



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 відповіальністю
та іноземними інвестиціями "Ай Ес Ді"



Компанія з розробки та консалтінгу
в області розробки програмного забезпечення

XVI міжнародна науково-практична конференція

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MPZIS-2018)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

*До 100-річчя
Дніпровського
національного університету
імені Олеся Гончара
(1918 – 2018)*

21-23 листопада 2018 року

Дніпро, Україна

Міжнародний науковий комітет

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

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Тези доповідей XVI Міжнародної науково-практичної конференції MPZIS-2018, Дніпро, 21-23 листопада 2018 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Д.: ДНУ, 2018. – 244 с. – Текст: укр., рус., англ.

Щорічна міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS) 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 Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем: Тезисы докладов XVI Международной научно-практической конференции MPZIS-2018, Днепр, 21-23 ноября 2018 г. / Под общ.редакцией Е.М. Киселевой – Д.: ДНУ, 2018. – 244 с. – Текст: укр., рус., англ.

Ежегодная международная научно-практическая конференция «Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем» (MPZIS) является актуальным и востребованным форумом специалистов по прикладной математике, интеллектуальным системам принятия решений, системному анализу, новейшим информационным технологиям. Конференция демонстрирует актуальность проблем разработки, создания и внедрения нового поколения систем управления и обработки информации – интеллектуальных систем, а также тематики автоматизации управления в условиях ускоренного развития математической теории и приложений интеллектуальных систем и сред, их широкого внедрения в повседневную практику.

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.С. Сегеда – ст.викладач; Н.В. Балейко – пров. інж; Н.С. Яцечко – пров.інж;
О.В. Пелех – лаборант.

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

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ЧАСОВОГО РЯДУ ДАНИХ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Антоненко С.В., Батурінець А.Г., baturinets.anastasiya@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Зазвичай, дані гідрологічного моніторингу представлено у вигляді часових рядів, тобто фіксування замірів відповідних показників відбувається протягом деякого часу.

При аналізі часових рядів, окрім первинного аналізу за допомогою описової статистики, першими кроками для кращого розуміння часового ряду є визначення його складових.

Ідентифікація структури часових рядів надає можливості для більш ефективного підбору і використання методів аналізу та прогнозування (оскільки дозволяє більш точно оцінити поведінку процесу в майбутньому).

Часовий ряд, здебільшого, може бути описано:

- адитивною моделлю — $x(t) = T(t) + S(t) + \xi_t$,
- мультиплікативною моделлю — $x(t) = T(t) * S(t) * \xi_t$,

де $T(t)$ — трендова компонента; $S(t)$ — сезонна компонента; ξ_t — випадкова компонента.

В деяких випадках можливе описание часовогого ряду з використанням моделі змішаної форми, оскільки реальні дані можуть бути хаотично зашумлені та містити в собі як адитивні так і мультиплікативні компоненти. Тим не менш, вказані моделі є досить простими за структурою, яку можна використовувати при аналізі та прогнозуванні часових рядів.

Для визначення структури в моделі часовогого ряду будують автокореляційну функцію. Автокореляція визначає кореляційний зв'язок між рівнями ряду та може бути виміряна коефіцієнтом кореляції. Основна ідея такого аналізу полягає в тому, що при наявності в часовому ряді тенденції та циклічних коливань значення кожного наступного рівня ряду залежить від попередніх.

Досліджуючи значення коефіцієнтів автокореляції необхідно звернути увагу на лаг, при якому значення коефіцієнту найбільш високе, визначивши тим самим структуру часового ряду. Якщо найбільш високим є коефіцієнт автокореляції першого порядку, то ряд має лише тенденцію. Якщо найбільшим є коефіцієнт l -го порядку, то ряд має періодичні коливання періоду l . Якщо жоден з коефіцієнтів не є значущим, за t-критерієм Стьюдента, то можна зробити припущення, що ряд не містить тренду і періодичних коливань, або має сильну нелінійну тенденцію для визначення якої необхідно провести додатковий аналіз. Для зручного аналізу залежності значень коефіцієнтів автокореляції від величини лагу побудовано корелограму.

Також для визначення наявності тренду в часовому ряді, застосовується критерій Форстера-Стюарта, що перевіряє ряд на наявність тенденцій середнього та дисперсії.

Окрім визначення наявності складових в часовому ряді, необхідно отримати значення його складових, відповідно до моделі часового ряду.

В процесі розробки програмного забезпечення на мові програмування Python можливе використання бібліотеки statsmodels, що має декілька реалізацій автоматичного розкладання часового ряду на складові (тренд, сезонність, залишки), наприклад:

- seasonal_decompose() – сезонна декомпозиція з використанням ковзного середнього, можливе застосування як до адитивних моделей часових рядів, так і мультиплікативних;
- stldecompose() – заснована на методі локальних регресій (LOESS) передбачає розкладання часових рядів, представлених лише адитивною моделлю.

Обидва методи повертають об'єкт даних, що складається з чотирьох масивів (виділений тренд, сезонність, залишки, початкові дані). Доступ до кожної окремої компоненти часового ряду як до масиву даних, дає можливість для подальшого їх аналізу.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Антоненко С.В., Павлов М.С., mykutapavlov@gmail.com

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

Для довгострокового моніторингу рівнів води типовою метою є розробка економічно ефективного проекту управління водними ресурсами, що зберігає прийнятну загальну точність прогнозування. Витрати на моніторинг зменшуються шляхом усунення спостережних свердловин, рівні води в яких можна прогнозувати з незначною похибкою.

Геостатистична техніка, відома як *крігінг*, використовується для інтерполяції рівня води в місцях спостереження. Передбачається, що кореляція між вимірами на декількох ділянках залежить від відстані між ними. Об'єкти вимірювання, що знаходяться поблизу, зазвичай, мають меншу різницю у вимірюваних величинах ніж ті, що знаходяться на значній відстані. Особливість крігінга полягає в тому, що він забезпечує оцінку похибки при кожній інтерполяції, забезпечуючи міру впевненості у модельованій поверхні, і з цієї причини вважається статистичною технікою, а не детерміністичним методом. Ступінь просторової кореляції обчислюється експериментальною варіограмою, яка визначає кореляцію між замірами, як функцію відстані між точками вимірювання. На певній відстані модель варіограми розходитьсья. Відстань, де модель спочатку вирівнюється, відома як *діапазон*. Значення, за яким модель варіограми досягає діапазону, називається *порогом*.

Відносно експериментальної варіограми підбирається модель варіограми. Модель варіограми може бути *сферичною*, *експоненціальною*, *гауссівською*. Застосовуючи одну або декілька цих моделей до експериментальної варіограми, крива моделі може бути скоригована (можуть бути змінені значення діапазону та порогу), щоб краще відображати дисперсію в наборі даних.

Для оцінювання точності моделі використовується перехресна перевірка. Перехресна перевірка вилучає задану кількість свердловин з набору даних і оцінює рівень води у видалених місцях шляхом крігінгу. Потім розраховується похибка оцінки. Ця процедура повторюється для кожної унікальної групи в наборі даних та підраховується середньоквадратична похибка. Кандидати на видалення з мережі – це групи свердловин, видалення яких призводить до найменшої середньоквадратичної похибки.

Зменшення кількості спостережних свердловин в існуючій мережі моніторингу є нелінійною комбінаторною проблемою. Можливі використання евристичних процедур оптимізації для виявлення цих надлишкових свердловин.

Генетичний алгоритм – це адаптивний евристичний алгоритм пошуку, що імітує механіки природного відбору і добре підходить для вирішення задач комбінаторної оптимізації, в яких існує великий набір варіантів рішень. Випадкові комбінації номерів свердловин на видалення, в термінології алгоритму – *хромосоми*, являють собою унікальне рішення в просторі рішень оптимізаційної проблеми. Кожна ітерація називається *генерацією*.

На кожній генерації для кандидатів вираховується значення помилки прогнозування на основі крігінгу. Проводиться селекція, тобто кандидати з мінімальним значенням помилки потрапляють до нової популяції. Потім проводиться схрещування хромосом, найкращі кандидати породжують нащадків, тобто частини хромосом батьків поєднуються. Нащадки з дубльованими номерами свердловин видаляються.

З заданою вірогідністю проводиться процес *мутації* кожної хромосоми, тобто номери свердловин заміщаються на інші із вибірки. Процес повторюється, доки не відбулася встановлена кількість генерацій або не було знайдено кандидата з прийнятним рівнем помилки прогнозування.

Такий підхід дозволяє знаходити прийнятні рішення за незначний час без паралельних обчислень, але не гарантує оптимального рішення.

СЕГМЕНТАЦІЯ СЛАБОКОНТРАСТНИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТИ КОХОНЕНА І АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ

Ахметшина Л.Г., akhmlu1@gmail.com, **Егоров А.А.**, egorov@mayak.dp.ua
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Введение. При обробці зображень приходиться нередко проводити їх сегментацію, що являється достаточно складною задачею зважаючи на існуючі відмінності в характеристиках початкових снимків та цілей обробки. Одним із способів виконання сегментації є класифікація з подальшою візуалізацією її результатів. Представляє інтерес виконання класифікації з допомогою карт Кохонена. В роботі [1] було запропоновано виконувати візуалізацію результатів нейро-фаззі класифікації на основі аналізу независимих компонент.

Постановка задачі. В цій роботі предполагається застосування аналізу независимих компонент для візуалізації результатів класифікації сети Кохонена при сегментації слабоконтрастних зображень.

Решение задачи. Предложенный метод состоит из следующих шагов:

1. Кластеризация исходного снимка картой Кохонена.
2. Удаление «мертвых» и итеративное слияние упорядоченных нейронов, расстояние между которыми меньше значения $\bar{\Delta}$, вычисляемого на основании весов соседних нейронов [2].
3. Вычисление функции принадлежности на основании матрицы Евклидовых расстояний между нейронами и исходными данными.
4. Сжатие полученной функции принадлежности путем автоматизированного слияния близких (на основе меры расстояний) центров кластеров и функций принадлежности к ним.
5. Выполнение анализа независимых компонент (на основании применения алгоритма FastICA) функции принадлежности с автоматическим отбором наиболее значимых столбцов матрицы независимых компонент [1].

6. Формирование выходного полутонового изображения на основе взвешенной суммы наиболее значимых столбцов матрицы независимых компонент с последующим выполнением эквализации гистограммы.

Экспериментальные результаты были получены при обработке различных низкоконтрастных медицинских снимков, примером которых служит томограмма мозга (рис. 1 а), выполненная с целью диагностики наличия гематомы и выделения области ее влияния. Предложенный метод (рис. 1 в) позволяет точнее выделить структуру области влияния гематомы и центральной части снимка по сравнению с визуализацией на основе сравнения с исходными данными [2] (рис. 1 б).

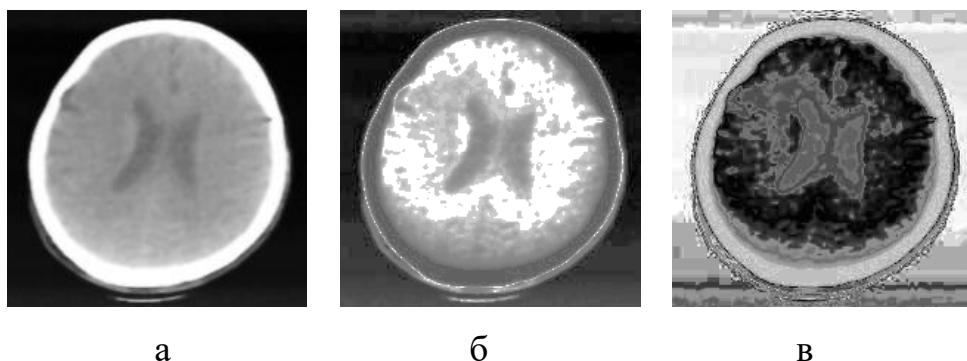


Рис. 1. Сегментация томограммы: а – исходное изображение; визуализация на основе: б – сравнения с исходными данными; в – предложенного алгоритма

Литература

1. Ахметшина Л.Г. Независимый компонентный анализ одномерных изображений// Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров, Ахметшин К.А / Системные технологии. – 2018. – № 1 (114). – С. 17 – 24.
2. Ахметшина Л.Г. Влияние слияния близких нейронов на скорость и достоверность сегментации на базе карты Кохонена // Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров, К.А. Ахметшин / Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: XIV міжнародна науково-практична конф. Дніпропетровськ, 16–18 листопада 2016, – С. 8 – 9.

МОДЕЛІ АНАЛИЗУ ЭКОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНІВ ВОДОЙМИЩА

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

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

В роботі представлені дві математичні моделі для дослідження і оцінки рівня забруднення водоймища та навколоишньої 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 риску 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 навколошнього середовища та його подальший розвиток;
- визначається поле концентрацій забруднювачів та відстежується його еволюція в часі до припинення дії його небезпечних компонентів;
- виконується оцінка риску токсичного ураження людей та тварин.

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

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛИЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ

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

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

Дослідження 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 було побудовано математичну модель руху збуреної рідини, який виникає під час різних фізичних дій на її поверхню, а також в результаті руху тіла в цій рідині та побудова програмного продукту, за допомогою якого здійснюється реалізація та дослідження запропонованої моделі, в залежності від різноманітних фізичних факторів.

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 вдосконалені можемо розв'язувати більш складні задачі взаємодії тіла і рідини.

ПОБУДОВА ПОЧАТКОВОГО НАБЛИЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНОЇ ОРБІТИ

Бандура В.М., Черницька О.В., valentinabandura2002@gmail.com,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У роботах Ампілової Н.Б. у 1999-2002 роках розглядалася задача дослідження поведінки інваріантних кривих в околі стаціонарних точок відображення Гардіні та побудова початкового наближення до періодичної орбіти в околі інваріантних кривих біфуркації Хопфа [1]. Метою нашої роботи є побудова та локалізація траєкторій на заданому компакті та створення програмного додатку для отримання результатів.

Виконано дослідження умови появи інваріантних кривих в околі нерухомих точок та побудовано дві періодичні орбіти (стійка на нестійка) при уточнених параметрах $\mu = 0.512603$ та $\lambda = 0.487397$, результати можна переглянути у розробленому програмному додатку (Рис 1). Уточнення орбіт проводиться з-за допомогою метода Ньютона.

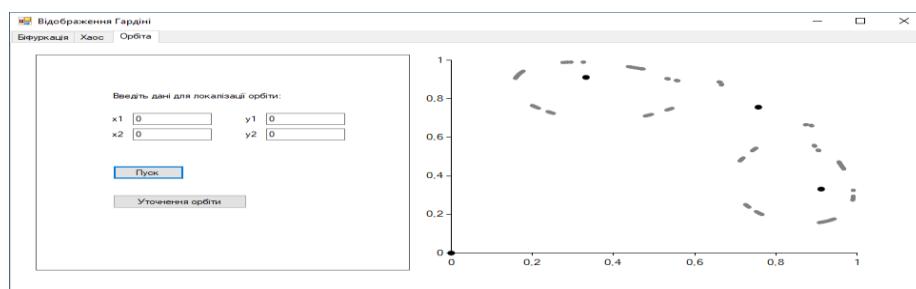


Рисунок 1 - Приклад роботи програмного продукту

Розроблено програмний продукт для побудови та локалізації траєкторій. Подальша робота спрямована на дослідження того, як при зміні кількості точок змінюється періодичність траєкторії та її стійкість.

1. Ампілова Н.Б. Численное исследование поведения инвариантных кривых в окрестности неподвижных точек отображения Гардини // СПб. –1999. – №2. – С.87-94.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І МЕТОД РІШЕННЯ
УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛООБМІНУ ТІЛ
ПІВСФЕРИЧНОЇ ФОРМИ**

Бердник М. Г., MGB2006@ukr.net,
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Найважливішим завданням у вирішенні проблеми оцінки ресурсного потенціалу території на тверді корисні копалини є підвищення геологічної і техніко-економічної ефективності бурових робіт, що неможливо без сучасного техніко-технологічного забезпечення цих робіт.

Буріння свердловин є основним способом розвідки корисних копалин. При цьому найбільш ефективним в даний час і доступному в майбутньому способом буріння свердловин в твердих породах є алмазне буріння із застосуванням алмазного бурового долота.

Алмазне бурове долото в процесі роботи сильно нагрівається за рахунок тепловиділення в зоні контакту і охолоджується потужним потоком бурового розчину.

Врахування дії температурного чинника створює основу для прогнозування можливої величини механічної швидкості алмазного буріння, сприяє правильному вибору технологічних параметрів, об'єктивного контролю їх в процесі буріння, дозволяє намітити шляхи вдосконалення алмазного інструменту.

Аналіз праць показав, що більшість результатів мають частковий характер, єдиний погляд на фізичну картину, що має місце при бурінні, відсутній, а відомі моделі не дають змогу прогнозувати температуру алмазного бурового долота з урахуванням кутової швидкості буріння та кінцевої швидкості поширення тепла.

В роботі розглянуто розрахунок температурного поля тіла півсферичної форми у циліндричній системі координат (r, φ, z) радіуса R з твірною лінією $r = \sqrt{R^2 - (z - R)^2}$ с центром в точці $(0, \pi/2, R)$ (рис.1), яке наближено моделює роботу алмазного долота.

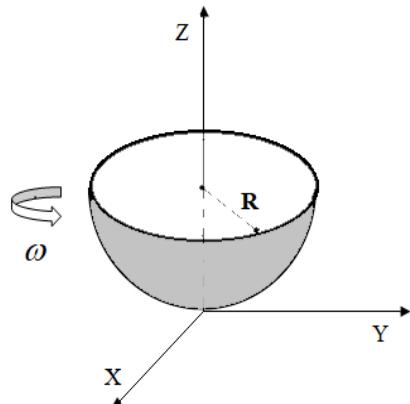


Рис. 1. Тіло півсферичної форми з твірною лінією $r = \sqrt{R^2 - (z - R)^2}$.

Тіло обертається навколо осі OZ з постійною кутовою швидкістю ω , а швидкість поширення тепла є відомою величиною. Теплофізичні властивості тіла не залежать від температури, а внутрішні джерела тепла відсутні. У початковий момент часу температура тіла є постійною, а на зовнішній поверхні тіла відомі значення теплового потока які є неперервні функції координат.

Математична модель була отримана у вигляді крайової задачі математичної фізики для гіперболічного рівняння тепlopровідності з граничними умовами Неймана.

В роботі побудоване нове інтегральне перетворення для двовимірного кінцевого простору, із застосуванням якого, а також методів кінцевих елементів і Гальбркіна знайдено температурне поле у вигляді збіжного ряду.

Знайдений розв'язок може знайти застосування для прогнозування можливої величини механічної швидкості алмазного буріння, сприяти правильному вибору технологічних параметрів, об'єктивного контролю їх в процесі буріння, дозволяє намітити шляхи вдосконалення роботи алмазного дрота.

УСЛОВИЯ ТОЧНЫХ ДВОЙСТВЕННЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ КВАДРАТИЧНЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Березовский О.А., o.a.berezovskyi@gmail.com

Інститут кибернетики им. В.М. Глушкова НАН України

В общем случае квадратичная экстремальная задача

$$f^* = f_0(x^*) = \inf_{x \in T \subseteq R^n} f_0(x), \quad (1)$$

где $f_i(x) = x^T A_i x + b_i^T x + c_i$, $i \in \{0\} \cup I^{LQ} \cup I^{EQ}$ – квадратичные функции в n -мерном пространстве, $T = \{x : f_i(x) \leq 0, i \in I^{LQ}, f_i(x) = 0, i \in I^{EQ}\}$, относится к классу NP-трудных задач, всвязи с чем используют различные выпуклые релаксации для нахождения оценок ее глобального экстремума. Двойственная оценка ψ^* [1] глобального минимума f^* задачи (1) определяется ее лагранжевой релаксацией по всем ограничениям:

$$\psi^* = \sup_{\substack{A(u) \succ= 0, \\ u_i \geq 0, i \in I^{LQ}, \\ u \in R^m}} \left(\psi(u) = \inf_{x \in R^n} L(u, x) \right) \leq f^*, \quad (2)$$

где $L(u, x) = x^T A(u)x + b^T(u)x + c(u)$ – функция Лагранжа для задачи (1),

$$A(u) = A_0 + \sum_{i=1}^m u_i A_i, \quad b(u) = b_0 + \sum_{i=1}^m u_i b_i, \quad c(u) = c_0 + \sum_{i=1}^m u_i c_i, \quad m = |I^{LQ}| + |I^{EQ}|,$$

$A \succ= 0$ обозначает неотрицательно определенную матрицу A .

Использование двойственных оценок при исследовании квадратичных экстремальных задач приводит к необходимости оценки качества получаемых результатов. Если для выпуклых задач двойственный подход позволяет получить как значение, так и точку глобального экстремума, то в невыпуклом случае вопрос точности оценки достаточно сложен. Особенный интерес вызывают случаи, когда данные оценки оказываются точными ($\psi^* = f^*$) и позволяют решить исходную многоэкстремальную задачу.

Теорема 1 [2]. Для того, чтобы двойственная оценка ψ^* (2) для квадратичной экстремальной задачи (1) с $f^* > -\infty$ была точной, необходимо

и достаточно, чтобы существовал такой вектор множителей Лагранжа u^* , при котором функция $L(u^*, x) - f^*$ представима в виде суммы квадратов

линейных форм: $\exists u^* : L(u^*, x) - f^* = \sum_{j=1}^k l_i^2(x), k \leq n$. ■

На практике более полезным может оказаться достаточное условие точной оценки, сформулированное в виде теоремы 2. Обозначим Γ^+ – множество граничных точек множества $\{u : u_i \geq 0, i \in I^{LQ}, A(u) \succ= 0, u \in R^m\}$. Определим для каждого $u \in \Gamma^+$ множество $J(u) = \{j : \lambda_j(u) = 0, j \in \{1, \dots, n\}\}$, где $\lambda_j(u)$, $j \in \{1, \dots, n\}$ – собственные числа матрицы $A(u)$; $\xi_j(u)$ – собственные вектора, соответствующие собственным числам $\lambda_j(u)$.

Теорема 2 [3]. Если существуют такой вектор p и такое положительное число $\tilde{\varepsilon} > 0$, что для любого $\varepsilon \in (0, \tilde{\varepsilon})$

$$\forall u \in \Gamma^+ \exists j \in J(u) \text{ такое, что } \xi_j^T(u)(b_0 + \sum_{i=1}^m u_i b_i + \varepsilon p) \neq 0, \quad (3)$$

то двойственная оценка ψ^* (2) для квадратичной экстремальной задачи (1) точная. Причем, если условие (3) выполняется при $p = 0$, то вектор $x^* = -A^{-1}(u^*)b(u^*)/2$ решения задачи (2) является и решением задачи (1). ■

Примеры применения приведенных выше теорем к конкретным оптимизационным задачам можно найти в [2–4].

Список литературы

1. Шор Н.З., Стеценко С.И. Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация. – К.: Наук. думка, 1989. – 208 с.
2. Березовский О.А. О точности двойственных оценок для квадратичных экстремальных задач // Кибернетика и системный анализ. – 2012. – № 1. – С. 33–39.
3. Березовский О.А. О решении одной специальной оптимизационной задачи, связанной с определением инвариантных множеств динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2015. – № 3. – С. 33–40.
4. Березовский О.А. Нулевой разрыв двойственности в квадратичных экстремальных задачах // Математичне та комп'ютерне моделювання. – 2017. – С. 20–25.

СТВОРЕННЯ НАБОРУ СТЕГАНОГРАМ ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СЛІПОГО СТЕГОДЕТЕКТОРА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Благун А.В., alinablahun@gmail.com, Білобородько О.І., ohanab@ukr.net
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Одним з основних засобів виявлення факту використання стегосистеми в каналі зв’язку є застосування стегодетекторів. Побудова сліпого стегодетектора (blind stegodetectors) складається з таких етапів: побудова багатомірного простору ознак зображення, аналіз відмінностей порожніх та заповнених стегоконтейнерів, навчання детектора за тренувальною базою стего та контейнерів [2]. В якості класифікатора можуть бути використані будь-які інструменти розпізнавання образів, нечіткої логіки та глибинного аналізу даних.

Незалежно від обраного засобу класифікації якісна робота стегодетектора не можлива без навчання на репрезентативному наборі стегоконтейнерів, тому під час побудови набору стеганограм варто враховувати ряд особливостей.

В якості стегоконтейнерів рекомендується використовувати природні зображення – фотографії реального світу, які отримано під час аналогової чи цифрової фотозйомки. Неприродні зображення (комп’ютерна графіка) та зображення з низькою варіативністю кольорів було визнано непридатними для стегоаналізу [1].

В стегонографії перевага надається контейнерам у відтінках сірого, так як у них, на відміну від кольорових зображень, відсутні зв’язки між колірними каналами, що ускладнює стегоаналіз [2]. Так як формат контейнеру визначає простір в якому здійснюється приховання даних, доцільною є побудова та використання окремих стегодетекторів для різних форматів зображень.

Розміри контейнерів, за правильного вибору характеристик, не чинять значного впливу на простір ознак [3]. Проте обробка великих зображень

може значно вповільнити процес навчання стегодетектора, тому під час досліджень файли зображень, як правило, обрізають на етапі попередньої обробки (найбільш поширеним є співвідношення сторін 512x512 і 256x256 пікселів). Оптимальна кількість контейнерів в наборі залежить від мети дослідження й зазвичай складає від 1000 до 10000.

Під час, власне, створення набору стеганограм в якості вхідних даних було використано 500 унікальних зображень у форматі JPEG. З метою підвищення здатності стегодетектора до узагальнення знань про заповнений контейнер, для розпізнання стеганографічних перетворень створених методами, що не використовувались під час навчання, до кожного з вхідних зображень було додано стегоповідомлення з застосуванням таких технік: JP Hide&Seek, F5, MBS1, MBS2, Steghide, OutGuess.

Так як ступінь заповненості контейнера чинить значний вплив на результат роботи будь-якого методу стегоаналізу, до навчального набору було включено групи контейнерів зі ступенем заповненості 25, 50 та 100%. Зміст вбудованих повідомлень визначався випадково з певного набору повідомлень.

Таким чином, для навчання та тестування сліпого стегодетектора був створений набір 9000 унікальних стеганограм з використанням 6 стегоалгоритмів та 3 ступенів заповненості контейнерів. Також були враховані зазначені вище вимоги до типу, колірної палітри, розмірів та формату початкових зображень.

Бібліографічні посилання

1. **Farid, H.** Detecting hidden messages using higher-order statistical models. In Image Processing / H.Farid – Proceedings 2002 International Conference On Image Processing, NY – 2002. P. 905–909
2. **Fridrich J.** Steganography in digital media. Principles, algorithms, and applications / J. Fridrich – Cambridge University Press, 2010. – 437p
3. **Zeng, J.** Largescale JPEG steganalysis using hybrid deep-learning framework / J. Zeng, S. Tan, J. Huang – Cornell University Press, 2016. – 8 p

COMPARISON OF TWO LONGITUDINAL ALGORITHMS FOR THE EARLY DETECTION OF OVARIAN CANCER

Blyuss¹ O., Marino² I.P., Vazquez² M.A., Zaikin³ A.

¹ Wolfson Institute of Preventive Medicine, Queen Mary University of London,
London, UK

² Department of Signal Theory and Communications, Universidad Carlos III de
Madrid, Leganés 28911, Madrid, Spain

³ Department of Mathematics and Women's Health, University College London,
London, UK

Introduction Despite recent advances in ovarian cancer (OC) treatment and management, it is still the leading cause of death from gynaecological cancer among women accounting for 5% of all female deaths from cancer. While none of the up-to-date clinical trials demonstrated possible mortality benefit of screening in ovarian cancer, the only tumour marker currently used to raise concerns about possible OC is CA125 with a normal range from 0 to 35 U/mL. Other potential biomarkers have been suggested including HE4 and Glycodelin. The expansion of personalised approaches in medicine has led to the necessity of analysing serial patients' profiles with the aim of detecting significant deviations from the baseline.

Materials and methods Two methods that incorporate serial biomarkers to predict risk of cancer were compared: Risk of Ovarian Cancer Algorithm (ROCA) based on Bayesian change-point (BCP) model proposed in [1] and Recurrent Neural Networks (RNN). Receiver Operating Characteristic (ROC) curve was used to evaluate and compare the performance of the two techniques. Data used for this analysis was a subset from the United Kingdom Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening (UKCTOCS) that took place in the UK from 2001 to 2015.

