечною з огляду на сучасні тенденції розвитку пісенної творчості в Україні, адже на підвищення якості аудіозаписів щодня тільки підвищується попит, на відміну від пропозиції.

Метою роботи є створення мобільного програмного забезпечення, функціональними можливостями якого є запис, відтворення й цифрова обробка аудіозапису. До основних функцій цифрової обробки аудіозапису можна віднести обрізку треку, зменшення шуму та ритмічну корекцію.

Основні необхідні можливості такого додатку, реалізовані й не реалізовані в наявних на ринку аналогах, наступні: запис аудіоінформації, обрізка треку, конвертація між аудіоформатами, стискання аудіофайлу, поєднання (мікшування) декількох треків в один, зміна гучності треку, зміна швидкості треку, частотний аналіз аудіозаписів, зменшення шуму, усереднення рівня гучності, фрагментарна корекція ритмічних недоліків тощо [2].

Звукова хвиля в деякій точці може бути однозначно представлена графіком залежності зміни тиску (або іншої вимірюваної величини), що створюється звуковою хвилею, від часу [3]. Простим видом звукових коливань є синусоїдальні (або гармонічні) коливання. Звукові сигнали складнішого виду можна характеризувати спектром, тобто набором синусоїдальних звукових хвиль, в результаті накладення яких утворюється результуюча звукова хвиля, співпадаюча з початковою.

Для переходу до спектрального уявлення використовується перетворення Фур'є [3]:

$$\hat{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-ix\omega} dx.$$

Сигналограма може бути представлена в дискретному вигляді як послідовність значень амплітуд [2]. При переході до спектру сигнал характеризується набором амплітуд (і фаз) відповідних гармонік.

Набір амплітудно-часових і спектральних характеристик аудіозапису і надає змогу для подальшого його аналізу та фрагментарної обробки.

Реалізовано перший етап програмного додатку для покращення якості музичних аудіозаписів, мовою розробки якого обрано Java [1]. Java Sound API надає доступ до аудіофайлу у вигляді масиву байт, тобто це гнучкий і зручний спосіб проводити будь-які вищеперераховані маніпуляції зі звуком. Розроблений нами додаток на пристрої з Android version 8.1.0 запускається, створює та відтворює аудіозаписи швидко й коректно. В подальшому передбачається допрацювання інтерфейсу, розширення функціональних можливостей обробки звуку (розробка можливості зменшення шуму, ритмічної корекції, мікшування треків), а також дослідження й покращення алгоритмів кодування сигналу.

Список використаної літератури

1. To Build an Android App, You Need to Learn These 7 Programming Languages [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.makeuseof.com/tag/build-android-app-programming-languages>
2. Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маципура В. Т.. Основи акустики. – К: Наукова думка, 2007. – 640 с.
3. Радзишевський Олександр Юрійович. Основи аналогового й цифрового звуку. – М.: Вільямс, 2006. – С. 288.

ПРО ЗНАХОДЖЕННЯ ВСІХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ ПРО p -МЕДІАНУ

Стасюк¹ Т.Р., Стецюк^{1,2} П.І., Хом'як² О.М.

tetyana.stasyuk77@gmail.com

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Задача про p -медіану полягає в наступному. Нехай задано множину вершин графа $N = \{1, \dots, n\}$. Величини d_{ij} , $i, j \in N$ є цілими числами, такими, що $d_{ii} = 0$, і задають матрицю відстаней графа (d_{ij} – відстань між вершинами i та j). Необхідно вибрати не більше p медіанних вершин так, щоб сумарна відстань від медіанних до прикріплених до них вершин була мінімальною.

Задача про p -медіану формулюється у вигляді задачі лінійного цілочислового (булевого) програмування [1]:

$$d^* = d(x^*) = \min_x \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

за обмежень

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j \in N, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ii} = p, \quad (3)$$

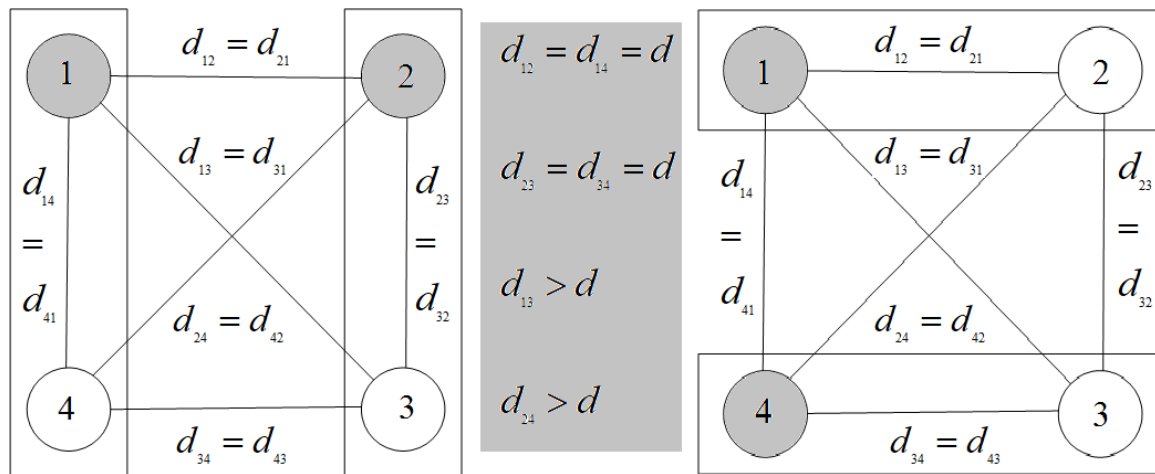
$$x_{ij} \leq x_{ii}, \quad i, j \in N, \quad (4)$$

$$x_{ij} = 0 \vee 1, \quad i, j \in N. \quad (5)$$

Тут цільова функція (1) задає сумарну відстань від вибраних вершин до p -медіанних вершин, де булева змінна $x_{ij} = 1$ тільки тоді, коли $x_{ii} = 1$, тобто вершини прикріплюються саме до медіанних вершин (задається умовами (4)). Обмеження (2) забезпечує виконання умови, що будь-яка вершина j прикріплена лише до однієї вершини i , а обмеження (3) гарантує існування саме p медіанних вершин.

Задача (1)–(5) може мати багато розв'язків. Так, наприклад, при $p = 2$ задача має 12 розв'язків для графа з чотирма вершинами, відстані між якими

задовільняють умовам, які наведені на затемненій області рисунка. Два з цих розв'язків наведено на рисунку: ліворуч наведено розв'язок $x_{11}^* = x_{14}^* = 1$, $x_{22}^* = x_{23}^* = 1$, а праворуч – розв'язок $x_{11}^* = x_{12}^* = 1$, $x_{44}^* = x_{43}^* = 1$.



Для того, щоб знайти усі розв'язки задачі (1)–(5), можна використовувати алгоритм [2], що полягає у послідовному доповненні задачі (1)–(5) додатковими лінійними обмеженнями, які роблять неможливими уже знайдені розв'язки. Додаткове обмеження має вигляд

$$2 \sum_{i,j: x_{ij}^*=1} d_{ij} x_{ij} \leq 2d^* - 1 \quad (6)$$

та відсікає той із розв'язків, за яким проводиться сумування в формулі (6). Критерієм зупинки алгоритму є умова $d_k^* > d^*$, де d_k^* – мінімальне значення цільової функції в задачі (1)–(5), доповненої k обмеженнями вигляду (6).

Алгоритм реалізовано на мові моделювання AMPL. Його перевірено на ряді тестових прикладів, де для розв'язання задач лінійного булевого програмування використовувалась відома програма gurobi.

Список літератури

1. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978, 432 с.
2. Стецюк П.І., Слабоспицька О.О., Ушакова О.О. Максимальні незалежні множини вершин графа та їх застосування в керуванні проектами // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: РВВ ДНУ, 2016. – Вип. 16. – С. 151–162.

ВИКОРИСТАННЯ r -АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОБУДОВИ АЕРОДИНАМІЧНОГО ПРОФІЛЮ З КУБІЧНОЮ КРИВИНОЮ

Стецюк¹ П.І., Ткаченко² О.В., Ульянова² К.С.

stetsyukp@gmail.com

¹Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

²Державне підприємство "Івченко-Прогрес"

Задача. Потрібно так з'єднати точки (x_1, y_1) та (x_2, y_2) кривою лінією в натуральній параметризації, де кривина має кубічну залежність від довжини дуги $k(s) = as^3 + bs^2 + cs + d$, щоб забезпечити в точках задані значення кутів нахилу дотичних φ_1 , φ_2 та значення кривин k_1 , k_2 .

Знаходженню параметрів кривини a , b , c , d та S – довжини кривої відповідає система нелінійних рівнянь:

$$x_2 = x_1 + \int_0^S \cos \left(\varphi_1 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \times s \right) ds, \quad (1)$$

$$y_2 = y_1 + \int_0^S \sin \left(\varphi_1 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \times s \right) ds, \quad (2)$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{aS^4}{4} + \frac{bS^3}{3} + \frac{cS^2}{2} + d \times S, \quad (3)$$

$$k_1 = d, \quad (4)$$

$$k_2 = aS^3 + bS^2 + cS + d. \quad (5)$$

Тут рівняння (1) та (2) зв'язують між собою точки (x_1, y_1) та (x_2, y_2) . Рівняння (3) забезпечує потрібний кут φ_2 в другій точці (x_2, y_2) , який визначається за заданим кутом φ_1 в першій точці (x_1, y_1) . Рівняння (4) та (5) задають значення кривин k_1 та k_2 у першій та другій точках.

Функції нев'язок для системи (1)–(5) мають вигляд

$$f_1(a, b, c, d, S) = x_2 - x_1 - \int_0^S \cos \left(\varphi_1 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \times s \right) ds, \quad (1a)$$

$$f_2(a, b, c, d, S) = y_2 - y_1 - \int_0^S \sin \left(\varphi_1 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \times s \right) ds, \quad (2a)$$

$$f_3(a, b, c, d, S) = \varphi_2 - \varphi_1 - \frac{aS^4}{4} - \frac{bS^3}{3} - \frac{cS^2}{2} - d \times S, \quad (3a)$$

$$f_4(d) = k_1 - d, \quad (4a)$$

$$f_5(a, b, c, d, S) = k_2 - aS^3 - bS^2 - cS - d. \quad (5a)$$

Задача мінімізації нев'язок системи (1)–(5) має вигляд:

знайти

$$f^* = f(a^*, b^*, c^*, d^*, S^*) = \min_{a, b, c, d, S} f(a, b, c, d, S) = \sum_{i=1}^5 |f_i(a, b, c, d, S)| \quad (6)$$

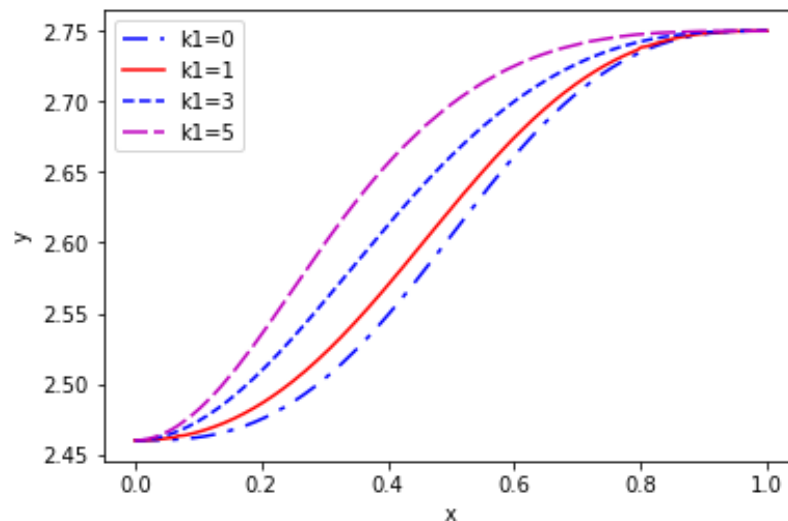
при обмеженні

$$S \geq \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}. \quad (7)$$

Якщо отримуємо $f^* = 0$, то a^*, b^*, c^*, d^*, S^* є розв'язком системи (1)–(5).

Алгоритм розв'язання задачі (6)–(7) реалізований мовою Octave за допомогою octave-функції `ralgb5a` [1]. Він використовує аналітичний спосіб обчислення узагальнених градієнтів цільової функції (6) та метод трапецій для обчислення інтегралів в формулі (1a) та формулі (2a).

Алгоритм перевірений на ряді задач для побудови геометричної моделі сопла Лавалю з центральним тілом. На рисунку наведено вигляд фрагменту зовнішнього контура сопла в надзвуковій області для різних значень k_1 .



Список літератури

1. **Стецюк П.І.** Комп'ютерна програма "Octave-програма `ralgb5a`: $r(\alpha)$ -алгоритм з адаптивним кроком". Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 85010. Україна. Міністерство освіти і науки. Державний департамент інтелектуальної власності. Дата реєстрації 29.01.2019.

PACKING ELLIPSES IN ADDITIVE MANUFACTURING

Stoyan Y., Romanova T., Pankratov A.

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

Institute for Mechanical Engineering Problems of the National

Academy of Sciences of Ukraine,

Department of Mathematical Modelling and Optimal Design

A new optimization packing problem for ellipses is considered. In contrast to known packing problems, the number of continuously rotated and translated ellipses, their sizes and placement parameters are unknown and have to be defined taking into account the rigorous technological restrictions on ellipses sizes. Minimum allowable distances between each pair of ellipses are given agreed with the 3D printing norms (see, e.g. [1]). Ellipses have to be packed into a disconnected polygonal domain maximizing the packing factor.

To describe analytically the placement constraints new tools of mathematical modelling in the form of normalized phi-functions and quasi phi-functions are proposed. The packing problem is stated in the form of MIP model. The latter is then equivalently reduced to a sequence of independent nonlinear programming problems. An efficient solution algorithm is proposed. This algorithm combines constructing feasible starting points with clever local optimization procedure.

We apply this packing problem to the part topology preparation for direct support-free production in SLM (see, e.g. [2]). The optimized topology of the part solved by the proposed technique indicates that the resulting geometry of the part is not sensitive to the direction of additive manufacturing, and does not require so-called supports. In addition, the maximum mechanical stresses are lower than those for the original and alternative geometries.

- [1] Lachmayer, R.; Lippert, R. B. (2017). Additive manufacturing quantifiziert (Visionäre Anwendungen und Stand der Technik), 215. Springer Vieweg Verlag.. Berlin.
- [2] Leary, M., Mazur, M., Elambasseril, J., McMillan, M., Chirent, Th., Sun, Y., Qian, M., Easton, M., Brandt, M. (2016). Selective laser melting (SLM) of AlSi12Mg lattice structures. *Mater. Des.*, 98, 344–357.

ПРО СИМЕТРІЮ КОМБІНАТОРНИХ МНОЖИН, ЯКІ МАЮТЬ РІЗНЕ ВПОРЯДКУВАННЯ

Тимофієва Н.К., TymNad@gmail.com
МННЦ ІТiС НАН та МОН України

Вступ. Розглядається симетрія комбінаторних множин одного типу але різних впорядкувань. Показано, що вона характерна як для одного і того ж впорядкування, так і для різних.

Постановка задачі. Для різних впорядкувань комбінаторних конфігурацій певного типу проводиться аналіз на встановлення симетрії комбінаторних множин.

Підхід, що пропонується. Аналіз множин комбінаторних конфігурацій різних впорядкувань одного і того ж типу дозволяє виявити та встановити впорядкування, які є симетричними. Для цього уводиться означення симетрії комбінаторної конфігурації та комбінаторної множини.

Основна частина. Множини комбінаторних конфігурацій можуть бути упорядковані або за строгими правилами або хаотично. Існує скінченне число цих множин, упорядкованих за певними правилами. Значна їхня частина – структурована. Як в одній множині так і в різних розміщення в них комбінаторних конфігурацій може бути симетричне.

Розглянемо симетрію комбінаторних конфігурацій $w \in W$, симетричне розміщення $w \in W$ в одній і тій же комбінаторній множині та симетрію комбінаторних множин з різними впорядкуваннями; W – комбінаторна множина.

Комбінаторну конфігурацію подамо упорядкованою послідовністю, для якої існує її симетрична. Вважатимемо, що $w \in W$ симетрична, якщо вона збігається сама з собою при русі без деформацій. Уведемо таке означення [1, 2].

Означення 1. Для комбінаторної конфігурації одного і того ж типу $w = (w_1, \dots, w_n)$ існує $\tilde{w} = (\tilde{w}_1, \dots, \tilde{w}_1)$, яка симетрична $w \in W$.

Для перестановки $w = (1, 2, \dots, n-1, n)$ симетричною є $\tilde{w} = (n, n-1, \dots, 2, 1)$.

Розглянемо комбінаторні множини, у яких симетрія проявляється внаслідок симетричних комбінаторних конфігурацій.

Лема 1. Симетричні перестановки $w \in W$ та $\tilde{w} \in W$ належать одній множині W .

Лема 2. Якщо множина W упорядкована підмножинами W_η , то попарно симетричні комбінаторні конфігурації належать різним множинам, які мають різне впорядкування. Тобто якщо для $w \in W$ симетрична $\tilde{w} \in \tilde{W}$, то W та $\tilde{W}$ мають різне впорядкування.