Results 179 controls (healthy women) and 44 cases (diagnosed women) with serial measurements of CA125, HE4 and Glycodelin were included in the analysis. Each control had 4 to 5 serial samples available and each case had 2 to 5

samples available. The latter was due to the fact that some of the cases were diagnosed soon after they started participating in the clinical trial. The AUC for the classification based on CA125 only was 0.956 for the BCP model and 0.97 for the RNN [2]. When other biomarkers were added to CA125, there was a slight increase in the performance, 0.98 for the BCP model and 0.983 for RNN. None of the differences in the AUC were significant.

Conclusion In this analysis a purely discriminative method based on the RNN was compared to a statistical technique based on the BCP. The advantage of the Bayesian approach is that unlike the RNN black-box method its outputs could be further analysed by a clinician. Further research plans include implementing novel, recently developed RNN architectures as well as combining the RNN idea with the information known about cancer development and progression.

1. Marino IP, Blyuss O, et al. Change-point of multiple biomarkers in women with ovarian cancer. *Biomedical Signal Processing and Control*, 33 (2017), pp. 169-177.
2. Vazquez MA, Blyuss O, et al. A quantitative performance study of two automotive methods for the diagnosis of ovarian cancer. *Biomedical Signal Processing and Control*, 46 (2018), pp. 86-93.

ADAPTATION OF THE ALGORITHM FOR SOLVING THREE-CRITERION OPTIMIZATION PROBLEM TO THE CONDITIONS OF THE REAL PROBLEM**Boyko L.T., Kolisnyk K.A.***Oles Honchar Dnipro National University (www.dnu.dp.ua)*

The algorithm for solving the three-criterion optimization problem is described in detail in [1]. According to this algorithm, a software implementation of a mathematical optimization problem (1) – (2) was developed.

$$\begin{cases} f_1(X) \rightarrow \max; \\ f_2(X) \rightarrow \max; \\ f_3(X) \rightarrow \max; \end{cases} \quad (1)$$

$$c_k \leq g_k(X) \leq d_k, \quad k = \overline{1, r}, \quad (2)$$

where $X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in D$, D – is the set of admissible solutions which is determined by such restrictions:

$$a_i \leq x_i \leq b_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

In the conditions (2), (3) a_i, b_i, c_k, d_k – known numbers.

In [1], it was assumed that $f_i(X)$, $i = 1, 2, 3$ and $g_k(X)$, $k = \overline{1, r}$ are continuous functions in the domain D of permissible solutions. Based on the algorithm developed under these conditions, using the variants of the method of convolution of the criteria, the compromise for Pareto was made by solving the problem (1) – (3).

However, in real problems (for example, problem that was formulated in [2]) functions (1) and $g_k(X)$ in conditions (2) are not specified analytically. The values of the functions $f_i(X)$, $i = 1, 2, 3$ and $g_k(X)$, $k = \overline{1, r}$ can be calculated by certain algorithms at each point X of the domain D .

In the problem from work [2], for example, the function $f_1(X)$ gives the cost of 1 ton of smelted iron; the function $f_2(X)$ predicts the mass of smelted iron

(production efficiency) and the function $f_3(X)$ analyses the coke cost per 1 ton of smelted iron.

In the constraints (2) the functions $g_k(X)$, $k = \overline{1, r}$ establish the connection between the composition of the charge and the properties of the slag (physicochemical equivalent of slag, the slag stoichiometry index, etc.), between the composition of the charge and some important characteristics of the iron (sulfur content, silicon content, etc.). r is the number of parameters of slag and iron, which characterize the quality of smelling products and which are monitored.

Since the algorithm is prepared for use in real production conditions, criteria (1) in the program are calculated algorithmically for each point of the domain D .

The maximum values of the criteria (1) are calculated taking into account the constraints (2). The three optimal points of the criteria (1) make it possible to select the Pareto set from the domain D .

The algorithm foresees the use of such variants of the convolution method: linear convolution of criteria; multiplicative convolution of criteria; convolution of points where criteria $f_i(X)$, $i = 1, 2, 3$ reach their optimal values.

In addition, for the decision maker in real production, the program provides the opportunity to choose a compromise solution at his discretion.

Conclusion: the developed software product can be adapted to the real task by making the appropriate settings.

Bibliographic references

1. **Бойко Л.Т.** Алгоритм розв'язування трикритеріальної задачі оптимізації [Текст] / Л.Т. Бойко, К.А. Колісник // «Питання прикладної математики і математичного моделювання»: зб. наук. пр. – Д.: Ліра, 2017. – Вип. 17. – С. 16-24.
2. **Бойко Л.Т.** Розробка математичної моделі задачі оптимізації складу шихти доменної плавки та метод її розв'язування / Л.Т. Бойко, Д.М. Тогобицька, А.І. Бєлькова, К.А. Колісник [Текст] // XIV міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS-2016). Тези доповідей. 16-18 листопада 2016 р. Дніпро, Україна, с. 22-23.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТЕПЛА У ПЛАСТИНІ ЗАСОБАМИ WEBGL

Бондар А.С. andrey_bondar@ua.fm

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

Доволі значна частина математичних моделей, що розглядаються при вирішенні проблем, породжених промисловістю, наукою та технікою, зводяться до задач математичної фізики. В наші часи чи не єдиним способом їх розв'язання є чисельні методи та використання ЕОМ. Проте вимоги до їх реалізації постійно зростають: вона має бути швидшою, точнішою і здатною дати лад новим, більш складним задачам. Наразі основною матеріальною базою для проведення подібних обчислень є суперкомп'ютери та кластери зі значною кількістю потужних процесорів. Проте такий підхід є доволі дорогим як з точки зору вартості комплектуючих, так і з урахуванням вартості електроенергії, необхідної для функціонування подібного обчислювального комплексу.

Поява GPU (від англ. graphics processor unit – графічний процесор) загального призначення надала альтернативу для організації суперобчислень. Вони можуть бути використані не тільки для вирішення їх основної задачі (якою безперечно є розрахунок графіки), а і для довільних обчислень. Цього можна досягти використанням спеціалізованих бібліотек: CUDA (від англ. compute unified device architecture – уніфікована обчислювальна архітектура) – для відеоприскорювачів виробництва NVIDIA, OpenCL або DirectCompute. Всі вони базуються на архітектурі SIMD (від англ. single instruction multiple data – одна операція над великою кількістю даних), яка дозволяє запускати велику кількість потоків одночасно і може використовуватись для численних цілей, в тому числі і для наукових розрахунків.

Дані технології були розглянуті з тих причин, що математичне моделювання є обчислювально-трудомістким завданням, яке хотілося б вирішувати швидше, і воно потенційно може бути (хоча б частково) розпаралелено.

У зв'язку з цим була поставлена наступна задача - дослідити можливості моделювання задач математичної фізики, та їх графічного представлення на прикладі задачі про розповсюдження тепла у однорідній пластині.

Серед більшості технологій, які дають можливість графічно представити модель, було обрано WebGL. Він є 3D графічною бібліотекою, яка дозволяє сучасним Інтернет-браузерів малювати 3D-сцени стандартним і ефективним способом. Тобто для моделювання задач математичної фізики не потрібно ніякого програмного забезпечення, достатньо мати лише браузер, що є досить зручним у користуванні.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНВЕРСНОЇ КІНЕМАТИКИ В ЗАДАЧАХ СКЕЛЕТНОЇ АНІМАЦІЇ

Бузовський Є.О., eug6n6@gmail.com

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

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

Скелетна анімація – це спосіб описати рух об'єктів, які представлені у вигляді моделей-скелетів. Моделі-скелети можна представити множиною ланцюгів, які складаються зі з'єднаних по черзі ланок. Однією з базових задач скелетної анімації є задача інверсної кінематики (ІК), що полягає у віднаходженні такого положення ланцюга, при якому кінцева точка ланцюга досягне точки-цілі, а початкова залишиться в своєму положенні.

Нехай заданий ланцюг, що включає масив ланок кількістю n . Положення ланцюга можна описати масивом точок з координатами $(r_i, \alpha_i), i = \overline{1, n}$, де r_i і α_i – довжина радіус-вектора та кут відносно попередньої ланки. Нехай точка-ціль, яку треба досягнути, має координати $g = (x_g, y_g)$. При змінних α_i можна визначити цільову функцію відстані від кінцевої точки ланцюга до точки-цілі. Отже, задача інверсної кінематики зводиться до задачі багатомірної оптимізації.

Чисельні методи оптимізації вище нульового порядку передбачають роботу з похідними та складні математичні операції, що ускладнює їх програмну реалізацію та суттєво впливає на швидкість роботи. Було розглянуто один з найбільш використовуваних методів оптимізації у задачах ІК – метод **циклічного координатного спуску (Cyclic Coordinate Descent - CCD)**^[1].

Для розв'язання задачі ІК також можна використати методи, що базуються на геометричному підході. Серед них відносно нові методи **Triangulation IK**^[2] (базується на теоремі косинусів) та **FABRIK**^[3], які демонструють більш привабливіші результати.

Точність результату визначається максимальним відхиленням кінцевої точки від точки-цілі, яке можна визначити лише в ітеративних методах CCD та FABRIK.

Властивість природності анімації руху пов'язана з надлишковістю в контексті IK (кількість ланок, які змінили своє положення для досягнення цілі). Метод Triangulation найменш надлишковий з пріоритетом на перші ланки, але для ланцюгів з великою кількістю ланок він втрачає природність. Методи CCD та FABRIK є надлишковими, але забезпечують плавну анімацію.

Методу CCD в середньому необхідно 37 ітерацій (зростанням кількості ланок кількість ітерацій зростає в рази), методу FABRIK - 7 ітерацій (більш стійкий до збільшення кількості ланок). Методу Triangulation в середньому достатньо зміни кутів перших декількох ланок.

Отримані оцінки швидкості алгоритмів для ланцюга з трьох ланок: Triangulation: 0.005мс (швидкість коливається незалежно від кількості ланок), FABRIK: 0.006мс (час роботи зростає пропорційно кількості ланок), CCD: 0.04мс (час роботи зростає в рази швидше при збільшенні кількості ланок, не дає результатів після деякого числа ланок).

Отже, в умовах реального часу доцільно використовувати методи Triangulation та FABRIK залежно від бажаного типу анімації руху об'єктів.

Бібліографічні посилання

1. **L.T. Wang and C.C. Chen.** A Combined Optimization Method for Solving the Inverse Kinematics Problem of Mechanical Manipulators. – IEEE Transactions On Robotics and Automation, 1991
2. **R. Müller-Cajar, R. Mukundan.** ‘Triangulation: A New Algorithm for Inverse Kinematics’, Proceedings of Image and Vision Computing. – 2007, pp. 181–186, Hamilton, New Zealand.
3. Інверсна кінематика: простий і швидкий алгоритм [Електронний ресурс] // IT українською [2014]. Режим доступу: <http://itua.info/news/2014/05/22/nversna-knematika-prostiy-shvidkiyalgoritm.html>

ПРО ДОПУСТИМІ ТИПИ РОЗВ'ЯЗКІВ ОДНОГО КЛАСУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ

Варех Н.В., Вольфсон О.Я, Падалка О.А.

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

В даній роботі проводиться дослідження диференціально-функціональної системи на нескінченному проміжку:

$$\begin{cases} y'_i(t) = a_i(t)f_i(y_{i+1}(\tau_{i+1}(t))); \\ y'_n(t) = a_n(t)f_n(y_1(\tau_1(t))); \end{cases} \quad i = \overline{1, n-1} \quad (1)$$

де, $0 \leq a_i(t) \in C[t_0, \infty]$, $\tau_i(t) \in C[t_0, \infty]$, $\tau_i(t) \leq t$, $f_n f_1 f_2 \dots f_{n-1}(u) = u$ ($u \neq 0$), $f_i(u)$, $i = \overline{1, n}$ – неперервні, неспадні функції.

В роботі [1] також розглядалась система (1), але при інших типах нелінійностей функцій $f_i(u)$. Як було зазначено в роботі [1], суттєво різними є випадки для парного і непарного n .

Наведемо отримані результати.

Теорема 1. Нехай при $n = 4$ виконуються умови:

1. $g(t) = \min \{\tau_1, t\}$, $\tau_i(t) \leq t$, $i = 2, 3, 4$;
2. $\int_{t_0}^{\infty} a_1(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_2(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_3(t)dt = \infty$;
3. $\int_{t_0}^{\infty} a_4 f_4 \left(\int_{t_0}^{\tau_1(p)} a_1(z) f_1 \left(\int_{t_0}^{\tau_2(x)} a_2(s) f_2 \left(\int_{t_0}^{\tau_3(s)} a_3(x) dx \right) ds \right) dz \right) dp = \infty$;
4. $\int_{t_0}^{\infty} a_1(x) f_1 \left(\int_x^{cx} a_2(z) f_2 \left(\int_z^{cz} a_3(p) f_3 \left(\int_p^{cp} a_4(s) dp \right) dz \right) dx \right) dx = \infty$;
5. $\int_{t_0}^t a_4(p) \left[f_4 \left[\int_{t_0}^{g(p)/c} a_1(z) f_1 \left[\int_{t_0}^{\tau_2(z)} a_2(x) f_2 \left[\int_x^{cx} a_3(s) ds \right] dx \right] dz \right] \right]^{1-\varepsilon} = \infty$, $(0 < \varepsilon < 1)$.

Тоді кожний розв'язок системи (1) або сильно осцилює, або кожна компонента прямує або до нуля, або до нескінчності при $t \rightarrow \infty$.

Теорема 2. Нехай при $n = 5$ виконуються умови:

1. $g(t) = \min\{t, \tau_1(t)\}$, $\tau_i(t) \in C[t_0, \infty)$, $\tau_i(t) \leq t$ ($i = \overline{2, 5}$);
2. $\int_{t_0}^{\infty} a_1(t) dt = \int_{t_0}^{\infty} a_2(t) dt = \int_{t_0}^{\infty} a_3(t) dt = \int_{t_0}^{\infty} a_4(t) dt = \infty$;

3.

$$\int_{t_5}^{\infty} a_5(l) f_5 \left(\int_{t_5}^{\tau_1(t)} a_1(p) f_1 \left(\int_{t_5}^{\tau_2(t)} a_2(z) f_2 \left(\int_{t_5}^{\tau_3(t)} a_3(s) f_3 \left(\int_{t_4}^{\tau_4(t)} a_4(x) dx \right) ds \right) dz \right) dp \right) dl = \infty;$$

$$4. \quad \int_{t_1}^{\infty} a_5(t) \left[f_5 \left(\int_{t_1}^{\frac{g(t)}{c^3}} a_1(p) f_1 \left(\int_p^{cp} a_2(x) f_2 \left(\int_x^{cx} a_3(l) f_3 \left(\int_l^{cl} a_4(s) ds \right) dl \right) dx \right) dp \right) \right]^{1-\varepsilon} dt = \infty;$$

5

$$\int_{t_1}^{\infty} a_5(t) \left[f_5 \left(\int_{t_1}^{\frac{g(t)}{c}} a_1(x) f_1 \left(\int_{t_1}^{\tau_2(x)} a_2(u) f_2 \left(\int_{t_1}^{\tau_3(u)} a_3(z) f_3 \left(\int_z^{cz} a_4(l) dl \right) dz \right) du \right) dx \right) \right]^{1-\varepsilon} dt = \infty.$$

Тоді кожний розв'язок системи (1) або сильно осцилює, або всі його компоненти монотонно прямають до ∞ при $t \rightarrow \infty$.

Побудовано приклад, який доводить оптимальність умови 5, а саме в цій умові не можна покласти $\varepsilon = 0$, навіть для систем без відхилення аргументу $\tau_i(t) \equiv t$.

Література:

1. Варех. Н. В. Дослідження асимптотичної поведінки розв'язків диференціально-функціональних систем. / Н. В. Варех, О. Я. Вольфсон, Г. Ф. Мусаєва, О. А. Падалка // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем. - 2017. - С. 34-35.

КОМБІНУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Векленко А.В., Золотъко К.Є.

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

Як відомо, далеко не всі відомі та популярні криптографічні засоби за-
безпечують належний рівень захисту інформації.

Покращення продуктивності обчислювальної техніки і появі нових засобів та видів атак на шифри веде до зниження стійкості криптографічних алгоритмів.

У сучасному світі методи захисту інформації об'єднують під одним єдиним поняттям інформаційної безпеки. Інформаційну безпеку визначають як стан захищеності систем обробки і зберігання даних, при якому забезпечені конфіденційність, доступність і цілісність інформації, або комплекс заходів, спрямованих на забезпечення захищеності інформації від несанкціонованого доступу, використання, оприлюднення, руйнування, внесення змін, ознайомлення, перевірки, запису чи знищення (у цьому значенні частіше використовують термін «захист інформації»). Поняття інформаційної безпеки не обмежується безпекою технічних інформаційних систем чи безпекою інформації у чисельному чи електронному вигляді, а стосується усіх аспектів захисту даних чи інформації незалежно від форми, у якій вони передбачають.

Для зменшення ризику успішного дешифрування, викликаного несвоєчасною заміною крипто алгоритму або його компонентів, необхідна періодична перевірка стійкості криptoалгоритмів, яка включає в себе як розробку нових методів криptoаналізу, так і підвищення ефективності існуючих методів. Тому висунуто гіпотезу про доцільність використання також алгоритмів шифрування на елліптических кривих. Спеціальний вибір типу елліптичної кривої дозволяє не тільки у багато разів ускладнити завдання злому, а й зменшити робочий розмір блоків даних. Старий стандарт оперує

1024-бітовими блоками, а новий, заснований на еліптичних кривих, - 256-бітовими, і при цьому має більшу стійкість.

Реалізовано алгоритм багатошарового шифрування даних за допомогою деякої кількості обраних користувачем алгоритмів шифрування. Головною ідеєю представленого методу є ускладнення криptoаналізу зашифрованого повідомлення при використанні більше одного шифру, особливо якщо не відомий порядок використання шифрів, їх кількість та тип.

За аналізом алгоритму був зроблений висновок, що шифрування файлів композицією із різних шифрів займає занадто багато часу для його повсякденного використання. В такому разі час, витрачений на шифрування, не так сильно, але надійність шифру підвищується, хоча б тому, що така композиція не є очікуваною для сучасного криptoаналізу. Також зазначається, що алгоритм компонування шифрів все ж підвищує надійність шифрування та дозволяє зробити її наскільки завгодно потужною, тож може бути використаний у випадках, коли надійність шифрування має більший пріоритет, ніж його час, або ж, коли розмір шифрованого файлу є достатньо малим.

Література

1. Левин В.К. Защита информации в информационно-вычислительных системах и сетях // Программирование. - 1994. - N5. - C. 5-16.
2. Шеннон Клод. Математическая теория секретных систем. В сборнике «Работы по теории информации и кибернетике», М., ИЛ, 1963, с.333-369.
3. Horst Feistel. Cryptography and Computer Privacy, Scientific American, May 1973, Vol. 228, No. 5, pp. 15-23.

**ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ РУХУ КОНТИНГЕНТУ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДНІПРОВСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

Верба О.В., Зайцева Т.А., Марченко О.О.

ztan2004@ukr.net, olvi_ver@ukr.net, eo.marchenko96@gmail.com

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

У закладах вищої освіти велика увага в даний час приділяється проблемам управління контингентом здобувачів вищої освіти. Оскільки облік та моніторинг контингенту студентів є однією з основних ланок роботи навчального відділу закладу вищої освіти, то на сьогодні актуальності набуває задача автоматизації обробки великих обсягів інформації при аналізі руху контингенту студентів, які навчаються за відповідними освітніми програмами підготовки фахівців, щоб забезпечити оперативне формування відповідних управлінських рішень за результатами проведеного аналізу.

Розроблено модель процесу руху контингенту студентів для обліку та прогнозування переміщення, підрахування набору і втрат.

Задля цього зроблено наступні кроки:

- проведено аналіз предметної галузі, виявлення основних бізнес-процесів обліку руху контингенту студентів, функціональних зв'язків між ними, виконано аналіз документообігу;
- розроблено комплекс інформаційних моделей системи обліку руху контингенту, які дозволяють відобразити структуру та функції інформаційної системи;
- зпроектовано та розроблено інформаційну систему, що вирішує завдання обліку руху контингенту здобувачів вищої освіти.

Програмно реалізовано автоматизовану інформаційну систему для організації та управління документацією щодо руху студентського контингенту Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Розроблений додаток має такі функції:

- перегляд та редагування контингенту студентів за спеціальностями (спеціалізаціями) та освітніми програмами.
- перегляд та редагування планів випуску та прийому студентів.
- формування звітів про рух контингенту.
- розрахунок кількості ставок науково-педагогічних працівників за загальним та спеціальними фондами.

За допомогою програми можна сформувати та отримати такі звіти:

1. Звіт про контингент, в якому можна отримати дані по роках по спеціальностям (освітнім програмам) про ліцензований обсяг, про план прийому, про фактичну зайнятість місць державного замовлення та місць для навчання за кошти фізичних або юридичних осіб, кількість студентів, які мають іноземне громадянство, знаходяться в академічних відпустках.
2. Звіт про кількість вільних місць по спеціальностям (освітнім програмам) та факультетам, тобто вільних місць державного замовлення у порівнянні з планом прийому відповідного року набору.
3. Звіт про наявність перевищення ліцензованого обсягу за фактичною кількістю студентів.
4. Звіт про вільні місця за спеціальностями для осіб, які навчаються за кошти фізичних або юридичних осіб.
5. Звітні дані про планові та фактичні показники прийому чи випуску за три останні роки або розлогий за останній рік.
6. Підсумок по студентах всіх факультетів.

У роботі запропоновано та впроваджено програмний продукт «Контингент - штати», програмна реалізація якого здійснювалася за допомогою мови програмування C# у середовищі розробки Visual Studio 2017 та документо-орієнтованої бази даних MongoDB. Всі функції даного додатку відповідають потребам навчального відділу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Наразі у програмний продукт додається нова функціональність згідно до нових потреб у звітності.

PARAMETERIZED TRIANGULAR NORM FOR LOCAL ADAPTIVE IMAGE PROCESSING

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

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

Arithmetic operations are the basis for implementing algorithms for image processing. For this purpose, the corresponding algebraic structures are constructed taking into account the psychophysical laws of perception of light by the human visual system [1] and triangular norms [2]. The purpose of the work is to construct a method for parametrization of strict triangular norms for new algebraic structures of locally adaptive image processing.

Traditionally, strict s -norms are used to construct an addition operation. First, let's consider two most commonly used examples of known s -norms, and then describe a new one. So, the first of them uses the function-generator $f_1(x) = -\ln(1-x)$, where $x \in [0,1]$, $f_1(x) \in [0, \infty)$, $f_1(0) = 0$, $f_1^{-1}(x) = 1 - \exp(-x)$, addition operation

$$S_1(x) \equiv x \oplus y = 1 - \exp\{-[-\ln(1-x) - \ln(1-y)]\} = 1 - (1-x)(1-y) = x + y - xy, \quad (1)$$

and the operation of multiplication on the scalar $\alpha > 0$ by expression

$$\alpha \otimes x = 1 - \exp\{-\alpha[-\ln(1-x)]\} = 1 - (1-x)^\alpha. \quad (2)$$

For the second example, the s -norm is constructed using the function $f_2(x) = -\ln[(1-x)/(1+x)]$, for which $f_2^{-1}(x) = [1 - \exp(-x)]/[1 + \exp(-x)]$, from where the expressions for the addition operation are received

$$\begin{aligned} S_2(x, y) = x \tilde{\oplus} y &= \{1 - \exp[-(-\ln \frac{1-x}{1+x} - \ln \frac{1-y}{1+y})]\} / \{1 + \exp[-(-\ln \frac{1-x}{1+x} - \ln \frac{1-y}{1+y})]\} = \\ &= (x + y) / (1 + xy), \end{aligned} \quad (3)$$

and operations of multiplication on the scalar $\beta > 0$:

$$\begin{aligned} \beta \tilde{\otimes} x &= \{1 - \exp[-\beta(-\ln \frac{1-x}{1+x})]\} / \{1 + \exp[-\beta(-\ln \frac{1-x}{1+x})]\} = \\ &= [(1+x)^\beta - (1-x)^\beta] / [(1+x)^\beta + (1-x)^\beta]. \end{aligned} \quad (4)$$

However, the given examples do not provide the received arithmetic operations with the possibility of adaptation to the characteristics of local areas of images. To avoid this disadvantage, we need to build parametric expressions. They make such adaptation possible by changing the control parameter. To do this, we implement in the function $f_1(x)$ instead of Zadeh inversion $N_Z(x) = 1 - x$ Sugeno inversions $N_S(x) = (1 - x)/(1 + px)$, where $p \in (-1, \infty)$. Then the new function-generator of s -norm will take the form $f_3(x) = -\ln[(1 - x)/(1 + px)]$, with inverse function $f_3^{-1}(x) = [1 - \exp(-x)]/[1 + p \exp(-x)]$. The new addition operation will be described as an expression

$$\begin{aligned} S_3(x, y) &= x \hat{\oplus} y = \\ &= \{1 - \exp[-(-\ln \frac{1-x}{1+px} - \ln \frac{1-y}{1+py})]\} / \{1 + p \exp[-(-\ln \frac{1-x}{1+px} - \ln \frac{1-y}{1+py})]\} = \\ &= [(1+px)(1+py) - (1-x)(1-y)] / [(1+px)(1+py) + p(1-x)(1-y)], \end{aligned} \quad (5)$$

and the operation of multiplication on the scalar $\gamma > 0$

$$\gamma \hat{\otimes} x = [1 - \exp(\gamma \ln \frac{1-x}{1+px})] / [1 + p \exp(\gamma \ln \frac{1-x}{1+px})] = \frac{(1+px)^\gamma - (1-x)^\gamma}{(1+px)^\gamma + p(1-x)^\gamma}. \quad (6)$$

The obtained parametric expressions of the addition (5) and multiplication (6) operations are more general (at $p = 0$ we obtain (1) and (2), and at $p = 1$ – the expressions (3) and (4)). Using the relationship between the parameter p and the features of the local area of the image, we are able to construct adaptive algorithms for image processing. This expands the effectiveness of image transformation methods.

References

1. Vorobel R.A. Logarithmic image processing. Kyiv: Naukova Dumka. – 2012. – 232 p. (In Ukrainian).
3. Klement E.P., Mesiar R., Pap E. Triangular Norms. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. – 2000. – 385 p.

THE ITERATIVE GRID ALGORITHMS FOR SOLVING ELLIPTIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS WITH MIXED DERIVATIVES

Hart L.L., Lobansteva N.A.

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

The most widely used in computational practice in solving elliptic boundary value problems are grid methods, and among them the finite difference method [1, 2] and the finite element method [3]. Although these methods differ in their approach to the construction of approximate solution — in the first one approximates the equation and the boundary conditions and in the second one approximates the required solution itself — nevertheless the resulting algebraic systems are often based on similar ideas and in a number of cases coincide completely [4].

The finite difference method is not only an effective numerical method for finding approximate solutions of various problems to partial differential equations, but also a very general and relatively_simple method for evidence existence theorems and research the differential properties of solutions of these problems. The essence of the method of finite differences consists of the following: the domain of continuous variation of arguments of the initial problem is replaced by a discrete set of points (nodes), which is called a grid; derivatives occurring in the differential equation and the boundary conditions are approximated by difference relations; at the same time, boundary value problems for the differential equation are replaced by a system of algebraic equations (a difference scheme). If the resulting difference boundary value problem is solvable (possibly on a sufficiently fine grid) and if its solution for a sufficiently refined grid approximates (converges to) a solution of the original problem for the differential equation, then a solution of the difference problem obtained on any fixed grid is accepted as an approximate solution of the original problem [4].

In the work we consider the Dirichlet problem for elliptic equation with mixed derivatives: find the function $u(x)$, $x=(x_1, x_2)$, continuous in the domain $\bar{G}=G+\Gamma$, satisfying the equation

$$Lu = \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \left(k_{\alpha\beta}(x) \frac{\partial u}{\partial x_\beta} \right) = -f(x), \quad x \in G \quad (1)$$

and boundary conditions

$$u(x) = g(x), \quad x \in \Gamma, \quad (2)$$

where $\bar{G}(x) = \{0 \leq x_\alpha \leq l_\alpha, \alpha = 1, 2\}$ - rectangle with the boundary Γ ; $f(x)$, $g(x)$, $k_{\alpha\beta}$ ($\alpha, \beta = 1, 2$) - specified function. It is assumed that $f(x)$, $g(x)$, $k_{\alpha\beta}$ ($\alpha, \beta = 1, 2$) such that the problem (1), (2) has an unique solution, which is a fairly smooth function in the domain \bar{G} , and satisfying the conditions of symmetry

$$k_{12}(x) = k_{21}(x), \quad x \in \bar{G} \quad (3)$$

and ellipticity

$$c_1 \sum_{\alpha=1}^2 \xi_\alpha^2 \leq \sum_{\alpha, \beta=1}^2 k_{\alpha\beta} \xi_\alpha \xi_\beta \leq c_2 \sum_{\alpha=1}^2 \xi_\alpha^2, \quad c_1 > 0, \quad (4)$$

where $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ – arbitrary vector.

The function $u(x)$ in problem (1), (2) can have a differ physical meaning, for example: stationary, time-independent temperature distribution; the velocity of the potential (irrotational) flow of perfect (without friction and thermal conductivity) fluid; distribution voltage of electric and magnetic fields; potential in the force field of gravitation, etc. [1].

For the elliptic boundary value problem (1), (2) with mixed derivatives under conditions (3), (4) it is assumed to implement iterative Chebyshev algorithms for its solution based on various finite-difference schemes of the order of accuracy $O(|h|)$, $O(|h|^2)$, as well as higher-order accuracy schemes accurate $O(|h|^4)$, where $h = (h_1, h_2)$, h_1 and h_2 are the steps of the two-dimensional grid in the domain \bar{G} by directions x_1 and x_2 respectively [5]. For this it is envisaged to development of software product in the C # programming language that

implements the above-mentioned iterative grid algorithms, to conduct capacious computational experiments to research their practice convergence and qualitative comparative analysis using the example of solving model problems.

The results of the research can be used in further scientific work of the authors in the construction of numerical algorithms for solving problems of optimal control of processes described by partial differential equations of elliptic type [6,7].

References

1. Samarskii A.A., Andreev V.B. *Raznostnye metody dlja jellipticheskikh uravnenij* [Difference Methods for Elliptic Equations] Moscow, Nauka Publ., 1976. 352 p.
2. Samarskii A.A. The theory of difference schemes. New York: Basel, Marcel Dekker, Inc, 2001. 761 p.
3. S'jarle F. *Metod konechnyh jelementov dlja jellipticheskikh zadach* [Finite Element Method for Elliptic Problems]. Moscow, Mir Publ., 1980. 512 p.
4. Elliptic partial differential equation, numerical methods. V.B. Andreev (originator), Encyclopedia of Mathematics. URL: http://www.encyclopediaofmath.org/index.php?title=Elliptic_partial_differential_equation,_numerical_methods&oldid=11982.
5. Samarskii A.A. *Vvedenie v teoriju raznostnyh shem* [Introduction to the theory of difference schemes]. Moscow, Nauka Publ., 1971. 553 p.
6. Kisel'ova O.M., Hart L.L., Dovgay P.O. Analiz efektyvnosti sitkovyh algorytmiv rozv'jazannja zadachi optymal'nogo keruvannja eliptichnoju systemoju [Analysis of the efficiency of grid algorithms for solving the problem of optimal control by the elliptic system] *Matematychne ta programme zabezpechennja intelektual'nyh system: Tezy dopovidi XV Juvilejnoi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferencii* [Mathematical and software of intellectual systems: Abstracts of the XV Anniversary International Scientific and Practical Conference]. Dnipro, DNU, 2017, pp. 89-90. (In Ukraine)
7. Hart L.L., Dovgay P.O., Selishchev V.L. Sitkovi algorytmy rozv'jazannja zadachi optymal'nogo keruvannja eliptichnoju systemoju [Grid algorithms for solving the problem of optimal control by an elliptic system] *Pytann'ja prykladnoi matematyky ta matematychnogo modeljuvannja* [Problems of applied mathematics and mathematical modeling]. Dnipro, Lira Publ., 2017, no. 17, pp. 42-53. (In Ukraine)

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ КВАЗИ-Ф-ФУНКЦИИ ДЛЯ ЭЛЛИПСОИДОВ

Гиль Н. И., Пацук В. Н., patsuk@ipmach.kharkov.ua

Інститут проблем машинобудування ім. А. Н. Подгорного НАН України

Одним из основных этапов при решении оптимизационных задач размещения геометрических объектов является построение адекватных математических моделей на основе Ф-функций и квази-Ф-функций [1], моделирующих условия взаимодействия размещаемых объектов. Рассматривается один из подходов к построению квази-Ф-функции для пары эллипсоидов.

Пусть имеем эллипсоид $K_1\{0,0,0,a,b,c\}$ с полуосами a, b, c и центром в начале неподвижной системы координат $oxuz$, заданный каноническим уравнением или в параметрическом виде $x = a \sin u \cos v$, $y = b \sin u \sin v$, $z = c \cos u$. В системе координат $OXYZ$, сдвинутой на вектор (x_2, y_2, z_2) и повёрнутой на углы α, β, γ относительно $oxuz$, задан эллипсоид $K_2\{0,0,0,A,B,C\}$ уравнением $B^2C^2X^2 + A^2C^2Y^2 + A^2B^2Z^2 - A^2B^2C^2 = 0$.

С учётом формул преобразования

$$X = (x - x_2)g_1 + (y - y_2)g_2 + (z - z_2)g_3,$$

$$Y = (x - x_2)r_1 + (y - y_2)r_2 + (z - z_2)r_3,$$

$$Z = (x - x_2)q_1 + (y - y_2)q_2 + (z - z_2)q_3,$$

где g_i, r_i, q_i ($i = 1, 2, 3$) — выражения, зависящие от углов α, β, γ , после необходимых преобразований, полагая $x_2 = y_2 = z_2 = 0$ уравнение эллипса K_2^0 в системе координат $oxuz$ сводится к виду

$$a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + 2(a_{12}xy + a_{13}xz + a_{23}yz) - A^2B^2C^2 = 0, \quad (1)$$

где коэффициенты a_{ij} , $i, j \in \{1, 2, 3\}$, представлены в виде выражений, зависящих от $A, B, C, \alpha, \beta, \gamma$.

В качестве разделяющей плоскости, характеризующей пересечение эллипсоидов K_1 и K_2 , рассматривается касательная плоскость к эллипсоиду K_1 в точке $x = x(u, v)$, $y = y(u, v)$, $z = z(u, v)$, уравнение которой имеет вид

$$F_1(x, y, z) = bcs \sin u \cos v \cdot x + acs \sin u \sin v \cdot y + ab \cos u \cdot z - abc = 0. \quad (2)$$

Очевидно, что $F_1(0,0,0) < 0$.

Пусть $P_1(x_{p_1}, y_{p_1}, z_{p_1})$ и $P_2(x_{p_2}, y_{p_2}, z_{p_2})$ — точки эллипсоида K_2 , касательные плоскости в которых параллельны плоскости $F_1(x, y, z)$. Тогда очевидно, что K_1 и K_2 не пересекаются, если точки P_1 и P_1 имеют положительные уклоны относительно плоскости F_1 . Уравнение касательной плоскости эллипсоида K_2^0 в точке $P^0(x_p^0, y_p^0, z_p^0)$ с учётом (1) имеет вид

$$F_2(x, y, z) = (a_{11}x_p^0 + a_{12}y_p^0 + a_{13}z_p^0)x + (a_{12}x_p^0 + a_{22}y_p^0 + a_{23}z_p^0)y + (a_{13}x_p^0 + a_{23}y_p^0 + a_{33}z_p^0)z - A^2B^2C^2 = 0$$

Для определения точки $P^0(x_p^0, y_p^0, z_p^0)$ имеем систему трёх уравнений, в которой первые два уравнения — реализация условий параллельности касательных $F_1(x, y, z)$ и $F_2(x, y, z)$, а третье — условие принадлежности точки $P^0(x_p^0, y_p^0, z_p^0)$ эллипсоиду K_2^0 .

Результатом решения этой системы являются координаты точки $P^0(x_p^0, y_p^0, z_p^0)$:

$$x_p^0 = \frac{ABC\sigma_2}{\sqrt{D}}, y_p^0 = \frac{ABC\sigma_1}{\sqrt{D}}, z_p^0 = \frac{ABC\sigma_3}{\sqrt{D}},$$

где $D, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — выражения, зависящие от $a, b, c, A, B, C, \alpha, \beta, \gamma, u, v$.

Очевидно, что

$$\begin{aligned} x_{p_1} &= x_2 + x_p^0, \quad y_{p_1} = y_2 + y_p^0, \quad z_{p_1} = z_2 + z_p^0, \\ x_{p_2} &= x_2 - x_p^0, \quad y_{p_2} = y_2 - y_p^0, \quad z_{p_2} = z_2 - z_p^0. \end{aligned}$$

Тогда квази- Φ -функция эллипсоидов K_1 и K_2 представляется в виде

$$\Phi_{12}(a, b, c, A, B, C, \alpha, \beta, \gamma, u, v) = \max_{u, v} \min \{F_1(x_{p_1}, y_{p_1}, z_{p_1}), F_1(x_{p_2}, y_{p_2}, z_{p_2})\}.$$

Особенностью данного подхода является то, что квази- Φ -функция имеет минимальное количество свободных параметров, что имеет значение при решении задач размещения большого количества эллипсоидов.

1. Stoyan Y., Pankratov A., Romanova T. Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipsoids / Y. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova // Journal of Global Optimization, – 2016. – Vol. 65. – № 2. – P. 283–307.

ПРОГРАМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МОДЕЛЕЙ ОДУ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Гладышко Ю.А., ura.gladysko@gmail.com, Зайцев В.Г.

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

Главная проблема, возникающая при обработке числовой информации, заключается в построении математической модели, адекватно отражающей поведение реального объекта с которого она снята.

В работе численно реализован подход, предложенный в исследовании [1]. Отметим, что существуют и другие подходы, основанные на аналогичных идеях, которые широко исследуются в научных школах Безручко В.П., Анищенко В.С. [2].

Существенным отличием, используемого нами подхода, является широкое использование методов нелинейного рекуррентного анализа. Такой комбинированный подход позволил, по сути исследования исключить ряд проблем, исследованию которых авторы [1], [2] и другие, вынуждены были уделять главное внимание. Его использование позволяет ответить на ряд вопросов:

- какова размерность пространства вложения, другими словами систему какого порядка нужно реконструировать;
- осуществить проверку адекватности построенной модели.

Вместе с тем отметим, что ряд вопросов, которые возникают при реконструкции системы в виде обыкновенных дифференциальных уравнений остался пока за рамками данной реализации. Главный вопрос - что выбирать в качестве базиса? В данной численной реализации его выбор определяется исследователем. Следующий вопрос – уточнение полученных коэффициентов для элементов базиса. Вопрос идентификации некоторых коэффициентов тоже пока не имеет окончательного решения и решается исследователем самостоятельно.

Разработанный алгоритм метода реализован в программной среде Matlab. Его использование рассмотрено на примерах временных рядов модельных задач.

Анализ и выводы по использованию данного алгоритма, для реальных данных, будут представлены в дальнейших исследованиях.

1. Petrov, V., Kurths, J. & Georgiev, N. Determining phase space dimension of dynamical system from analytic time series," Th. Appl. Mech. 2002. Vol. 32, P.13-28.
2. Smirnov, D. A., Bezruchko, B. P. & Seleznev, Y. P. Choice of dynamical variables for global reconstruction of model equations from time series," Phys. Rev. 2002. Vol. E65, 026205-(1-7).

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ НА БАЗІ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ З ЕЛЕМЕНТАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Гловацька Є.Р., evgeniyaglovatskaya@gmail.com

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

В теперішній час велика увага в сфері освіти приділяється автоматизації процесів навчання. В зв'язку з цим актуальною є проблема вдосконалення системи контролю та оцінювання знань. Задача полягає в розробці моделі та методів побудови системи тестування, яка матиме індивідуальний підхід до учня завдяки використанню апарату нечіткої логіки для оцінки рівня отриманих знань.

Розроблена модель і алгоритм проведення тестування дозволяють підвищити ефективність навчання, перевести його на якісно вищий рівень, організувати контроль і підвищити точність вимірювань рівня знань. Запропонований новий тип тестового завдання значно розширює можливість застосування тестів при визначенні рівня знань з дисципліни.

На першому етапі розв'язання поставленої задачі визначаються модель учня, модель зображення елементів навчального матеріалу та модель оцінювання знань учня.

Модель учня складається з мети навчання та інформації про знання учня в рамках дисципліни. Модель зображення елементів навчального матеріалу являє собою граф, вершинами якого є навчальні елементи, а дугами зображуються логічні зв'язки між ними. Для опису моделі оцінювання знань введено параметри оцінки результату навчання та побудовано нечітку базу знань.

Для оцінювання результатів навчання вводяться лінгвістичні змінні, які описують, як індивідуальні характеристики учня, так і характеристики тестового завдання. Кожна лінгвістична змінна відображає нечіткий параметр оцінювання під час тестування. Під час проведення тесту

вимірюються швидкість відповіді учня на питання або завдання, точність відповіді та оцінюється складність питання. Для кожної лінгвістичної змінної будуються функції належності.

База знань експертної системи здійснює керування процесом навчання та передбачає перехід до вивчення наступного елементу навчального матеріалу в разі вдалого складання тестового завдання, або повернення на повторне вивчення тем, пов'язаних з тестовим завданням. База знань складається з набору продукційних правил, наприклад:

“Якщо точність висока та швидкість середня та складність висока То результат - перейти до наступного рівня”;

“Якщо точність низька та швидкість середня та складність середня То результат - перейти до вивчення попереднього матеріалу, пров'язаного з тестовим завданням”.

Для здійснення процедури логічного виведення використовується алгоритм Мамдані. Спочатку для передумов кожного з правил знаходяться ступені належності до нечітких множин. Далі знаходяться рівні «відсікання» для передумов кожного з правил, з використанням операції максимум виконується об'єднання знайдених усічених функцій, що призводить до отримання підсумкової нечіткої підмножини для вихідної змінної. Визначення до чіткості центроїдним методом. З використанням методу центру тяжиння отримується чітке вихідне значення.

Запропонований підхід є адаптивним до потреб конкретного учня, оскільки враховує індивідуальний темп процесу навчання та дозволяє побудувати власну траекторію, що дозволить підвищити якість отриманих знань.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ ТРІЩИНИ ВЗДОВЖ ЧАСТИНИ ЕЛЕКТРОДА В П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОМУ БІМАТЕРІАЛІ

Говоруха В. Б., goverukhavb@yahoo.com,
Шевельова А. Є., shevelevaae@dnu.dp.ua

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

П'єзоелектричні матеріали широко використовуються в багатьох галузях сучасної інженерії. Зазвичай ці матеріали інтегровані в складні інтелектуальні композитні структури, які є складовими датчиків, перетворювачів та приводів. Ці композитні конструкції експлуатуються під високими електричними та механічними навантаженнями. Електричні навантаження часто реалізуються на приладах з багатошаровими електродами з металевої фольги, які вмонтовані в межі поділу матеріалів. Проте, через крихкість і низьку міцність п'єзоелектричних матеріалів, високе електричне поле може привести до розшарування між тонким електродом та п'єзоелектричною матрицею [1, 2].

Досліджено електропровідну тріщину розташовану вздовж частини електрода на інтерфейсі п'єзоелектричного біматеріалу під дією антиплоских механічних та плоских електричних навантажень. Електрод вважається набагато тоншим, ніж п'єзоелектричний матеріал, і тому його механічні властивості нехтується. Границі умови мають вигляд:

$$\begin{aligned} \sigma_{23}^+(x_1, 0) = \sigma_{23}^-(x_1, 0) &= 0, \quad E_1^+(x_1, 0) = E_1^-(x_1, 0) = 0, \quad x_1 \in (a_1, a_2), \\ \langle \sigma_{23}(x_1) \rangle &= 0, \quad \langle \gamma_{13}(x_1) \rangle = 0, \quad E_1^+(x_1, 0) = E_1^-(x_1, 0) = 0, \quad x_1 \in (b_1, a_1) \cup (a_2, b_2), \\ \langle \gamma_{13}(x_1) \rangle &= 0, \quad \langle \sigma_{23}(x_1) \rangle = 0, \quad \langle E_1(x_1) \rangle = 0, \quad \langle D_2(x_1) \rangle = 0, \quad x_1 \in (-\infty, b_1) \cup (b_2, \infty), \end{aligned}$$

де $a_1 \leq x_1 \leq a_2$ ($b_1 \leq a_1$, $a_2 \leq b_2$).

Отримані такі представлення механічних та електричних факторів через кусково-аналітичні функції комплексних змінних

$$\begin{aligned} \sigma_{23}(x_1, 0) - i m_k E_1(x_1, 0) &= t_k \left[F_k^+(x_1) + \gamma_k F_k^-(x_1) \right], \\ \langle D_2(x_1) \rangle + i s_k \langle u'_3(x_1) \rangle &= F_k^+(x_1) - F_k^-(x_1). \end{aligned}$$

На основі цих представлень задача зводиться до комбінованої граничної задачі Дирихле-Рімана

$$F_k^+(x_1) + \gamma_k F_k^-(x_1) = 0, \quad x_1 \in (a_1, a_2),$$

$$\operatorname{Im} F_k^\pm(x_1) = 0, \quad x_1 \in (b_1, a_1) \cup (a_2, b_2),$$

$$F_k(z)|_{z \rightarrow \infty} = \frac{\sigma_{23}^\infty - i m_k E_1^\infty}{t_k(1 + \gamma_k)}.$$

Отримано аналітичний розв'язок цієї задачі. Це дало можливість записати явні вирази для зсувного напруження, електричного поля та переміщень берегів тріщини. Ці величини також представлені графічно уздовж відповідних частин інтерфейсу. Визначено коефіцієнти інтенсивності напруженості та електричного поля. Наведені залежності зазначених чинників від величини зовнішнього електричного навантаження та співвідношень довжини тріщини та електрода.

Дане дослідження показує, що вплив співвідношення довжин тріщини та електрода на механічні та електричні фактори практично відсутній при відносно невеликих значеннях електричного навантаження, але він стає досить істотним у протилежному випадку. Крім того, зростання зовнішнього електричного поля призводить до зменшення коефіцієнта інтенсивності напруження на тріщині та збільшення коефіцієнта інтенсивності електричного поля на кінцях електродів.

1. Govorukha V. Interface cracks in piezoelectric materials / V. Govorukha, M. Kamlah, V. Loboda, Y. Lapusta // Smart Materials and Structures. – 2016. – V. 25, N 2. – 023001.
2. Onopriienko O. Interaction of a conductive crack and of an electrode at a piezoelectric bimaterial interface / O. Onopriienko, V. Loboda, A. Sheveleva, Y. Lapusta // Comptes Rendus Mécanique. – 2018. – Vol. 346, Issue 6. – P. 449-459.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ОБРОБЦІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ

Горб А.М., Булана Т.М., Антоненко С.В.

gorbandrey2@gmail.com

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

Одним з найбільш перспективних напрямків розвитку сучасної медицини є інтеграція в неї сучасних напрацювань передових інформаційних технологій. Саме тому, доволі успішні в сфері розпізнавання та прийняття рішень, на основі даних великого об'єму, штучні нейронні мережі починають застосовувати в медицині. Вони мають всі шанси замінити раніше розроблені експертні системи, що застосовуються в медицині, але наразі випадків реального використування нейро-мереж доволі мала. Тому розробка нових рішень та досліджень в цій галузі є досить перспективним напрямком.

Використовуючи штучні мережі користувачі не мають змоги отримати логічне пояснення результатів їх роботи. Але на відміну від експертних систем, нейронні мережі мають багато суттєвих переваг, як наприклад:

1. Мають змогу навчатись на зашумлених даних.
2. Не потребують кваліфікованих операторів, що будуть корегувати їх навчання та роботу.
3. Можуть вирішувати ті задачі, які раніше не вирішувались.
4. Здатні навчатись на прикладах без прямого програмування, тобто не треба шукати зв'язки між вхідними параметрами та вихідними.
5. Значно прискорюють швидкість в прийнятті рішень.

Отже, для проведення досліджень в цій галузі була реалізована нейронна мережа, структура якої базується на одному з регресійних методів - логістичній регресії. В якості вхідних параметрів була взята вибірка медичних даних з однієї з відкритих баз для проведення досліджень в машинному навчанні. Задача мережі полягала в визначенні стану пацієнта (здоровий або хворий) з визначенням відсотка довіри до отриманого

результату. Дані мережа має 8 вхідних нейронів, 1 – вихідний, 1 нейрон зміщення та лінійну активаційну функцію.

В результаті розробки, окрім інструменту для побудови та навчання нейронної мережі, було пророблено ряд досліджень на реальних медичних даних. Також була проведена оптимізація структури мережі, що дала змогу підвищити не тільки швидкість роботи мережі але й відсоток визначення правильного стану пацієнта. Тобто, під час початкових тестів результат роботи був в межах 55 – 65 %, а після реструктуризації мережі відсоток вдалося підвищити до 76 – 92 %.

Отриману систему та результати можна використовувати не тільки в навчальних, а й в лікарських цілях за для більш ефективної організації роботи медичних працівників.

Література

1. Руденко О.Г., Бодянський Є.В. Штучні нейронні мережі: Навч. посібник. – Харків: ТОВ “Компанія СМІТ”, 2006. – 404 с.
2. Головко В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение Кн. 4: Учеб. Пособие для вузов / Общ. ред. А.И. Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.
3. Haykin S. Neural networks: a comprehensive foundation, second edition. – Prentice Hall, 1999.

СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОДНОГО КЛАССА

Городецкий В.Г., v.gorodetskyi@ukr.net, **Осадчук Н.П.**, 13717421@ukr.net
НТУУ "КПИ им. Игоря Сикорского"

Во многих областях науки актуальна задача идентификации системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по одной наблюдаемой переменной. Если для решения этой задачи использовать исключительно численный метод (например, предложенный в [1]), то полученная система ОДУ может иметь избыточные коэффициенты, простое обнуление которых может привести к снижению точности модели. Поэтому был разработан аналитический метод исключения избыточных коэффициентов, который не изменяет временной ряд наблюдаемой переменной.

Метод основан на идее, предложенной в [2]. Исследуемой системе ОДУ, которую будем называть оригинальной системой (ОС), ставится в соответствие стандартная система (СС), имеющая вид

$$\dot{y}_1 = y_2, \quad \dot{y}_2 = y_3, \quad \dots, \quad \dot{y}_n = F(y_1, y_2, \dots, y_n), \quad (1)$$

где F - полином или дробно-рациональная функция, а наблюдаемая переменная СС $y_1(t)$ совпадает с наблюдаемой переменной ОС. При этом все коэффициенты СС могут быть аналитически выражены через коэффициенты ОС. Это позволяет варьировать коэффициенты ОС так, чтобы коэффициенты СС и наблюдаемая переменная оставались неизменными.

То есть, если приравнять нулю один из коэффициентов ОС, то можно изменить значения других коэффициентов ОС, входящих в выражения, связывающие коэффициенты ОС и СС, таким образом, чтобы численное значение коэффициентов СС не изменилось.

1. E. Baake, M. Baake, H. G. Bock, K. M. Briggs, Fitting ordinary differential equations to chaotic data, Phys. Rev. A 45 (1992) 5524–5529.

2. G. Gouesbet, Reconstruction of standard and inverse vector fields equivalent to the Rössler system, Phys. Rev. A 44 (1991) 6264–6280.

НЕЧІТКО-МНОЖИННА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БАНКУ ВІД КІБЕРШАХРАЙСТВ

Гриценко К.Г., k.hrytsenko@uabs.sumdu.edu.ua, СумДУ

Пропонується представити модель оцінки рівня захищеності банку від кібершахрайств у вигляді деревоподібного зваженого графа (рис.1), що описує ієрархічну структуру факторів, які впливають на рівень захищеності банку.

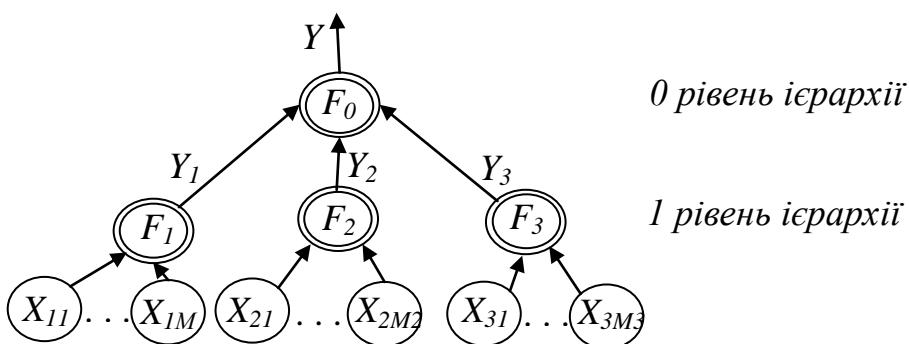


Рис. 1 – Ієрархічна структура моделі

Спочатку в результаті агрегування вхідних факторів (X_{ij}) визначаються оцінки рівня захищеності банку від кібершахрайств в розрізі наступних критеріїв [1]: захищеність інформаційно-телекомунікаційної системи банку (Y_1), надійність персоналу банку (Y_2), якість інформації для прийняття рішень (Y_3). Потім визначається рівень захищеності банку в цілому. Елементи графа інтерпретуються наступним чином: Y – загальний рівень захищеності банку від кібершахрайств; дуги, що виходять із вершин F_i , – вищезазначені критерії; X_{ij} – вхідні фактори, $i = \overline{1, n}; n = 3; j = \overline{1, M_i}$, де n – кількість критеріїв, M_i – кількість факторів, що пов’язані з i -тим критерієм через вершину F_i , $i = \overline{1, 3}$.

Рівень захищеності банку від кібершахрайств опишемо нечіткою ієрархічною моделлю $Y = \langle G, L, F \rangle$, де G – зважений ієрархічний граф, показаний на рис.1; L – терм-множина нечітких оцінок вхідних факторів X_{ij} ; F – функція згортки нечітких оцінок у відповідних вершинах графа (F_i). Ваги дуг графа відповідають ступеню впливу відповідних чинників на результуючу оцінку.

Рівень захищеності банку від кібершахрайств у розрізі окремих критеріїв (Y_i) і в цілому (Y) опишемо лінгвістичними змінними з терм-множинами, відповідно, $L_i = \{T_i^1, T_i^2, \dots, T_i^s\}$ і $L_Y = \{T_Y^1, T_Y^2, \dots, T_Y^s\}$, де s – кількість нечітких термів лінгвістичної змінної. Кожен вхідний фактор X_{ij} також представимо у вигляді лінгвістичної змінної з терм-множиною $L_{ij} = \{T_{ij}^1, T_{ij}^2, \dots, T_{ij}^s\}$. З метою спрощення моделі сформуємо одну терм-множину для всіх лінгвістичних змінних L_Y , L_i , L_{ij} : T_Y^1, T_i^1, T_{ij}^1 – «низький рівень»; T_Y^2, T_i^2, T_{ij}^2 – «середній рівень»; T_Y^3, T_i^3, T_{ij}^3 – «високий рівень».

Кожному нечіткому терму лінгвістичної змінної L_{ij} поставимо у відповідність трапецієподібну функцію належності. У загальному випадку кількісні значення вхідних факторів X_{ij} можуть мати різну розмірність. Їх можна агрегувати лише за умови нормування [2]. Тобто необхідно привести параметри трапецієподібних функцій належності нечітких термів лінгвістичної змінної L_{ij} до інтервалу [0,1]. Для кількісних значень самих вхідних факторів X_{ij} теж виконується процедура нормалізації.

Для оцінювання рівня захищеності банку від кібершахрайств з використанням ієрархічної структури, представленої на рис. 1, потрібно для кожного рівня ієрархії провести агрегування значень лінгвістичних змінних з перевуванням за напрямом дуг ієрархічного графа від нижніх рівнів ієрархії до верхніх. В кожній вершині графа F_i виконується згортка пов'язаних з нею вхідних факторів, представлених відповідними лінгвістичними змінними. В якості функції згортки використаємо OWA-оператор Ягера, а вагові коефіцієнти пропонується розраховувати за схемою Фішберна [3]. Отримані в результаті агрегування значення лінгвістичних змінних розпізнаються за допомогою операції нечіткої фільтрації за показником можливості [2].