Доведення лем 1 і 2 наведено у [2].

Приклад 1. Для підмножини $W_\eta \subset W$ при $n = 6$, $\eta = 2$ неупорядкованого розбиття натурального числа $W_\eta = (1, 5; 2, 4; 3, 3)$, симетричною є підмножина $\tilde{W}_\eta = (3, 3; 4, 2; 5, 1)$, яка належить множині $\tilde{W}$.

Симетрія комбінаторної множини, яка впорядкована підмножинами $W_\eta \subset W$, визначається за кількістю в $W_\eta \subset W$ комбінаторних конфігурацій, числові значення яких утворюють послідовність, якій характерна точна або наближена симетрія. Числа в цій послідовності збільшуються до найбільшого з них, а потім зменшуються (або зменшуються до найменшого, а потім збільшуються).

Означення 2. Під симетрією комбінаторної множини, впорядкованою $W_\eta \subset W$, розуміємо таку її структуру, при якій числові значення кількості комбінаторних конфігурацій у $W_\eta \subset W$ утворюють скінченну послідовність чисел, яка характеризується точною або наближеною симетрією.

Бібліографічні посилання

1. Тимофієва Н.К. Про симетрію комбінаторних множин. / УСМ. – 2017. № 1. – С.3-16.
2. Тимофеева Н.К. О моделировании симметрии в комбинаторной оптимизации. / Проблемы управления и информатики. – 2018, № 3. – С. 15-27.

ПРО МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ

Ткачук Л.С., tkachuk96@gmail.com, **Божуха Л.М.**, bozhukha.li@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Однією з основних проблем в роботі систем автоматичного розпізнавання мови є об'єктивне кількісне оцінювання результатів розпізнавання, що має важливе значення як для розробників, так і для кінцевих користувачів системи.

Припустимо, що S – заміна, D – вставка, I – видалення, T – кількість слів у фразі, що розпізнається.

Існує декілька показників якості розпізнавання[1]:

- 1) WRR (Word RecognitionRate) – основний показник якості розпізнавання – точність розпізнавання, яка визначається як відсоток правильно розпізнаних слів чи навпаки, неправильно розпізнаних слів WER (Word ErrorRate):

$$WER = (S + D + I) / T, \quad WRR = 1 - WER.$$

- 2) SER (SentenceErrorRate) – показник помилок розпізнавання фраз/речень.
- 3) WCR (Word CorrectlyRecognized) – відсоток коректно розпізнаних слів, який не враховує помилкові вставки слів, які зроблені системою:

$$WCR = H / T \cdot 100\%,$$

де H – кількість правильно розпізнаних слів.

- 4) WER(Inflexional Word Error Rate) – флективна помилка розпізнавання речі:

$$IWER = \frac{S_{hard} \cdot C_{hard} + S_{soft} \cdot C_{soft} + D + I}{T},$$

$$C_{soft} < C_{hard}, C_{hard} \geq 1, 0 \leq C_{soft} < 1$$

де

S_{hard} – кількість грубих помилок,

C_{hard} – вага невірних заміни, котрі призводять до заміни лексеми слова,

S_{soft} – кількість негрубих помилок,

C_{soft} – вага слів, в яких вірно розпізнана лише основа слова.

5) WWER(Weighted Word ErrorRate) – зважений показник неправильно розпізнаних слів:

$$WWER = (V_s + V_D + V_I) / V_T,$$

$$V_T = \sum_{W_i \in T} v_{W_i}, V_I = \sum_{\widehat{W}_i \in T} v_{\widehat{W}_i}, V_D = \sum_{W_i \in D} v_{W_i}, V_S = \sum_{S_j \in T} v_{S_j},$$

$$v_{S_j} = \max \left(\sum_{\widehat{W}_i \in S_j} v_{\widehat{W}_i}, \sum_{W_i \in S_j} v_{W_i} \right)$$

де

v_{W_i} – вага слова W_i , котре являється i -м у вхідній фразі,

$v_{\widehat{W}_i}$ – вага слова $\widehat{W}_i$, i -м в гіпотезі розпізнавання,

S_j – j -й замінений фрагмент,

v_{S_j} – вага даного фрагменту S_j .

Кожен з методів має своє призначення та використовується в різних системах.

Бібліографічні посилання

Hruz M., Campr P., Dikici E., Kindirouglu A., Krnoul Z., Ronzhin Al., Sak H., Schorno D., Akarun L., Aran O., Karpov A., Saraclar M., Zelezny M. Automatic fingersign to speech translation system // J. on Multimodal User Interfaces. – 2011. – Vol. 4, N 2. – P. 61-79.

ДИНАМІЧНА АУТЕНТИФІКАЦІЯ НА ОСНОВІ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Токар О.О., Наконечна Т.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

З кожним днем проблеми, пов'язані із захистом інформації, стають все більш актуальними. Основу системи інформаційної безпеки утворюють засоби ідентифікації користувачів і управління їх доступом до корпоративних інформаційних ресурсів.

На сьогоднішній день досить популярними є рішення, які використовують для ідентифікації різні матеріальні носії - смарт-карти, токени, «таблетки» Touch Memory (iButton). Однак недолік даних підходів полягає в тому, що при втраті матеріального носія користувач може не тільки втратити доступ до даних але і самі дані також.

Ідентифікація людини за персональними характеристиками, що називається біометрією, успішно використовувалася задовго до появи комп'ютерних технологій. Біометричні системи контролю доступу на даний час ґрунтуються на зчитуванні і порівнянні даних фізіологічного або поведінкового характеру людини. На сьогоднішній день більшість розробок в рамках біометрії потребують спеціального дорогого обладнання. З огляду на дані обмеження біометрія не отримала заслуженого визнання і є мало поширеною.

Однак є можливість зробити більш доступними і спростити існуючі підходи в побудові вищеописаних систем. Така біометрія буде використовувати лише найпоширеніше обладнання, таке як клавіатура і мишка. Біометрична система складатиметься тільки з програмного забезпечення, здатного функціонувати на більшості комп'ютерів і працювати швидко і непомітно для користувача.

Існує багато додатків, які працюють в невидимому для користувача режимі і стежать за активністю клавіатури, щоб здійснювати будь-які дії. Технологія, яка дозволяє стежити за клавіатурними введеннями користувача,

незалежно від того яким додатком він в даний момент користується, називається системними хуками (system hooks).

Нижче наведені основні поняття і концепції даної технології:

- системні хуки дозволяють встановити спеціальну функцію відклику, яка дозволяє перехоплювати певні посилання в системі Windows (наприклад, посилання клавіатури або миші);

- локальний системний хук - це системний хук, який викликається тільки, коли певне посилання було надіслано конкретним потоком;

- глобальний системний хук - це системний хук, який викликається, коли певне посилання було надіслано незалежно від потоку.

На базі даної технології була написана бібліотека, що реалізує наступну функціональність:

- стеження за всіма клавіатурними введеннями користувача незалежно від активної в даний момент програми;

- повідомлення іншим компонентам про активність клавіатури в реальному часі;

- збереження введення в форматі XML на жорсткому диску;

- перетворення даних в зручний для навчання нейронної мережі формат.

Вся робота була проведена на Visual Studio 2017 року на мові C#. Отримана бібліотека ідеально підходить для збору даних про клавіатурні активності користувача і їх збереження.

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ СЕМАНТИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ ТЕКСТІВ

Токарський В.В., tokarsky.v@gmail.com,

Луценко О.П., lutsenkoolegp@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Люди продукують велику кількість різноманітної інформації. Більша частина цієї інформації є доступною (через інтернет) і представлена у вигляді тексту. У зв'язку з великими об'ємами даних необхідні методи для їх автоматичного аналізу та вилучення корисних відомостей.

Можливість визначати семантичну близькість між текстами дозволить автоматично виділити унікальну інформацію і позбавити данні від повторів та перефразувань. Також вона може бути корисна при класифікації або кластеризації текстів.

Існує ряд методів, які дозволяють оцінити семантичну подібність текстів. Найбільш ефективними є методи, засновані на комбінування векторних представлень слів (word embedding). Ці методи вони не потребують, щоб набір текстів був заздалегідь визначений.

Варіаційне автокодування (Variational Auto Encoder) дозволяє знизити розмірність вхідних даних при мінімальних втратах інформації. Це дає можливість більш просто та точно порівнювати закодовані тексти.

Суть підходу в тому, що векторні представлення слів даного тексту об'єднуються в матрицю і подаються на вхід кодувальника. На виході отримуємо компактне (стиснене) представлення цієї матриці у вигляді вектору. Між векторами, отриманими для декількох текстів, можна розрахувати відстань і прийняти її за міру подібності між текстами.

Сіамські нейронні мережі з довгостроковою пам'яттю (SiameseManhattanLSTM) мають гарну ефективність в задачах, пов'язаних із порівнянням об'єктів. нейронні мережі з довгостроковою пам'яттю добре підходять для обробки послідовностей (наприклад, текстових).

На вхід сіамської нейронної мережі подається два тексти (представлених у вигляді послідовності векторних представлень слів). За

допомогою нейронної мережі виконується агрегація кожної послідовності, після чого отримується два вектори. Між цими векторами розраховується манхетенська відстань та потім значення експоненти для неї. Отриманий результат приймається за міру близькості текстів.

Кодування речень (Sentence encoders) засноване на нейронних мережах, які розраховують векторні представлення для речень.

Навчати подібні моделі досить дорого з точки зору розрахункових ресурсів, але існують загальнодоступні натреновані моделі. Наприклад, InferSent – модель від Facebook, яку побудовано на основі архітектури BiLSTM; GoogleSentenceEncoder – модель від Google, що використовує архітектуру DeepAveragingNetwork (DAN).

Суть методу в тому, щоб закодувати речення, використовуючи кодувальник, а далі розрахувати відстань між отриманими векторами, яка і буде прийматися за міру подібності. В якості міри відстані можна використовувати косинусну відстань, евклідову відстань, манхетенську відстань.

Кодування речень є найбільш оптимальним підходом у разі, якщо розрахункові потужності обмежені або немає достатнього набору даних для тренування. Моделі попередньо натреновані на великих наборах даних, завдяки чому демонструють гарну точність на більшості текстів.

Саме тому даний підхід був обраний за основу для реалізації програмної системи оцінки семантичної подібності текстів.

Література

1. Mikolov T., Corrado G., Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space / Google Inc., Mountain View, CA.
2. Bojanowski P., Grave E., Joulin A., Mikolov T. Enriching Word Vectors with Subword Information / Facebook AI Research.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГНОЗНИХ ЗНАЧЕНЬ В ПРОМІЖНИХ ТОЧКАХ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ХАОТИЧНИХ РЯДІВ НА БАГАТО КРОКІВ ВПЕРЕД

Турчина В.А., Березін В.В., brzvalentin1997@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Широка поширеність хаотичних систем в природі, техніці та соціумі обумовлює необхідність отримання прогнозу для тимчасових рядів, що породжуються такого роду системами, а саме хаотичних часових рядів. Тут слід зазначити, що якщо для завдання прогнозування такого роду рядів на один крок вперед в літературі вельми широко представлені алгоритми що дозволяють отримати досить точний прогноз, то для багатокрокового прогнозування, представлені в літературі результати вельми нечисленні. Це пов'язано з тим, що для рядів даного класу похибка прогнозу зростає експоненціально з ростом числа кроків вперед, на які необхідно спрогнозувати, (проміжок прогнозування), що, власне кажучи, і пояснює існування горизонту прогнозування, властивого хаотичним рядам. Показник даної експоненти близький до значення старшого показника Ляпунова для відповідного часового ряду.

Позначимо:

$y_1, y_2, \dots, y_n$ – сукупність спостережень хаотичного часового ряду;

$y_{n+1}, y_{n+2}, \dots, y_{n+k}$ – сукупність наступних спостережень ;

$\hat{y}_{n+1}, \hat{y}_{n+2}, \dots, \hat{y}_{n+k}$ – оцінені значення наступних спостережень.

Задача:

$$I = M(\hat{y}_{n+k} - y_{n+k})^2 \rightarrow \min, \quad k > 1 \quad (1)$$

$$\hat{y}_{n+k} = f(y_n, y_{n-1}, \dots, y_{n-p}, P(\hat{y}_{n+1}), \dots, P(\hat{y}_{n+k-1})), \quad p < k \quad (2)$$

$$P(y_{n+k}) = P(y_n, \dots, y_{n-k-1}) \quad (3)$$

Тут I – похибка прогнозування. $P(y_n)$ – значення інваріантної міри для точки y_n , яке залежить від значення інваріантної міри попередніх точок, $\hat{y}_{n+k}$ – оцінене значення точки y_{n+k} .

В данній роботі в якості міри похибки використовувалась середньоквадратична похибка *RMSE*.

Для вирішення поставленої задачі пропонується використовувати методи і алгоритми прогнозування на основі клатеризації. Загальна ідея цього підходу полягає у виділенні характерних послідовностей невеликої довжини (мотивів) у тимчасовому ряді шляхом кластеризації всіх послідовностей такої довжини, що спостерігаються в тимчасовому ряді. Надалі, для отримання прогнозного значення використовується мотив, початок якого близький до спостережень, що передують точці, для якої необхідно отримати прогноз; при цьому в якості прогнозного значення використовується остання точка даного мотиву. Було запропоновано при побудові мотивів використовувати не тільки послідовні спостереження, але спостереження, позиції яких в тимчасовому ряді відстоять один від одного на деякі наперед задані відстані (множину таких відстаней між позиціями спостережень ми називаємо шаблоном). Також підраховується для кожної точки значення інваріантної міри, яке несе в собі інформацію про можливість точки бути використаною для прогнозу. Перебираючи (в розумних межах) всі можливі шаблони і використовуючи для прогнозу мотиви, що відповідають різним шаблонами, можна домогтися, по-перше, отримання для однієї і тієї ж прогнозованої точки безлічі прогнозів, що відповідають мотивам, отриманих за допомогою різних шаблонів, а по-друге, суттєвого поліпшення якості прогнозу при прогнозуванні на багато кроків вперед.

Задача пошуку мотивів розв'язується алгоритмом класеризації Уїшарта, який базується на апараті теорії графів. Задача пошуку інваріантної міри для кожної точки розв'язується методом підрахування комірок. Для чисельної реалізації алгоритму Уїшарта розроблена комп'ютерна програма, яка написана мовою C#, пошук інваріантної міри для кожної точки та алгоритм прогнозування мовою Python. Були отримані очікувані результати роботи.

ЗАДАЧА ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ ПРИ ДОВІЛЬНОМУ ЧАСІ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Турчина В.А., Бідник М.А.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Вступ. Ряд прикладних задач, що зводяться до задач дискретної оптимізації полягають в знаходженні мінімального часу, за який може бути виконана скінчена послідовність робіт, обмеженою кількістю виконавців в припущенні, що роботи виконуються певній технологічній послідовності. В класичній постановці припускається, що час виконання робіт є однаковим. Проте більш близьким до практики є випадок, коли роботи мають довільну тривалість виконання. Саме такому випадку і присвячена дана робота. Тут можливо розглядати дві задачі: необхідно знайти мінімальний час виконання робіт при заданій кількості виконавців або мінімальну кількість виконавців при заданому часі завершення робіт.

Постановка задачі. Поставимо у відповідність кожній роботі вершину графу. Час виконання роботи задається вагою вершини. Обмеження на порядок виконання робіт встановлюються введенням орієнтованих ребер. Тому в загальному випадку отримаємо орієнтований зважений граф. В даній роботі розглядається підклас графів, а саме ліси та їх частковий випадок - дерева.

Нехай задано орієнтоване дерево $T(V,U)$. Необхідно розмістити вершини дерева на мінімальну кількість місць, так щоб на кожному стояло не більше заданої кількості вершин. В роботі пропонується перехід від зваженого графу до графу без ваг вершин, що базується на введенні додаткових дуг і вершин, кількість яких на одиницю менше за вагу вершини.

Для випадку таких графів досліджено доцільність переривань у виконанні робіт, при якій зменшується значення цільової функції.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМУ, ЗАСНОВАНОГО НА ЛЕКСИКОГРАФІЧНОМУ ПОРЯДКУ

Турчина В.А., Караваєв К.Д., karavaiev_k@fpm.dnulive.dp.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Вступ. При розв'язанні практичних задач, пов'язаних з оптимальним розподілом скінченної множини робіт (завдань, проектів, операцій тощо) між виконавцями, можна виділити два основних класи: перший – задачі, в яких порядок виконання робіт довільний, другий – задачі, у яких на порядок накладаються технологічні обмеження. Останньому присвячена дана робота. Оскільки математичною моделлю технологічних обмежень може виступати орієнтований ациклічний граф, то задачі, що вивчаються, формулюються як оптимізаційні задачі на графах. У загальному випадку ці задачі є NP-важкими, тому важливо мати оцінки точності відомих точних поліноміальних алгоритмів при застосуванні їх до довільних графів.