Список літератури

- Велігуря А.В.** Оцінювання стану інформаційної безпеки підприємства // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім.В.Даля, 2014. – №4(52). – С. 28-39.
- Бирський В.В.** Оцінювання стану економічної системи методами теорії нечітких множин // Держава та регіони. – 2010. – №4. – С. 11-15.
- Бутенко Л.М., Лозовик Ю.М.** Аналітичні моделі швидкої діагностики підприємства та механізми їх забезпечення // Економіка та держава. – 2010. – №4. – С. 50-54.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПОДВІЙНОЇ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ

Гук Н.А., natalygu29@gmail.com

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

Прогнозування реального стану тонкостінних систем базується на результатах спостережень за деформуванням конструкції, інтерпретація яких дозволяє оцінити характер діючого у системі навантаження, визначити дійсні геометричні параметри конструкції, дослідити фізико-механічні властивості матеріалу. Найбільш поширеним методом визначення реальних характеристик системи за результатами спостережень є метод обернених задач. Розв'язання оберненої задачі передбачає визначення невідомих функцій $H(X)$ за відомими результатами спостережень за параметрами напруженого-деформованого стану пластини у точках X_p : $w(H)|_{X=X_p} = w_p^*$,

$$p = \overline{1, P}. \quad (1)$$

Тоді обернена задача зводиться до задачі мінімізації цільового функціонала:

$$\rho(H) = \int_{\Omega} (w_p(H) - w_p^*)^2 d\Omega. \quad (2)$$

Однак при числовому розв'язуванні задачі мінімізації функціоналу (2) постає питання про поведінку сформульованого функціоналу. У разі, якщо розглядається нелінійна обернена задача теорії пластин, то виникає питання про наявність у такого функціоналу локальних екстремумів, а також необхідність розв'язувати задачу глобальної оптимізації.

У даній роботі запропоновано підхід, з використанням якого розв'язування прямої і оберненої задачі виконується одночасно.

Поведінка пластини описується з використанням варіаційної постановки задачі, функція стану пластини може бути отримана на основі мінімізації функціоналу потенційної енергії пластини у вигляді:

$$w(H) = \arg \min_{w \in \bar{U}} J(w) \quad (3), \quad J(w) = \int_{\Omega} D \nabla^2 w(H) \nabla^2 w(H) d\Omega - \int_{\Omega} w(H) q d\Omega, \quad (4)$$

де w – функція переміщень у напрямку нормалі до поверхні пластини; D – циліндрична жорсткість пластини; q – функція навантаження; ∇^2 – оператор Лапласа.

Інформацію про результати спостереження (1) може бути використано в якості обмежень на розв'язок прямої задачі, який також відшукується. Тоді сформульована обернена задача еквівалентна задачі оптимізації з обмеженнями у вигляді рівностей. Функціонал Лагранжа визначимо у такий спосіб:

$$L((w, H), \lambda) = J(w) + \lambda \rho(H) \quad (5)$$

Тоді двоїста задача формулюється наступним чином:

$$V(\lambda) = \min_{\substack{(w, H) \in U \times H \\ \lambda \in \Lambda}} L((w, H), \lambda) \rightarrow \sup \quad (6)$$

Операція визначення мінімуму в цільової функції двоїстої задачі є коректною, оскільки функціонал L є сильно опуклим на множині \bar{H} .

При цьому мінімум досягається для будь-якого значення w^* в єдиній точці:

$$T(\lambda) = \arg \min_{(w, H) \in \bar{U} \times \bar{H}} L((w, H), \lambda), \quad \lambda \in \Lambda \quad (7)$$

Для розв'язання оберненої задачі застосовується метод подвійної регуляризації [1], який полягає в максимізації регуляризованого за Тихоновим функціоналу:

$$R(\lambda) = V(\lambda) - \alpha \|\lambda\|_\Lambda \rightarrow \max_{\lambda \in \Lambda} \quad (8)$$

α – параметр регуляризації.

З використанням запропонованого підходу розв'язано задачу ідентифікації локального силового впливу, який діє на пластину, при наявності похибки вимірювань значень w^* . Показано, що запропонований підхід забезпечує збіжність до розв'язку задачі по прямій і двоїстої змінним, а також є стійким до похибки вимірювання результатів спостереження.

Бібліографічні посилання:

- Сумін М. І. Регуляризований градієнтний двойственный метод решения обратной задачи финального наблюдения для параболического уравнения / М. И. Сумин // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – 2004. – Т. 44, № 11. – С. 2001-2019.

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УПОРЯДКУВАНЬ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЧИСЛА ВИКОНАВЦІВ ПРИ ЗАДАНИХ ДИРЕКТИВНИХ ТЕРМІНАХ

Джанашия Л.Р., likadgani@gmail.com,

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

В роботі задача мінімізації числа виконавців при заданих директивних термінах, що відноситься до задач теорії розкладів, формулюється як оптимізаційна задача на графах.

Нехай задано орієнтований ациклічний граф, в якому кожній вершині відповідає завдання, а дуги задають обмеження на порядок їх виконання. Розглядається задача побудови упорядкування вершин орграфу заданої довжини, такого, що не порушується деякі обмеження для вершин (ці обмеження відносяться до директивних термінів виконання завдань) та мінімізується максимальна кількість вершин, що може стояти на одному місці.

Постановка задачі

Формалізуючи задачу, отримаємо: по заданому графу G , параметру l побудувати допустиме паралельне упорядкування S вершин графу з мінімальним параметром h і кожна вершина може розташовуватися на місці із заданого діапазону. Формально будемо записувати цю задачу як $S(G, l, h)$.

Для розв'язку цієї задачі були використані спеціальні упорядкування \underline{S} та \bar{S} [1].

Алгоритм побудови $S(G, l, h)$

1. Будуємо \bar{S} та \underline{S} . Обчислюємо інтервали місць для кожної нефіксованої вершини. Записуємо упорядкування S_{fix} , що включає тільки фіксовані вершини. $l' = l$, l – довжина критичного шляху; $S'_{fix} = S_{fix}$; $|S'_{fix}| = l'$; $h_{fix} = h(S_{fix})$; l – задана довжина; $h = \left] \frac{|V|}{l} \right[$.

Побудуємо матрицю A розміру $n \times n$, де $n = |V|$, V – множина вершин. $a_{ij} = 1$, якщо існує шлях з вершини v_i у вершину v_j , $a_{ij} = 0$ в іншому випадку.

2. Побудова S'_{fix} для заданого l . Введемо список $Offset$. $|Offset| = l'$. $Offset' = Offset$.

2.1 Якщо $l' < l$, то $\forall i, i = \overline{1, l'}$, якщо $|S'_{fix}[i]| > h$, то зміщуємо $|S'_{fix}[i]| - h$ вершин на місце $i+1$. $l' = l' + 1$. $|Offset'| = |Offset'| + 1$. $Offset'_i = 1$; $|S'_{fix}| = |S'_{fix}| + 1$. Для зміщення обираємо такі $|S'_{fix}[i]| - h$ вершин, для яких значення $\sum_{j=1}^n a_{kj}$, k – номер вершини в $S'_{fix}[i]$, є мінімальним. $Offset = Offset'$.

2.2 Обчислюємо заново ліві та праві границі інтервалів місць для кожної нефіксованої вершини j : $r_j = r_j + \sum_{k=1}^{r_j} Offset_k$, $g_j = g_j + \sum_{k=1}^{g_j} Offset_k$, де r_j та g_j права та ліва границі інтервалів місць для вершини v_j відповідно. Причому значення $Offset_k$ приймаємо за 0, якщо дляожної вершини v_i , що належить множині $S'_{fix}[k+1]$, значення $a_{ij} = 0$.

3. Розміщення нефіксованих вершин.

3.1 Дляожної вершини у списку шукаємо вільне місце в S'_{fix} .

а) Якщо для вершини v_i обрали не крайню ліву позицію, а зі значенням $offset > 0$, то всі ліві границі вершин, які більше лівої границі вершини v_i та до яких v_i має шлях, зміщуємо на величину $offset$ вправо.

б) Якщо для вершини v_i у вказаному діапазоні не знайшлося вільного місця та $l' = l$, то $h = max(h, h_{fix})$ і переходимо на пункт 3.1. Якщо для вершини v_i у вказаному діапазоні не знайшлося вільного місця та $l' < l$, то розміщуємо цю вершину на місці $r_i + 1$ (тобто після правої границі).

$\forall v_j$ у відсортованому списку, якщо $r_j \geq r_i$ ($i \neq j$) та $a_{ij} = 1$, то $r_j = r_j + 1$. Аналогічно для g_j . $|Offset| = |Offset| + 1$. $Offset_{r_i+1} = 0$; $l' = l' + 1$; $|S'_{fix}| = |S'_{fix}| + 1$.

в) Якщо для вершини v_i знайшлося вільне місце, що дорівнює крайній лівій границі діапазону, то просто розміщуємо її в упорядкуванні. Якщо список інтервалів порожній, то шукане упорядкування $S = S'_{fix}$ побудовано.

Список літератури

- Бурдюк В.Я. Алгоритмы параллельного упорядочения: Учебное пособие / В.Я. Бурдюк, Турчина В.А. – Днепропетровск: ДГУ, 1985. – 84 с.

МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОЗМІРНОСТІ

Дзундза В.С., Михальчук Г.Й.

dzundza8@gmail.com, ai.mikhalkchuk@gmail.com

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

Задача маршрутизації транспортних засобів полягає у пошуку оптимального за вартістю набору маршрутів для обслуговування клієнтів. У сучасних умовах, коли кількість клієнтів може вимірюватися сотнями і навіть тисячами, важлива і швидкість пошуку розв'язку.

Розглянемо задачу, вхідною інформацією для якої є: координати депо (точка замикання кожного з маршрутів), координати та замовлення клієнтів, та вантажопідйомність машин. Рішенням задачі буде набір маршрутів, який дозволяє розвести вантажі усім клієнтам, причому кожний клієнт відвідується лише один раз, а якість розв'язку визначається загальною довжиною маршрутів.

Для побудови набору маршрутів будемо використовувати мета-евристики Tabu Search (TS) [1] та Guided Local Search (GLS) [2]. Обидва алгоритми дають змогу поліпшити початковий розв'язок за допомогою алгоритмів локального пошуку (2-opt, 3-opt, k-swap, та інш.), але TS дає змогу уникнути небажаних обмінів за допомогою табу-списку, який зберігає обміни які найбільше погіршують розв'язок, а GLS дає змогу уникнути падінь у локальні мініуми використовуючи «штрафи», які зменшують привабливість розв'язку, який знаходиться дуже близького до останнього знайденого мініуму.

Для мінімізації часу пошуку рішення розіб'ємо початкову задачу на кілька менших за розмірністю задач за допомогою кластерізації. Це дасть змогу мета-евристикам оптимізувати маршрути в більш локальних областях, а також запустити пошук рішень на кожному з кластерів паралельно. Для кластерізації використаємо K-Means та MeanShift алгоритми. На відміну від

K-Means, алгоритм MeanShift не потребує задавати кількість кластерів для розбиття.

Для рішення задачі маршрутизації великої розмірності була розроблена програма, яка для побудови початкового розв'язку використовує алгоритм Clarke & Wright та реалізує описані вище алгоритми. Результати роботи програми наведено на рис.1 та рис.2:

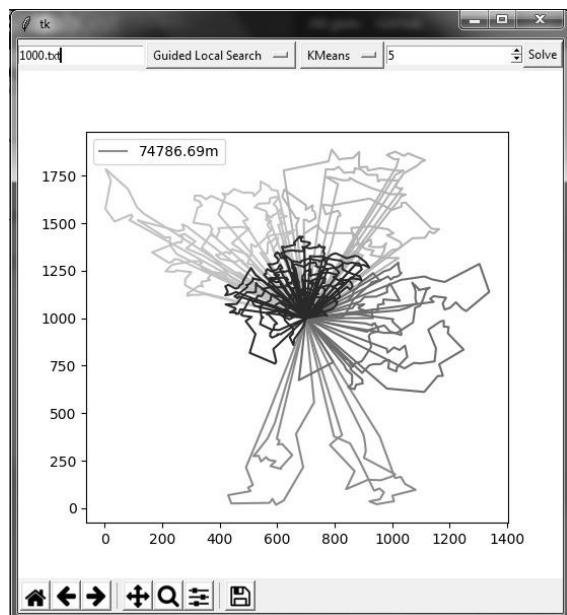


рис.1 «Розв'язок задачі з 1000 клієнтів с GLS та K-Means»

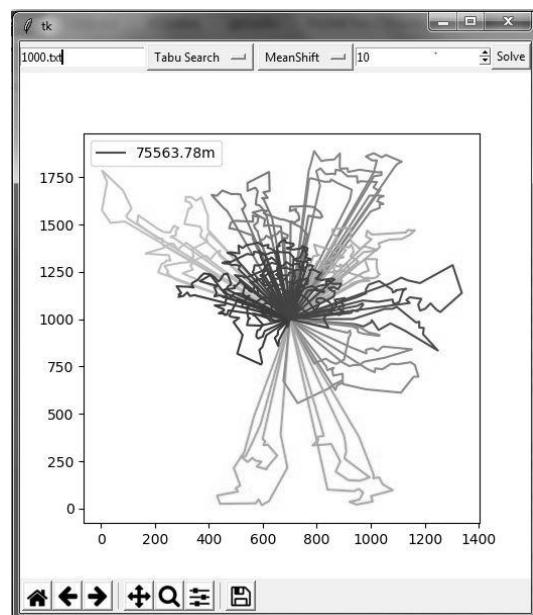


рис.2 «Розв'язок задачі з 1000 клієнтів с TS та MeanShift»

1. **Glover F.** Principles of Tabu Search / M. Laguna, R. Marti. -M., 2008.
2. **Kilby P.** Guided Local Search for the Vehicle Routing Problem / P. Prosser, P. Shaw. –M., 2002.

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ САЙТА ЗА ДОПОМОГОЮ WEB-ГРАФА

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

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

Статистичний аналіз веб-сайтів, аналіз структурних зв'язків його елементів дозволяють будувати рейтинги сайтів у веб-просторі. Найбільш поширеною методикою оцінювання якості веб-сайтів є вебометрія [1], яка враховує число сторінок сайту, число зовнішніх посилань на сайт, кількість завантажених файлів, індекс цитування структурних елементів.

Сьогодні кожне підприємство та організація мають власне представництво у мережі Інтернет у вигляді порталу або сайту, тому високі позиції в рейтингу є бажаними з погляду престижу підприємства (торгівельної марки) та можуть використовуватися під час маркетингу послуг на ринку.

Пошукові системи ранжирують сайти відповідно до рейтингу, кількістю та якістю зовнішніх посилань, релевантністю тексту до пошукового запиту, в результаті чого формують список сайтів в пошуковій видачі.

Перебування на перших сходинках гарантує залучення значної кількості відвідувачів сайту та дозволяє збільшити продаж товарів та услуг підприємства. Тому розробка методів аналізу структури веб-сайтів з метою покращення їх рейтингу є актуальною задачею.

Для аналізу структури сайту – відшукування зв'язків між різними сторінками ресурсу застосовується веб-граф [2]. Таке зображення надає можливість оцінити ступінь зв'язності графу. Вважається, що, якщо дві сторінки пов'язані гіперпосиланнями, то сторінка, що посилається, рекомендує для читання процитовану сторінку, а вказаний зв'язок носить характер рекомендації. По-друге, сторінка, яка посилається на іншу сторінку, має з нею тематичну схожість, тобто можна вважати, що вони є тематично локалізованими.

Для побудови графа розроблено програмне забезпечення, вхідними даними для якого являються посилання на головну сторінку та глибина сканування (кількість рівнів структури, що досліджується). Посилання на головну сторінку ідентифікується за доменним іменем. Шляхом сканування веб-ресурсу за протоколом http збирається інформація стосовно гіперпосилань між сторінками. За результатами сканування будується граф, вершинами якого є адреса відшуканих сторінок із вказанням рівня сторінки, а дугами – гіперпосилання між сторінками. Побудований граф є орієнтованим та зваженим, вага ребра визначається кількістю посилань. Крім того, у графі існують петлі, оскільки сторінка може посылатися сама на себе.

Для аналізу побудованої структури було застосовано кластерний аналіз та використано метод k -середніх с евклідовою метрикою, кількість кластерів вважалась відомою.

За результатами роботи алгоритму отримано задовільний результат кластеризації, кластери є однорідними, відстані від центру мас кластера до елементів множини мають близькі значення.

Запропонований підхід застосовано для аналізу існуючого протягом тривалого періоду сайту підприємства. За результатами аналізу виявлено, що ні всі тематично пов'язані між собою сторінки знаходяться у одному кластері, що призводить до менш ефективної індексації сторінок сайту. За результатами кластеризації можливо налаштувати логічну структуру сайту, що підвищить помітність ресурсу для пошукових систем.

Бібліографічні посилання:

1. Webometrics Ranking of World Universities: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.webometrics.info>
2. Печников А.А. Разработка инструментов для вебометрических исследований гиперссылок научных сайтов // А.А. Печников, Н.Б. Луговая, Ю.В. Чуйко, И.Э. Косинец // Вычислительные технологии. – 2009. – Т. 14., № 5. – С. 66–78.

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Долгіх А.О., dolgih.nastya@gmail.com, Байбуз О.Г., obaybuz@ua.fm

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

Протягом останніх 60 років було проведено велику кількість досліджень в області прогнозування фінансових часових рядів. Довгий час вважалося, ринок є повністю «ефективним», тобто, що уся наявна інформація повністю відбита у поточній ціні активу і прогнозувати її майбутні значення неможливо. Але однозначно прийняти цю теорію також не можна, бо її ставлять під сумнів такі аномалії фінансового ринку, як «ефект січня», який вказує на більш високі прибутковості протягом першого місяцю року у порівнянні з іншими місяцями, «ефект вихідного дня», згідно з яким у другій половині дня в п'ятницю та у понеділок вранці активи мають тенденцію продаватися за завищеною ціною, тощо. Це змушує дослідників шукати засоби аналізу та прогнозування, найбільш придатні до таких складних систем, як фінансові ринки, зокрема використовувати для цього наявні методи та моделі прогнозування часових рядів та вдосконалювати їх.

Під моделлю прогнозування часового ряду розуміють функціональне уявлення, що адекватно описує досліджуваний процес і є основою для отримання його майбутніх значень. Моделі прогнозування поділяють на моделі предметної області та моделі часових рядів. Моделі предметної області для побудови прогнозів використовують математичні або фізичні закони та правила, характерні певній галузі.

Моделі часових рядів знаходять залежність майбутнього значення від минулого всередині самого процесу. Вони є універсальними для різних предметних областей. Їх поділяють на статистичні та структурні. У статистичних моделях залежність майбутнього значення від минулого задається у вигляді деякого рівняння. До них відносяться регресійні та авторегресійні моделі, експоненціальне згладжування та ін. До структурних моделей відносять моделі, які використовують принципи машинного

навчання та намагаються знайти деякі закономірності розвитку процесу всередині самого часового ряду, наприклад, моделі на основі нечіткої логіки, дерев рішень, нейронних мереж, ланцюгів Маркова, опорних векторів тощо.

Сьогодні у багатьох роботах в області аналізу фінансових часових рядів досліджують можливість прогнозування з використанням модифікацій авторегресійних моделей, таких як ARFIMA – модель авторегресії ковзкого середнього з дрібним порядком диференціювання та GARCH – модель авторегресії з умовою гетероскедантичністю. Перспективним напрямком у прогнозуванні економічних показників також вважається використання структурних моделей. Це викликано тим, що такі моделі добре підлаштовуються під нестационарну та нелінійну природу фінансових рядів.

Аналіз програмних продуктів прогнозування показав, що їх умовно можна поділити на такі групи: статистичні пакети, які мають велику кількість реалізованих функцій і методів аналізу даних, такі пакети містять модуль з прогнозування часових рядів як одну зі своїх складових (наприклад, R, MATLAB, STATISTICA, NCSS, Stata, SAS) і пакети, спеціалізовані саме на прогнозуванні часових рядів, такі, як Zaitun Time Series, Forecast Pro, Sales Forecast. Певні з них (Sales Forecast, Forecast Pro, UNISTAT, GMDH Shell, SPSS) є простими у використанні, але мають дорогі ліцензії. Інші є безкоштовними, але вимагають від користувача знань в області програмування та статистики. Крім цього, не зважаючи на наявний інтерес до структурних моделей прогнозування, кількість програмних пакетів, які містять їхню реалізацію, є обмеженою. Тому виникає необхідність створення програмного продукту, який містив би реалізацію як статистичних, так і структурних моделей прогнозування; надавав би можливість порівняння результатів, отриманих за допомогою різних підходів, й побудови комбінованого прогнозу, виробленого з використанням декількох моделей, найбільш придатних до досліджуваного процесу; та був би простим у використанні.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТІВ

Доновська Н. С., nataliia.donovska@gmail.com

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

В останні роки відбувається значний зрост обсягу текстових даних у різних областях. Ці текстові матеріали можуть бути неоціненим джерелом інформації і знань. Однак, зрозуміло, що неможливо осягнути усі існуючі тексти навіть за все життя. Так, з'явилася гостра потреба у дослідженнях в області автоматичного реферування тексту. Автоматичне реферування тексту - завдання створення короткого і вільного реферату при збереженні ключового інформаційного змісту та загального сенсу.

Існує два різних підходи до автоматичного реферування: екстракція і абстракція. Методи екстрактного реферування працюють за рахунок визначення важливих фрагментів тексту і створення нового тексту шляхом дослівного вилучення інформації з початкового тексту. Абстрактні методи інтерпретують і досліджують текст з використанням методів природної мови, щоб згенерувати новий коротший текст, який передає найважливішу інформацію початкового тексту. Більшість досліджень по реферуванню текстів на даний момент зосереджено на екстракційних методах реферування. Однак, останнім часом методи глибокого навчання показали багатообіцяючі результати для задачі узагальнення текстів [1]. Підходи до автоматичного узагальнення тексту, засновані на глибокому навчанні, можна розглядати як абстрактні методи, які дозволяють генерувати абсолютно новий реферат шляхом вивчення моделі генерації мови, специфічної для вхідних текстів.

Абстрактне реферування текстів потребує використання генеративної мовної моделі. Формалізувати ідею генеративної мовної моделі можна наступним чином: припустимо, що є речення, складене з T слів, так що:

$$S = (w_1, w_2, \dots, w_T)$$

В той же час, кожне слово w_i це частина деякого словника V, котрий складається з усіх можливих слів:

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_{|V|}\}, \text{де } |V| - \text{розмір словника.}$$

Порахувати вірогідність речення можна, використовуючи правило ланцюга (chainrule), наступним чином:

$$\begin{aligned} p(S) &= p(w_1, w_2, \dots, w_T) \\ &= p(w_1) \cdot p(w_2 | w_1) \cdot p(w_3 | w_2, w_1) \cdots p(w_T | w_{T-1}, w_{T-2}, \dots, w_1) \end{aligned}$$

Таким чином, імовірність появи слова в момент часу t залежить від попередніх слів у реченні. Так, генеративна мовна модель намагається передбачити наступне слово, ґрунтуючись на попередніх словах за кожен попередній момент часу.

Загалом, в ході дослідження буде розглянуто абстрактний підхід до реферування текстів. А саме, буде побудована і досліджена модель глибокого навчання для реферування текстів – sequence-to-sequence [2] з механізмом уваги (attention mechanism) [3] з використанням алгоритму beam search [4].

Література

1. Ramesh Nallapati, Bowen Zhou, Cicero Nogueira dos santos, Caglar Gulcehre, Bing Xiang. 2016. Abstractive Text Summarization using Sequence-to-sequence RNNs and Beyond. In CoNLL
2. Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, and Quoc V. Le. 2014. Sequence to sequence learning with neural networks. In NIPS
3. Minh-Thang Luong, Hieu Pham, Christopher D. Manning. 2015. Effective Approaches to Attention-based Neural Machine Translation. In EMNLP.
4. Tillmann, Christoph. Ney, Hermann. 2007. "Word Reordering and a Dynamic Programming Beam Search Algorithm for Statistical Machine Translation".

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СЕНТИМЕНТ-АНАЛІЗУ ПОВІДОМЛЕНЬ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Дубовський А.В., merhart@list.ru, Білобородько О.І., oxanab@ukr.net
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Аналіз емоційної тональності тексту є пріоритетною проблемою, вирішення якої спричинить значний поштовх у розв'язанні багатьох задач у різних галузях науки та комерційної розробки. Серед основних напрямів, у яких потенційно може бути використано результати досліджень у цій галузі, можна виділити: соціологічні дослідження, аналіз відгуків, запобігання протиправним діям у мережі Інтернет, психологічні дослідження, а також розробка чат-ботів та електронних помічників [1].

Походження текстової інформації з соціальних мереж накладає на неї певні особливості, які має бути враховано при сентимент-аналізі. До таких особливостей належать: розмовний стиль викладення, наявність емодзі для передачі емоційного забарвлення, наявність граматичних помилок та грубих висловлювань.

Серед існуючих алгоритмів, які вирішують схожі і суміжні завдання текстового аналізу можна виділити кілька окремих груп: підходи на основі системі правил, підходи, з використанням словників, машинне навчання з вчителем або без [2].

Розв'язання проблеми аналізу тональності за допомогою нейронних мереж складається з декількох окремих задач:

- 1) попередня обробка (перетворення емодзі, граматична корекція);
- 2) формалізація текстових даних;
- 3) визначення ймовірності приналежності тексту до класів тональності за обраною шкалою (позитивно / негативно);
- 4) визначення найбільш підходящого класу.

В даній роботі запропоновано використати згорткові нейронні мережі для ефективного розв'язання задачі аналізу текстових даних. Ці мережі мають широке застосування для розв'язання задачі розпізнавання зображень

[3], але не є пристосованими для роботи з текстовими даними. Основними проблемами у класичній згортковій архітектурі є багатовимірна розмірність вхідних параметрів та неможливість роботи з вхідними даними змінного розміру [4]. Тому для формалізації текстових даних у прийнятний для нейронної мережі вигляд розв'язується задача «вкладення слів» («word embedding»). За допомогою алгоритму word2vec кожному слову ставиться у відповідність чисельний вектор.

Проблема змінного розміру речення вирішується розширенням згорткової архітектури за допомогою концепції залишкових нейронних мереж. Цього вдається досягти завдяки використанню залишкових зв'язків та згорток 1x1.

Створене програмне забезпечення на даному етапі дозволяє виконати попередню обробку тексту, провести його формалізацію та проаналізувати текстову інформацію з соціальної мережі Facebook за шкалою «погано-добре» від 0 до 1.

Бібліографічні посилання

1. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – С. 211.
2. Шибзухов З. Некоторые вопросы теоретической нейроинформатики. / З. Шибзухов – В кн.: XIII Всероссийская научно-техническая конференция "Нейроинформатика-2011". Лекции по нейроинформатике. М., НИЯУ МИФИ, 2010. С. 33
3. Neural Networks and Deep Learning [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>
4. Hornick K. Multilayer Feedforward Networks are Universal Approximators. Neural Networks / K.Hornick, M.Stinchcombe, H.White. – 1989, v.2, №5, C. 229-316

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Дудас В., Мельник Р.

Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. На сьогодні прийнято вважати, що соціальна мережа – це структура, що створена вузлами, об'єднаними за однією або кількома ознаками взаємозалежності, що представлені індивідуальними користувачами [1]. Важливим завданням є прогноз зв'язків в соціальних мережах [2].

Постановка задачі. Програмне забезпечення має забезпечувати такі функції, як: синхронізація із більшістю соціальних мереж (Google, Facebook, Office365, Twitter, Instagram, GitHub, Slack), аналіз отриманих даних та графічне представлення результатів, сумісність певного роду вакансій із контактами у соціальних мережах, концептуальних пошук.

Технології реалізації програмного забезпечення. Для реалізації програмної системи використано клієнт-серверну архітектуру. Спілкування клієнта з сервером здійснюється через REST API. Формат даних – JSON. Для реалізації серверної частини використано мови програмування Java та Python.

Архітектура та основні функціональні можливості. Основний функціонал програмного забезпечення можна виділити:

1. Синхронізація з більшістю соціальних мереж (рис.1-2).
2. Отримання результатів аналізу у вигляді графіків (рис.3-4).
3. Співпадіння із відкритими вакансіями.