Постановка задачі. Розглянемо одну з відомих задач упорядкування вершин орієнтованого графу. Нехай задана скінчена множина робіт, на порядок виконання яких накладаються технологічні обмеження [1]. В припущенні, що всі роботи мають однаковий час виконання, необхідно визначити мінімальний час, за який, без порушення технологічних обмежень, всі роботи можуть бути виконані заданою кількістю виконавців.

Природно задати технологічні обмеження орієнтовним ациклічним графом $G(V, U)$, $|V| = n$, де V – множина вершин, елементам якої поставлені у відповідність роботи. Тоді дуги відповідають технологічним обмеженням. Одна з оптимізаційних задач, що виникає у цьому випадку – це побудова оптимального паралельного упорядкування S , під яким розуміють таке розміщення вершин орграфу по місцях, розташованих у лінію, при якому виконуються наступні умови:

- 1) на кожному місці стоїть не більше заданої кількості вершин, позначимо h ;
- 2) якщо пара вершин $(i, j) \in U$, то вершина i розміщується лівіше за j ;

3) кількість непорожніх місць (яку називають довжиною упорядкування і позначають l), на яких розміщуються всі вершини графу мінімальна.

В загальному випадку, тобто для довільних графів G і ширини h , ця задача є NP-важкою тому для знаходження точного розв'язку застосовують схеми спрямованого перебору, зокрема метод гілок та меж. Лише для двох частинних випадків знайдено точні алгоритми поліноміальної складності. Це випадок, коли граф G є орієнтованим лісом [2] (такий алгоритм отримав назву рівневий принцип), та у випадку коли $h = 2$ (відомі два алгоритми, один з них заснований на лексикографічному порядку [3]).

Результати. Для алгоритму A , заснованого на лексикографічному порядку, відома наступна оцінка точності [4]:

$$\frac{l_A(S)}{l(S^*)} \leq 2 - \frac{1}{h}. \quad (1)$$

Були сформульовані та доведені наступні твердження.

Твердження 1. Для кожного алгоритму, що не залишає порожніх місць в упорядкуванні за наявності вільних вершин у графі, виконується (1).

Твердження 2. При використанні алгоритму, заснованого на лексикографічному порядку, для довільного графу без транзитивних дуг, нерівність (1) виконується як строга, тобто оцінка не досягається.

Твердження 3. Оцінку точності алгоритму, заснованого на лексикографічному порядку, для довільного графу без транзитивних дуг, можна понизити до

$$\frac{l_A(S)}{l(S^*)} \leq \frac{2h}{h+1}.$$

Бібліографічні посилання

1. **Танаев В.С.** Теория расписаний. Групповые технологии [Текст] / В.С. Танаев, М.Я. Ковалев, Я.М. Шафранский. – Мн.: Университетское, 1998. – 290 с.
2. **Hu T. C.** Parallel sequencing and assembly line problems / T. C. Hu // Oper. Res. – 1961. – P. 841–849.
3. **Fujii M.** Optimal sequencing of two equivalent processors / M. Fujii // SIAM J. Appl. Math. – 1971. – № 1. – P. 141–162.
4. Теория расписаний и вычислительные машины / Под ред. Э. Г. Коффмана. – М.: Наука, 1984. – 334 с.

СХЕМА СПРЯМОВАНОГО ПЕРЕБОРУ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ

Турчина В.А., Коваленко Є.О., kovalenko.jenya97@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Вступ. Постановки задач паралельного упорядкування у класичному варіанті впливають з наступної ідеї: існує скінченна кількість робіт, необхідних для виконання, причому на порядок їх виконання накладено технологічні обмеження. Час виконання кожної з цих робіт однаковий і вона може бути виконана будь-яким виконавцем. В залежності від типу задачі, необхідно знайти або мінімальний час (при заданій кількості виконавців), або мінімальну кількість виконавців (при заданому терміні завершення), за умови, що технологічні обмеження не будуть порушені. Ці задачі можна сформулювати як оптимізаційні задачі на графах. Для прикладних задач великої розмірності [2] доцільно використовувати наближені алгоритми поліноміальної складності. Але щоб оцінювати точність таких алгоритмів необхідні математичні результати, що стосуються розробки алгоритмів, заснованих на схемах спрямованого перебору [3].

Постановка задачі. За основу візьмемо класичну постановку задачі паралельного упорядкування на графах наступного виду. При заданій скінченній кількості робіт та технологічних обмеженнях, а також припущенні, що виконання кожної з робіт потребує однакової кількості часу, знайти мінімальний час, за який визначена кількість виконавців завершить усі роботи без порушень технологічного процесу. При постановці кожну роботу позначають як вершину орієнтованого графу, а кожне обмеження на послідовність – відповідно як дугу. В результаті кожній такій задачі відповідає орієнтований граф $G(V, U)$, де $|V| = n$. За складністю такі задачі відносять до класу NP -важких. Розв'язком буде паралельне упорядкування S^* вершин графу, що при заданій ширині $h(S)$ буде мати мінімальну довжину $l(S)$ [1]. Паралельним упорядкуванням вершин графу G називається таке лінійне упорядкування цих вершин, що якщо вершина i передуює вершині j , то

i знаходиться в S на позиції лівіше за позицію j . Тоді довжиною $l(S)$ буде кількість непорожніх місць, а шириною $h(S)$ — максимальна кількість вершин на одній позиції.

Теоретично, точний розв'язок задачі можна знайти одним з методів, в основі яких лежить схема спрямованого перебору, одним з таких є метод гілок та меж (МГМ). В даній роботі розглядається узагальнена задача паралельного упорядкування, в припущенні, що на кожному етапі роботи кількість виконавців може відрізнятись, тобто задані $h_i(S)$, де $i \in N$ — порядковий номер позиції у паралельному упорядкуванні.

Результати. Для точних методів розв'язку класичних задач паралельного упорядкування застосовують оцінку цільової функції вигляду $l \geq \max\left(l, \left\lceil \frac{|V|}{h} \right\rceil\right)$. Щоб застосувати аналог такої оцінки при розв'язанні узагальненої задачі та гарантувати при цьому точність методу, було доведено, що орієнтований граф має задовольняти наступним вимогам:

- 1) усі вершини графу G належать критичним шляхам графу;
- 2) послідовність $\{|V_i|\}_{i=1}^n$, де V_i — множина вершин графа G таких, що знаходяться на позиції i критичного шляху, є незростаючою;
- 3) послідовність $\{h_i\}_{i=1}^n$ є незростаючою.

В такому випадку метод, заснований на схемі спрямованого перебору, буде точним і для узагальненої задачі паралельного упорядкування.

Бібліографічні посилання

1. **Бурдюк В.Я.** Алгоритмы параллельного упорядочения: учебное пособие / В.Я. Бурдюк, В.А. Турчина. — Днепропетровск: ДГУ, 1985. — 84 с.
2. **Воеводин В.В., Воеводин Вл.В.** Параллельные вычисления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.: ил.
3. **Хохлюк В.И.** Параллельные алгоритмы целочисленной оптимизации. Курс лекций/Новосибирск: Новосибирский государственный университет — М., 2007. — 140 с.

НАБЛИЖЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНИХ УПОРЯДКУВАНЬ, ЗАСНОВАНИЙ НА АНАЛІЗІ ДОПУСТИМИХ МІСЦЬ

Турчина В.А., Челпанова О.О., chelpanovaolha@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для однієї з задач теорії упорядкувань $S(G, l, h)$, коли довжина l задана, а ширина h мінімізується, запропоновано наближений алгоритм оптимального розташування вершин графа для випадків, коли заданий параметр фіксований ($l = \underline{l}$) і коли він довільний ($l > \underline{l}$). Тобто, розглянуто варіанти як однозначно визначених місць розташування деяких вершин, так і обмежень на місця розташування кожної з них.

Ця задача відноситься до класу NP -повних задач, тобто вважається вірною гіпотеза, що точних алгоритмів поліноміальної складності не існує [1]. Отже, розробка наближених ефективних алгоритмів є актуальною.

Для обох випадків суть алгоритму, заснованого на аналізі допустимих місць, полягає в наступному:

1. Побудувати $\underline{S}$ та $\bar{S}$. Знайти довжину $\underline{l}$ та ширину h [2].
2. Для кожної вершини знайти проміжки:

$$\mu_i \in [\underline{\mu}_i, \bar{\mu}_i + (l - \underline{l})], \text{ (усі цілочисельні точки проміжку),}$$

де $\underline{\mu}_i$ - місце розташування вершини в упорядкуванні $\underline{S}$, $\bar{\mu}_i$ - місце розташування вершини в упорядкуванні $\bar{S}$.

3. Побудувати усі можливі піддерева графа G та сформувати додаткові таблиці, у строки яких заносяться вершини кожного з піддерев за наступним правилом:

- якщо $(i, j) \in U$, то вершина i розташовується в строчці лівіше j .

Вершини, які в кожному стовпчику зустрічаються більше одного разу, заносимо на відповідне місце в упорядкування S^* за наступними правилами:

- якщо у вершини немає вихідних дуг, то заносимо її на крайнє справа можливе місце;

- в іншому випадку заносимо вершину на крайнє зліва можливе місце.
4. Видаляємо проміжки тих вершин, які вже занесені в упорядкування S^* . Якщо усі піддерева занесені в таблиці, переходимо на пункт 5. Інакше, переходимо на пункт 3.
 5. Вершини, які зустрічаються в таблицях не більше одного разу, заносимо в упорядкування S^* за наступними правилами:
 - заносимо вершину на крайнє справа можливе місце, враховуючи: потужність проміжків, що відповідають допустимим місцям кожної вершини, місця цієї вершини в додаткових таблицях, ширину h , розташування вершин, які повинні бути строго справа або зліва від даної вершини та розташування вершин, для яких місце в упорядкуванні S^* вже визначено;
 - якщо усі місця зайняті і вершина може бути занесена тільки на це місце, то обираємо вершину, яка може бути переміщена вліво або вправо, виконуємо відповідне переміщення та заносимо вершину, яку розглядали, на місце, що звільнилось;
 - якщо неможливо розподілити $|V|$ вершин на h місць, то $h:=h+1$, переходимо на пункт 3.
 6. Якщо усі вершини графа G занесені в упорядкування S^* , то кінець.

Перелік використаних джерел

1. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи [Текст]/ М. Гэри, Д. Джонсон. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
2. Бурдюк В.Я. Алгоритмы параллельного упорядочения: Учебное пособие [Текст]/ В.Я. Бурдюк, В.А. Турчина. – Д.: ДГУ, 1985. – 84с.

МЕТОД АНАЛІЗУ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ КОНЦЕПТАМИ ПРЕДМЕТНИХ ОНТОЛОГІЙ

Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Гриньова О.Є.

serhiy.udovenko@hneu.net

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,

Харківський національний університет радіоелектроніки

Останнім часом набули поширення дослідження в області автоматичного синтезу онтологічних моделей, що дозволяють підвищити ефективність систем семантичного пошуку за запитами користувачів (в корпусі текстів, електронних бібліотеках, в мережі Інтернет) [1].

Якість формованих онтологій багато в чому визначається повнотою обліку в онтологічній моделі найбільш значущих концептів для корпусу аналізованих текстів з урахуванням їх тематичної специфіки (під концептами будемо надалі розуміти найбільш значущі слова і словосполучення в тексті, які можуть бути враховані в онтологічній моделі). У зв'язку з цим доцільно вирішити задачу аналізу зв'язків між концептами онтології, що проектується.

Для вирішення цієї задачі в доповіді пропонується підхід, що базується на результатах комбінованого використання лексичного, синтаксичного та статистичного аналізів, які враховують прагматичні та стилістичні характеристики аналізованих текстових документів.

Пропонований алгоритм комбінованого аналізу зв'язків між концептами онтології передбачає реалізацію чотирьох кроків.

На першому кроці застосовується фільтр, що здійснює кросовер (схрещування) зв'язків, отриманих за результатами різних типів аналізу текстів (кросовер 1). Цей кросовер бере до уваги взаємозв'язки концептів, що безпосередньо впливають із їх близькості (віконного аналізу текстів), та відносин із синтаксичного та лексичного аналізу.

На другому кроці застосовується статистичний фільтр корпусу текстів, що аналізує параметри S1 (відсоток зустрічань зв'язків слів у корпусі) та S2 (нормалізована частота зв'язків слів у корпусі). Ці параметри можна

визначити за результатами емпіричного дослідження. Сукупність відношень, для яких значення S_1 та S_2 перевищують задані пороги, утворюють первинну множину вибраних відношень (R_0).

На третьому кроці аналізуються елементи множини R_0 за ступенем впевненості згідно з процедурою, що наведено в [2]. Якщо ступінь впевненості вище 50%, у цьому випадку обрані відношення будуть вважатися дійсними (значущими).

На четвертому кроці здійснюється додаткове схрещування (кросовер 2), яке не вимагає, щоб зв'язок між концептами був присутній в обох аналізах, але між двома зв'язками, що належать до двох аналізів, має існувати спільний елемент. Тобто йдеться про знаходження додаткового концепту та формування значущої трійки зв'язних концептів. Процедuru отримання таких трійок розглянуто в [3].

За запропонованим методом був розроблений програмний модуль «Concept-M2», який може використовуватися для автоматичного створення онтологій. Оцінка його ефективності методу проводилася за наступними двома параметрами: R – точність пошуку зв'язків (відношення правильно знайдених зв'язків до загальної кількості знайдених зв'язків); P – повнота пошуку зв'язків (відношення правильно знайдених зв'язків до загальної кількості зв'язків, виявлених експертом). За результатами експериментальних досліджень методу (для корпусу текстів з електронної бібліотеки авторефератів) середні значення R та P складають 79 і 83% відповідно.

1. **Хорошевский В.Ф.** Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web (Ч. 3) / В.Ф. Хорошевский// Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 2. – С. 15–36.
2. **Schutz A. and P. Buitelaar.** 2005. RelExt: A Tool for Relation Extraction from Text in Ontology Extension / Schutz A. and P. Buitelaar.// 4th International Semantic Web Conference (ISWC-2005), 2005. – P. 593-606.
3. **Чалая Л.Э.**
Формирование множеств связанных концептов для автоматического синтеза онтологий / Л.Э. Чалая, А.В. Чижевский// International Journal “Information Theories and Applications”. – Vol. 21, Number 3. – 2014. – P. 203 – 212.

ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТА ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ПАРАЛАКСУ

Федій О.Д., aleksandra.fedii@gmail.com, **Байбуз О.Г.**, obaybuz@ua.fm

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У сучасних системах відеомоніторингу і автоматизованого управління виділяються кілька способів отримання первинної інформації про поведінку і стан досліджуваних об'єктів. Основним елементом етапу обчислення відстані до об'єкта є фотокамера апарату. Спосіб визначення відстані за допомогою камери заснований на отриманні відеокадру та калібрувальних характеристик камери.

Щоб визначити відстань до потрібного об'єкту, система повинна розпізнати об'єкт. Для розпізнавання об'єктів запропоновано використовувати нейронні мережі. Вони обробляють вихідне зображення окремими «порціями». У цих мережах формуються так звані карти ознак. Основна ідея згорткової нейронної мережі полягає в чергуванні субдіскретизуючих, згортальних, а також повнозв'язних вихідних шарів [1].

Вхідні дані кожного значення пікселя нормуються в діапазоні від 0 до 1 за формулою $f(p, \min, \max) = \frac{p - \min}{\max - \min}$, де f – функція нормалізації; p – значення конкретного кольору пікселя від 0 до 255; $\min$ – мінімальне значення пікселя – 0; $\max$ – максимальне значення пікселя – 255.

Розмір у всіх карт згортального шару однаковий та розраховуються за формулою $(w, h) = (mW - kW + 1, mH - kH + 1)$, де (w, h) — розмір карти; mW — ширина попередньої карти; mH — висота попередньої карти; kW — ширина ядра; kH — висота ядра.

Операція згортки є результатом операції над двома функціями f та g : $(f * g)(x) = \int_{R^d} f(y)g(x - y)dy = \int_{R^d} f(x - y)g(y)dy$; $f, g : R^d \rightarrow R$, де x, y — відліки функцій; f — вихідна матриця зображення; g – ядро згортки, $g = 0.5*$ (значення в вузлі).

Для обчислення значення використовується матриця, звана ядром згортки. Зазвичай воно є квадратною матрицею $n \times n$. Далі вираховується сума, де складовими є твори значень пікселів на значення комірки ядра. Сума ділиться на суму всіх елементів ядра згортки. Вхідні дані представляють собою зображення розмірністю $N \times N$ в кількості D . Ядро згортки визначається матрицею $k \times k$. Згортка зображення проводиться з N ядрами згортки для кожної області зображення. За рахунок крайових ефектів розмір вихідних матриць зменшується. Кількість ознак розраховується за формулою $H = (N - k + 1)^2$.

Відстань визначається на підставі метричних і кутових розмірів об'єкта. Додаток розраховує відстань до об'єкта за допомогою методу паралакса. Паралакс далекоміра – кут, під яким видно об'єкт під час наведення на різкість за допомогою оптичного далекоміра.

Використовуючи ідею метода паралаксу визначається відстань між точками спостереження L (база) і кут зсуву θ . Відстань до об'єкта обчислюється $D = L / (2 \sin \theta / 2)$, для малих кутів (θ – в радіанах) $D = L / \theta$.