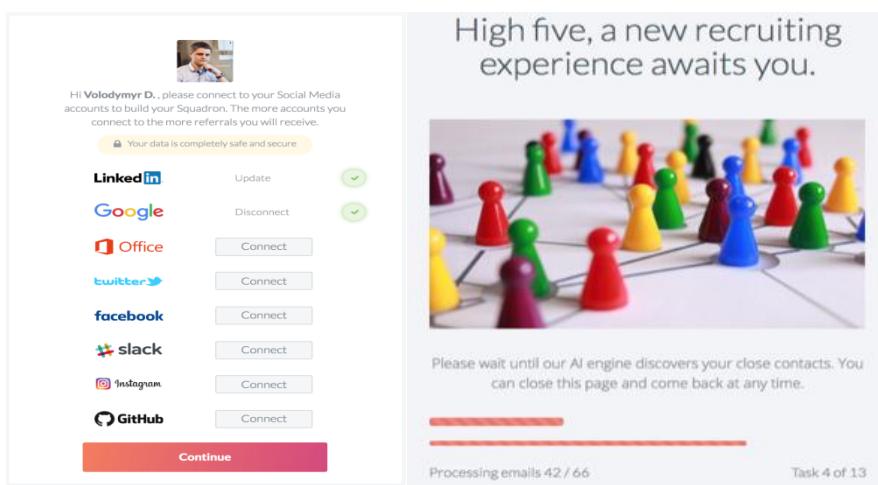


Рис. 1,2 Процес синхронізації соціальних мереж

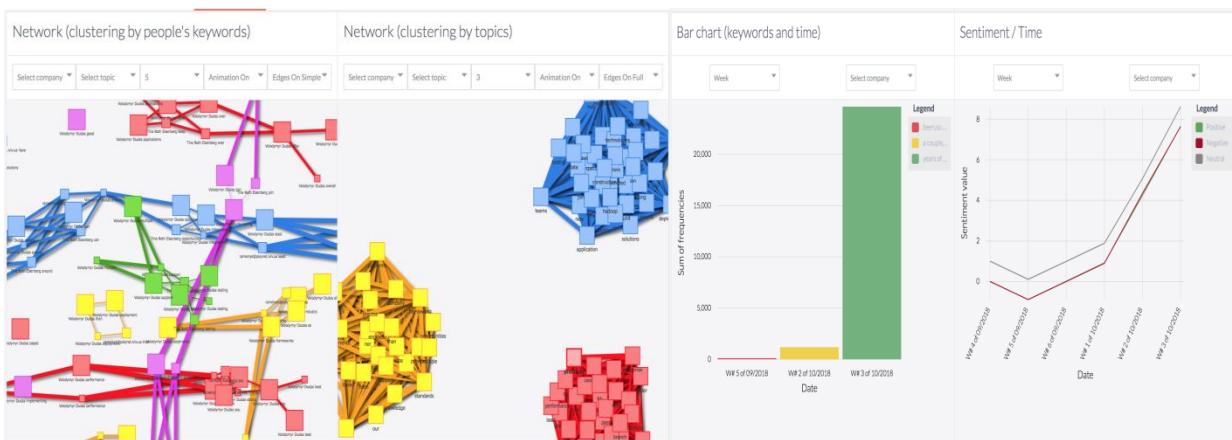


Рис. 3,4 Процес синхронізації соціальних мереж

Висновки. Розроблене програмне забезпечення дає змогу проаналізувати взаємозв'язки у соціальних мережах і використати отримані результати для визначення сумісності людей із відкритими вакансіями.

Література

1. Streeter Calvin L. Social Network Analysis / Calvin L. Streeter, David F. Gillespie // Journal of Social Service Research - Published online: 18 Oct 2008. Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 – p. 201-222.
2. Low Yucheng. GraphLab: A New Framework For Parallel Machine Learning / Yucheng Low, Joseph E. Gonzalez, Aapo Kyrola, Danny Bickson, Carlos E. Guestrin, Joseph Hellerstein // Appears in Proceedings of the Twenty-Sixth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI2010) - 9 Aug 2014.

ON OPTIMAL BOUNDARY CONTROL PROBLEM FOR A STRONGLY DEGENERATE ELLIPTIC EQUATION

Durante¹ T., tdurante@unisa.it, Kupenko² O.P., kupenko.olga@gmail.com,
Manzo¹ R., rmanzo@unisa.it

¹*Universita degli Studi di Salerno*

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,
Ingegneria Elettrica e Matematica Applicata*

²*Dnipro University of Technology Department of System Analysis and Control
and Institute of Applied and System Analysis,*

*Ihor Sikorsky National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnical
Institute"*

We study an optimal control problem for a linear boundary value problem with strongly degenerate diffusion coefficient in the main part of the elliptic operator and with the Nuemann boundary control. The diffusion coefficient $a(x)$ of the elliptic equation

$$-\operatorname{div}(A(x)a(x)\Delta y)=f \text{ in } \Omega.$$

is nonnegative and vanishes with a certain rate in an interior points of a suitable domain. It is well known that degeneration of this kind is typically avoided by assuming lower bounds on the coefficients; however, it occurs genuinely in topology optimization, damage and crack problems. Here by $A(x)$ we denote the anisotropic matrix of coefficients related in applications to certain physical properties of the material or media, for which the correspondent stationary process is considered. In the meanwhile, the coefficient $0 \leq a(x) \leq 1$ can be associated with a damage field, i.e. $a(x) = 1$ means the perfect material quality at the point x of the domain; $0 < a(x) < 1$ means that some damage takes place and by $a(x)=0$ the complete material destruction such as a crack can be expressed. Control and inverse problems for degenerate PDE's arise in different applications, as of course, any damage, present in the material, may seriously affect the control process, and their common feature lies in involving operators with a variable diffusion coefficients that are not uniformly elliptic in the space domains. The loss of uniform ellipticity rises important questions related to the well-posedness of correspondent equations in suitable functional spaces as well as a lack of a priori estimates for solutions to such objects.

Given a cost functional, the objective was to provide the well-posedness analysis of the corresponding optimal control problem, prove existence of the optimal solutions and propose the scheme for their approximation.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ, ПЕРЕГЛЯДУ ТА ДРУКУ 3D МОДЕЛЕЙ

Євлаков В.І., yevlakov@gmail.com

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

Технологія тривимірного сканування з'явилася всього кілька десятиліть тому, в кінці 20-го століття. Перший працюючий прототип з'явився в 60-х роках. Звичайно, тоді він не міг похвалитися широким спектром можливостей, проте це був справжній 3d сканер, непогано справляється з основною функцією.

Для створення пристройів 3D-сканування може бути використано багато різноманітних технік, кожна технологія має свої особливості, обмеження і вимагає різних витрат. Більшість обмежень стосуються видів об'єктів, які можуть бути оцифровані, які досі не вирішені до кінця. Наприклад, більшість оптичних технологій матиме складнощі з обробкою близкучих, дзеркальних або прозорих об'єктів. Наприклад, промислова комп'ютерна томографія може використовуватись для побудови цифрових 3D-моделей, застосовуючи неруйнівний контроль.

Зібрані таким чином 3D-дані є корисними для широкого кола застосувань. Ці пристройі широко використовуються в індустрії розваг: у виробництві фільмів і відеоігор. Інші поширені застосування цієї технології включають промисловий дизайн, біопротезування і протезування, зворотна розробка і прототипування, контроль якості, спостереження і документування артефактів при виробництві.

Було проаналізовано та вивчено технічні прилади та їх особливості роботи для створення 3D моделей та їх обробки за допомогою відповідного програмного забезпечення. Також оцінено можливості існуючого програмного забезпечення для обробки інформації та її коректування до відповідного стану. Та ознайомлено з певними алгоритмами обробки даних та вивчення принципу їх роботи з відповідним потоком даних, їх особливості роботи та особливості реалізації.

АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ДИНАМІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ

Єгошкін Д. І., Гук Н. А.

KnightDanila@i.ua, 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 предметній 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 множину 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 додаванням 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>

ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ВІДВІДУВАЧІВ РЕСТОРАНІВ ЗА ДАНИМИ ЗМАГАННЯ KAGGLE

Ємел'яненко Т.Г., emelyanenko@ua.fm,

Пухова А.М., pukhova.anastas@gmail.com

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

У роботі розглядається задача прогнозування кількості відвідувачів ресторанів за даними резервування та відвідування. Дані отримані з двох джерел: Hot Pepper Gourmet та AirREGI / Restaurant Board [1].

Аналіз даних свідчить про наявність комплексної сезонності з періодом сім та дванадцять (дні та місяці відповідно), яка має бути врахована під час прогнозування. Задача розв'язувалася зі застосуванням динамічної гармонічної регресії. Такий підхід дозволяє враховувати комплексну сезонність.

Кількість членів ряду Фур'є обирається таким чином, щоб мінімізувати значення критерію Акаїке. За допомогою критерію Акаїке можна оцінити результати отримані за гармонічною регресійною моделлю на основі одного сезонного значення та декількох, і зробити висновок щодо доцільність використання комплексної сезонності.

Згадані алгоритми покладені в основу розробленого програмного продукту TimeSeries_KaggleRestaurant. Середовище розробки програмного забезпечення – PyCharm. Мова програмування – Python із використанням бібліотек Pandas, Scikit-learn. Тестування розробленого програмного продукту виконано на даних змагання Kaggle, задачею якого є прогнозування кількості відвідувачів ресторану. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення розглянутого підходу для прогнозування.

1. Recruit Restaurant Visitor Forecasting, 2017. URL:
<https://www.kaggle.com/c/recruit-restaurant-visitor-forecasting> (Last accessed: 30.10.2018).

О ДВУХ СЕМЕЙСТВАХ СУБГРАДИЕНТНЫХ АЛГОРИТМОВ С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВА

Журбенко Н.Г., zhurbnick@gmail.com

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

Предложенная академиком Шором Н.З. (основатель школы негладкой оптимизации в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины) идея использования операции преобразования пространства в субградиентных алгоритмах [1] в настоящее время хорошо известна, на ее основе разработаны широко используемые на практике эффективные алгоритмы оптимизации. В докладе будет дана характеристика следующих семейств субградиентных алгоритмов с использованием операции преобразования пространства.

1. Модификации r -алгоритма с программным управлением значениями коэффициентов растяжения пространства.

Более 40 лет назад был разработан субградиентный алгоритм минимизации с растяжением пространства в направлении разности двух последовательных градиентов – r -алгоритм [2]. Практика использования r -алгоритма показывает, что до сих пор он является одним из наиболее эффективных алгоритмов негладкой оптимизации. Однако теоретическое исследование эффективности алгоритма далеко не закончено. Основная проблема теоретического обоснования r -алгоритма состоит в согласованном выборе значений коэффициента растяжения пространства и шагового множителя. В докладе будет дана краткая характеристика семейства модификаций r -алгоритма – $r(\sigma)$ -алгоритмы. В r -алгоритме значения коэффициентов растяжения пространства (параметр r -алгоритма) выбираются одинаковыми на всех итерациях: $\alpha_k = \alpha > 1$. В $r(\sigma)$ -алгоритмах значения коэффициентов растяжения пространства определяются программно в процессе работы алгоритма.

Вычислительная схема предлагаемых алгоритмов соответствует r -алгоритму. Отличие состоит лишь в следующем. Вместо оператора растяжения [1] $R_\alpha(\eta) = (\alpha - 1)\eta\eta^T + 1, |\eta| = 1$ будет использоваться следующий оператор $\tilde{R}_\sigma(\tilde{\eta}) = \sigma\tilde{\eta}\tilde{\eta}^T + I$, где $\tilde{\eta} \in R^n$, σ – нормирующий множитель, $\sigma \in R^1, \sigma > 0$. В отличие от оператора $R_\alpha(\eta)$, вектор $\tilde{\eta}$ не нормирован, то есть выполнение условия $|\tilde{\eta}| = 1$ не требуется. Если $\tilde{\eta} \neq 0$, то $\tilde{R}_\sigma(\tilde{\eta}) = R_\alpha(\tilde{\eta}/|\tilde{\eta}|)$, где $\alpha = 1 + \sigma|\tilde{\eta}|^2$. Различные варианты алгоритма будут определяться выбором нормирующего множителя σ . Нормирующий множитель σ определяется на основе значений субградиентов (в текущем преобразованном пространстве) на данной и предыдущей итерациях алгоритма: $\sigma = \sigma(g_{k-1}, g_k)$. В докладе будут приведены различные примеры выбора нормирующих множителей. Отметим, что $r(\sigma_0)$ -алгоритм с нормирующим множителем $\sigma_0(g_1, g_2) = 1/|g_2 - g_1|^2$ фактически является r -алгоритмом с коэффициентом растяжения, равным 2. Отметим, что именно это значение рекомендуется на практике использования r -алгоритма.

Резюме. $r(\sigma)$ -алгоритмы являются модификациями r -алгоритма. Вычислительная схема $r(\sigma)$ -алгоритмов с постоянным шагом существенно проще схемы r -алгоритма. Величины коэффициентов растяжения пространства на итерациях $r(\sigma)$ -алгоритмов не постоянны, они вычисляются в процессе его работы. Алгоритмы могут использоваться с постоянным шаговым множителем. Численные эксперименты [3] показали достаточно высокую эффективность $r(\sigma)$ -алгоритмов. Их эффективность (по числу итераций) не уступает эффективности r -алгоритма.

2. ε – субградиентный алгоритм минимизации с преобразованием пространства ($\alpha(\varepsilon)$ -алгоритм)

$\alpha(\varepsilon)$ -алгоритм [4] является результатом разработки субградиентного алгоритма сравнимой с r -алгоритмом эффективностью и с его основными характеристиками: использование процедуры одномерной минимизации и

растяжение пространства с большими коэффициентами растяжения (в сравнении с алгоритмом эллипсоидов Юдина-Немировского). $\alpha(\varepsilon)$ – алгоритм предназначен для решения задачи ε -минимизации выпуклой функции $f(x)$ в R^n (задачи минимизации с заданной точностью по функционалу). Качественная интерпретация $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритма состоит в следующем. Алгоритм основан на существенном использовании ε -субградиентов и операторов преобразования пространства [1]. На каждой итерации алгоритма преобразование состоит в применении операторов растяжения пространства по ортогональным направлениям. Параметры преобразования определяются построением эллипсоидов локализации ε -решения. Эллипсоиды локализации строятся на основе информации, получаемой в результате применения процедуры одномерной минимизации. На каждой итерации обеспечивается уменьшение объема локализации ε -решения не менее чем в q раз (параметр алгоритма). Если в результате процедур одномерной минимизации происходит существенное улучшение рекордного значения функции, то преобразование пространства определяется оператором растяжения по направлению агрегатного субградиента. В противном случае, за конечное число одномерных процедур минимизации гарантируется генерации (по крайней мере) двух ε -субградиентов с настолько тупым углом между ними, что они обеспечивают построение эллипса локализации ε -решения с требуемым уменьшением объема локализации. При этом преобразование пространства определяется операторами растяжения по $n - 1$ ортогональным направлениям. В некотором смысле $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритм объединяет алгоритмы Н.З. Шора с растяжением пространства по субградиенту и по разности двух последовательных субградиентов.

Следующее утверждение определяет теоретическую оценку эффективности $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритма.

Утверждение 3. Для числа итераций k $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритма, за которые он обеспечивает решение 2ε -оптимизации, справедлива следующая оценка: $k \leq \lceil n \ln(1/\gamma) / \ln(1/q) \rceil$, где γ – относительная точность решения задачи.

Численные эксперименты показывают, что (по числу итераций) эффективность $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритма сравнима с эффективностью r -алгоритма Н.З. Шора. Однако трудоемкость одной итерации $\alpha(\varepsilon)$ -алгоритма существенно больше.

Список литературы

1. **Шор Н.З.** Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – Киев: Наук. думка, 1979. – 199 с.
2. **Шор Н.З., Журбенко Н.Г.** Метод минимизации, использующий операцию растяжения пространства в направлении разности двух последовательных градиентов. // Кибернетика. – 1971. – № 3. – С. 51–59.
3. **Журбенко Н.Г.** Численная эффективность одной модификации r -алгоритма, // Теорія оптимальних рішень. – Київ: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2017. – С. 33–38.
4. **Журбенко Н.Г.** Субградиентный алгоритм минимизации с преобразованием пространства ($\alpha(\varepsilon)$ -алгоритм) / Стохастическое программирование и его приложения / П.С. Кнопов, В.И. Зоркальцев, Я.М. Иваньо и др. – Иркутск: Институт систем энергетики им.Л.А.Мелентьева СО РАН, 2012. – С. 36–51.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПРЕСУВАННЯ ОСЕРДЯ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ ГІБРИДНИХ ЄМНІСНИХ СЕНСОРІВ

Зайцев Є.О., zaitsev@i.ua, Панчик М.В.
Інститут електродинаміки НАН України

Технічний стан статора потужних турбогенераторів(ТГ) в значній мірі характеризується станом пресування осердя. Контроль стану пресування осердя статора виконується при планових оглядах на вимкненій машині (при частковому або повному перешихтуванні пакетів активної сталі статорів ТГ) [1]. Для ефективного способу контролю стиснення шихтованого осердя, особливо на працюючий машині або при її виготовлені, набули поширення для застосування методи контролю з використанням ємнісних сенсорів [2]. Розробка таких систем контролю та діагностики ускладнюється важкими експлуатаційними умовами ТГ. Тому з метою забезпечення можливості реалізації та практичного використання системи контролю для обміну інформацією та живлення пропонується використовувати волоконно-оптичні лінії (ВОЛ).

Використання ВОЛ для віддаленого живлення за допомогою фотогальванічного перетворювача (ФГП), що описане в роботі [3], має обмеження максимальної оптичної потужності в 150 mW лазерного модулю (ЛМ)[4]. Таким чином, виникає необхідність в розробці структури мережі сенсорів та алгоритму їх опитування в умовах обмеженого живлення (рис. 1). Для вирішення поставленої задачі пропонується система, що складається із K=48 ємнісних вимірювачів (ЄС). При цьому кожен із вимірювачів складається: перетворювач ємність-код AD7745 зі споживанням 0.7 mA, перетворювач інтерфейсів (ПІ) на базі STM32L051 та ST485 зі споживанням 2.8 mA, для обміну інформацією по ВОЛ передавач HFBR-1505CFZ зі споживанням 13 mA та приймач HFBR-2505CFZ зі споживанням 3 mA [4].

Алгоритм роботи системи наступній. За запитом з ПЕСОМ, блок керування (БК) починає почергове опитування всіх сенсорів, та зберігає всі

результати вимірювань у блоці вибірки-зберігання (БВЗ). ПІ,БК та БВЗ реалізовані на базі STM32L051 також. Для оптимізації алгоритму живлення мережі сенсорів розрахуємо максимальний струм мережі I_M :

$$I_M = I_{max} - (I_{PI} + I_{BVZ} + I_{BK} + I_{KJK} + I_{OPI}) = 45 - (3 + 0.1 + 3) = 38.9 \text{ mA},$$

де I_{KJK} – комутатор живлення зі споживанням 0,1 mA. Таким чином, живлення мережі сенсорів доцільно розділити на Р блоків по N сенсорів з урахуванням 20 % запасу по струму споживання:

$$N = \lceil (I_M - 0.2 * I_M) / (I_{CC} + I_{PI}) \rceil = \lceil (38.9 - 0.2 * 38.9) / (0.7 + 2.8) \rceil = 8; P = K/N = 48/8 = 6.$$

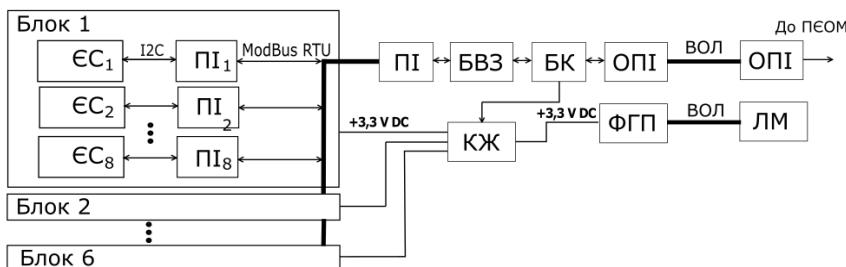


Рис. 1 – Система контролю

Запропонована структура системи та алгоритм її роботи забезпечує стабільну роботу та за рахунок живлення та обміну інформацією по ВОЛ, що значно знижує економічні витрати на її виробництво та обслуговування.

Перелік використаних джерел:

- Южный Ю.Э.** Ремонт сердечников электрических машин – М.: Энергия, 1976. – 80 с.
- Левицький А.С., Федоренко Г.М., Грубой О.П.** Контроль стану потужних гідрота турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2011. – 242 с.
- Зайцев Є.О. Левицький А.С., Жукінський І.М., Кромпляс Б.А.** Перетворювач інформаційних сигналів для гібридних оптоелектронних вимірювачів переміщень. - МНТЖ "ВОТТП", 2017, №4. – С.31-37.
- Задворнов С.А., Соколовский А.А.** О пожаровзрывобезопасности волоконно-оптических гибридных измерительных систем // Датчики и системы, № 3, 2007 – С.11-13.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ НА БАЗІ АЛГОРИТМУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Зайцева Т. А., Єфремов С. М., Беспалова В.О.

ztan2004@urk.net, stanislav.m.yefremov@gmail.com, vikbespalova@gmail.com

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

Задача полягає у створенні системи для розпізнавання у тексті контактної інформації представника чи представників компанії аналізуємого прес-релізу, подальшої класифікації даних та задання початкових даних/правил для розпізнавання. Необхідно розпізнати та зберегти у базі даних наступні критерії: ім'я, прізвище, адресу електронної пошти (обов'язково, оскільки ціллю є генерація листа для подального електронного розсилу), номер телефону (якщо присутній), назва компанії.

Оскільки структура запису адреси електронної пошти та номеру телефону є чітко визначеними, то точність отримання вищезазначених даних є майже стовідсотковою. Наступним кроком є визначення імені, прізвища та назви компанії представника. Для виконання цієї задачі виникає необхідність у побудові системи на основі алгоритму штучного інтелекту, що має властивість самонавчання, оскільки, чим більше імен та компаній система зможе розпізнати, тим вище точність вихідних даних. Система повинна розпізнавати різницю між ім'ям, прізвищем та назвою компанії.

Створена система для автоматичної обробки текстів прес-релізів та класифікації зазначених контактних даних осіб-представників компаній. Завдяки реалізованому підходу, створено велику базу знань, за допомогою якої контактна інформація розпізнається та класифікується із високою точністю. Розроблена система вже працює, обробляючи прес-релізи та класифікуючи контактну інформацію представників компаній, вказаних у цих прес-релізах, як контактних осіб.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПСИХОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ НА ЯКІСТЬ НАВЧАННЯ В АКАДЕМІЧНИХ ГРУПАХ СТУДЕНТІВ

Зайцева Т.А., Захарова В.В., Лисиця Н.М., Сірик С.Ф.

ztan2004@ukr.net, siryk10@gmail.com, ZakharovaVita7@gmail.com

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

Сприятливий соціально-психологічний клімат у студентському колективі – це запорука успіху у вирішенні будь-яких навчальних завдань і учебових проблем. Створення сприятливого клімату в студентській академічній групі передбачає тривалий процес взаєморозуміння. Соціально-психологічний клімат колективу студентської групи – це узагальнююча характеристика всього внутрішнього оточення, яке проявляється в поведінці і міжособистісних стосунках між основними суб'єктами навчального процесу.

Робота присвячена розв'язанню задачі пошуку шляхів підвищення якості навчання в академічних групах студентів методами математичної статистики із застосуванням інформаційних технологій на рівні аналізу психологічного клімату в академічних групах. Розглянуто вплив психотипів індивидів колективу на створення комфортного клімату в студентських групах. Для цього було визначено вплив психологічних аспектів соціально-психологічного клімату на якість навчання в академічних групах студентів на основі їх темпераментів. Було проведено тестування згідно класичної методології Ганса Айзенка для визначення темпераменту. Студенти відповіли на 57 питань теста-опитування Айзенка на виявлення темпераменту. Необхідно було дослідити особистість кожного з студентів з кількох компонентів: екстраверсії і психотизму, емоційно-вольової стабільності і віднесення темпераменту до класичних типів. В універсальній класифікації існує чотири основні типи темпераментів – сангвінік, холерик, меланхолік і флегматик.

Опитування проводилося серед студентів 4 курсу спеціальності «Інформатика» факультету прикладної математики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Участь у дослідженні приймали 2 групи,

що навчаються у одному потоці. Якість успішності серед студентів цих груп, можна вважати вище середньої. Більшість опитаних студентів має хороші стосунки з одногрупниками і дослухаються один одного.

Для проведення опитування, та подальшої обробки результатів, було створено електронну версію анкети та web-сторінку, використовуючи наступні технології: HTML, CSS, PHP, JavaScript, SQL.

Для обробки отриманих даних було застосовано пакет SPSS. *В результаті дослідження проведено:*

- критерії Стьюдента і Фішера;
- хі-квадрат, кореляція Спірмана;
- коефіцієнти узгодження;
- дисперсійний аналіз;
- регресійний аналіз (проста регресія, множинна регресія, нелінійна регресія);
- кластерний аналіз.

Підсумовуючи, необхідно зазначити, що цілеспрямоване створення і підтримання соціально-психологічного клімату – це форми, засоби та механізми усвідомлення та рефлексії спрямованості особистості студента на навчально-виховну діяльність, це те, що забезпечує особистісно-професійне зростання майбутніх фахівців.

Отже, перспективами для подальшого дослідження цієї проблеми є більш детальне вивчення соціально-психологічного клімату та його вплив на міжособистісні відносини між викладачем та студентами, а також аналіз ролі соціально-психологічного клімату студентської групи у ВНЗ.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ

Зайцева¹ Т.А., Фридман¹ А.Д., Шишканова² А.А.

ztan2004@ukr.net, shganna@i.ua, afridman@i.ua

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

²*Запорізький національний технічний університет*

Современное состояние компьютерного моделирования в области механики деформируемого твердого тела характеризуется широким распространением коммерческих многофункциональных пакетов прикладных программ типа PHOENICS, STAR-CD, ANSYS, FLUENT, CFX, FlowVision, COSMOS, FloWorks, ICEM-CFD, LS-DYNA, CADFix, AutoSEA2. Альтернативой коммерческим пакетам есть системы открытых пакетов, подобных OpenFOAM (Imperial Collegeof Science, London, UK) H. Jasak и H.Weller. Однако как универсальные пакеты прикладных программ, так и открытые пакеты, для решения некоторых конкретных задач, содержащих в математической постановке сингулярности в уравнениях, обладают недостаточной точностью, сложны в отдельной постановке для новых задач, и полученные решения, нуждаются в серьезных оценках погрешностей и проверке достоверности. Поэтому сохраняется интерес к самостоятельным программным разработкам [2], которые уступают в универсальности известным пакетам прикладных программ, но для решения конкретных задач, достаточно эффективны и позволяют достичь приемлемой точности с меньшими затратами времени и объема памяти.

Рассмотрена задача о давлении на однородное, изотропное упругое полупространство жесткого, в общем случае, плоского штампа, ограниченного гладкой поверхностью. В поперечном сечении штамп имеет сложную многосвязную форму. Данная задача математического моделирования о вдавливании штампа в полупространство сведена к системе двумерных интегральных уравнений, которые содержат интегралы типа потенциала простого слоя. Для аналитического решения использовался метод

разложения потенциала простого слоя по малому параметру [1]. Для численного решения задачи применялась регуляризация М.М.Лаврентьева с использованием аналитического продолжения параметра методом Н.Н.Боголюбова и Н.М.Крылова [2]. После чего, с помощью метода кубатур, система интегральных уравнений сводилась к системе алгебраических уравнений. Последняя, решалась методом последовательных приближений.

Получено приближенное решение задачи о вдавливании штампа в гладкое полупространство, в случае многосвязной области контакта. Разработанное программное обеспечение позволило выполнить исследование по определению контактных давлений под штампами различных конфигураций. Построены поверхности распределения давлений. Проведена оценка достоверности численных расчетов на тестовых задачах, где полученные результаты были близки к известным.