Для визначення дистанції з використанням формули «тисячної» початковими умовами є ширина або висота предмета, до якого знаходиться відстань. Визначення за наявними оптичних приладів кутової величини цього предмета в тисячних надає можливість обчислення відстані $D = 1000 V / \theta$, де θ – кут, під яким видно предмет в тисячних, V – метрична відома ширина або висота мети. Ширина (висота) V задається вручну, кут нахилу θ обирається з внутрішнього датчика приладу [2].

Бібліографічні посилання

1. Алфимцев А.Н. Сравнение методологий разработки систем интеллектуального взаимодействия / А.Н.Алфимцев, Д.А.Локтев, А.А. Локтев // Вестник МГСУ 2013. № 5. 200-208.
2. Божуха Л.М. Про алгоритм аналізу зображення на основі емпіричних методів / Л.М. Божуха, О.Д. Федій // XV Міжнародна науково-практична конференція “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2017), м. Дніпро (23 – 25 листопада 2017 р.). Інформаційні технології обробки даних для прийняття рішень. – 2017. - С. 28-29.

ПРОЕКТ CODE REVIEW. РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОДА СТУДЕНТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Хижа А.Л., alkhizha@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В индустрии программного обеспечения под ревью кода ("Code Review") понимают постоянное взаимное рецензирование программного кода членами команды в процессе разработки. Представляется логичным применить этот подход и к лабораторным работам студентов-программистов.

Постановка задачи

Разработать методику и технологию взаимодействия студентов, преподавателей и ИТ-компаний (стейк-холдеров) в учебном процессе при изучении дисциплин, связанных с программированием, для повышения уровня ИТ-образования.

Мотивация

В современной индустрии программисты создают программное обеспечение коллективно, работая в командах, взаимодействующих через Интернет при помощи так называемых систем управления версиями (VCS). Поэтому учебный процесс в университетских дисциплинах, связанных с программированием, должен включать элементы командной работы;

Постоянное совершенствование технологий написания программ требует внедрения в учебный процесс более современных технологий проверки студенческих работ по программированию;

Идея решения

Для подготовки и сдачи студентами заданий по программированию объединить при помощи технологии, основанной на VCS, в одну команду следующих четырёх персонажей: студент, лектор, преподаватель-ассистент, профессиональный программист из ИТ-компания ("ментор").

В общих чертах это выглядит так:

- студент загружает свой программный проект в VCS;
- ментор осуществляет рецензирование программного кода студента через VCS, высказывает замечания и фиксирует их средствами VCS,

- студент устраняет замечания и обновляет свой программный код в VCS, после чего ментор даёт своё одобрение посредством VCS;
- получив одобрение ментора, студент приступает к сдаче работы преподавателю-ассистенту в аудитории университета;
- преподаватель-ассистент получает из VCS программный код студента, видит замечания ментора и исправления студента, осуществляет приём заданий с учётом полученной информации.

Реализация

В 2018-2019 уч. г. проект реализовывался факультетом прикладной математики (ФПМ) ДНУ при содействии IT Dnipro комьюнити, что позволило привлечь IT-компании AMC Bridge, Emergn, Archer, DataArt. Эти компании предоставили 20 менторов. Со стороны ФПМ был задействован поток студентов 2 курса (две группы, 46 человек) в рамках учебной дисциплины «Объектно-ориентированное программирование на языке C++». Были задействованы следующие критерии качества кода: 1) соответствие кода парадигме программирования 2) оптимальность/эффективность программных конструкций 3) стиль написания кода.

Основные результаты

1. Более объективно оцениваются знания студентов - за счёт более технологичного рецензирования и фиксации времени загрузки студенческих материалов в VCS.

2. Студенты получают начальный навык коллективной работы на платформе VCS.

3. Качество студенческого программного кода приближается к индустриальным стандартам.

4. Все участники учебного процесса получают виртуальную высокотехнологичную площадку для взаимодействия в рамках учебного процесса.

АДАПТАЦІЯ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ ДО ЗАДАЧІ ВИСОКОРІВНЕВОГО ПЛАНУВАННЯ ПРОЕКТІВ

Чала І.С., Наконечна Т.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В даний час багато компаній є проектно-орієнтованими, тобто вибудовують діяльність пов'язану з реалізацією портфеля проектів. За ступенем унікальності в таких організаціях можна виділити наступні категорії проектів: 1) одноманітні проекти; 2) унікальні проекти і дослідження; 3) проекти, що складаються з типових задач.

Визначимо процес проектного планування і поняття високорівневого планування проектів. Діяльність з планування проекту є послідовністю наступних етапів:

1. Визначення цілей проекту (формалізація цілей з клієнтського запиту; визначення вихідних даних).
2. Розробка варіантів рішень (формування набору планів; оцінка необхідних ресурсів, оцінка ризиків).
3. Вибір основного рішення (порівняльний аналіз альтернатив, деталізація обраного плану).

Виділимо з процесу планування блок робіт, результатом якого є набір різних планів реалізації проекту з оцінками потреб в ресурсах. Цей блок робіт і є високорівневим плануванням. Таким чином, під високорівневим плануванням ми розуміємо утворення/знаходження ідей для досягнення мети. У більш загальному випадку високорівневе планування - це генерація стратегій розвитку проекту.

В рамках даної роботи проведено опитування ряду менеджерів і кураторів проектів, зайнятих в компаніях, які здійснюють діяльність в галузі ІТ-консалтингу. Мета проведення опитування - виявлення основних особливостей діяльності, пов'язаної з плануванням проектів, а також проблем, з якими стикаються співробітники в процесі планування проекту.

Слід зазначити важливу особливість планування в описаних термінах – інкрементальність множини виконаних умов. При виконанні чергового завдання множина виконаних умов може тільки розширитися (теоретично, вона може залишитися незмінною, однак завдання, виконання яких не призводить до істинності нових умов, розглядати недоцільно). Крім цього, розроблювана система повинна знаходити всі можливі плани, щоб користувач вже особисто міг оцінити кожне рішення. Врахування цих особливостей при побудові системи дозволяє розробити більш ефективні алгоритми планування, тому при побудові системи в основу було покладено ідею планувальників, орієнтованих на певну предметну область.

На основі особливостей планування сформована формальна модель системи. Загальна архітектура і потоки даних реалізованої системи наведені на (Рис. 1). Основні функціональні блоки зображені прямокутниками, стрілки відповідають потокам даних між блоками.

В рамках даної роботи реалізований адаптований алгоритм Дейкстри пошуку найкоротших шляхів у графі як один з алгоритмів планування, а також механізм зберігання даних в системі і акумулювання інформації про виконанні завдання. Функціональні елементи, реалізовані в рамках даної роботи – це алгоритм планування та накопичення даних.



Рис. 1. Статична структура системи

ПРО АЛГОРИТМ ЗАДАЧІ ПОШУКУ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ

Черненко О.С., alex777544@gmail.com,

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

При використанні методу асоціативних правил, метою аналізу є встановлення залежностей виду: якщо в структурній одиниці даних зустрівся деякий набір елементів X , тоді на підставі цього можна зробити висновок про те, що інший набір елементів Y також має з'явитися в цій одиниці. Нехай $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_n\}$ – скінченна множина елементів. Нехай D – набір рядків інформаційної таблиці. Кожному такому рядку відповідає транзакція T , що складається з підмножини елементів I , $T \subseteq I$. Кожна транзакція представляє собою бінарний вектор, де $t[k]=1$, якщо i_k елемент присутній в транзакції, інакше $t[k]=0$. Транзакція T містить X , деякий набір елементів з I , якщо $X \subset T$.

Асоціативним правилом є імплікація $X \Rightarrow Y$, де $X \subset I$, $Y \subset I$ и $X \cap Y = \emptyset$. Правило $X \Rightarrow Y$ має підтримку s (support), якщо $s\%$ транзакцій з D , містить $X \cup Y$, $supp(X \Rightarrow Y) = supp(X \cup Y) = count(T: X \cup Y \subseteq T) / size(D) \cdot 100\%$.

Достовірність (confidence) правила показує, яка ймовірність того, що з X випливає Y . Правило $X \Rightarrow Y$ справедливе з достовірністю c , якщо $c\%$ транзакцій з D , що містять X , також містять Y : $conf(X \Rightarrow Y) = supp(X \cup Y) / supp(X) \cdot 100\%$.

Правило покращення (improvement) є відношенням кількості транзакцій:

$$impr_{X \rightarrow Y} = |D_{F=X \cup Y}| / (|D_X| \cdot |D_Y|) = supp_{X \cup Y} / (supp_X \cdot supp_Y).$$

Алгоритми APriori, DHP, Partition, DIC[1] ефективно розв'язують подібний клас задач. Виконаний порівняльний аналіз складності наведених алгоритмів.

Бібліографічні посилання

1. S. Brin et al., "Dynamic Itemset Counting and Implication Rules for Market Basket Data", In Proc. ACM SIGMOD Int'l Conf. Management of Data, ACM Press, New York, 1997.

СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ U-Net

Шапіро А.В., artemshapa1772@gmail.com,

Антоненко С.В., szemlyanaya@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Сегментація зображень— одна з найпоширеніших задач з теорії комп'ютерного зору. Це дуже складна та комплексна задача, з якою так легко справляється зір людини. Навіть сучасні підходи не дають змоги знаходити усі складні об'єкти на зображенні з високою точністю.

Практичні приклади використання системи сегментації зображень є у сфері медицини, виділенні об'єктів, розпізнавання обличчя, пошуку зображень за вмістом та інше. Завдання сегментації зображення залишається актуальним і на сьогоднішній день, так як неможливо побудувати систему для пошуку об'єктів широкого спектру на зображенні. Зазвичай задачу зводять до більш локального рішення.

Один із найсучасніших підходів до вирішення задачі сегментації є використання згорткової нейронної мережі U-Net, яка спочатку розроблялася для виявлення границь клітин на біомедичних зображеннях. Згорткова мережа містить у собі традиційний підхід кодеру та декодеру. Структура кодера використовується для захоплення контексту зображення. Структура декодера використовує шари, обернені шарам згортки (деконволюції) для збільшення розмірності, щоб вихід моделі був таким самим, як і вхідне зображення. Структура декодера використовується для точної локалізації. Завдяки U-подібній архітектурі мережа отримала назву U-Net.

Однією з переваг згорткової нейронної мережі U-Net є можливість навчатися з меншою кількістю даних та отримувати високі показники точності.

На рисунку 1 зображена архітектура згорткової нейронної мережі U-Net. Перша частина – кодер, а друга частина мережі – це декодер. На виході

кількість каналів свідчить про те, скільки класів потрібно знайти на зображенні. На рисунку 1 на виході мережа має 2 класи.

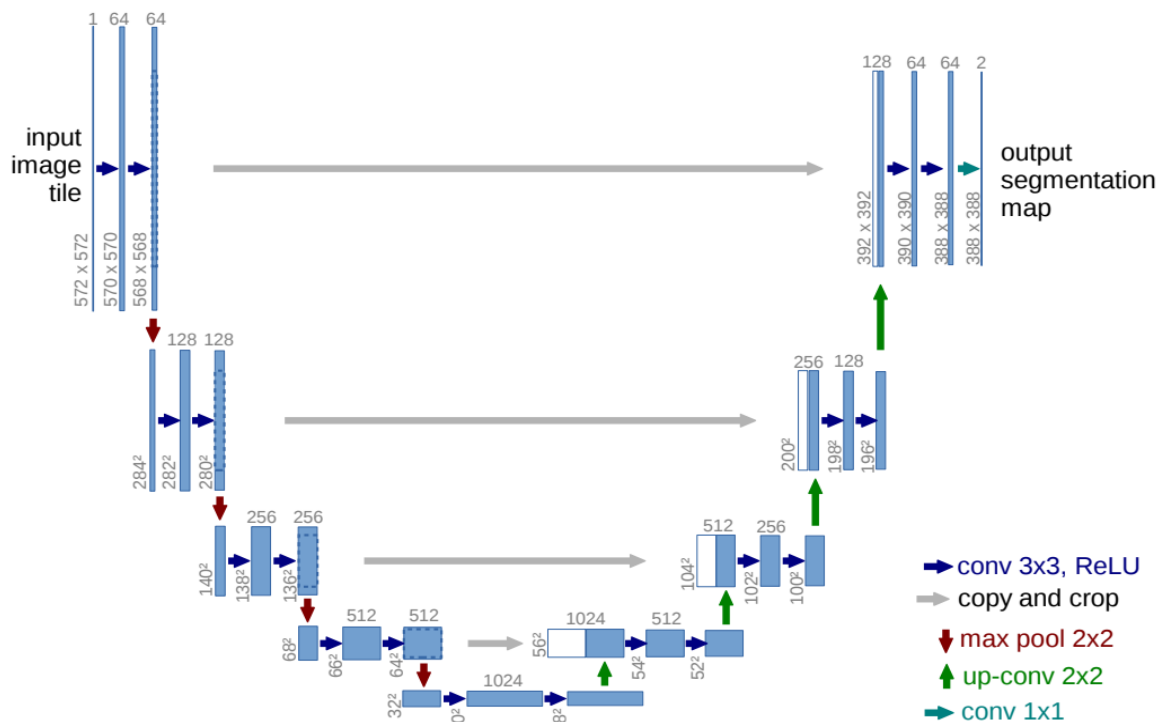


Рисунок 1 – Архітектура нейронної мережі U-Net

Рішенням задачі сегментації є бінарна маска, яка визначає область для відповідного класу. Оскільки на виході ми маємо зображення, а не маску, вихід мережі потрібно обробити. Емпіричним шляхом шукаємо порогове значення для кожного пікселю на отриманому зображенні. Усі пікселі, які є меншими за порогове значення, перетворюються у нуль, а інші – у одиницю. Таким чином, ми отримаємо бінарну маску, яка і є рішенням задачі сегментації.

Бібліографічні посилання

1. U-Net: Convolutional Networks – Arxiv. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1505.04597.pdf>
2. Image Segmentation – Wikipedia. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation
3. Computer Vision – Wikipedia. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІЇ ЕВРИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ У АЛГОРИТМІ LIAN

Шахов М.І., Shakhov.Maxym.2017@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача пошуку найкоротшого шляху між двома точками на місцевості може бути спрощена шляхом її дискретизації за допомогою квадратної сітки. Кожна клітина такої сітки може бути або прохідною, тобто вона може бути частиною маршруту рухомого об'єкту, або непрохідною, та представляти собою перешкоду. В такому випадку пошук найкоротшого шляху зводиться до пошуку послідовності клітин квадратної сітки, не обов'язково сусідніх, які сполучають стартову та цільову клітини, оминаючи при цьому перешкоди.

LIAN (з англ. «Limited angle») – це евристичний алгоритм пошуку найкоротшого шляху між двома точками на квадратній сітці, який враховує обмеження на кут повороту. Кожна клітина a такого шляху характеризується значенням $g(a)$ – довжиною шляху від стартової клітини s до a .

Алгоритм LIAN протягом своєї роботи зберігає в оперативній пам'яті два списки клітин: *OPEN* та *CLOSED*. Список *OPEN* містить клітини, що є потенційними кандидатами для подальшої обробки, який спочатку містить клітину s . Список *CLOSED* містить вже оброблені клітини, які у подальшому не будуть задіяні у роботі алгоритму. На кожному кроці клітина a з мінімальним значенням $f(a)$ вилучається зі списку *OPEN*, де $f(a) = g(a) + h(a)$, $h(a)$ – функція евристичної оцінки довжини шляху від клітини a до цільової клітини g . Потім формуються потенційні наступники $succ_i$ клітини a у вигляді списку *SUCC*, для кожного з яких обчислюється значення $g(succ_i) = g(a) + dist(a, succ_i)$, після чого ці клітини додаються до списку *OPEN*, а клітина a – до списку *CLOSED*. Алгоритм LIAN завершує своє виконання, коли цільова клітина вилучається зі списку *OPEN*, або якщо список *OPEN* стає пустим під час пошуку, що означає, що шлях не був знайдений.

Автори алгоритму LIAN у якості функції евристичної оцінки $h(a)$ пропонують використовувати функцію $dist(a, g)$, яка повертає довжину дискретного відрізка d , що сполучає поточну клітину a з цільовою клітиною g . Ця функція не враховує наявності бар'єрів, які може перетинати відрізок d . Нехай n_a – кількість клітин, що належать відріzk d , а n_b – кількість

непрохідних клітин, які також належать d . Використовуючи алгоритм Брезенхема, можна побудувати відрізок d та підрахувати величини n_a і n_b . Якщо функцію евристичної оцінки представити у вигляді $h(a) = \text{dist}(a, g) \cdot (1 + n_b / n_a)$, то функція $f(a)$ буде враховувати доцільність побудови шляху через клітину a , використовуючи штрафну оцінку $(1 + n_b / n_a)$. Результати тестування нового варіанту алгоритму LIAN показали значне зменшення об'єму списків *OPEN* і *CLOSED*. Це означає, що алгоритм став краще націлений на пошук найкоротшого шляху, ніж на перебір усіх клітин квадратної сітки, як можливих кандидатів на формування послідовності клітин шляху. Разом з тим нова версія алгоритму LIAN значно скорочує час свого виконання тільки якщо лінія шляху має незначну кількість переломів. Але при наявності великої кількості бар'єрів між стартовою та цільовою клітинами час роботи алгоритму підвищується у кілька разів. Це пов'язано із залежністю об'єму обчислень, який виконує нова версія функції $h(a)$, від величини n_a , яка на початку роботи алгоритму може бути значною.

Щоб покращити швидкодію функції $h(a)$ була проведена наступна модифікація алгоритму Брезенхема. Нехай N_i , $i = 1, 2, \dots, n_a$, – множина клітин дискретного відрізка d . Введемо в алгоритм LIAN новий параметр n_s , та відкинемо із множини N_i ті клітини, які не задовольняють умові $i \bmod n_s = 0$, де операція *mod* повертає остачу від ділення цілих чисел i та n_s . Таким чином ми зменшуємо об'єм множини N_i у (n_a / n_s) разів. Результати тестування нової функції евристичної оцінки $h(a)$ показали, що при оптимальному виборі параметру n_s у більшості випадків можна досягти значного скорочення (у кілька разів) часу виконання алгоритму LIAN з модифікованою функцією $h(a)$. У подальшому планується продовжити дослідження впливу штрафної оцінки $(1 + n_b / n_a)$, що є складовою функції евристичної оцінки $h(a)$, на швидкодію алгоритму LIAN.

Бібліографічні посилання:

1. **Yakovlev K., Baskin E., Hramoin I.** Grid-Based Angle-Constrained Path Planning. KI 2015: Advances in Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science, vol 9324, Springer, 2015. – С. 1–13.
2. **Роджерс Д.** Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Мир, 1989. – С. 54–63.

INVESTIGATION OF INTERACTION A CONDUCTIVE CRACK AND AN ELECTRODE AT A PIEZOELECTRIC BIMATERIAL INTERFACE

Sheveleva A., shevelevaee@dnu.dp.ua

Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)

Joining of two dissimilar piezoelectric or other kinds of electrically active materials are unavoidable elements of most electronic devices. In many cases such joining leads to the appearance of interface cracks, which may be the reason of electronic devices failure. Therefore, the analysis of such cracking is an important task of fracture mechanics.

A tunnel conductive crack and a strip electrode situated at the interface between to piezoelectric semi-infinite spaces are studied. The bimaterial is subject to an in-plane electrical field parallel to the interface and an anti-plane mechanical loading. A detailed review of anti-plane crack problem investigation in piezoelectric bimaterials is presented in [1]. Interaction of a conductive crack and neighboring electrode at a piezoelectric bimaterial interface is studied in [2].

Using the presentations of electromechanical quantities at the interface via sectionally-analytic functions the problem is reduced to a combined Dirichlet-Riemann boundary value problem. Solution of this problem is found in an analytical form. Closed form expressions for the stress, the electric field and their intensity factors, as well as for the crack faces displacement jump are derived. On the base of these presentations the energy release rate is also found. The obtained solution is compared with simple particular case of a single crack without electrode and the excellent agreement is found out. The dependence of tangent and normal stresses on the magnitude of the external mechanical loading and electric field is analyzed.

1. Govorukha V., Kamlah M., Loboda V. and Lapusta Y. Interface cracks in piezoelectric materials // *Smart Materials and Structures*. – 2016. – V. 25, N 2. – 023001.
2. Onopriienko O., Loboda V., Sheveleva A. and Lapusta Y. Interaction of a conductive crack and of an electrode at a piezoelectric bimaterial interface // *Comptes Rendus Mécanique*. – 2018. – Vol. 346, Issue 6. – P. 449-459.

ЗАСТОСУВАННЯ СФЕРИЧНИХ ПОЛІНОМІВ В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ РІВНЯНЬ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ

Шевельова Н.В., nataliya.shevelyova@gmail.com, **Кузьменко В.І.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Зацікавленість в розв'язанні обернених задач постійно зростає, що пов'язано як з їх широким застосуванням у багатьох областях природничих наук, так і з практичним використанням у виробництві. Значний інтерес для вивчення становлять обернені граничні задачі, які полягають у відтворенні граничних умов об'єкта, використовуючи його відповідні характеристики заданими всередині області. На сьогоднішній день досліджено багато математичних моделей обернених граничних задач теорії потенціалу, комп'ютерної та імпедансної томографії, теорії розсіювання тощо, а також побудовано різні підходи для отримання їх стійкого розв'язку.

Розглядається обернена гранична задача Діріхле для рівняння Лапласа в сферичній системі координат в області Ω тривимірного простору, яка обмежена поверхнею Γ . В під області $\Omega^* \subset \Omega$ відома функція $u^*(r, \theta, \varphi)$. Помістимо під область Ω^* в кулю Ω_R радіусу R та довізначимо функцію u^* в точках цієї кулі. За початок сферичної системи координат виберемо центр кулі Ω_R . Необхідно визначити функцію $U(r, \theta, \varphi)$ на границі Γ області Ω , а також відповідні значення функції $u(r, \theta, \varphi)$ всередині області Ω так, щоб $u(r, \theta, \varphi)$ була б близькою до $u^*(r, \theta, \varphi)$ в усіх точках області Ω_R . За критерій близькості візьмемо квадрат норми різниці $u(r, \theta, \varphi) - u^*(r, \theta, \varphi)$ в гільбертовому просторі $L_2(\Omega_R)$:
$$I(u) = \int_{\Omega_R} (u - u^*)^2 d\Omega_R \rightarrow \min.$$
 Застосуємо підхід [1, 2], який використовує фундаментальні розв'язки визначальних рівнянь.

Загальний розв'язок задачі крайової задачі Діріхле для рівняння Лапласа в сферичній системі координат, який знайдено методом Фур'є, має вигляд:

$$u(r, \theta, \varphi) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^n r^n \cdot P_n^{(m)}(\cos \theta) [A_{nm} \cos(m\varphi) + B_{nm} \sin(m\varphi)], \quad (1)$$

де $P_n^{(m)}(\cos \theta)$ – приєднані поліноми Лежандра. Отримано аналітичні вирази для коефіцієнтів ряду Фур'є A_{nm} та B_{nm} з умови мінімуму функціоналу $I(u)$ і врахуванні властивості ортогональності приєднаних поліномів Лежандра:

$$A_{nm} = \frac{b_1^{(nm)}}{C_{nm}}, \quad B_{nm} = \frac{b_2^{(nm)}}{C_{nm}}, \quad C_{nm} = \frac{4\pi R^{2n+3} (n+m)!}{(2n+1)(2n+3)(n-m)!}, \quad (2)$$

$$\text{де } b_1^{(nm)} = 2 \int_0^R r^2 \int_0^\pi \int_0^{2\pi} r^n \cdot P_n^{(m)}(\cos \theta) \cos(m\varphi) u^*(r, \theta, \varphi) \sin \theta \, dr d\theta d\varphi,$$

$$b_2^{(nm)} = 2 \int_0^R r^2 \int_0^\pi \int_0^{2\pi} r^n \cdot P_n^{(m)}(\cos \theta) \sin(m\varphi) u^*(r, \theta, \varphi) \sin \theta \, dr d\theta d\varphi.$$

Обчислення $b_1^{(nm)}$ та $b_2^{(nm)}$ зводиться в загальному випадку до обчислення потрібних інтегралів за допомогою відповідних кубатурних формул.

Аналітичний розв'язок оберненої крайової задачі (1) представляє собою ряд Фур'є із нескінченною кількістю доданків. Виникає некоректна задача підсумовування ряду Фур'є. Для знаходження коефіцієнтів ряду Фур'є A_{nm} та B_{nm} застосовано метод регуляризації Тихонова. Проведені числові експерименти на модельних прикладах.

Бібліографічні посилання

1. Кузьменко В. І. Про обернені задачі механіки деформівного тіла / В. І. Кузьменко, Т. В. Хитрова // Вісник Дніпропетровського університету. Серія Механіка. – 2011. – Вип. 15. – Том 2, № 5. – С. 140-146.
2. Ламзюк В. Д. Осесимметричные обратные задачи создания деформированного состояния / В. Д. Ламзюк, Т. В. Хитрова // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – 2012. – Вип. 18. – С. 111-119.

ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖІВ ТОВАРІВ У МАГАЗИНАХ НА ОСНОВІ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Шевченко Р.Р., groleore@gmail.com,

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача прогнозування часових рядів актуальна в багатьох сферах практичної діяльності, у тому числі в сфері ритейлу, де для підвищення прибутку та планування поставок товарів необхідно розуміти, на які товари буде попит у наступні місяці, а на які – ні. Враховуючи об'єми наборів даних про продажі товарів та складність методів прогнозування, вирішувати цю задачу без застосування сучасних засобів розробки програмного забезпечення неможливо. Тому у роботі поставлено за мету розробити програмне забезпечення, яке дозволить прогнозувати обсяги продажів товарів в магазинах з використанням методів, що базуються на регресійних моделях. Вибір останніх обумовлений тим, що вони дозволяють легко враховувати вплив додаткових факторів на обсяги продажів.

У результаті роботи було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє проводити побудову і валідацію моделей прогнозування, отримувати передбачення на їх основі. Моделі прогнозування будуються у вигляді ансамблю регресійних дерев за допомогою алгоритму градієнтного бустінгу [1]. У якості середовища розробки програмного забезпечення обрано Jupyter Notebook, у якості мови програмування – Python. Для розробки також використано такі бібліотеки, як XGBoost, pandas, matplotlib.pyplot.

Практичну апробацію програмного забезпечення було здійснено на наборі даних, що містив щоденні обсяги продажів 21807 різних товарів у 57 різних магазинах з січня 2013 по жовтень 2015 року [2]. Необхідно було максимально точно спрогнозувати продажі кожного товару у кожному магазині за листопад 2015 року. При цьому не всі товари продавалися у всіх магазинах, тому загальна кількість пар товар-магазин складала 418 909.

Для побудови моделей прогнозування у вигляді ансамблю регресійних дерев було здійснено перехід до задачі регресії, і на основі заданих часових рядів сформовано навчальну вибірку даних, що містила 2935849 рядків та 29 ознак. Було виділено 14 кількісних лагових ознак (наприклад, середні обсяги продажу певного товару в усіх магазинах за певний місяць), 5 кількісних нелагових ознак (наприклад, середні обсяги продажів усіх товарів певної категорії без урахування місяцю) та 10 якісних ознак (одержані шляхом кодування текстових ознак, агрегації, тощо).

Було побудовано декілька моделей на різних підмножинах ознак. Крім того, усі моделі будувалися як на повній навчальній вибірці, так і на відфільтрованій. Відфільтрована вибірка містила дані лише тих пар товар-магазин, які були присутні у тестовій вибірці для яких необхідно було робити прогноз.

Оцінку якості прогнозування було проведено на тестовій вибірці. Її було задано окремо. Вона містила щоденні обсяги продажів для 214 200 пар товар-магазин, з яких 108 687 не зустрічалася у навчальній вибірці.

Якість прогнозування оцінювалася за допомогою метрики RMSE:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_t - A_t)^2.$$

де n – кількість пар товар-магазин у тестовій вибірці;

F_t – спрогнозовані значення;

A_t – справжні значення.

Якість прогнозування здебільшого залежала від обраного набору ознак. Використання нелагових кількісних ознак призводило до перенавчання. Для пришвидшення навчання доцільно було відфільтровувати ті пари товар-магазин з навчальної вибірки, які не входили до тестової вибірки.

Використана література

1. Friedman J. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. The Annals of Statistics. 2001. Vol. 29, No. 5. P. 1189-1232.
2. Predict Future Sale. URL: <https://www.kaggle.com/c/competitive-data-science-predict-future-sales/overview> (дата звернення: 28.10.2019).

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ З ПРОПУЩЕНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ

Шеремет В.С., valerasheremet96@gmail.com,

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Під час розв'язання задачі кластеризації на реальних наборах даних часто виникає ситуація, коли у деяких об'єктів пропущені значення певних ознак. Для проведення кластеризації таких даних існує декілька підходів:

1. Видалення з набору даних об'єктів та/або ознак, у яких є пропущені значення. Такий підхід є найбільш легкий у реалізації, але приводить до скорочення набору даних та неможливості кластеризувати об'єкти з пропущеними значеннями.

2. Заповнення пропусків. Найчастіше їх заповнюють середнім, медіаною або модою відповідної ознаки. Такий підхід є універсальний і може бути застосований до будь-якого набору у сукупності з будь-яким методом кластеризації.

3. Застосування методів кластеризації, що можуть працювати з даними з пропусками. Зазвичай, це модифікації відомих методів кластеризації. Наприклад, на базі методу k -середніх розроблено декілька таких модифікацій, це методи k -POD [1] та KSC (k -means with Soft Constraints) [2].

Мета даної роботи полягала у створенні програмного продукту, що дозволяє проводити кластеризацію даних з пропущеними значеннями, використовуючи різні підходи й методи, а також проведенні порівняльного аналізу роботи усіх реалізованих підходів.

Для розробки програмного продукту були використані наступні технології: середовище розробки VisualStudio; мова програмування C# (.NET Core.); бібліотеки Accord.Math, Accord.Statistics, Algomera, CenterSpace.

Програмний продукт має наступний функціонал:

1. Генерація даних без пропусків згідно суміші багатовимірних нормальних розподілів, а також одержання даних з пропусками на їх основі.

2. Заповнення пропусків середнім або медіаною відповідної ознаки. Також запропоновано і реалізовано метод заповнення пропусків на основі методу головних компонент.

3. Кластеризація даних з пропущеними значеннями методами k -POD та KSC, що є модифікаціями методу k -середніх.

4. Кластеризація даних без пропусків методом k -середніх, ієрархічними методами та ЕМ алгоритмом.

5. Оцінювання якості роботи різних підходів до обробки пропущених значень шляхом порівняння результатів кластеризації з заздалегідь відомими на основі таких індексів: Rand, Jaccard, Fowlkes-Mallows, Sorensen-Dice (усі індекси приймають значення від 0 до 1). Результати порівняння відображаються у вигляді наочних діаграм.

За допомогою розробленого програмного продукту були проведені обчислювальні експерименти для порівняння різних підходів до обробки пропущених значень під час кластеризації і одержані такі висновки:

1. Найкращі результати були одержані у разі заповнення пропусків на основі методу головних компонент та середнім арифметичним, усі індекси дорівнювали приблизно 0.75-0.8.

2. У разі заповнення медіаною хороші та стійкі результати (індекси приблизно 0.75-0.8) мали місце лише за низьких відсотків пропущених значень (10-15%). Коли відсоток пропусків перевищував 15-20%, значення індексів коливалися від 0.6 до 0.8.

3. Під час застосування методів k -POD та KSC індекси дорівнювали 0.7-0.8, ці результати були стійкі до різних відсотків пропущених даних. При цьому метод k -POD зазвичай показував кращі результати, але ця відмінність не була суттєвою, різниця в значеннях індексів становила лише кілька сотих.

Бібліографічні посилання

1. Chi J.T., Chi E.C., Baraniuk R.G. k -POD. A Method for k -Means Clustering of Missing Data. *The American Statistician*. 2016. Vol. 70, Issue 1. P. 91-99.
2. Wagstaff K. Clustering with Missing Values: No Imputation Required. *Proceedings of the Meeting of the International Federation of Classification Societies*. 2004. P. 649-658.

ДОСЛІДЖЕННЯ БАЄСОВИХ МЕРЕЖ ДОВІРИ ЯК ЗАСОБІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ МЕРЕЖАХ

Шингалов Д.В., dimashingalov@gmail.com, **Мелешко Є.В.**,
elismeleshko@gmail.com, **Улічев О.С.**, askin79@gmail.com
Центральноукраїнський національний технічний університет

В наш час одним з популярних інструментів в багатьох областях дослідження стали баєсові мережі довіри. Вони знаходять застосування в моделюванні різних складних процесів у комп'ютерній техніці, соціології, біології, тощо.

Баєсова мережа довіри – це ймовірносно-графова модель, що представляє собою ациклічний спрямований граф, вершини якого представляють собою події, а ребра між вершинами – умовні залежності між подіями, нез'єднані події є незалежними [1]. Кожна подія описується випадковою величиною, що може мати декілька станів. Умовні залежності між подіями визначаються за допомогою таблиці умовних ймовірностей, такі таблиці містять ймовірності станів вершин при умові відомих станів їх батьківських вершин (подій, що їм передують).

Застосування баєсових мереж доречне в областях, де існує невизначеність через неповні знання про досліджувану систему або наявність випадкових процесів у ній. Ці мережі можна використовувати для створення логічних висновків, а також до них можна застосовувати алгоритми навчання, що робить можливим їх застосування для моделювання та аналізу динамічних процесів. Однією з переваг апарату баєсових мереж довіри є можливість візуалізації взаємозв'язків між об'єктами, які входять у модель, це дозволяє здійснювати візуальний аналіз даних.

Складні мережі – це моделі існуючих в природі та техніці мереж, що мають нетривіальні топологічні властивості, зокрема, високу розрідженість, невеликий діаметр, степеневий розподіл кількості зв'язків у вершин мережі, високий коефіцієнт кластеризації, асортативність, тощо [2]. За допомогою

складних мереж можна моделювати структуру реально існуючих мереж у комп'ютерній техніці, біології, соціології, тощо. Вершинами складних мереж можуть бути об'єкти або суб'єкти мережі, а ребрами зв'язки між ними (наприклад, при моделюванні соціальної мережі, вершинами будуть користувачі, а ребрами соціальні зв'язки).