Библиографические ссылки

1. Зайцева Т.А. Решение операторных уравнений первого рода с использованием методов теории потенциала / Т.А.Зайцева, А.А.Шишканова // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – 2004 – С. 72–88.
2. Шишканова А.А. Обобщенная методика расчета напряжений в сложных областях контакта элементов машиностроительных конструкций и создание программного обеспечения для инженерных расчетов / А.А.Шишканова, Т.А. Зайцева // Проблемы машиностроения. – Вып. 5–6, Т.11. – 2008. – С. 41–47.

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ОС WINDOWS 7/8.1/10 НА НОУТБУК LENOVO G580

Земляной А.Д., belzevol@gmail.com

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

При работе с ноутбуком Lenovo g580, было встречено ряд проблем, которые также возникали с другими представителями этой марки и модели у всех, кто сталкивался с данной моделью ноутбука. Опишем суть проблемы. После переустановки ОС на Windows 7, и установки любых (кроме определенного набора, который был позже выявлен) версий драйверов, соответствующих внутренним компонентам данного ПК, возникали следующие проблемы:

1. Нарушалась цветовая схема иконок рабочего стола.
2. При воспроизведении звуков появлялись инородные шумы.
3. Спонтанно вылетали вкладки всех браузеров, кроме встроенного Internet Explorer.
4. На сайтах, где для воспроизведения видео использовался стандарт html5, изображение при воспроизведении периодически покрывалось рябью.

Выше перечисленные проблемы были обнаружены при первом же старте системы. Были произведены попытки восстановить релевантную работу драйверов при помощи утилиты Auslogics Driver updater Pro, что не дало существенных результатов. После следующих нескольких попыток установить драйверы вручную, не принесших результатов, было принято решение установить другую версию ОС Windows 7. Однако после нескольких попыток установить разные версии ОС, не принесших ожидаемого результата, а также в результате изучения множества тематических форумов было принято решение вновь попытаться подобрать версии драйверов, в надежде, что это может сработать. Спустя несколько недель непрерывного подбора разных версий драйверов и последовательностей их установки, проблема наконец-то была решена.

Решением проблемы послужила следующая последовательность действий:

1. Установка ОС Windows 7.
2. Установка драйверов в следующей последовательности:
 - 2.1. Intel(R) Watchdog Timer Driver (Intel(R) WDT) 11.0.0.1013
 - 2.2. PCI bus 5.0.3.42
 - 2.3. Lenovo ACPI-Compliant Virtual Power Controller 11.19.0.845
 - 2.4. Realtek High Definition Audio 6.0.1.8519

- 2.5. Conexant SmartAudio HD 8.54.51.0
- 2.6. Intel(R) Display Audio 6.16.00.3200
- 2.7. Broadcom 802.11n Network Adapter 7.12.39.28
- 2.8. Qualcomm Atheros AR8162/8166/8168 PCI-E Fast Ethernet Controller (NDIS 6.30) 2.1.0.25
- 2.9. Qualcomm Atheros AR8162/8166/8168 PCI-E Fast Ethernet Controller (NDIS 6.30) 2.1.0.25
- 2.10. 2nd generation Intel(R) Core(TM) processor family PCI Express Controller – 0101 10.1.1.42
- 2.11. 2nd generation Intel(R) Core(TM) processor family DRAM Controller – 0104 10.1.1.42
- 2.12. Intel(R) HD Graphics 9.17.10.4229
- 2.13. Xeon(R) processor E3 - 1200 v2/3rd Gen Core processor PCI Express Root Port – 0151 10.1.1.42
- 2.14. Xeon(R) processor E3 - 1200 v2/3rd Gen Core processor DRAM Controller – 0154 10.1.1.42
- 2.15. Intel(R) 7 Series Chipset Family SATA AHCI Controller 12.8.20.1002
- 2.16. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family PCI Express Root Port 1 - 1E10 10.1.1.42
- 2.17. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family PCI Express Root Port 2 - 1E12 10.1.1.42
- 2.18. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family PCI Express Root Port 4 - 1E16 10.1.1.42
- 2.19. ELAN SMBus Driver 15.6.0.3
- 2.20. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family USB Enhanced Host Controller - 1E26 9.3.0.1030
- 2.21. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family USB Enhanced Host Controller - 1E2D 9.3.0.1030
- 2.22. Intel(R) 7 Series/C216 Chipset Family Universal Serial Bus (USB) Controller - 1E31 9.3.0.1029
- 2.23. Intel(R) Management Engine Interface 11.0.5.1189
- 2.24. Intel(R) HM76 Express Chipset LPC Controller - 1E59 10.1.1.42
- 2.25. Microsoft ISATAP Adapter 6.1.7600.16385
- 2.26. Microsoft Teredo Tunneling Adapter 6.1.7600.16385

Было замечено что, подобные проблемы не возникают, если устанавливать ОС Windows 8.1.

При установке ОС Windows 10 Home были встречены еще более серьезные проблемы: ОС зависала на моменте загрузки. Решением этой проблемы оказались следующие действия:

1. Установка строго определенной версии ОС Windows 10. Это версия Windows 10 Community.
2. Перезагрузка системы.
3. Использование утилиты Auslogics Driver updater Pro для подгрузки актуальных версий драйверов.
4. Перезагрузка системы.

ЗАДАЧА УСУНЕННЯ ШУМУ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ З ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Іванова О.А., Сердюк М.Є.

lekaivanova@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

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

Інтенсивний розвиток систем штучного інтелекту призводить до необхідності розробки та вдосконалення методів попередньої обробки сигналів, в тому числі і цифрових зображень. Несприятливі погодні умови, такі як дощ, сніг, туман, викликають різноманітні артефакти на зображеннях, які можуть значно знизити продуктивність зовнішніх систем технічного зору, що спираються на інформацію, отриману із зображень, або таких задач, як виявлення подій та об'єктів, відстеження та розпізнавання, аналіз сцен та класифікація тощо. Тому актуальною на сьогоднішній день є розробка методів покращення якості цифрових зображень з забезпеченням можливостей видалення дощу та снігу.

Дощ та сніг на зображеннях можуть розглядатися як шум природного походження. Відомі методи видалення краплинок дощу та снігу у послідовності кадрів відео. Однак видалення таких плям зі збереженням деталей фону в одному статичному зображенні все ще залишається проблемою. Основні труднощі полягають у визначенні ділянок на зображенні, які є спотвореними плямами дощу або снігу, а також у коректному відображення обробленого зображення.

В даній роботі пропонується метод видалення плям природного походження, який складається з двох етапів. В основу першого етапу покладено ідеї роботи [1]. Для визначення дощу та снігу на кольоровому зображенні спочатку здійснюється перехід до колірної моделі HSV, потім сигнал підсилюється за наступним правилом:

$$R = (1 - S) * V,$$

де R – результатуєща яскравість, S – насиченість, V – вихідна яскравість пікселя. Після посилення сигналу визначаються високочастотні та низькочастотні ділянки зображення. Другим етапом є аналіз отриманих

ділянок з використанням керованого фільтру [2]. У низькочастотній ділянці, що не містить снігу та дощу, після використання фільтрації контури розмиваються, тому далі кожний піксель I_l цієї ділянки обробляється таким чином:

$$I^* = I_l + 0.1 * \nabla I_l,$$

де I^* – виправлене значення пікселя, ∇I_l – градієнт в пікселі I_l . Аналогічна процедура виконується на високочастотній ділянці, але після відновлення згладжених країв повторно застосовується керований фільтр для отримання більш чіткого результату I_{h2} . Введемо позначення:

$$I_{cr} = \min(I_{h2} + I^*, I_{input}),$$

де I_{input} – початкове зображення. Тоді кінцева обробка зображення здійснюється таким чином:

$$I_{result} = b * I_{cr} + (1-b) * I_r,$$

де I_{result} – результатуюче зображення, b – ваговий коефіцієнт зображення, який визначається емпіричним шляхом в залежності від інтенсивності плям дощу та снігу, $I_r = I_{h2} + I^*$.

Описаний метод був реалізований в програмному забезпеченні в оточенні Matlab. Обробка тестових зображень показала досить ефективне видалення дощових плям, що підтверджує правильність обраних рішень. Видалення снігових плям показало гірші результати, тому передбачається подальше вдосконалення алгоритму.

Бібліографічні посилання

1. Soo-Chang Pei, Yu-Tai Tsai, and Chen-Yu Lee, “Removing rain and snow in a single image using saturation and visibility features,” in Proc. IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops, 2014.
2. He K., Sun J., Tang X. Guided Image Filtering // Proc. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2013. V.35. N.6. P. 1397-1409.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ БЕЗ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ

Ивлев А.С., aivlev8@gmail.com

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

Рассмотрим систему ДУ, модернизированную в работе [1], на основе системы из работы [2]. Эта система, в свою очередь, является усложнённым вариантом системы Лоренца 4-го порядка. Добавим множитель $\sin(\alpha xy)*\cos(\alpha xy)*\cos(\alpha xy)$ в её третье уравнение (x, y – переменные системы в работе [1], α – положительный коэффициент этой системы). Таким образом, данная система будет содержать в себе квадратичные тригонометрические функции синуса и косинуса, что существенно усложнит её нелинейный характер.

С помощью математического пакета MATLAB, построим хаотический аттрактор новой системы (см. Рис. 1):

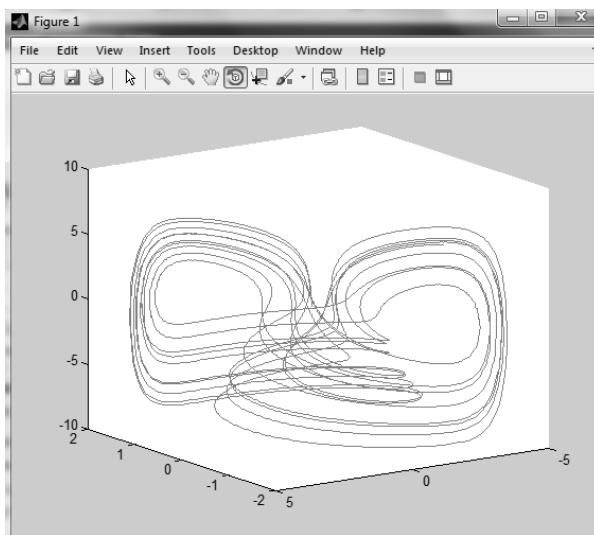


Рис. 1: Новый хаотический аттрактор, при $a = n = 1$, $b = m = 0,5$, $c = 0,1$, $d = 2,5$, $\alpha=10$ и начальных условиях $(x(0), y(0), z(0), w(0)) = (0,1; 0,1; 0,1; 0,1)$.

Определять поведение системы будем при помощи интегрированного в MATLAB специального расширения matds. Зададим параметры системы и вычислим для неё показатели Ляпунова, которые изображены на выведенном графике (см. Рис. 2).

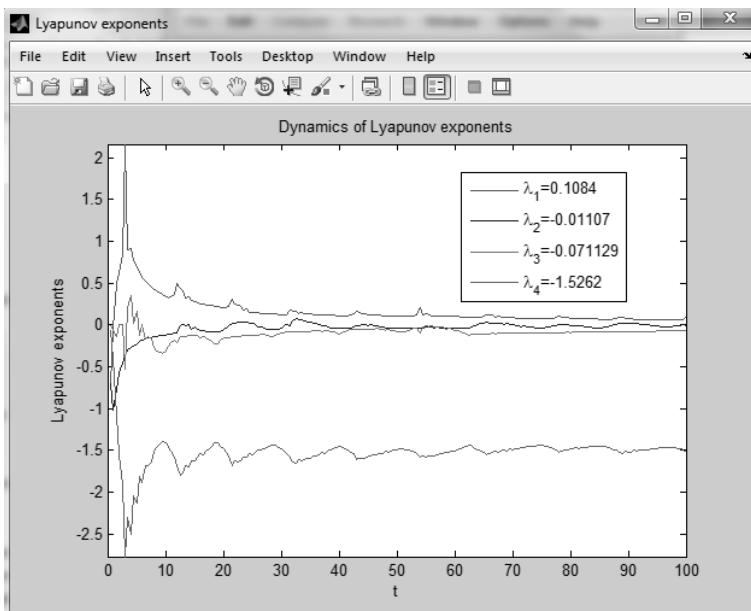


Рис. 2: График, демонстрирующий показатели Ляпунова ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$) исследуемой системы и их динамику относительно времени.

Как видно из графика на Рис. 2, один из показателей Ляпунова, а именно λ_1 , положительный, тогда как λ_2 стремится к 0, λ_3 и λ_4 - отрицательные. Наличие в системе одного положительного показателя Ляпунова позволяет сделать вывод, что данная система имеет хаотическое поведение. Наличие нулевого показателя Ляпунова показывает, что система будет иметь колебательный характер.

1. А.С. Івлев ІССЛЕДОВАННІЕ НОВОГО ХАОТИЧЕСКОГО 4D АТТРАКТОРА БЕЗ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСІЯ / А.С. Івлев, В.С. Білозьоров // Міжнародна науково-технічна конференція “ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ в МЕТАЛУРГІЇ та МАШИНОБУДУВАННІ”, 27–29 березня 2018. – Дніпро. – 2018.

2. D. V. Hoang, S. T. Kingni and V.-T. Pham, “A No-Equilibrium Hyperchaotic System and Its Fractional-Order Form”, Mathematical Problems in Engineering, vol. 2017, Article ID 3927184, 3927184, 11 pages, 2017.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕКСТУ. ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ

Карпов І.А., karpovilya5@gmail.com, Антоненко С.В.

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

Все більшої актуальності в різних областях людської діяльності набуває глибинний аналіз різноманітних даних. На сучасних підприємствах, в дослідницьких проектах або в Інтернеті утворюються великі обсяги даних.

Глибинний (інтелектуальний) аналіз даних (Data mining) здійснюється автоматично шляхом застосування методів математичної статистики, штучних нейронних мереж, теорії нечітких множин або генетичних алгоритмів. Метою аналізу є виявлення правил та закономірностей, наприклад, статистичних подій. Так, наприклад, можливо виявити зміни у поведінці клієнтів або груп клієнтів для покращення стратегії підприємства.

Один із напрямів інтелектуального аналізу даних та штучного інтелекту є інтелектуальний аналіз тексту. Мета інтелектуального аналізу тексту є отримання інформації з колекцій текстових документів, ґрунтуючись на застосуванні ефективних, у практичному плані, методів машинного навчання та обробки природної мови. Інтелектуальний аналіз тексту використовує всі ті ж підходи до переробки інформації, що й глибинний аналіз даних, однак різниця між цими напрямками проявляється лише в кінцевих методах, а також у тому що, що глибинний аналіз даних має справу з сховищами та базами даних, а не електронними бібліотеками та корпусами текстів.

Ключовими завданнями інтелектуального аналізу тексту є наступні: категоризація текстів, пошук інформації, обробка змін в колекціях текстів, а також розробка засобів представлення інформації для користувача. Одним із найпоширеніших напрямків використання інтелектуального аналізу даних є аналіз тексту та перевірка його на коректність за граматичної чи смислової точки зору.

Найбільша проблема систем інтелектуального аналізу тексту – це навчити систему не тільки розуміти запит, а ще й давати зрозумілу людині відповідь. Цим займається підрозділ інтелектуального аналізу тексту – question answering (відповідь за питання). Приклад алгоритму роботи цього підрозділу:

1. Пошук інформації в документі для відбору тих частин, які потенційно можуть містити відповідь.

2. Фільтрація фраз, схожих на очікувану відповідь. На цьому етапі усе залежить від питання: наприклад, якщо він починається зі слова «де», фільтр виділить, зокрема, фрази, які містять географічні назви.

3. Пошук правильної відповіді. За допомогою допоміжних методів виводиться відповідь на запит.

Інтелектуальний аналіз тексту, здебільшого, використовує наступні методи:

- тематичне індексування – присвоєння документам/запитам тематичних індексів, які відображають деякі атрибути їх класифікації (за принципом бібліотечних каталогів);

- пошук за ключовими словами – використовує результати тематичного індексування для пошуку документів, які відповідають вказаним вимогам, зокрема, що містять зазначені користувачем ключові слова.

Використовуючи розглянуті методи та алгоритм, планується спроектувати та створити прикладну програмну систему інтелектуального аналізу тексту, дослідити існуючі методи інтелектуального аналізу тексту, розробити нові або модифікувати та покращити існуючі алгоритми для отримання більш точних результатів та більш кращого аналізу тексту.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОРТАЛУ «POPBUZZ» ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНТЕНТУ

Кириченко М. С., mykyta.kyrychenko@outlook.com,

Антоненко С. В., szemlyanaya@gmail.com

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

У роботі представлена розробка додатку «PopBuzz» для операційної системи Android. В проекті було застосовано орієнтований ациклічний граф. Розробка програми реалізована за допомогою Android Studio та мови програмування JAVA.

Ціль: Змінити спосіб споживання медіа-інформації користувачем.

Виклик: Винайти інформаційний портал нового покоління: простий та інтуїтивний у використанні, адаптивний до вимог користувача.

Рішення:

Інтерфейс – інформаційна панель, що складається із декількох вікон, у яких відображені різні джерела інформації. Користувач також може працювати лише з одним вікном, якщо він забажає.

Платформа використання – Android. За даними IDC (International Data Corporation) на кінець 2017 року, продажі електронних пристройв на операційній системі Android складають 85,1% від усіх пристройв з мобільними операційними системами.

Інтелектуальна система та структура даних – Нейронна мережа прямого поширення (тобто мережа з механізмом прогнозування подій, рис.1) – це орієнтований ациклічний граф. Типовим методом компонування мережі є нелінійна зважена сума: $f(x) = K(\sum_i \omega_i x_i)$ де ω_i – вага вхідних даних x_i .

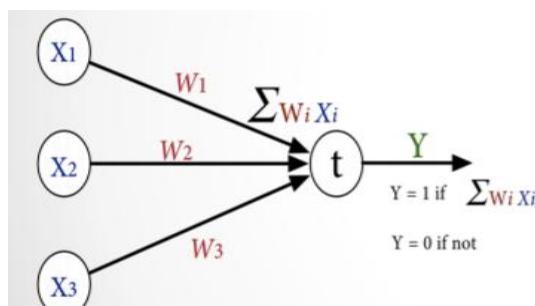


Рисунок 1. Нейронна мережа

Алгоритм роботи додатку – Гравець обирає цікаві йому теми із запропонованого списку новин (Економіка, Наука...). Додаток подає на вхідний шар нейронної мережі обрані теми, проводячи їх значення через мережу, програма сортує знайдену у інтернеті медіа-інформацію відповідно до інтересів користувача. Також під час перегляду новин користувач може вказати на цікаву йому новину. Дії користувача вплинуть на подальше сортування медіа-інформації.

Макет:

Вибір цікавих тем новин наведено на рис.2, рис.3 відображає головну панель, яка містить список усіх доступних новин – ліворуч та шість інформаційних вікон – праворуч (кількість екранів налаштовується автоматично).

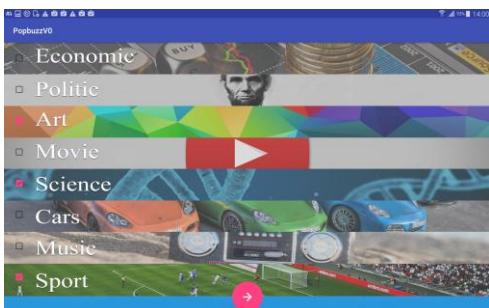


Рисунок 2. Вибір цікавих тем новин



Рисунок 3. Головна панель

Надалі планується: відображення інформації про тенденції («в тренді»), додавання інформації із соціальних мереж користувача (відео, зображення, «твіти»...) для більшої персоналізації програми.

Література

1. Griffiths D., Griffiths D. Head First Android Development. -O'Reilly Media Publ., 2016. -734p.
2. A.V. Aho, J.E. Hopcroft et J.D. Ullman, The design and analysis of computer algorithms, ISBN 0-201-00029-6, Addison Wesley, Reading (Mass.), 1974. –309p.

ПЛАНУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАТРАТ СПОРТСМЕНІВ МЕТОДОМ Q-НАВЧАННЯ

Кириченко О.В., Кравець П.О., Petro.O.Kravets@lpnu.ua
Національний університет “Львівська політехніка”

У роботі розглядається питання розробки інтелектуальної інформаційної системи для формування раціону харчування спортсменів відповідно до параметрів їх тіла, рівня фізичних навантажень та поставлених цілей тренування [1].

Спортсмен – це фізично активна особа або конкурентоспроможний атлет. Повноцінне щоденне харчування покращує загальний стан здоров'я, впливає на продуктивність виконання вправ, запобігає травмуванням внаслідок втоми, забезпечує енергією під час тренувань високої інтенсивності та полегшує підтримку оптимальної ваги тіла. Можливість правильно харчуватися є життєво важливим для підтримання здоров'я спортсмена.

Інформаційна система планування відновлення енергозатрат спортсменів повинна виконувати такі функції: створення окремого облікового запису для кожного користувача; збір інформації про параметри тіла, рівень фізичних навантажень та поставлених цілей користувача; визначення щоденної необхідної кількості нутрієнтів; підбір продуктів харчування для кожного прийому їжі; редагування користувачем побудованої програми харчування; відображення статистики про спожиті нутрієнти.

Аналіз вищеперелічених функцій системи показує, що найважливішим завданням є підбір продуктів харчування на основі визначеної кількості мікроелементів. Цю задачу можна розв'язати за допомогою методу безмодельного Q-навчання [2].

Q-навчання – це агентно-орієнтований метод штучного інтелекту [3]. Відноситься до класу експериментального навчання з підкріпленим. На основі винагороди, яка отримується від середовища, агент формує функцію корисності Q , яка дає йому можливість у процесі навчання вибирати оптимальну локальну стратегію поведінки, враховуючи досвід попередньої взаємодії з

середовищем. Одна з переваг методу Q-навчання полягає в тому, що він може обчислити очікувану корисність доступних дій, не формуючи моделі навколошнього середовища. Застосовується для ситуацій, які можна зобразити у вигляді марківського процесу прийняття рішень.

Можлива реалізація Q-навчання на основі співпраці колективу агентів. Основна стратегія для такої співпраці основана на декомпозиції глобальної задачі та розподілі окремих завдань між виконавцями робіт. Декомпозиція може бути наперед запрограмованою, наприклад, реалізованою проектувальником системи, або виконана інтелектуальними агентами методом ієрархічного планування. Такий підхід зменшить складність завдання: менші підзадачі вимагають менш ефективних агентів і менше ресурсів. Вибір варіантів серед альтернативних декомпозицій буде враховувати витрати ресурсів і функціональні можливості агентів. Крім того, важливими є взаємодія та конфлікти між агентами, які можна вирішити за допомогою ігрового методу Q-навчання [4, 5].

Побудова системи планування відновлення енергетичних затрат спортсменів допоможе користувачам швидко здійснити планування раціону харчування, мати до нього швидкий та зручний доступ, переглядати статистику спожитих нутрієнтів.

1. **Dunford M.** Nutrition for Sport and Exercise / M. Dunford, J. Doyle. – Belmont, CA: Thomson Wadsworth Publishing Company, 2008. – 345 p.
2. **Sutton R. S.** Reinforcement Learning: An Introduction / R. S. Sutton, A. G. Barto. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2017. – 445 p.
3. **Stone P.** Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective / P. Stone, M. M. Veloso // Autonomous Robots. – 2000. – № 8 (3). – P. 345–383.
4. **Hu J.** Multiagent reinforcement learning in stochastic games [Online] / J. Hu, M. P. Wellman. – Available: citeseer.ist.psu.edu/hu99multiagent.html, 1999. – 36 p.
5. **Кравець П.О.** Матрична стохастична гра з Q-навчанням / П.О. Кравець // Інформаційні системи та мережі: Вісник НУ “Львівська політехніка”. – 2015. – № 814. – С. 71 – 80.

ПОБУДОВА ДВОЇСТОЇ ЗАДАЧІ ДО НЕПЕРЕРВНО-ДИСКРЕТНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН

Кісельова О.М., Гринченко В.О., vgriiin@meta.ua

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

У сучасних методах оптимізації теорія двоїстості є потужним інструментом під час розв'язання багатьох задач. Використовуючи її, нетривіальні вихідні задачі оптимізації зі складними обмеженнями через функціонал Лагранжа зводяться до таких двоїстих задач, розв'язок яких шукати значно легше та швидше. Метою роботи була побудова двоїстої задачі до неперервно-дискретної задачі оптимального розбиття множин, використовуючи функціонал Лагранжа.

Розглянемо наступну задачу:

$$\begin{aligned} I(\lambda(\cdot), \nu) = & \sum_{i=1}^N \int_{\Omega} c_i^I(x, \tau_i^I) \rho(x) \lambda_i(x) dx + \\ & + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II}) \nu_{ij} \rightarrow \min_{\lambda(x), \nu} \end{aligned} \quad (1)$$

за умов:

$$\sum_{j=1}^M \nu_{ij} = \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) dx, \quad i = \overline{1, N} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N \nu_{ij} = b_j^{II}, j = \overline{1, M} \quad (3)$$

$$\nu_{ij} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x) = 1, 0 \leq \lambda_i(x) \leq 1 \text{ для } x \in \Omega, \quad i = \overline{1, N}, \quad (5)$$

де $x = (x_1, \dots, x_n) \in E_n$.

Введемо функціонал Лагранжа для даної задачі наступним чином:

$$\begin{aligned}
L(\{\lambda(\cdot), \nu\}, \psi) &= I(\lambda(\cdot), \nu) + \sum_{i=1}^N \psi_i \left(\int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) dx - \sum_{j=1}^M \nu_{ij} \right) + \\
&+ \sum_{j=1}^M \eta_j (b_j^{II} - \sum_{i=1}^N \nu_{ij}) = \int_{\Omega} \left\{ \sum_{i=1}^N (c_i^I(x, \tau_i^I) + \psi_i) \rho(x) \lambda_i(x) \right\} dx + \\
&+ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II}) - \psi_i - \eta_j) \nu_{ij} + \sum_{j=1}^M \eta_j b_j,
\end{aligned} \tag{6}$$

де

$$\nu \in Q, Q = \{\nu = (\nu_{11}, \dots, \nu_{ij}, \dots, \nu_{NM}): \nu_{ij} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}\}$$

$$\lambda \in \Gamma, \Gamma = \{\lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_N(x)):$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x) = 1, 0 \leq \lambda_i(x) \leq 1, i = \overline{1, N}\}$$

$$\psi \in E_N, \eta \in E_M, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}.$$

Підставляючи у функціонал Лагранжа (6) значення $\eta_j = \min_{k=\overline{1, N}} (c_{kj} - \psi_k)$ та використовуючи основні поняття та прийоми теорії двоїстості [1], здійснений перехід від прямої задачі (1) – (5) до двоїстої:

$$\begin{aligned}
G(\psi) &= \\
&= \int_{\Omega} \min_{k=\overline{1, N}} (c_k^I(x, \tau_k^I) + \psi_k) \rho(x) dx + \\
&+ \sum_{j=1}^M b_j^{II} \min_{k=\overline{1, N}} (c_{kj}^{II}(\tau_k^I, \tau_j^{II}) - \psi_k) \rightarrow \max_{\psi \in E_N} \\
&\psi = (\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_N) \in E_N
\end{aligned}$$

Бібліографічні посилання

1. Киселева Е.М. Модели и методы решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств: линейные, нелинейные, динамические задачи: монография / Е.М. Киселева, Л.С. Коряшкина. – К.: Наукова думка, 2013. – 606 с.