Для моделювання динамічних процесів у складних мережах необхідно застосовувати додаткові засоби. Зокрема, таким засобом можуть бути динамічні баєсові мережі.

Баєсові мережі можуть обчислювати апіорні та апостеріорні ймовірності настання певної події, а також визначати найбільш ймовірне пояснення події, яка настала. Для здійснення ймовірнісного висновку в баєсових мережах використовуються точні та наближені методи. До точних методів відносяться: висновок методом грубої сили, методи кластеризації, методи пропагації повідомлень між вузлами, методи усунення змінних та символні обчислення. Наближені методи мають в основі метод Монте-Карло з різними доповненнями.

Отже, для моделювання динамічних процесів у складних мережах можна використовувати баєсові мережі, щоб визначати ймовірність виникнення/зникнення елемента складної мережі (вершини чи ребра). Таким чином можна створювати динамічний граф складної мережі для моделювання реальних процесів.

Список літератури

1. Николенко С.И., Сироткин А.В., Тулупьев А.Л. (2019), "Основы теории байесовских сетей", Санкт-Петербургский государственный университет, 400 с.

2. Евин И.А. (2010), "Введение в теорию сложных сетей", Журнал Компьютерные исследования и моделирование, Т. 2, № 2, С. 121-141

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТА МАРКЕТИНГОВИХ РІШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ АНАЛІЗУ ПОПИТУ-ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ МЕРЕЖІ МАГАЗИНІВ

Шульга М.В., maryna.shu@gmail.com

Національний університет “Львівська політехніка”

Якісне управління сучасним підприємством, а тим більше мережею торгових точок значною мірою забезпечується викристанням ефективних управлінських інформаційних систем, що працюють на всіх рівнях з об'єктами управління. Зокрема до таких об'єктів відноситься і економічна складова, така як попит і пропозиція. Проблемою підприємств в Україні, є недосконалі системи автоматизованої обробки даних, фінансових та економічних показників діяльності, які б характеризувались економічною ефективністю, обраховували та аналізували поточний стан підприємства за введеними показниками і пропонували ефективні рішення, наприклад логістичні, як розподілення товарів по мережі.

Інформаційні системи матимуть з часом набагато вагомніше значення у досягненні стратегічних цілей фірми, ніж аналітика, зроблена без залучення даних систем. Актуальність теми також підкріплена аспектом часу. Як ніколи швидкість прийняття рішень є ключовим показником ефективності. Сучасні споживачі вже звикли все отримувати миттєво, і якщо говорити про логістику, то споживачі не чекатимуть навіть тиждень на потрібний товар, а швидко знайдуть альтернативу. Тому для розвитку бізнесу є життєво необхідним використовувати автоматизовані системи управління, збору і обробки, інформацією. І чим досконалішою є інформаційна система (до прикладу, інформаційна система, що не тільки збирає інформацію про кількість проданих/поставлених товарів, а також і є аналітичною, тобто обробляє інформацію не тільки арифметично, а і пропонує готові комплексні рішення, будує прогнози, приймає і реалізує рішення автоматично) – тим успішнішим може бути підприємство, що використовує данну систему.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що буде розроблено інноваційний продукт, що відповідає вимогам

сучасного підприємництва з аналітичною складовою, який, за рахунок автоматизації обрахунків та прийняття рішень, пришвидшить час обробки інформації, мінімізує витрати на людські ресурси, зменшить час обслуговування клієнта і підвищить коефіцієнт клієнтської задоволеності, даючи при цьому вичерпні звіти для управлінського підрозділу.

Для реалізації такої системи необхідна синергія технологій та економічної експертизи, тісна взаємодія з фахівцями, що працюватимуть з даною системою, розуміння бізнес процесів, специфіки прийняття рішень та керуючих факторів. Так можна створити систему, що задовільнить як потреби ринку, так і конкретних об'єктів господарювання, перейнявши на себе значну частину аналітики. Доцільно також передбачати інтеграцію системи вивчення попиту та пропозиції з сторонніми сервісами. На виході з кожного аналітичного процесу система не тільки будує звіт, пропонує рішення, а й підводить користувача до реалізації пропонованого рішення, використовуючи API потрібних сервісів, або вбудовані функції. Прикладом першого є формування замовлення при виявленні нестачі товару і можливість одразу реалізувати процес замовлення, що є взаємодією зі стороннім програмним забезпеченням. Прикладом другого є реалізація перерозподілу ресурсів всередині мережі магазинів, якщо ІС показує, що товар затребуваніший в іншій локації, а також його трансфер є економічно доцільним.

Не беручи до уваги вагому кількість наукових праць щодо створення, наповнення функціями і використання інформаційних систем, можна сказати, що більшість з них все ж присвячена окресленню і аналізу технічних проблем. А от з аспекту проблем економіки і управління переважна більшість авторів їх не брали до уваги або висвітлювали частково, тому важливо зв'язати технології і сферу застосунку.

Інформаційні системи відтепер це не тільки інструмент, що дає можливість оброблення інформації для підприємства та менеджерів усередині фірми, а також потужний інструмент маркетингу та логістики для цілих мереж підприємств.

ПРО АЛГОРИТМ ГРУПУВАННЯ ТЕКСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Щербак І.В., innascherbak11@gmail.com,

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

В зв'язку з науково-технічним прогресом та стрімким розвитком мережі Інтернет кількість цифрової інформації стрімко зростає за останні роки та продовжує збільшуватись. За оцінками експертів близько 70% інформації перебуває у текстовій формі і лише 30% становлять інші види даних. У зв'язку з стрімким зростанням обсягів текстових даних з боку споживачів даних виникла проблема пов'язана з пошуком необхідної інформації, а з боку трансляторів виникла проблема категоризації великих об'ємів даних.

У цій ситуації набуває актуальності тема аналізу текстової інформації. Задачею роботи є аналіз текстів, який включає в себе наступні етапи:

1. Пошук інформації. На першому кроці необхідно ідентифікувати, які документи повинні бути проаналізовані. У якості даних було обрано набір «20 Newsgroups». Набір містить 20000 документів, які майже рівномірно розподілені на 20 груп.

2. Попередня обробка документів. На цьому кроці виконується приведення документів до вигляду придатного до опрацювання їх методами Text Mining:

- приведення регістра – приведення всіх символів до верхнього або нижнього регістру;
- стеммінг -приведення кожного слова до нормальної форми. Нормальна форма виключає схиляння слів, форму множини та ін.;
- видалення стоп-слів - стоп-словами називаються слова, які несуть мало інформації про зміст документа. Типовим прикладом таких слів є допоміжні слова і артиклі.

3. Пошук ключових слів. Ключові слова - це одно і багатокomпонентні лексичні групи, що відображають зміст документа. Виділяють 3 групи методів виділення ключових слів: статистичні, лексичні та гібридні.

На абстрактному рівні алгоритм виділення ключових слів є однаковим: а) формування «кандидатів в ключові слова»; б) фільтрація цієї множини для отримання результуючого списку ключових слів.

4. Класифікація текстових документів. Цей крок полягає у віднесенні документа до одного із задалегідь відомих класів. Часто групування текстових документів називають класифікацією, категоризацією або рубрикацією. Більшість методів класифікації текстів так чи інакше засновані на припущенні, що документи, що відносяться до однієї категорії, містять однакові ознаки (слова або словосполучення), і наявність або відсутність таких ознак в документі говорить про його приналежність або неприналежність до цієї або іншої теми.

5. Інтерпретація результатів. На цьому кроці виконується оцінка якості результатів. Найпростішою оцінкою є відношення кількості правильно класифікованих документів до загальної кількості документів у виборці. Недоліком даної оцінки є те що вона не завжди відображає реальну якість класифікації. Тому планується також застосовувати оцінки: повноти, точності, F-міри. Для отримання зведених характеристик оцінок якості класифікації по усім класам планується застосовувати макро-усереднення за характеристиками усіх рівнів.

Бібліографічні посилання

1. John Gantz, David Reinsel, «The Digital Universe: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East», December 2012
2. Баженов Д. О задачах классификации [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bazhenov.me/blog>
3. Ken Lang 20 Newsgroups [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://qwone.com/~jason/20Newsgroups/>
4. Liu B. Integrating classification and association rule mining / B. Liu, W. Hsu Y. Ma – New York: Lower Kent Ridge Road, 1998. – 80-86 p.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ХУДОЖНІХ ТЕКСТІВ УКРАЇНСЬКИХ АВТОРІВ

Щербаков Д.С., stalker19960919@gmail.com

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут ім. Сікорського”*

При проведенні досліджень, а також при автоматичній обробці текстів часто виникає сукупність задач з ідентифікації автора тексту, жанру тексту, формату тексту (роман, повість, розповідь і т.д.) та інших. Одним з методів дослідження тексту є статистичний аналіз повторюваності елементів тексту (буквосполучень): грам, біграм, триграм. Кількісні характеристики тексту для кожного автора теоретично будуть відрізнятися в залежності від словникового запасу, жанру тексту, часу, коли текст був написаний та інших чинників. Ця умова не є достатньою, так як будь-який автор може скласти будь-який текст, але будемо вважати, що без накладання додаткових обмежень, авторський стиль буде давати змогу відрізнити автора від інших.

Аналогічні дослідження щодо творів російських авторів показують, що найточнішим з методів є аналіз триграм. Він дає найбільший відсоток достовірності [1].

Враховуючи особливості української мови, можна очікувати найбільшу точність аналізу при використанні сполук з 4.

Був проведений аналіз творів відомих авторів, використовуючи метод аналізу грам та біграм. Для опрацювання результатів було використано результати дослідження частот використання літер в українській мові [2]. Результати аналізу грам можна бачити на Рисунку 1.

Можна чітко спостерігати особливості, характерні для кожного автора, такі як часте використання літер «Л» і «С» у Котляревського, малу кількість м'яких знаків у Нестайка.

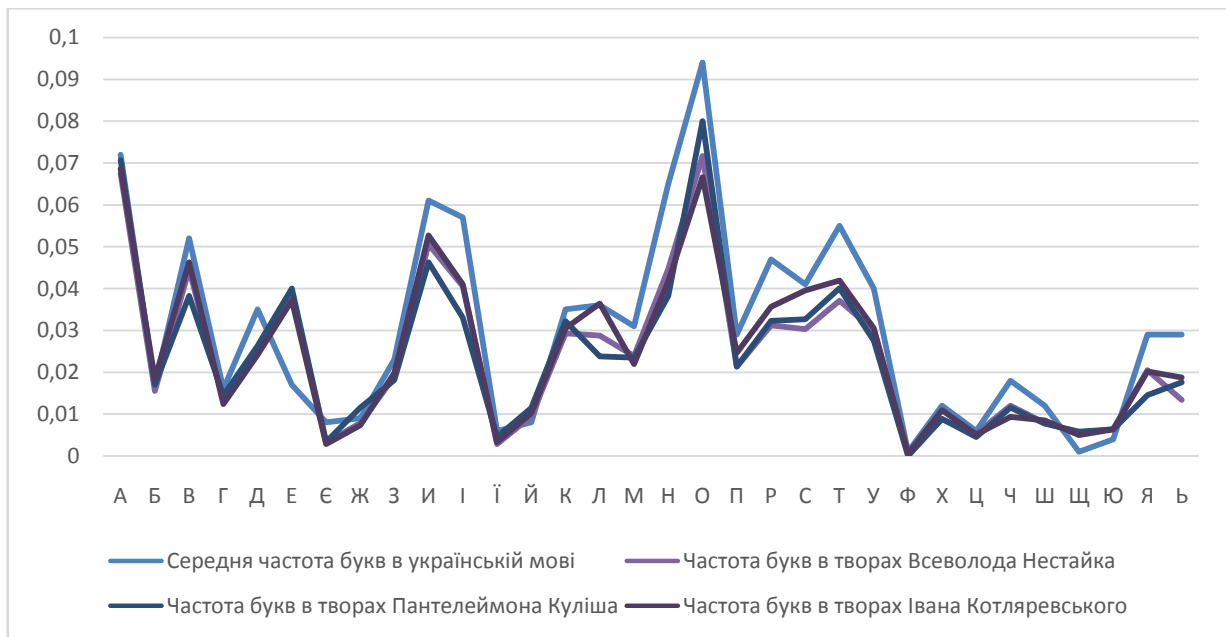


Рисунок 1 – результати аналізу творів відомих Українських авторів

1. Борисов Л.А., Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Идентификация автора текста по распределению частот буквосочетаний: https://keldysh.ru/papers/2013/prep2013_27.pdf
2. Архипова О.О., Журавльов В.М.: Частотний аналіз використання букв української мови: <https://cyberleninka.ru/article/v/chastotniy-analiz-vikoristannya-bukv-ukrayinskoyi-movi>

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПОШУКОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЙТИНГУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ

Юнусова В.В., ladakrimova@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Роботу присвячено застосуванню методів SEO (Search Engine Optimization) до існуючого веб-сайту інтернет-магазину. Застосування методів та підходів пошукової оптимізації дозволяє покращити позиції сайту при виведенні результатів пошуку на сторінках пошукових систем.

Застосування методів пошукової оптимізації для підвищення рейтингу сайту передбачає виконання таких етапів. Спочатку організується аудит сайту, в ході якого проведено аналіз сайту та аналіз сайтів конкурентів за схожою тематикою з метою визначення об'єму трафіку, показників глибини переглядів, показників відмов, часу перегляду сайту. За результатами виконання етапу формується стратегія для подальшої оптимізації ресурсу.

Під час виконання етапу оптимізації ресурсу створено спеціальні пошукові алгоритми, які здійснюють ранжування сайтів за певними критеріями, відповідно до тематики інтернет-магазину, для складання органічної та правильної видачі пошуковими системами. При виконанні процедури внутрішньої оптимізації було проаналізовано та налагоджено семантичну структуру сайту, текстів, здійснено наповнення сайту відповідним до пошукових запитів контентом, виконано якісне оновлення сторінок товарів та налаштування мета-тегів сторінок для органічної видачі у пошуку. Методи зовнішньої оптимізації було спрямовано безпосередньо на просування сайту за допомогою інтернет-ресурсів, виконано реєстрацію в каталогах сайтів, пошукових системах, розташовано інформацію на форумах, у блогах, в соціальних мережах, а також використано банерну та контекстну рекламу. В результаті реалізованих завдань спостерігається позитивна динаміка розвитку інтернет-ресурсу, збільшено попит на продукцію, знижено трудовитрати на обробку замовлень товарів.

ПРОГРАМНА СИСТЕМА СИНТЕЗУ ПАНОРАМНОГО ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Юрков Р.С., Сердюк М.Є.

romayurkov@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дана робота присвячена розв'язанню задачі автоматичного склеювання зображень та її програмній реалізації. Стрімкий розвиток цифрової фотографії призвів до використання широких панорамних зображень у багатьох сферах діяльності людини. Панорамне зображення – це зображення, отримане шляхом технології складання панорам з окремих кадрів, з великим кутом огляду. Панорамна фотографія дозволяє побачити більш реалістичну картину зроблених знімків. Часто в одній панорамі видно більший кут огляду, ніж дозволяє побачити людське око. Панорами міст, природи, космосу, панорамні карти – це інший погляд у світі цифрових фотографій. Створення панорамних зображень потрібно при розробці віртуальних турів та екскурсій, моделюванні, в системах віртуальної реальності, кінематографії. Питання ефективності алгоритмів, які використовуються для склеювання зображень, є важливим і ставиться особливо гостро при роботі з мобільними пристроями, без яких складно уявити життя сучасної людини [1].

Метою даної роботи є дослідження методів та алгоритмів створення панорамного зображення та розробка програмного забезпечення для ефективного склеювання двох зображень.

Алгоритм автоматичного отримання панорамного зображення можна представити у вигляді декількох узагальнених етапів:

1. Знаходження особливих ключових точок на кожному із зображень. Для цього в роботі використовуються методи SIFT, SURF та ORB [2].
2. Зіставлення знайдених ключових точок між окремими зображеннями.
3. Застосування алгоритму RANSAC для оцінки матриці гомографії.
4. Знаходження матриці геометричного перетворення між пов'язаними зображеннями на основі застосування методу з попереднього пункту.

5. Безпосереднє «склеювання» зображень попарно відповідно до матриці геометричного перетворення до повного отримання панорамного зображення.

Результатом роботи є програмне забезпечення, у якому реалізовані описані кроки. Спочатку на зображеннях виділяються особливі точки та обчислюються їх дескриптори. Потім відбувається пошук на різних зображеннях відповідних особливих точок. Виходячи з набору відповідних особливих точок будується модель перетворення зображень, на основі якої два вихідних зображення поєднуються в панораму.

Розроблене програмне забезпечення було перевірено на тестових прикладах. Отримані результати продемонстрували, що загалом розроблений алгоритм дає гарні результати склеювання зображень. Але слід зазначити, що гарних результатів вдається досягти тільки при низькому рівні сторонніх шумів на зображенні. При цьому даний алгоритм досить сильно залежить від масштабу картинок. Практична цінність роботи полягає у тому, що її результати можна застосовувати у сфері комп'ютерної графіки для створення панорамних зображень.

Бібліографічні посилання

1. Mikolajczyk K. Detection of local features invariant to affine transformations / K. Mikolajczyk // In Proceedings of the 19th British Machine Vision Conference. – Norwich UK. - 2009. С. 103-106.
2. Rodehorst V., Koschan A. Comparison and evaluation of feature point detectors. - 2006. С. 68-75.

ОБРОБКА АУДІО-ДАНИХ ЗАСОБАМИ ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ

Ясько М.М., Чирка Р.М.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Обробка даних на сьогоднішній день є передовою галуззю, за допомогою сигналів які ми отримуємо можна створити повну картину дистанційно, не знаходячись поряд з об'єктом який досліджуємо. Оброблюючи дані отримані - графічному форматі (знімки, відео) можна створити модель яка може слугувати відправною точкою у дослідженні та в майбутньому її можна передбачати.

Метою роботи є дослідження методики аналізу звукових даних за допомогою веб-технологій. Ціль роботи створення веб-сервісу за допомогою якого можна буде відтворювати, змінювати та графічно відтворювати аудіо дані. Цифрова обробка сигналів, на відміну від аналогової обробки сигналів, має набагато більше можливостей.

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i2\pi ft} x(t) dt$$

Як видно з цієї формули для частотного аналізу проводиться обчислення кореляційної залежності між сигналом, поданим у тимчасовій області та комплексної експоненти із заданою частотою. Для перекладу спектрального розкладання сигналу в тимчасову область застосовується зворотне перетворення Фур'є. Узагальнена формула зворотного перетворення Фур'є записується в такий спосіб:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i2\pi ft} S(f) df$$

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПОВНЕННЯ КОНТЕЙНЕРА КАТАЛІТИЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ

Яськов Ю.Г., yaskov@ukr.net, **Чугай А.М.**, chugay.andrey80@gmail.com

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного

НАН України

Вивчення процесу щільної упаковки куль, що не накладаються одна на іншу, викликане необхідністю дослідження процесів, які відбуваються в хімічних каталітичних реакторах, колонах для дистиляції та абсорбції газу, ядерних реакторах та теплообмінниках [1, 2].

Реакційна інженерія – це галузь хімічної інженерії, яка займається проектуванням та оптимізацією хімічних реакторів. Метою є оптимізація транспортних процесів (теплообмін, масообмін і змішування) для поліпшення виходу/конверсії необхідних продуктів і гарантування безпечної роботи реактора. Упаковані шари сферичних частинок використовуються у багатьох хімічних процесах, включаючи абсорбційні, відпарювальні, дистиляційні та каталітичні реактори [1].

Задачу моделювання можна поставити таким чином. Нехай задані багатовимірні кулі S_i з радіусами r_i , $i \in I$, та контейнер C . Необхідно розмістити кулі з набору S_i , $i \in I$, в контейнері C таким чином, щоб коефіцієнт заповнення був максимальним.

Одна з найбільш важливих і складних задач комп'ютерного та математичного моделювання задач упаковки тривимірних геометричних тіл – це аналітичний опис взаємодії між об'єктами. В роботі для опису взаємодії геометричних об'єктів використовується метод Φ -функцій.

Математична модель задачі може бути записана в такий спосіб:

$$\omega^* = (u^*, t^*) = \arg \max_{(\tilde{u}, t) \in W \subset (\mathbb{R}^n \times B^n)} \Psi(u, t) \quad (1)$$

де $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$; $t = (t_1, t_2, \dots, t_n)$; $t_i \in B = \{0, 1\}$, $i \in I$; $\Psi(u, t) = \sum_{i=1}^n r_i t_i$;

$$t_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Phi_i(u_i) \geq 0, \\ 0, & \text{в іншому випадку;} \end{cases}$$

$$W = \{(u, t) \in (\mathbb{R}^n \times B^n) : t_i t_j \Phi_{ij}(u_i, u_j) \geq 0, i < j \in I\}; \quad (2)$$

$$\Phi_{ij}(u_i, u_j) = \|u_i - u_j\|^2 - (r_i + r_j)^2.$$

У математичній моделі (1)–(2) нерівність $\Phi_i(u_i) \geq 0$ забезпечує розміщення кулі S_i , $i \in I$, в контейнері C , двійкова змінна t_i показує, чи знаходиться куля S_i в C , а нерівність $\Phi_{ij}(u_i, u_j) \geq 0$ гарантує ненакладання куль S_i та S_j , $i < j \in I$ [3].

Задача є задачею змішаного цілочисельного нелінійного програмування (mixed-integer non-linear programming – MINLP): частина змінних є двійковими, а решта – неперервними. Функція цілі $\Psi(u, t)$ є кусочно-постійною через присутність множників t_i .

В роботі запропоновано методологію отримання локально оптимальних рішень задачі (1)–(2). При розробці методу розв'язання використовується побудова початкових допустимих точок за допомогою методу решіток та шляхом розв'язання допоміжної задачі нелінійного програмування. В якості методу локальної оптимізації запропоновано модифікацію методу можливих напрямків.

1. L. Snoj. Effect of Packing on Multiplication Factor in Pebble-Bed Reactor. Working Paper, University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, 2004. P.1-9.

2. J. J. Duderstadt, L. J. Hamilton, Nuclear Reactor Analysis, John Wiley & Sons, New York, 1976.

3. Stoyan Yu., Yaskov G. Packing identical spheres into a cylinder. International Transactions in Operational Research. 2010. Vol. 17. No. 1. P. 51-70.

ЗМІСТ

1.	Алексахин В.С., Михальчук Г.Й. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОШУКУ ДОКУМЕНТІВ ЗА КЛЮЧОВИМИ СЛОВАМИ У ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІЙ МЕРЕЖІ	3
2.	Андріяш П.Ю. АНАЛІЗ ВАРІАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ СТВОРЕННІ МОБІЛЬНИХ ІНТЕРАКТИВНИХ ПУТІВНИКІВ	5
3.	Антоненко С.В., Сизоненко Р.М. ВИКОРИСТАННЯ ЧАТ-БОТІВ ЯК ОДИН ІЗ ФАКТОРІВ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ	7
4.	Антонюк В.А., Антоненко С.В. INJECTION ЯК ОСНОВНА ЗАГРОЗА БЕЗПЕКИ	8
5.	Ахметшина Л.Г., Егоров А.А. ВИЗУАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЧЕТКОЇ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ НА ОСНОВЕ ВЗВЕШЕНОЇ СУММИ	10
6.	Байбуз О.Г., Долгих А.О. ВИКОРИСТАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГНОЗУВАННІ ФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ	12
7.	Байбуз О.Г., Корочанський С.С. ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ	13
8.	Байбуз О.Г., Лапєць О.В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ МОНІТОРІНГУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНІВ ВОДОЙМИЩА	14
9.	Байбуз О.Г., Черник Р.В. МОДЕЛІ МОНІТОРІНГА ЕКОЛОГІЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА	16
10.	Бандура В.М., Черницька О.В. НАБЛИЖЕННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ КУСКОВО-СТАЛИМИ У ПРОСТОРАХ З ІНТЕГРАЛЬНОЮ НОРМОЮ	18
11.	Басан Д.С. АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАДІЇ STANDUP ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАТБОТІВ	19
12.	Baturinets A.G., Antonenko S.V. ABOUT METRICS IN ALLOCATING GROUPS OF OBJECTS REPRESENTED BY NUMERICAL DATA	20
13.	Бердник М. Г., Морозов Д.О. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСНИХ ЧИСЕЛ І ФУНКЦІЙ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА	22
14.	Білецький А. С. ПРО ТЕХНОЛОГІЇ gRPC ТА GraphQL ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ МІКРОСЕРВІСІВ	24
15.	Blyuss O., Zaikin A., Kiseleva E., Prytomanova O., Crnogorac-Jurcevic T. ON THE DEVELOPMENT OF A URINE BIOMARKER-BASED RISK SCORE FOR THE EARLY DETECTION OF PANCREATIC CANCER	26
16.	Борисенко А. Г., Сердюк М.Є. ПРОГРАМНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ВНЕСЕНИХ ЗМІН	27
17.	Босюк А. УЗАГАЛЬНЕНІ ПОСЛІДОВНОСТІ ФІБОНАЧЧІ. ЇХ МЕТРИЗАЦІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ	29
18.	Бузовський Є.О., Божуха Л.М. ПРО МЕТОДИ СТИСНЕННЯ ВЕЛИКИХ БАЗ МЕДІЙНИХ ДАНИХ	30

19.	Варех Н.В., Козакова Н.Л., Лаврентьєва А.О. ПРО ПОВЕДІНКУ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З НЕ-ПАРНОЮ КІЛЬКІСТЮ РІВНЯНЬ	32
20.	Василькович О.О. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕМПІРИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА	34
21.	Василюк А.С., Брезмен Ю.І. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПСИХІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ	36
22.	Василюк А.С., Ковалишин В.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СЛУЖБИ ДОСТАВКИ ТОРГІВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	38
23.	Василюк А.С., Криворучко А.-М.О. ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНВЕРСІЇ САЙТУ	40
24.	Василюк А.С., Кунанець О.О. ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ДОНОРСТВО КРОВІ»	41
25.	Василюк А.С., Овакімян А.К. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПОШУКУ ТА БРОНЮВАННЯ МІСЦЬ В ГОТЕЛІ	43
26.	Василюк А.С., Савчин О.Ю. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА БРОНЮВАННЯ КОСМЕТИЧНИХ ПРОЦЕДУР «VEBEAUTY»	45
27.	Василюк А.С., Федунець Т.І. ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ МУЗИЧНОГО ЛЕЙБЛУ	47
28.	Василюк А.С., Шинкарчин Х.Ю. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ	49
29.	Веселовська В., Дмитроца Л.П. ІНФОРМАЦІЙНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ	51
30.	Vorobel R. IMPULSE NOISE SUPPRESSION BY FUZZY IMAGE FILTERING	53
31.	Гандзюр Я. О., Скороход Г.І. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОБНОГО ЗНО НА ФАКУЛЬТЕТІ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ	55
32.	Гарт Л.Л., Васильченко В.А. ПРО ЧИСЕЛЬНУ РЕАЛІЗАЦІЮ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ВОЛЬТЕРРИ ДРУГОГО РОДУ	57
33.	Гарт Л.Л., Щербаченко Є.О., Балейко Н.В. ПРО НАБЛИЖЕНІ АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ НА ВЛАСНІ ЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ	59
34.	Геріна М.О., Луценко О.П. ЗАДАЧА ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧА ЗА БІОМЕТРИЧНИМИ ОЗНАКАМИ	62
35.	Гераскин Б.Д., Годес Ю.Я. АНАЛИЗ ФОРМ РАВНОВЕСИЯ ГИБКОЙ НЕ-РАСТЯЖИМОЙ НИТИ ПОД ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ	64
36.	Гиль Н.И., Пацук В.Н. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОТНОШЕНИЙ 2D-ОБЪЕКТОВ, ОГРАНИЧЕННЫХ КАНОНИЧЕСКИМИ КРИВЫМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА	66
37.	Гоголь О. Р. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА СИНЕРГЕТИЧНІСТЬ	68
38.	Горбачук В.М., Дунаєвський М.С. ДО ЕКОНОМІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ	69

39.	Gorodetskyi V., Osadchuk M. METHOD FOR SIMPLIFICATION OF THE SYSTEM OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS	71
40.	Gorodetskyi V.G. ANALYSIS OF FUNCTIONING OF SOME TECHNICAL SYSTEMS WITH PERIODIC EXTERNAL ACTION	73
41.	Гук Н.А., Диханов С.В., Шаповал І.П. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ СТОРІНОК ВЕБ-САЙТУ З УРАХУВАННЯМ ТЕМАТИЧНОЇ БЛИЗЬКОСТІ	74
42.	Гук Н.А., Кожушний В.В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ РОЗРОБЦІ СЕМАНТИЧНОГО ЯДРА САЙТУ	76
43.	Гук Н.А., Куц Д.В., Степанова Н.І. ДВОЕТАПНИЙ МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЖОРСТКИХ ВКЛЮЧЕНЬ У ТОНКІЙ ПЛАСТИНІ	78
44.	Гулий Т.О., Сердюк М.Є. МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЙ У ЦИФРОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	80
45.	Гунькіна В.Ю. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ПРИ НЕОДНОРІДНОМУ НАГРІВІ	82
46.	Дегтярьов Д.А. СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТИ ВІТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВІ БАЙЕСОВСЬКИХ МЕРЕЖ	84
47.	Демчук А.Б., Гудз О.М. ПРОЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ З ФЕХТУВАННЯ	85
48.	Дзюба П.А., Масаликін С.С. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОРОЗИЙНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ БАЛОК І ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ КЛЫЦЕВИХ ПЛАСТИН ТА ОБОЛОНОК	87
49.	Дмитрієв Д.Т., Зайцев В.Г. ДО ДОСЛІДЖЕННЯ СИНТЕЗУ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ ГЕНЕСІО-ТЕСІ	88
50.	Долженкова О.В. МЕТОДИ ЯКІСНОЇ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	90
51.	Доценко И.О., Тонкошкур И.С. СРАВНЕНИЕ АРХИТЕКТУР РЕКУРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДА АКТИВНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА	92
52.	Єгошкін Д. І., Гук Н.А. АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ДИНАМІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ	94
53.	Ємел'яненко Т.Г., Усачов О.В. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПРОДАЖІВ ТОВАРІВ	96
54.	Єфремов С.М., Зайцева Т.А., Лисиця Н.М., Беспалова В.В. РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРАХУНКУ ГІСТОГРАМИ НАПРЯМЛЕНИХ ГРАДІЄНТІВ	97
55.	Єфремов М.С., Крак Ю.В., Кондратюк С.С. МОДЕЛЮВАННЯ ТА КРОС-ПЛАТФОРМЕНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЖЕСТИВ ДАКТИЛЬНОЇ МОВИ	99
56.	Жушман В.В. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ УСАМІТНЕНИХ ХВИЛЬ	101
57.	Зайцева Т.А., Захарова В.В., Сірик С.Ф., Фридман О.Д. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕНДЕНЦІЙ ВИБОРУ ПРОФЕСІЇ СТУДЕНТАМИ	102

58.	Зайцева Т.А., Стольний О. С., Лисиця Н.М., Шишканова Г.А. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ ПРОДАЖ ПІДПРИЄМСТВА	104
59.	Зеленська Т.С. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ VBA	105
60.	Земляний О.Д. РОЗПОДІЛИ ІМОВІРНОСТЕЙ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН У РІЗНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧАХ	107
61.	Золотько К.Е. ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК	108
62.	Зубенко К.В., Волошко В.Л. ЕФЕКТИВНІСТЬ БІГАРМОНІЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ В ГРАНИЧНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ	110
63.	Ивлев А.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ	112
64.	Івченко К.С., Волошко В.Л. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ І МАРШРУТИЗАЦІЇ	114
65.	Караченцева В.С. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАБЛИЖЕНИХ МЕТОДІВ В ДИСКРЕТНИХ ЗАДАЧАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ КОНФЛІКТУ	116
66.	Карпов І.А., Антоненко С.В. ОЦІНКА ЯКОСТІ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ	118
67.	Кириченко Є.В., Тонкошкур І.С. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ПЛІВКОВИХ ТЕЧІЯХ РІДИНИ	119
68.	Кислий Д.О., Сердюк М.Є. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ТА СЕГМЕНТАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФОРМУЛИ ЗА ЇЇ ЗОБРАЖЕННЯМ У КОНВЕРТОРІ ФОРМУЛ	120
69.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Невідомий В.О., Падалко В.Г. НЕПЕРЕРВНІ НЕЧІТКІ ОДНОПРОДУКТОВІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН	122
70.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С. ПРО РОЗВ'ЯЗАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ІЗ ВІДШУКАННЯМ КООРДИНАТ ЦЕНТРІВ ПІДМНОЖИН	124
71.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Сергєєв О.С. ПРО ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН ВІД КОЕФІЦІЄНТА НЕГЛАДКОЇ ШТРАФНОЇ ФУНКЦІЇ	126
72.	Кісельова О.М., Строева В.О., Строева Г.В. ПРО НЕПЕРЕРВНІ НЕЛІНІЙНІ БАГАТОПРОДУКТОВІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ОБМЕЖЕННЯМИ НА ПРОПУСКНІ СПРОМОЖНОСТІ КОМУНІКАЦІЙ	128
73.	Peter I. Kogut. VARIATIONAL APPROACH TO OPTIMAL SET PARTITIONING IN 2D-EUCLEDEAN SPACE	130