РОЗВ'ЯЗОК ОДНІЄЇ НЕГЛАДКОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ r -АЛГОРИТМУ ШОРА

Кісельова О.М., Качайкін І.В., kachaikiniv@gmail.com

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

Метою роботи є розв'язання двоїстої задачі негладкої оптимізації, що розглядається у теорії оптимального розбиття множин [1]:

$$G(\psi) = \iint_{\Omega} \min_{k=1,N} (c_k^I(x, y; \tau_k^I) + \psi_k) dx dy +$$

$$+ \sum_{j=1}^M b_j^{\text{II}} \min_{k=1,N} (c_{kj}^{\text{II}}(\tau_k^I, \tau_j^{\text{II}}) - \psi_k) \rightarrow \max_{\psi \in E_N},$$

де

$$\Omega = \{(x, y) \in E_2 : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\},$$

$$\forall k = \overline{1, N}, j = \overline{1, M} : \tau_k^I = (\tau_{1k}^I, \tau_{2k}^I) \in \Omega, \tau_j^{\text{II}} = (\tau_{1j}^{\text{II}}, \tau_{2j}^{\text{II}}) \in \Omega, b_j^{\text{II}} \in \mathbb{R},$$

$$c_k^I(x, y; \tau_k^I) = \sqrt{(x - \tau_{1k}^I)^2 + (y - \tau_{2k}^I)^2}, \quad c_{kj}^{\text{II}}(\tau_k^I, \tau_j^{\text{II}}) = \sqrt{(\tau_{1k}^I - \tau_{1j}^{\text{II}})^2 + (\tau_{2k}^I - \tau_{2j}^{\text{II}})^2}.$$

Для розв'язання сформульованої задачі негладкої оптимізації будемо використовувати r -алгоритм Шора [2, 3], причому, зазначимо, що компоненти субградієнта $\mathbf{g} = (g_1, g_2, \dots, g_i, \dots, g_N) \in E_N$ її цільової функції мають вигляд:

$$\forall i = \overline{1, N} : g_i = \iint_{\Omega} \lambda_i(x, y) dx dy + \sum_{j=1}^M b_j^{\text{II}} \mu_{ij},$$

де

$$\lambda_i(x, y) = \begin{cases} 1, & c_i^I(x, y; \tau_i^I) + \psi_i = \min_{k=1,N} (c_k^I(x, y; \tau_k^I) + \psi_k) \\ 0, & c_i^I(x, y; \tau_i^I) + \psi_i \neq \min_{k=1,N} (c_k^I(x, y; \tau_k^I) + \psi_k) \end{cases}$$

$$\mu_{ij} = \begin{cases} -1, & c_{ij}^{\text{II}}(\tau_i^I, \tau_j^{\text{II}}) - \psi_i = \min_{k=1,N} (c_{kj}^{\text{II}}(\tau_k^I, \tau_j^{\text{II}}) - \psi_k) \\ 0, & c_{ij}^{\text{II}}(\tau_i^I, \tau_j^{\text{II}}) - \psi_i \neq \min_{k=1,N} (c_{kj}^{\text{II}}(\tau_k^I, \tau_j^{\text{II}}) - \psi_k) \end{cases}, j = \overline{1, M}.$$

Результатом роботи є програмний продукт, що дозволяє одержувати розв'язок вищезазначененої задачі із застосуванням r -алгоритму Шора, реалізованого мовою програмування *Python*.

Розроблений програмний продукт застосовано до розв'язання двоїстої задачі негладкої оптимізації із наступними вхідними параметрами:

$$\tau^I = \begin{pmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.75 & 0.75 & 0.9 \\ 0.25 & 0.75 & 0.75 & 0.25 & 0.4 \end{pmatrix}, \tau^{II} = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.5 \\ 0.4 & 0.8 \end{pmatrix}, b^{II} = \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.8 \end{pmatrix}.$$

У якості початкового наближення покладемо $\psi^{(0)} = (0, 0, 0, 0, 0)$ і $\varepsilon_\psi = \varepsilon_g = 10^{-4}$ – точність за змінною і градієнтом відповідно.

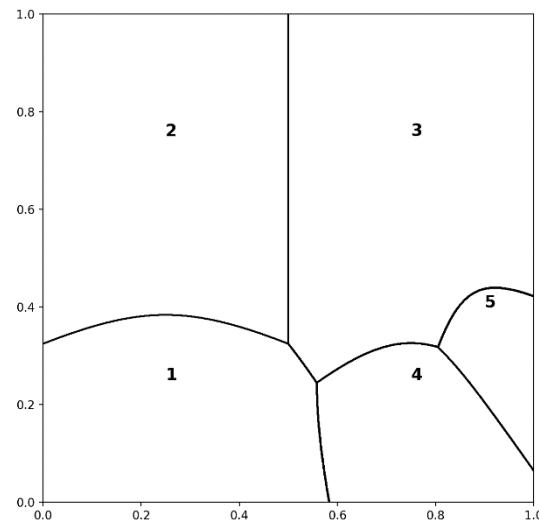
Після завершення роботи алгоритма

отримано наступні результати:

$$\begin{aligned} \psi^* &= \\ &= (0.0543, -0.1784, -0.1784, 0.1706, 0.132) \\ G(\psi^*) &= 0.4968, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g(\psi^*) &= \\ &= (0, 0.4814, -0.3281, 0.111, 0.0424). \end{aligned}$$

На рисунку зображено розбиття множини Ω , що відповідає оптимальному розв'язку ψ^* , побудоване на Ω із сіткою 1001×1001 .



Бібліографічні посилання

1. Киселева Е.М., Коряшкина Л.С. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств и r -алгоритмы: Монография. – К.: Наук. думка, 2015. – 400 с.
2. Шор Н. З., Стеценко С. И. Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация. – К.: Наукова думка, 1989. – 208 с.
3. Шор Н. З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. –К.: Наукова думка, 1979. – 200 с.

ПРО ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН

**Кісельова¹ О.М., kiseleva47@ukr.net, Притоманова¹ О.М., olgmp@ua.fm,
Строєва² В.О., vikastroeva@ukr.net, Строєва¹ Г.В., stroeva_anna@ukr.net,**
¹*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)*

²*Дніпровський державний технічний університет*

Досліжується наступна модель нелінійної багатопродуктової задачі неперервного оптимального розбиття множини (ОРМ) $\Omega \in E^n$ на вимірні за Лебегом підмножини $\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M$ (серед яких можуть бути й порожні) з обмеженнями, із розташуванням координат центрів $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ цих підмножин. А саме,

знати $\min_{(\{\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M\}, \{\tau_1, \dots, \tau_N\})} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\varphi_i^j \left(\int_{\Omega_i^j} \rho^j(x) dx \right) + \int_{\Omega_i^j} c^j(x, \tau_i) \rho^j(x) dx \right]$.

при обмеженнях

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

$$\Sigma_{\Omega}^{N \times M} = \left\{ (\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M) : \bigcup_{i=1}^N \Omega_i^j = \Omega, \right. \\ \left. mes(\Omega_i^j \cap \Omega_k^j) = 0, \quad i \neq k, \quad i, k = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, M \right\}.$$

$$\tau = (\tau_1, \dots, \tau_N) \in \underbrace{\Omega \times \dots \times \Omega}_N \in \Omega^N,$$

де $x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)}) \in \Omega$; $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \dots, \tau_i^{(n)}) \in \Omega$; b_1, b_2, \dots, b_N – задані невід’ємні числа, причому виконуються умови розв’язності задачі

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

Відомо, що до такого типу задач зводиться широкий клас теоретичних та практичних задач оптимізації. У представлений постановці задача ОРМ має найбільш загальний зміст, тому на основі проведених змістовних теоретичних досліджень побудовано алгоритм саме її розв’язання, для якого розроблено програмний продукт реалізації, що дозволяє розв’язувати різні класи

задач ОРМ. Зокрема, лінійні (нелінійні), однопродуктові (багатопродуктові), з фіксованими центрами (з розміщенням центрів) цих підмножин, без обмежень (з обмеженнями). При цьому в якості обмежень можуть бути як обмеження – рівності, так і обмеження – нерівності. Функції попиту та метрики допускаються як однаковими, так і різними для різних видів продуктів. Також за бажанням користувача може бути уточнена границя розбиття.

Програма достатньо добре структурована, тому для її налагодження під розв'язання конкретної задачі необхідно лише правильно визначити тип задачі, розмірності робочих масивів та ввести вхідні дані, в якості яких можуть виступати: кількість підмножин N , кількість продуктів M , границі області Ω по кожному з вимірювань, кількість вузлів сітки, якою покривається область Ω , по кожному з вимірювань, точності обчислень, масив b_i , координати центрів підмножин τ_i , масиви функцій $\rho^j(x)$ та $c^j(x, \tau)$, масив функцій ϕ_i^j та її похідних до другого порядку включно та масив обмежень.

При нормальному закінченні рахунку на друк можуть виводитися: кількість ітерацій, максимальне значення двоїстого функціоналу, мінімальне значення прямого функціоналу, оптимальні координати центрів підмножин, оптимальне значення вектора двоїстих змінних, оптимальне значення потужностей об'єктів дослідження, оптимальне розбиття множини Ω на підмножини по кожному продукту.

За вимогою користувача розбиття може бути уточнене. У цьому випадку на друк будуть видаватись координати точок, які належать оптимальним границям підмножин, результати проміжних ітерацій алгоритму а також таблиці координат приграниціх вузлів та координат точок оптимальної границі.

Програмний продукт реалізовано у середовищі Microsoft Visual Studio мовою Visual Fortran 6.5.

ПРО РОЗВ'ЯЗОК ДВОЕТАПНОЇ НЕПЕРЕРВНО-ДИСКРЕТНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ-РОЗПОДІЛЕННЯ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Ус С.А., Матяш В.В.
matyash.vladislav@gmail.com

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

Розглянемо двоетапну неперервно-дискретну задачу оптимального розбиття-розподілення у такій математичній постановці [1]:

$$I(\lambda(\cdot), \nu) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega} c_i^I(x, \tau_i^I) \rho(x) \lambda_i(x) dx + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_{ij}^{II}) \nu_{ij} \rightarrow \min_{(\lambda(\cdot), \nu)}, \quad (1)$$

за умов

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^M \nu_{ij} &= \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) dx, i = \overline{1, N}, \quad \sum_{i=1}^N \nu_{ij} = b_j^{II}, j = \overline{1, M}, \\ \nu_{ij} &\geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i(x) = 1, 0 \leq \lambda_i(x) \leq 1, \text{ м. в. для } x \in \Omega, i = \overline{1, N}. \quad (3)$$

Для розв'язання задачі (1)-(3) запропоновано алгоритм, заснований на переході від вихідної задачі до двоїстої, для числового розв'язання якої застосовується r -алгоритм Шора [2]. Наведемо задачу, двоїсту до задачі (1)-(3):

$$G_1(\psi) = \int_{\Omega} \min_{k=\overline{1, N}} (c_k^I(x, \tau_k^I) + \psi_k) \rho(x) dx + \sum_{j=1}^M b_j^{II} \min_{k=\overline{1, N}} (c_{kj}^{II} - \psi_k) \rightarrow \max_{\psi \in E_N}, \quad (4)$$

$$\text{при } \psi = (\psi_1, \dots, \psi_N) \in E_N. \quad (5)$$

Для застосування r -алгоритм Шора до розв'язання двоїстої задачі (4)-(5) знайдено субградієнт цільової функції (4) у такому виді:

$$g_{G_1}^{\psi_i}(\psi) = \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i(x) dx + \sum_{j=1}^M (b_j^{II} g_{ij}), i = \overline{1, N},$$

де

$$g_{ij} = \begin{cases} -1, & c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II}) - \psi_i = \min_{k=\overline{1, N}} (c_{kj}^{II}(\tau_k^I, \tau_j^{II}) - \psi_k), \\ 0 & \text{в інших випадках} \end{cases}, j = \overline{1, M},$$

$$\lambda_i(x) = \begin{cases} 1, & c_i^I(x, \tau_i^I) + \psi_i = \min_{k=1,N} (c_k^I(x, \tau_k^I) + \psi_k), \\ 0 & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (6)$$

Перша компонента $\lambda(\cdot)$ оптимального розв'язку задачі (1)-(3) знайдена у вигляді (6), де $\psi = \psi^*$ - оптимальний розв'язок задачі (4)-(5).

Друга компонента $v = (v_{11}, \dots, v_{NM})$ відшукується як оптимальний розв'язок наступної транспортної задачі:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_{ij}^{II}) v_{ij} \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^M v_{ij} = \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i^*(x) dx, i = \overline{1, N}, \quad \sum_{i=1}^N v_{ij} = b_j^{II}, j = \overline{1, M}, \quad (8)$$

$$v_{ij} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}. \quad (9)$$

Запропонований алгоритм розв'язання задачі (1)-(3) реалізовано мовою Fortran у середовищі Intel Visual Fortran Compiler 18.0 for Windows та проілюстровано на наступній модельній задачі.

Задано координати точок $\tau_1^I = (0,25; 0,25)$, $\tau_2^I = (0,25; 0,75)$, $\tau_3^I = (0,75; 0,75)$, $\tau_4^I = (0,75; 0,25)$, $\tau_5^I = (0,9; 0,4)$, $\tau_1^{II} = (0,3; 0,4)$, $\tau_2^{II} = (0,5; 0,8)$ у одиничному квадраті Ω та параметри $b_1^{II} = 0,2$; $b_2^{II} = 0,8$; функції $c_k^I(x, y, \tau_k^I) = \sqrt{(x - \tau_{1k}^I)^2 + (y - \tau_{2k}^I)^2}$, $c_{kj}^{II}(\tau_k^I, \tau_j^{II}) = \sqrt{(\tau_{1k}^I - \tau_{1j}^{II})^2 + (\tau_{2k}^I - \tau_{1j}^{II})^2}$, $k = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M}$ та початкове наближення для змінної $\psi^0 = (0, \dots, 0)$. Точність за змінними та субградієнтом = 0.0001, сітка - 101×101 .

Після завершення роботи алгоритму отримано наступні результати:

- $\psi^* = 0.0536; -0.1784; -0.1784; 0.1708; 0.1323$, $G^1(\psi^*) = 0.4968$;
- $g_{G_1}(\psi^*) = 0.0002; -0.4812; 0.3277; 0.1108; 0.0425$;
- оптимальні площини підмножин $\Omega_1^*, \Omega_2^*, \dots, \Omega_5^*$ множини Ω дорівнюють відповідно: 0,2002; 0,3188; 0,3277; 0,1108; 0,0425;

- оптимальним розв'язком транспортної задачі (7)-(9) є вектор
 $v^* = (0.2; 0; 0; 0.32; 0; 0.33; 0; 0.11; 0; 0.04)$.

Оптимальний розв'язок модельної задачі представлено на рис. 1, де значення біля стрілок – оптимальні обсяги перевезення продукції з пунктів $\tau^I = (\tau_1^I, \dots, \tau_5^I)$ до пунктів $\tau^{II} = (\tau_1^{II}, \tau_2^{II})$, які знайдено як розв'язок транспортної задачі (7)-(9).

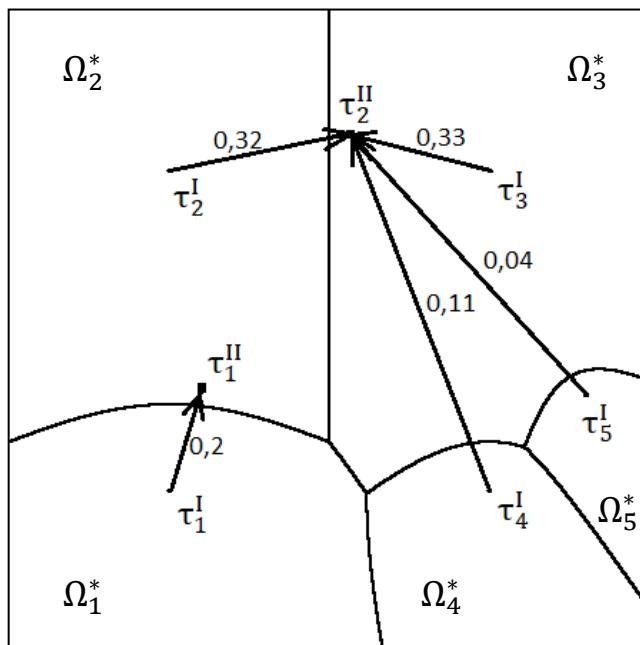


Рис. 1. Оптимальний розв'язок модельної задачі

Бібліографічні посилання

1. Киселёва Е.М. О задачах оптимального разбиения множеств с дополнительными связями / Е.М. Киселева, С.А. Ус, О.Д. Станина // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2016. - С. 67-78.
2. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложение. – К.: Наук. Думка, 1979. – 200с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ МАМДАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ r -АЛГОРИТМУ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Шаравара В.В., olgmp@ua.fm,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача оптимізації параметрів нечіткої моделі постає у випадку коли необхідно скорегувати параметри деяких компонентів у структурі нечіткої моделі (наприклад, параметри функцій належності, ваги правил та ін.) на основі експериментальних даних (навчальної вибірки) [1].

Нехай для нечіткої моделі типу Мамдані з MISO-структурою [2] задана навчальна вибірка у вигляді M пар даних про входи та виходи об'єкта $\{X^{(m)}_{\text{exp}}, y^{(m)}_{\text{exp}}\}$, де $X^{(m)}_{\text{exp}} = \{x^{(m)}_{1_{\text{exp}}}, x^{(m)}_{2_{\text{exp}}}, \dots, x^{(m)}_{n_{\text{exp}}}\}$ - вхідний вектор в m -ій парі, $m = \overline{1, M}$. Дляожної пари експериментальних даних за значеннями вхідних змінних $(x^{(m)}_{1_{\text{exp}}}, x^{(m)}_{2_{\text{exp}}}, \dots, x^{(m)}_{n_{\text{exp}}})$ на основі нечіткої моделі типу Мамдані з параметрами B, C, W обчислюється значення вихідної змінної $y^{(m)} = F(X^{(m)}, B, C, W)$. Де $W = \{w_m\}$, $m = \overline{1, M}$ – вектор вагових коефіцієнтів правил, $B = \{b_{ij}\}, C = \{c_{ij}\}$, $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, p_i}$ – вектори параметрів настройки функцій належності.

$$b_{ij} \in [b_{\min_i}; b_{\max_i}], c_{ij} \in [0; +\infty], w_m \in [0; 1],$$

$$b_{\min_i} = \min_m (x^{(m)}_{i_{\text{exp}}}); b_{\max_i} = \max_m (x^{(m)}_{i_{\text{exp}}})$$

Тоді задача оптимізації параметрів нечіткої моделі Мамдані може бути сформульована таким чином: знайти вектор (B, C, W) , який забезпечує

$$\|F(x, B, C, W) - y_{\text{exp}}\| \rightarrow \min_{B, C, W}. \quad (1)$$

Позначимо вектор $Q = (B, C, W)$ та напишемо задачу оптимізації (1) у вигляді:

$$\varphi(Q) \rightarrow \min_Q, \quad (2)$$

де $\varphi(Q) = \|y - y_{\text{exp}}\|$, y – результати, які розраховані за моделлю (2), y_{exp} – експериментальні дані.

Тут норма $\|\cdot\|$ визначається як евклідова метрика

$$\|y - y_{\text{exp}}\| = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{m=1}^M (y^{(m)} - y_{\text{exp}}^{(m)})^2}, \quad (3)$$

Для розв'язання задачі оптимізації (2) будемо застосовувати метод мінімізації з розтягуванням простору в напрямку різниці двох послідовних узагальнених антиградієнтів (r -алгоритм Н.З.Шора) [3].

Зауважимо, що r -алгоритм є методом розв'язання задач безумовної оптимізації. В залежності від вигляду функцій належності термів нечітких змінних моделі, при використанні r -алгоритму необхідно ввести негладкі штрафи до цільового функціоналу та врахувати їх при розрахунку його градієнту.

У даній задачі обмеження, що наведені вище, для параметра B додають до цільового функціоналу штрафну функцію

$$-S \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p_i} \left(\max(0, b_{\min_i} - b_{ij}) + \max(0, b_{ij} - b_{\max_i}) \right), \text{ обмеження для параметра } C$$

додають до цільового функціоналу штрафну функцію $-S \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p_i} \max(0, -c_{ij})$, а

для параметра W – штрафну функцію $-S \cdot \sum_{m=1}^M (\max(0, -w_m) + \max(0, w_m - 1))$, де

S – велике додатне число (значно більше максимального з множників Лагранжа для цільового функціоналу).

Бібліографічні посилання

1. Kiseleva, E.M., Prytomanova, O.M., Zhuravel, S.V. Valuation of startups investment attractiveness based on neuro-fuzzy technologies // Journal of Automation and Information Sciences, Volume 48, 2016, Issue 9, pp. 1-22.
2. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети. / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 284 с.
3. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – Киев: Наукова думка, 1979. – 200 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

Кісельова¹ О.М., kiseleva47@ ukr.net,

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

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

²*Дніпровський державний технічний університет*

У роботі продовжено дослідження ряду прикладних задач оптимального розподілу ресурсів, розпочатого в [1]. В якості ресурсів розглядаються деякі рекреаційні характеристики відповідних моделей функціонування і розвитку туристично-рекреаційної системи (ТРС), розміщеної на певній території.

Необхідно розбити множину рекреантів Ω на їх зони туристично-рекреаційного обслуговування Ω_i^j , N туристично-рекреаційними об'єктами (ТРО), які входять у задану ТРС окремо по кожному з j -го виду рекреаційних ресурсів (далі - послуг), так, щоб

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

при цьому необхідно мінімізувати сумарну вартість рекреаційного процесу:

$$\begin{aligned} F\left(\left\{\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M\right\}\right) &= \\ &= \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \left[(k+1-\eta_i^j) \phi_i^j(Y_i^j) + \iint_{\Omega_i^j} c^j(x, \tau_i) \rho^j(x, y) dx dy \right], \end{aligned}$$

де $\rho^j(x, y)$ – щільність, з якою розподілений попит на j -ий вид послуг в області $\Omega_i^j(x, y)$ – координати знаходження рекреанта, τ_1, \dots, τ_N – пункти можливого розміщення ТРО, $c^j((x, y), \tau_i)$ – транспортні витрати рекреанта для i -го ТРО по j -ому виду послуг; η_i^j – рекреаційний потенціал i -го ТРО по j -ому виду послуг; $\phi_i^j(Y_i^j)$ – залежність рекреаційної вартості i -го ТРО від клієнтопотоку по j -ому виду послуг, де $Y_i^j = \iint_{\Omega_i^j} \rho^j(x, y) dx dy$ – потужність i -того ТРО по j -тому виду послуг.

Потужність i -го ТРО по всім видам послуг визначається сумарним попитом рекреантів, які належать Ω_i^j та не повинна перевищувати існуючі об'єми рекреаційних ресурсів, визначені відповідними обмеженнями:

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

При цьому виконуються умови розв'язності задачі:

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

Представлена задача є нелінійною неперервною багатопродуктовою задачею оптимального розбиття множини $\Omega \in E^n$ на її неперетинні підмножини $\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \Omega_1^2, \dots, \Omega_N^2; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M$ (серед яких можуть бути і порожні) з розміщенням координат центрів цих підмножин при обмеженнях у вигляді рівностей та нерівностей.

Транспортні витрати $c^j((x, y), \tau_i)$ рекреанта (x, y) для i -го ТРО по j -ому виду послуг задаються відповідно до кожного виду послуг. Попит $\rho^j(x, y)$ на рекреаційні послуги кожного j -того виду розподілений в області Ω з рівномірною щільністю або з щільностями, заданими у наступному аналітичному вигляді:

$$\rho^j(x, y) = \frac{100}{\left| \left(\frac{x - y}{(x - y)^j - 10.002} \right)^j + 110.3 \right|}, \quad j = 1, 2, 3.$$

Для кожної досліджуваної задачі отримано оптимальне розбиття множини споживачів Ω на зони обслуговування кожним ТРО по окремим видам послуг та координати пунктів можливого розміщення ТРО.

Бібліографічні посилання

1. Кісельова О.М. Дослідження моделі оптимального розподілу рекреаційних ресурсів в умовах сучасної та перспективної структури рекреаційних потреб / О.М. Кісельова, В.О. Строєва // Питання прикладної математики і математичного моделювання: збірник наукових праць. – Д.: ДНУ, 2017.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЛІДОГЕНЕРАЦІЇ

Коваль А. Д., nastikk12@gmail.com, **Білобородько О.І.**, oxanab@ukr.net
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Стратегія «Outbound Sales» («Вихідних продажів») є однією з сучасних стратегій розвитку бізнесу. Проте більшість компаній не використовують її можливості в повному обсязі через її, на перший погляд, нерентабельність. Таке враження складається через те, що процес якісного заповнення бази клієнтів (лідів) потребує чимало часу, а результат не завжди відповідає очікуванням. Тому розробка програмного продукту для полегшення процесу лідогенерації завдяки максимальній автоматизації та підтримці прийняття рішень при складанні профілю ідеального клієнта (ICP) та формування персоналізованої послідовності email-листів є необхідною.

На даному етапі базову функціональність визначають наступні можливості:

- налаштування показників для фільтрування даних;
- імпортування бази з Інтернет ресурсів (наприклад, Crunchbase, AngelList), локальних таблиць;
- пошук актуальних (в тому числі перевірка email-адрес на валідність) контактних даних по кожному ліду, внесення знайденої інформації у базу даних;
- формування послідовності email-адрес з можливістю їх завантаження з локального диску або написання безпосередньо через інтерфейс додатку, її збереження у вигляді шаблонів для подальшого повторного використання;
- встановлення днів тижню та часу початку відправлення email’ів;
- налаштування функції «unsubscribe» для незацікавлених лідів;
- відображення статистичних даних по кожній відправці: кількість відправлених, відкритих, кількість людей, які перейшли за посиланням, відписались або відповіли позитивно/негативно.

ВПЛИВ НАЯВНОСТІ ОДНОСТОРОННІХ ЗВ'ЯЗКІВ НА ПОВЕДІНКУ ДВОШАРОВОЇ СИСТЕМИ

Козакова Н.Л., Горяний В.Д.

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

Розглянуто пружну ізотропну двошарову систему, що знаходиться під дією комбінованого навантаження, у припущені про наявність зон проковзування, відриву та зчеплення шарів на лінії контакту. Запропонована загальна постановка плоских контактних задач теорії пружності про визначення параметрів напруженно-деформованого стану двошарової системи за наявності односторонніх зв'язків та тертя. Застосовано варіаційний метод дослідження нелінійних краївих задач з додатковими умовами у вигляді нерівностей, що базується на модифікованому повному функціоналі Лагранжа, що використовує характеристичні функції, які визначають наявність або відсутність відриву і тертя. Використання характеристичних функцій дозволяє сформулювати варіаційну постановку для задачі з обмеженнями у вигляді нерівностей таким чином, що сідлова точка відповідного функціоналу визначає значення цих функцій. Скінченно-елементна дискретизація області і відповідна апроксимація невідомих функцій дозволяє сформулювати дискретну варіаційну постановку задачі та відповідні розв'язуючі співвідношення, які враховують наявність односторонніх зв'язків та тертя, і дозволяють покроково визначати значення невідомих функцій задачі. Розроблено чисельний метод і алгоритм, що поєднує метод скінчених елементів, метод продовження по параметру навантаження і метод Ньютона-Рафсона для визначення двоїстих змінних. Було досліджено вплив наявності односторонніх зв'язків на напруженно-деформований стан двошарової системи. Результати свідчать, що максимальні за модулем нормальні переміщення при наявності односторонніх зв'язків значно зростають у порівнянні з розрахунками при повному зчепленні шарів, нормальні напруження мають той самий порядок, при цьому тангенціальні напруження значно зменшуються.

МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ФРАГМЕНТАРНЫХ СТРУКТУР В ЗАДАЧЕ О ДОСТАВКЕ ГРУЗОВ

Козин И.В., ainc00@gmail.com, Кривцун Е.В., kryvtsun@ukr.net

Запорожский национальный университет,

Запорожский национальный технический университете

Рассматривается комбинированная задачи о доставке груза с последующей инсталляцией [1,2]. На первом этапе заданные типы приборов необходимо доставить в соответствии с заявками клиентов в рамках заданных временных окон. Уже эта задача является *NP*-полной [3] и при большом объеме данных не может быть решена точно с помощью известных алгоритмов. Второй этап задачи – это инсталляция приборов техниками, начальное расположение которых задано. В задаче присутствует ряд временных ограничений, ограничения грузоподъемности и длины пробега. Целевой функцией задачи является суммарная стоимость выполнения плана доставки и инсталляции в течении заданного горизонта планирования.

В рассматриваемой постановке оптимационная задача относится к разряду *NP*-трудных задач, для которых на сегодня неизвестны алгоритмы полиномиальной трудоемкости.

Поскольку не существует точных методов решения таких задач, работающих за полиномиальное время, вполне оправданным является применение классов недетерминированных алгоритмов – метаэвристик.

Каждый этап задачи имеет четко выраженную фрагментарную структуру [4]. В частности, на первом этапе фрагментом можно считать пару (t_i, p_j) , где t_i - день доставки оборудования в соответствии с заявкой, а p_j - пункт доставки заявки. Аналогично, для второго этапа элементарным фрагментом является тройка (t_i, p_j, s_k) , где t_i - допустимый день инсталляции, p_j - пункт доставки, а s_k - номер техника, который будет проводить инсталляцию.