74.	Kogut P.I., Kupenko O.P. A NOTE ON WEIGHTED SOBOLEV SPACES RELATED TO DEGENERATE DIFFERENTIAL OPERATORS	131
75.	Колєчкіна Л.М., Литвиненко Ю.О. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ	132
76.	Колєчкіна Л.М., Двірна О.А., Кильник В.В. ЗАСТОСУВАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ	134
77.	Колєчкіна Л.М., Двірна О.А., Ховбень С.В. ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ	136
78.	Кондратенко Л.О., Самойленко Г.Т., Селіванова А.В. ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РОЗШИРЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА	138
79.	Kononchuk A.A., Boyko L.T. ALGORITHM FOR SOLVING THE INVERSE PROBLEM OF THE NONLINEAR BLACK BOX MODEL	139
80.	Константиновський М.Є., Наконечна Т.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПО КОНУСУ В БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ЗАДАЧАХ	141
81.	Копач Б.В., Басюк Т.М. РОЗРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОСОВОГО КЕРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРОМ	142
82.	Корчинский В.М. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВИДОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	144
83.	Косухіна О.С., Божуха Д.І. ПРО МЕТОДИ ЗНАХОДЖЕННЯ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ SVD-РОЗКЛАДАННЯ ПРЯМОКУТНОЇ МАТРИЦІ	146
84.	Кохан І.В. МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ МІЖ НИМИ	148
85.	Крак Ю.В., Касянюк В.С., Бармак О.В., Манзюк Е.А. ПОБУДОВА МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ БАГАТОВИМІРНОГО ПРОСТОРУ ОЗНАК	149
86.	Крак Ю.В., Кузнецов В.О., Куляс А.І., Ляшко В.І. МЕТОД ЕФЕКТИВНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕО ІНФОРМАЦІЇ З ЕМОЦІЙНИМИ ПРОЯВАМИ НА ОБЛИЧЧІ ЛЮДИНИ	151
87.	Krasnoshapka D.V. PERSONAL COMPUTER VIDEO SYSTEM TROUBLESHOOTING EXPERT SYSTEM	153
88.	Круглий О.С., Черницька О.В. МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ	154
89.	Крутенюк К.С., Сердюк М.Є. ЗАДАЧА РОЗПІЗНАВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ФОРМУЛ ЗА ЗОБРАЖЕННЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	155
90.	Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Гузеєва А.О., Гирман М.Ю. ПРОГНОЗУВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ АКТИВНОСТЕЙ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ	157
91.	Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Змієвська О.В. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ПОПУЛЯЦІЇ ОДНОГО ВИДУ З МІНЛИВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	158

92.	Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Масич М.А., Олешко О.О. ІНТЕРАКТИВНА ПЛАТФОРМА РЕГІОНАЛЬНОГО АУТСОРСИНГУ EDIT DNIPRO	159
93.	Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Матюха Г.П. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	162
94.	Кузенков О.О., Сірик С.Ф., Потап М.О. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ З ІСПАНСЬКОЇ МОВИ	163
95.	Кузнєцов К.А., Баутіна М.В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ПОШУКУ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ	164
96.	Кузьо А.Т., Кравець П.О. ІНФОРМАЦІЙНА WEB-ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ВАЛІДАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КОМЕНТАРІВ	165
97.	Лєсной В.І., Антоненко С.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СЛОВНИКОВОГО ЗАПАСУ	167
98.	Лисенко М.Г., Турчина В.А. ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКА ПРИБУТКОВОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ КЛІЄНТА МЕТОДАМИ DATA SCIENCE	169
99.	Луцюк О.Г., Басюк Т.М. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СЕРЦЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПОБУДОВАНА НА ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ	171
100.	Магас О.С. ВПЛИВ ПРОЦЕДУРИ ВИДОУТВОРЕННЯ НА ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ	173
101.	Малишко Д.С., Гук Н.А., Золотько К.Є. АНАЛІЗ ТА НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	174
102.	Мелешко Є.В., Хох В.Д., Минайленко Р.М. РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА РЕКОМЕНДАЦІЙНІ МЕРЕЖІ	176
103.	Меньшиков Ю.Л. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТОЙЧИВОГО АДЕКВАТНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ	178
104.	Мисан П.О. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПІДХОДУ ДО РОЗ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МУЗИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙ	180
105.	Міщук Д.Д. ДОСЛІДЖЕННЯ УСАМІТНЕНОЇ ХВИЛІ	182
106.	Молодець Б., Булана Т. ВИКОРИСТАННЯ ANGULAR FRAMEWORK ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАРКАСУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ	183
107.	Мусієнко К.А., Наконечна Т.В. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ІДЕМПОТЕНТНОЇ АЛГЕБРИ	185
108.	Нагірна А.М. ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ КОМБІНАТОРНОЇ ЗАДАЧІ З КВАДРАТИЧНОЮ ЦІЛЬОВОЮ ФУНКЦІЄЮ	187
109.	Nakonechnay T.V., Nikulin A.V. USE OF CAUSAL MODELS	189

110. Naumenko D.V. CONSTRUCTION OF A SYNERGETIC REGULATOR IN THE PROBLEM OF CONTROL OF THE ELECTRICAL DEVICE OF THE ASSEMBLY ROBOT BY THE METHOD OF INTEGRAL ADAPTATION	191
111. Новоселова Н.А., Скобцов В.Ю., Лаптин Ю.П., Осипенко С.П., Бардадым Т.А. АЛГОРИТМЫ ПРЕДОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ	192
112. Олійник Л.О., Бажан С.М. ПРО ДЕЯКІ СПОСОБИ РЕКОМБІНАЦІЇ У ГЕНЕТИЧНОМУ АЛГОРИТМІ В ПРОЦЕСІ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМІВ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ	194
113. Осадча Н.В., Дзюба С.В. ОПТИМІЗАЦІЯ РИЗИКІВ ПРИ ОБРАННІ РИНКІВ ЗБУТУ В РАМКАХ ЗДІЙСНЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІДНОСИН	196
114. Отінов В.Д. ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЗАТРИМКИ В СИСТЕМАХ З ЗАПІЗНЕННЯМ ДВУХ ДИНАМІЧНИХ ЗМІННИХ	198
115. Павлов М.С., Антоненко С.В. ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ БДЖОЛИНОЇ КОЛОНІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	199
116. Pankratov A., Romanova T., Duriagina Z., Lemishka I. PACKING SPHERICAL POWDERS FOR 3D PRINTING	200
117. Панкратов О.В., Романова Т.Є., Панкратова Ю.Є., Шеховцов С.Б. ЗАДАЧА ТРАСУВАННЯ ПРИ РОЗКРОЮ ТОНКОГО МЕТАЛУ	202
118. Pankratova N.D., Pankratov V.A. MODELLING OF THE INFORMATION PLATFORM FOR CYBER-PHYSICAL SYSTEMS	203
119. Пасічник А.М., Леснікова І.Ю., Халіпова Н.В., Кутирєв В.В. МОДИФІКАЦІЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ	205
120. Підгайний А.В., Божуха Л.М. ПРОГРАМНІ РЕСУРСИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ	207
121. Плащенко С.О., Кузьменко В.І. ЗВ'ЯЗАНІ ЗАДАЧІ ПРО ЗВОРОТНІЙ ВПЛИВ ЕВОЛЮЦІЇ СИСТЕМИ НА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ	208
122. Polupan V.K. ALGORITHM DEVELOPMENT AND RECONSTRUCTION OF SYSTEMS OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH DELAY	210
123. Popov I.V., Boyko L.T. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR SOLVING THE ONE-DIMENSIONAL QUASILINEAR HEAT CONDUCTION EQUATION	211
124. Прищепя Г.О., Басюк Т.М. СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ВАГИ ТІЛА	213
125. Прокопчук Ю.А., Самойлов С.П. АКТУАЛЬНОСТЬ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ Thinking Machines	215
126. Решетняк В.В., Кузьменко В.І. ФУНКЦІЇ ГРІНА В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ	217

127. Рибченко М.І., Дзюба П.А. РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ PROGRESSIVE WEB APPLICATION З ВИКОРИСТАННЯМ REACT.JS ТА FIREBASE API ТА ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ З ІНШИМИ СПОСОБАМИ СТВОРЕННЯ ВЕБ ДОДАТКІВ	218
128. Rubtsova V.E., Sheveleva A.E. SINGULAR INTEGRAL EQUATION METHOD IN THE ANALYSIS OF AN INTERFACE CRACK BETWEEN HETEROGENEOUS MATERIALS	219
129. Руденко О.Г., Безсонов О.О., Романюк О.С. ПРО ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ	221
130. Руденко О.Г., Лебедев В.О., Олейник К.О. АЛГОРИТМИ НАВЧАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРЯМОГО ПОШИРЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ НЕЛІНІЙНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТРИЦІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ	223
131. Рязанов А.М., Басюк Т.М. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМ ОДНОРАЗОВОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ	225
132. Салата О.М. РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ ЗА ГОЛОСОМ	227
133. Сафронова І.А. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ГНУЧКИХ ПРУЖНИХ ОБОЛОНКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ	229
134. Северін Д.О., Михальчук Г.Й. МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ТРАНСФЕРУ ПАСАЖИРІВ ДО АЕРОПОРТУ	231
135. Сегеда Н.Є. НАЛАГОДЖУВАЧІ АСЕМБЛЕРНИХ ПРОГРАМ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИЩЕНОГО РЕЖИМУ	233
136. Семенов В.В., Колєчкін В.О. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР В ЗАДАЧАХ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА УМОВ НЕЧІТКО ЗАДАНИХ ДАНИХ	234
137. Сірик С.Ф. ПРОТОКОЛИ СТАНУ КАНАЛІВ	236
138. Сірик С.Ф., Прокопенко І.О., Ясько М.М. РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАХИЩЕНОГО З'ЄДНАННЯ ЗА ПРОТОКОЛОМ http ЗАСОБАМИ Crypto Api	237
139. Скрипник В.Г., Тонкошкур І.С. МОДЕЛЮВАННЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ТЕЧІЙ В'ЯЗКОЇ РІДИНИ ПО ПОВЕРХНІ ТВЕРДОГО ТІЛА	238
140. Sluhin M.D., Sidorova M.G. IMPLEMENTATION OF MULTIPLAYER PROJECT WITH VOICE-ACTIVATED CONTROL	239
141. Сорокіна А. І., Сердюк М.Є. ПРОГРАМНА СИСТЕМА ОБРОБКИ МУЗИЧНОЇ АУДІОІНФОРМАЦІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ЯКОСТІ	240
142. Стасюк Т.Р., Стецюк П.І., Хом'як О.М. ПРО ЗНАХОДЖЕННЯ ВСІХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ ПРО Р-МЕДІАНУ	242
143. Стецюк П.І., Ткаченко О.В., Ульянова К.С. ВИКОРИСТАННЯ r -АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОБУДОВИ АЕРОДИНАМІЧНОГО ПРОФІЛЮ З КУБІЧНОЮ КРИВИНОЮ	244
144. Stoyan Y., Romanova T., Pankratov A. PACKING ELLIPSES IN ADDITIVE MANUFACTURING	246
145. Тимофієва Н.К. ПРО СИМЕТРІЮ КОМБІНАТОРНИХ МНОЖИН, ЯКІ МАЮТЬ РІЗНЕ ВПОРЯДКУВАННЯ	247

146. Ткачук Л.С., Божуха Л.М. ПРО МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ	249
147. Токар О. О., Наконечна Т.В. ДИНАМІЧНА АУТЕНТИФІКАЦІЯ НА ОСНОВІ КЛАВІАТУРНОГО ПОЧЕРКУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	251
148. Токарський В.В., Луценко О.П. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ СЕМАНТИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ ТЕКСТІВ	253
149. Турчина В.А., Березін.В.В. ВИКОРИСТАННЯ ПРОГНОЗНИХ ЗНАЧЕНЬ В ПРОМІЖНИХ ТОЧКАХ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ХАОТИЧНИХ РЯДІВ НА БАГАТО КРОКІВ ВПЕРЕД	255
150. Турчина В.А., Бідник М.А. ЗАДАЧА ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ ПРИ ДОВІЛЬНОМУ ЧАСІ ВИКОНАННЯ РОБІТ	257
151. Турчина В.А., Караваєв К.Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМУ, ЗАСНОВАНОГО НА ЛЕКСИКОГРАФІЧНОМУ ПОРЯДКУ	258
152. Турчина В.А., Коваленко Є.О. СХЕМА СПРЯМОВАНОГО ПЕРЕБОРУ ДЛЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ	260
153. Турчина В.А., Челпанова О.О. НАБЛИЖЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНИХ УПОРЯДКУВАНЬ, ЗАСНОВАНИЙ НА АНАЛІЗІ ДОПУСТИМИХ МІСЦЬ	262
154. Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Гриньова О.Є. МЕТОД АНАЛІЗУ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ КОНЦЕПТАМИ ПРЕДМЕТНИХ ОНТОЛОГІЙ	264
155. Федій О.Д., Байбуз О.Г. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТА ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ПАРАЛАКСУ	266
156. Хижа А.Л. ПРОЕКТ CODE REVIEW. РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОДА СТУДЕНТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	268
157. Чала І.С., Наконечна Т.В. АДАПТАЦІЯ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ ДО ЗАДАЧІ ВИСОКОРІВНЕВОГО ПЛАНУВАННЯ ПРОЕКТІВ	270
158. Черненко О.С., Божуха Л.М. ПРО АЛГОРИТМ ЗАДАЧІ ПОШУКУ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ	272
159. Шапіро А.В., Антоненко С.В. СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ U-NET	273
160. Шахов М.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІЇ ЕВРИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ У АЛГОРИТМІ LIAN	275
161. Sheveleva A. INVESTIGATION OF INTERACTION A CONDUCTIVE CRACK AND AN ELECTRODE AT A PIEZOELECTRIC BIMATERIAL INTERFACE	277
162. Шевельова Н.В., Кузьменко В.І. ЗАСТОСУВАННЯ СФЕРИЧНИХ ПОЛІНОМІВ В ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ РІВНЯНЬ ЕЛІПТИЧНОГО ТИПУ	278
163. Шевченко Р.Р., Мацуга О.М. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖІВ ТОВАРІВ У МАГАЗИНАХ НА ОСНОВІ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ	280
164. Шеремет В.С., Мацуга О.М. МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ З ПРОПУЩЕНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ	282

165. Шингалов Д.В., Мелешко Є.В., Улічев О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ БАССОВИХ МЕРЕЖ ДОВІРИ ЯК ЗАСОБІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ МЕРЕЖАХ	284
166. Шульга М.В. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТА МАРКЕТИНГОВИХ РІШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ АНАЛІЗУ ПОПИТУ-ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ МЕРЕЖІ МАГАЗИНІВ	286
167. Щербак І.В., Божуха Л.М. ПРО АЛГОРИТМ ГРУПУВАННЯ ТЕКСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ	288
168. Щербаков Д.С. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ХУДОЖНІХ ТЕКСТІВ УКРАЇНСЬКИХ АВТОРІВ	290
169. Юнусова В.В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПОШУКОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЙТИНГУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ	292
170. Юрков Р.С., Сердюк М.Є. ПРОГРАМНА СИСТЕМА СИНТЕЗУ ПАНОРАМНОГО ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ	293
171. Ясько М.М., Чирка Р.М. ОБРОБКА АУДІО-ДАНИХ ЗАСОБАМИ ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ	295
172. Яськов Ю.Г., Чугай А.М. МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПОВНЕННЯ КОНТЕЙНЕРА КАТАЛІТИЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ	296

ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Запрошуємо Вас взяти участь у роботі XVIII Міжнародної науково-практичної конференції **МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (МПЗІС-2020)**, яка відбудеться **18-20 листопада 2020 року** у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара. Організаторами конференції є:

- Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара;
- Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України;
- ННК «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»;
- Київський національний університет ім. Т. Шевченка;
- ТОВ П «Ай Ес Ді».

До участі у конференції запрошуються фахівці з інтелектуальних систем, науковці, викладачі вузів, молоді вчені, студенти.

На конференції будуть працювати такі секції:

1. Нейронечіткі технології.
2. Експертні системи та системи, що навчають.
3. Математичне і програмне забезпечення систем штучного інтелекту.
4. Інтелектуальні системи прийняття рішень і системи підтримки прийняття рішень у технічних і економічних системах управління та у бізнесі.
5. Інженерія знань.
6. Розпізнавання образів.
7. Використання інтелектуальних систем у навчальному процесі.
8. Інформаційні технології обробки даних для прийняття рішень.
9. Системний аналіз складних систем різної природи.
10. Інформаційні технології в органах державної влади та місцевого самоврядування.

Бажаючих взяти участь у роботі конференції просимо зареєструватися на сайті конференції або надіслати реєстраційну картку (e-mail: mpzis@i.ua). Для включення доповіді до програми конференції необхідно до 26 жовтня 2020 року надіслати тези доповіді, які будуть опубліковані окремою збіркою до початку роботи конференції та видані учасникам конференції.

Інформація про конференцію розміщена на сайті mpzis.dnu.dp.ua

СПОДІВАЄМОСЯ НА ВАШУ УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ!

З повагою, оргкомітет

Підписано до друку 12.11.19. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк цифровий. Ум.друк.арк. 17,09. Тираж 180 пр.

Видавництво і друкарня ПП «ЛІРА ЛТД».

49107, м. ДНІПРО, вул. НАУКОВА, 5.

Свідоцтво про внесення до Держреєстру

ДК № 6042 від 26.02.2018.