Имеет место следующая

Теорема. В рассматриваемой постановке задача оптимизации на фрагментарной структуре обладает свойством достижимости, то есть существуют максимальные фрагменты, который соответствуют оптимальным решениям задачи доставки грузов.

Таким образом для поиска оптимальных(субоптимальных) решений задачи можно применять метаэвристики, основанные на фрагментарных структурах. В частности, в роли таких метаэвристик могут выступать эволюционный алгоритм или алгоритм муравьиной колонии [5].

Компьютерная реализация указанных алгоритмов показала высокую эффективность предлагаемого подхода при решении задачи о доставке груза.

Литература

1. <https://verolog2019.ortec.com>
2. И.В.Козин Математическая модель комбинированной задачи транспортной логистики, /Козин И.В., Борю С.Ю., Кривцун Е.В..// Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. – 2018. – № 1. – С. 44-51.
3. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон; пер. А. Фридман. – М.: Мир. – 1982. – С. 264.
4. Козин И.В., О СВОЙСТВАХ ФРАГМЕНТАРНЫХ СТРУКТУР/ И. В.Козин, С.И.Полюга // Вісник Запорізького національного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка. – 2012. – № 1. – С. 99-106.
5. И.В.Козин Фрагментарные структуры в задачах дискретной оптимизации / Козин И.В., Перепелица В.А., Максишко Н.К..// Кибернетика и системный анализ, 2017 № 6. С. 125–131.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ПЕРВИНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ЛЮДИНИ

Компанієць А. О., Булана Т. М.

kompanietcartem@i.ua, Tatyana.bulanayA@gmail.com

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

Первинна діагностика стану людини відіграє важливу роль в загальному комплексі діагностики та взагалі в медицині, так як її призначення – виявлення ризику виникнення захворювань та їх профілактики.

Розвиток комп’ютерної техніки та розробка чисельних методів значно сприяють розвитку первинної діагностики, зокрема з’являється велика кількість електронних приладів та систем, що досліджують параметри організму людини, виконують збір даних про його стан та проводять деяку оцінку стану людини. При цьому виникає проблема розосередженості даних, тобто дані з різних приладів зберігаються та оцінюються окремо одні від одних. Через це ускладнюється процес комплексної діагностики стану організму та в цілому страждає процес зберігання та обробки даних про стан людини.

Тому метою даної роботи є реалізація web-додатку, що дозволить здійснювати накопичення даних про деякі параметри стану людини, полегшить взаємодію з цими даними, проводитиме оцінку даних та полегшить проведення первинної діагностики стану людини. Також даний додаток повинен забезпечувати отримання даних з різних електронних приладів та систем, що виконують збір даних про стан людини таких як, наприклад, портативні системи добового моніторування артеріального тиску. Всі ці дані доступні в одному місці, як для людини, чиї дані досліджуються, так і для фахівців (лікарів, тощо), що збільшить ефективність проведення первинної діагностики стану людини та лікувальних заходів в цілому.

В основі web-додатку лежить платформа .NET Framework та мова програмування C#. .NET Framework є досить розвиненою та надійною платформою через що вона є однією з найпопулярніших засобів розробки у

сучасній IT-індустрії та разом з об'єктно-орієнтованою мовою C# вони становлять достатньо потужний інструмент для розробки додатків для різних платформ.

Під час побудови додатку використовувалась платформа розробки web-додатків ASP.NET MVC Framework, що входить до складу .NET Framework. Данна платформа реалізує шаблон Model-View-Controller. Шаблон MVC базується на взаємодії контролера, моделі та представлення. Контролер приймає запити, обробляє їх, взаємодіє з моделлю та представленням та повертає користувачу результат обробки запиту. Модель описує логіку організації даних у програмі. Представлення отримує дані з контролера та генерує елементи інтерфейсу користувача. Для генерування інтерфейсу в представленні використовується механізм візуалізації Razor. Даний механізм візуалізації під час формування відповіді генерує HTML сторінку з коду C#.

Також при розробці було використано мову програмування JavaScript для виконання сценаріїв на клієнтській стороні з метою придання інтерактивності додатку. Для побудови самої web-сторінки застосувалась мова розмітки HTML та каскадні таблиці стилів CSS.

Для ефективної та безпечної взаємодії з користувачами використовується система авторизації та аутентифікації ASP.NET Identity, що входить до складу .NET Framework. Для зберігання особистих даних користувача використовується реляційна база даних MS SQL, а для швидкого та зручного доступу до них застосовується технологія доступу до даних ADO.NET Entity Framework, що також є частиною платформи .NET Framework.

1. Эндрю Троелсен, Филипп Джепикс Язык программирования C# 6.0 и платформа .NET 4.6 – М.: Вильямс, 2016 – 1440 с.
2. Metanit.com – сайт о программировании. URL: <https://metanit.com>.
3. ProfessorWeb .NET and Web Programming. URL: <https://professorweb.ru>.
4. htmlbook.ru – справочник по HTML и CSS. URL: <http://htmlbook.ru>.

КОМПРЕССИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Корчинский В.М., korchins50k@i.ua

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

Цифровые изображения объектов дистанционного зондирования (в частности с космических аппаратов) являются одним из основных способов получения данных о физическом состоянии объектов зондирования и их пространственных формах. Сложности передачи данных от таких носителей связана ограниченными возможностями установки на них оборудования, обеспечивающего передачу полного объема зафиксированной видовой информации. В связи с этим актуальна проблема компрессии таких данных при условии, что утрачиваемая при этом информация несущественна для последующего тематического анализа изображений.

Наиболее распространенные в настоящее время методы компрессии многоспектральных цифровых изображений сводятся к их представлениям в дискретных ортогональных базисах (ДОП), фильтрации коэффициентов представлений по энергетическому критерию с последующей реконструкцией изображений посредством обратных преобразований [1]. Такая реализация процедур компрессии не позволяет оценивать информационные критерии сжатия. Кроме того, соответствующие процедуры могут быть реализованы лишь применительно к отдельным спектральным каналам многоспектрального изображения, а не ко всей их совокупности, образующей единый объект – многоспектральное изображение (МСИ).

В данной работе предложен метод фильтрации коэффициентов разложений МСИ по двум показателям: E_0/E_k ; P_0/P_k (E_0, E_k - информационные энтропии исходного и компрессированного МСИ; P_0, P_k - энергии этих МСИ).

В качестве основы многомерного координатного описания распределений яркости МСИ принято предложенное в работе [2] их

представление матрицами $M_{nm \times k}$ с ортогонализированными столбцами, каждый из которых соответствует изображению отдельного спектрального канала k ; строки – пикселям соответствующего растрового изображения, заданного на растре $n \times m$ и упорядоченного по его столбцам / строкам.

Сформулирована и решена оптимизационная задача сравнительного анализа ряда дискретных ортогональных преобразований по критериям максимизации отношений E_0/E_k и P_0/P_k (рассматривались ДОП Уолша-Адамара, Хартли, дискретное косинусное преобразование).

Непосредственное вычисление информационных энтропий в рамках их традиционного определения невозможно, поскольку коэффициенты ДОП не являются целочисленными. В связи с этим обобщен способ определения информационной энтропии: диапазон между наибольшим и наименьшим значениями коэффициентов ДОП разделяется на определенное количество M интервалов с последующим определением количества q_i (i – номер интервала) коэффициентов, которые принадлежат каждому интервалу.

Информационная энтропия определяется выражением $E = \sum_{i=1}^M \frac{q_i}{L} \cdot \log_2 \left(\frac{q_i}{L} \right)$,

где L – общее количество коэффициентов.

В результате многочисленных вычислительных экспериментов установлено, что по совокупности указанных критериев наиболее эффективно ДОП Хартли.

1. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука: Пер. с англ. / Д.Сэломон. – М.: Техносфера, 2004. – 326 с.
2. Корчинский В.М. Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли / В.М.Корчинский // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон, 2014. - № 3 (50). – С. 90-93.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ З РІЗНОРІДНИМ ВАНТАЖЕМ

Косолап М.В., Михальчук Г.Й.

marina.kosolap.v@gmail.com, ai.mikhachuk@gmail.com

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

Транспортна логістика стає все більш важливою частиною багатьох сфер діяльності людини. Одним із факторів, який впливає на доходи підприємства є витрати на транспортування товарів, тому задача зниження цих витрат є дуже актуальну.

Розглянемо задачу маршрутизації транспортних засобів із різноманітним вантажем. Задано координати складу та координати клієнтів. З кожним клієнтом асоційований об'єм товару певного типу, який має бути доставлений клієнту за певний час. Для обслуговування клієнтів використовується парк транспортних засобів різного виду. Задача маршрутизації полягає у визначенні такої множини маршрутів з мінімальною загальною довжиною, щоб кожен клієнт був відвіданий автомобілем відповідного типу тільки один раз. Крім того, всі маршрути повинні починатися і закінчуватися в депо.

Для вирішення задачі розроблено двоетапний алгоритм. На першому етапі будується початковий розв'язок задачі, на другому – покращується отриманий розв'язок. Для побудови початкового розв'язку використано алгоритм найближчого сусіда. Покращення отриманого розв'язку здійснюється за допомогою алгоритмів локального пошуку.

Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований підхід. Програма дозволяє побудувати набір маршрутів та виконати їх візуалізацію.

ЗАДАЧА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ ЗА ЦИФРОВИМ ЗОБРАЖЕННЯМ ПРИ МІМІЧНИХ ЗМІНАХ ОБЛИЧЧЯ

Костенко Р. А., Сердюк М.Є.

main.rosskoss@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

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

В даний час розпізнавання та ідентифікація людини за зображенням є актуальною задачею, яка зустрічається в таких областях, як комп'ютерний зір, біометрія, створення інтелектуальних систем, систем безпеки і т.п. Існують методи, які успішно порівнюють фронтальні портрети та дають відповідь на питання, чи одна і та сама людина зображена на портретах. Але будь-які мімічні зміни обличчя (посмішка або інші емоції) значно ускладнюють розпізнавання та призводять до помилок в роботі подібних систем. Метою даної роботи є розробка системи ідентифікації людини за зображенням, яка б давала відповідь на питання, чи одна людина зображена на фотографіях, що порівнюються, навіть у випадку, коли на обличчі присутні мімічні зміни. Отже одним із етапів роботи такої системи є розпізнавання емоції людини. Слід зазначити, що розпізнавання емоцій є актуальною задачею, розв'язання якої дозволяє правильно визначити стан людини, що використовується в деяких спеціалізованих системах. В якості прикладу можна привести системи розпізнавання втоми людини, якими оснащуються деякі сучасні автомобілі. Подібні системи дозволяють в ряді випадків уникнути аварій, викликаних неуважністю, сонливістю або поганим самопочуттям водія.

В системі ідентифікації було реалізовано алгоритм, який складається з таких етапів: реєстрація зображення, попередня обробка зображення, виділення обличчя на зображені, виділення його елементів, виділення ключових точок, класифікація емоцій. Для виділення обличчя на зображені найбільш ефективним є метод Віоли-Джонса, який забезпечує досить високу швидкість і точність [1]. Людина проявляє емоції за допомогою брів, очей і рота. Для виділення цих елементів на зображені обличчя використовується також метод Віоли-Джонса.

Наступним кроком є знаходження ключових точок виділених елементів обличчя. Виділення ключових точок здійснюється наступним чином: перетворення кольорового зображення до напівтонового вигляду, перетворення з напівтонової форми до бінарного вигляду, застосування до бінарного зображення градієнтої маски, локалізація ключових точок. Перехід від кольорового зображення до напівтонового виконується на етапі виділення обличчя. Для отримання бінарного зображення використовується адаптивний поріг. Застосування градієнтої маски до бінарного зображення дозволяє отримати контурне уявлення елемента, що аналізується. Локалізація ключових точок полягає у визначенні заданої кількості точок, що лежать на контурі елемента (рота, брів чи очей). У результаті таких операції одержується набір точок для кожного окремого елемента обличчя. На наступному етапі обчислюється положення цих точок одна відносно одної, що дозволяє визначити напрямок деформації елемента. Наприклад, при посмішці центральні ключові точки будуть знаходитись нижче ніж крайні. Комбінації таких змін для брів, рота і очей на обличчі людини дозволяють досить точно визначити його емоції.

Описані кроки реалізовані у програмному забезпеченні, в результаті тестування якого було отримано достатню кількість задовільних результатів розпізнавання.

Бібліографічні посилання

1. Viola P. and Jones M.J. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features / proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001.

EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF NETWORK FAULTS ON PERSONAL COMPUTERS

Krasnoshapka D.V., dimakrasnoshapka@yahoo.com

Oles Honchar Dnipro National University

Modern computer systems including personal computers sometimes face software and hardware faults. Network failures are especially dangerous for personal computer functionality as many programs are provided through cloud services now. Expert systems are great for solving the problem of troubleshooting computer networks [1].

The expert system was developed on the basis of a prototype expert system for computer troubleshooting [2]. Knowledge-base of the expert system was filled by human experts in field of computer science.

SWI-Prolog was used for developing of the expert system.

The inference engine uses backward chaining. Attribute-value was chosen as form of representing data in the expert system.

User interface is based on phrase dialog form in text mode. Explanation mode was added to the expert system to increase confidence in the system's findings.

This expert system can be improved by adding knowledge acquisition module, upgrading user interface and using forward chaining for inference engine.

Bibliography

1. A. D. M. Africa. "An Expert System Algorithm for Computer System Diagnostics." International Journal of Engineering (IJE), 5(5), PP. 435 -467, 2011.
2. Красношапка Д.В. Розробка експертної системи пошуку несправності ПК // XIV міжнародна науково-практична конференція МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MPZIS-2016). 2016 – Р. 114.

ЗАСТОСУВАННЯ СУФІКСНОГО ДЕРЕВА У РЯДКОВИХ ЗАДАЧАХ

Крищик Є. П., Турчина В. А., evgeniya.knm@gmail.com,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Суфіксне дерево – структура даних, яка була вперше представлена П. Вейнером (1973) і може бути використана для розв’язання широкого спектра задач на невпорядкованих масивах даних. Наведемо деякі можливі застосування цієї структури.

Задача пошуку рефrena рядка. Рефреном рядка s називається підрядок t , для якого добуток кількості входжень в рядок s на $|t|$ є максимальним серед усіх таких добутків для підрядків s . Тут $|t|$ – довжина рядка t . Розв’язок цієї задачі можна отримати динамікою по суфіксному дереву: будемо визначити для кожного вузла, скільки вузлів знаходяться в його піддереві – це кількість входжень даного підрядка у рядок s , а довжина підрядка визначається як довжина шляху до кореня. Залишається знайти вузол дерева, якому відповідає максимальний добуток цих величин.

Задача визначення кількості унікальних підрядків рядка. Якщо вузол у суфіксному дереві має декілька синів, то відповідний підрядок має декілька подовжень у вихідному рядку, тобто зустрічається декілька разів. Тому для пошуку унікальних підрядків необхідно розглядати вузли, які не мають синів, тобто листи. Відповіддю буде сума довжин поміток листів суфіксного дерева.

Задача пошуку шаблона в рядку. Якщо шаблон наявний у рядку, то він є префіксом деякого суфікса рядка s . Оскільки кожен суфікс визначає у суфіксному дереві шлях від кореня до листа, шаблон буде визначати деякий шлях від кореня. Тобто необхідно пройти від кореня за шляхом, що відповідає шаблону. Якщо такий прохід можливий, то шаблон зустрічається у рядку.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СИСТЕМ ГОМОГЕННОЇ СТРУКТУРИ

Кузенков О.О., kuzenkov1986@gmail.com, Совгіренко Т.

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

Актуальність роботи обумовлена важливістю дослідження складних систем, які становлять основу функціонування більшості біологічних, економічних та соціальних процесів, а також необхідністю розробки ефективних методів керування цими системами для досягнення відповідного економічного або соціального ефекту. Очевидно, що коректний опис реальних систем є досить складним завданням: стандартних методів моделювання не існує, для кожного класу моделей мають бути розроблені свої підходи. Досить часто дослідження в цій галузі обмежуються використанням простих (лінійних) моделей і методів, які можуть бути корисними як перший крок, що дозволяє дати принциповий опис системи та встановити загальні взаємозалежності між її параметрами.

Особлива увага в роботі приділяється дослідженню систем гомогенної природи, тобто таких систем, структура яких характеризується наявністю субпопуляцій однорідних за більшістю фенотипічних характеристик та, як наслідок, можливістю народжувати спільніх нащадків. Такі системи характерні, як правило, не тільки складною структурою, але й нелінійною динамікою та багатопараметричністю. Такі моделі активно досліджувались, як вітчизняними (А.М. Самойленко, І.М. Ляшенко, В.Г. Маценко, В.І. Лавріка, В.І. Беляєв) так і зарубіжними вченими (М.М. Моїсєєв, Ю.М. Свірежев, M. Slatkin, Y.S. Song, T.Tvedebrink та ін.).

У роботі запропонована математична модель динаміки субпопуляцій із загальною нішею для всіх її представників. Така модель відбиває вироджений випадок взаємодії популяцій, тобто коли всі популяції в повному обсязі поділяють між собою ресурси того ареала в якому вони існують. Досліджено питання особливих точок такої системи, питання

існування стаціонарної площини, що позначає довільний розподіл чисельностей субпопуляцій при досягненні загальної біомаси – ємності ареалу.

У роботі застосовано методи якісного дослідження диференціальних систем, які дозволяють визначити їхні глобальні динамічні властивості на основі аналітично-топологічного аналізу. Зокрема, був використаний біфуркаційний аналіз, за результатами якого можна встановити, у кількісній та аналітичній формах, границі між областями різної якісної поведінки систем. Крім того, для розрахунку конкретних фазових та параметричних портретів, а також типових траекторій систем, було використано метод комп’ютерної імітації.

Досліджено вироджені випадки, пов’язані з існуванням у системі складених точок рівноваги ковимірності >1 . Подані аналітичні умови виникнення та прикладне обґрунтування таких станів. Біфуркаційний аналіз показав можливість трьох простих біфуркацій та складних біфуркацій ковимірності >1 . Вироджені стани системи та відповідні їм режими функціонування розглянуті в тому числі в околі особливих точок стаціонарної гіперплощини. Доведена теорема, що визначає умову розпаду стаціонарної площини на атрактор та репеллер, у тому числі аналітично визначено перехідний стан між відповідними режимами функціонування.

У роботі досліджено питання вироджених станів систем та їхнього впливу на дослідження динамічних режимів функціонування в цілому. Показано, що біфуркаційний аналіз дозволяє якісно оцінити поведінку системи без натурного та комп’ютерного експерименту.

Запропоновані в роботі моделі дають можливість передбачати стан складних систем із певною виродженою структурою. Якісні методи, що застосовуються, дозволяють визначити загальні динамічні тенденції системи без проведення натурних або комп’ютерних експериментів. Результати можуть бути використані в екологічних, соціологічних, демографічних, медичних дослідженнях, при розробці нових моделей, їхньому використанні та аналізі.

ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ В МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Кузьменко В.І., VasilKumenko50@gmail.com

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

Розглядаються постановки та підходи до числового розв'язання декількох класів обернених задач, які виникають при моделюванні таких технологічних процесів:

- створення необхідного температурного поля для здійснення хімічних реакцій або термообробки металів;
- калібрування технологічного інструменту у процесах обробки металів тиском;
- виготовлення шаруватих композитів із заданими умовами на межі шарів;
- заліковування дефектів у деталях машинобудування.

Пропонується два підходи до постановки обернених задач: зведення до операторного рівняння та формулювання у вигляді задачі оптимального керування. Побудовано ітераційний процес розв'язання операторного рівняння у банановому просторі. За допомогою принципу нерухомої точки обґрунтовано існування єдиного розв'язку, збіжність ітераційного процесу та встановлено неперервну залежність розв'язку від умов задачі.

Розв'язання задач оптимального керування здійснюється на класі лінійних комбінацій функцій Гріна або з використанням загальних розв'язків відповідних прямих задач. Для регуляризації некоректних задач використано варіаційний метод Тихонова. Числове розв'язання виконано за допомогою модифікованого методу локальних варіацій.

Наводяться та аналізуються результати розв'язання двовимірних та тривимірних обернених задач, постановка яких пов'язана з розробкою технологічних процесів у металургії та машинобудуванні.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОЧНЫХ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ

Лаптин Ю.П., Yu.P.Laptin@gmail.com, Бардадым Т.А.
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

В докладе представлены новые результаты, продолжающие исследования, опубликованные в работах [1–2], где для задач выпуклого программирования были предложены простые процедуры оценки штрафных коэффициентов, не требующие решения сложных вспомогательных задач. Для их использования должна быть известна допустимая точка исходной задачи, удовлетворяющая условию Слейтера.

Приведены обобщения предложенных ранее подходов для оценки штрафных коэффициентов. Сформулированы достаточные условия, при выполнении которых штрафная функция является точной. Описана возможность построения сравнительно простых вспомогательных задач, приближенные решения которых могут использоваться при оценке штрафных коэффициентов.

Рассмотрены упрощенные процедуры уточнения штрафных коэффициентов как для задач, удовлетворяющих условию Слейтера, так и для задач, содержащих ограничения-равенства. Приводятся результаты вычислительных экспериментов на случайно генерируемых задачах линейного программирования.

Список литературы

1. **Лаптин Ю.П.** Вопросы построения точных штрафных функций // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика. 2013. Вып. 4. – С. 21–31.
2. **Лаптин Ю.П.** Точные штрафные функции и выпуклые продолжения функций в схемах декомпозиции по переменным // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – № 1. – С. 96–108.

ЗАДАЧИ КЛАССИФІКАЦІЇ И ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ

Лаптин Ю.П., Yu.P.Laptin@gmail.com, ЖурбенкоН.Г.,
ЛиховидА.П., Осипенко С.П.

Інститут кибернетики им. В.М. Глушкова НАН України

Вопросам построения классификаторов в случае многих классов и сравнению различных подходов посвящено много работ. Последовательные линейные (бинарные) классификаторы обладают существенными преимуществами по сравнению с другими подходами [1].

В докладе рассматривается задача выделения информативных признаков в задачах диагностики большой размерности для многих (пяти) классов [2]. Для диагностики формируется последовательный линейный классификатор. Задача выделения информативных признаков рассматривается для каждой пары классов. Такая задача формулируется как задача частично-булевого программирования, для ее решения предлагается эвристический алгоритм, использующий непрерывную релаксацию сформулированной задачи. Предложенный алгоритм использовался в медицинской области в специальной практической задаче выделения информативных признаков при диагностике глиобластомы мозга. Размерность исходного признакового пространства – 25000. Признаками являлись значения экспрессии генов. Предложенный подход позволил сокращать количество информативных признаков до 20÷50, при этом учитывались дополнительные требования, определенные специалистами данной прикладной области. Информация по экспрессии генов у больных и здоровых пациентов предоставлена Институтом микробиологии и генетики НАН Украины.

Список литературы

1. Laptin Yu., Zhuravlev Yu., Vinogradov A A Comparison of Some Approaches to Classification Problems, and Possibilities to Construct Optimal Solutions Efficiently // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2014. – Vol. 24. – No. 2. – P. 189–195.
2. Zhuravlev Y. I., Laptin, Y. P. et al. Linear classifiers and selection of informative features // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2017. – T. 27. – №. 3. – C. 426-432.

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ
З ВИКОРИСТАННЯМ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ
ДЛЯ ГАММА-РОЗПОДІЛУ**

Лобанов О.А., Антоненко С.В., lobandml@gmail.com

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

При застосуванні до задачі перевірки гіпотез про параметри розподілу класичних статистичних критеріїв кількість необхідних випробувань задається заздалегідь. Такий підхід не є оптимальним у значній кількості реальних задач, так як у них кожне додаткове випробування може потребувати значних матеріальних витрат або часу на їх проведення. Послідовний аналіз дозволяє використовувати не фіксоване значення величини вибірки, а уточнювати його під час послідовного отримання нових статистичних даних, що призводить до значного зменшення об'єму роботи з їх перевірки. Кожне наступне випробування робить свій внесок у процес перевірки гіпотези, тому у випадку використання послідовного аналізу можна говорити лише про середнє число випробувань.

Послідовний аналіз був розроблений у відповідь на необхідність швидкого статистичного приймального контролю масової промислової продукції. У наш час методи послідовного аналізу використовуються у задачах контролю якості продукції та матеріалів, гідрогеології, в задачах контролю та аналізу бізнес-процесів підприємств та виробництв.

Не зважаючи на широке використання послідовних методів, існує необхідність дослідження особливостей їх роботи в залежності від виду розподілу, параметрів та ймовірностей помилок при прийнятті гіпотези, порівняння ефективності послідовних та класичних критеріїв. В роботі буде розглянуто застосування послідовних методів в умовах перевірки гіпотез про параметри гамма-розподілу.

Метою роботи є розробка інформаційної технології перевірки гіпотез про параметри розподілів на основі послідовного аналізу, порівняння ефективності критеріїв, що ґрунтуються на побудові відношенні

правдоподібності. Основним функціоналом програмного засобу є перевірка гіпотез про параметри гамма-розподілу з використанням класичних методів та методів послідовного аналізу.

Дослідження має продемонструвати ефективність методів послідовного аналізу. Очікується, що при заданих ймовірностях помилок першого та другого роду метод послідовного аналізу забезпечить менше середнє число досліджень, ніж будь-який метод із фіксованим об'ємом вибірки.

Говорять, що випадкова величина X має гамма-розподіл із параметрами θ та k , якщо щільність розподілу випадкової величини X задається формулою

$$f(x) = \begin{cases} x^{k-1} \frac{e^{-x/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

Наприклад, нехай значення параметру k відомо, а про значення параметра θ висунуто відповідну гіпотезу. Для перевірки гіпотези будеться відношення правдоподібності та визначаються області прийняття гіпотези, відхилення гіпотези та область, у якій експеримент продовжується ($c_0 < l(x_1, \dots, x_p) < c_1$). Пороги c_0 та c_1 можна приблизно обчислити, знаючи ймовірності помилок. Після побудови відношення правдоподібності, логарифмування та спрошення нерівностей можна отримати нові залежності для порогів прийняття рішень, які будуть більш зручними. Так, для відомого k отримано наступні залежності:

$$c_0 = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha} + nk \ln \theta_1 - nk \ln \theta_0}{\left(\frac{1}{\theta_0} - \frac{1}{\theta_1} \right)};$$

$$c_1 = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha} + nk \ln \theta_1 - nk \ln \theta_0}{\left(\frac{1}{\theta_0} - \frac{1}{\theta_1} \right)};$$

$$l(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n x_i.$$

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Малишко Д.С., Золотъко К.Э.

На сьогодні все більшої популярності набувають автоматизовані системи керування транспортними засобами та системи допомоги водієві під час дорожнього руху, тому визначення комбінацій алгоритмів, які були б водночас швидкодійними, а також ефективними є актуальною задачею.

Робота системи розпізнавання знаків дорожнього руху відбувається за наступним алгоритмом: отримання кадру із відеокамери, виділення контуру підозрілого на знак, передача даного сегменту у класифікатор, визначення знаку, повідомлення результат.

В якості складових цього алгоритму були розглянуті: матричні оператори підняття контрастності, нормалізація параметру V із кольорової палітри HSV, алгоритми бінарізації Бернсена, Бредлі, адаптивної порогової бінарізації, матричні вилучення контурів Собеля, Робертса, Превітта, Канні, та інші. У якості класифікатору обрано нейронну мережу типу перцептрон, із модифікаціями для умов описаної задачі. Модифікації нейронної мережі полягають в особливостях роботи із фоном, що дозволяє його ігнорувати, зміни стосуються алгоритмів обчислення зваженої суми, зміни вагів при тренуванні та функції активації нейрону.

Дослідження послідовності відокремлення знаків дорожнього руху із загального відеоряду складалося з вилучення контурів, як єдиний захід підготовки – отримані контури були рваними та надлишковими, за загального затемнення зображення знижувалась чутливість до слабких перепадів яскравості; додалося попереднє розмиття - виділені контури більш значущі, проте маємо злиття контурів та викривлення; переведення у палітру HSV та нормалізація яскравості та контрастності – більш чіткі та цілісні контури, проте досі багато надлишкових; виокремлення кольорів у палітрі HSV, і фільтрація за розміром – зменшення сторонніх контурів, але за

плавного зниження яскравості виникають розриви; бінарізація – стійкість до плавної зміни яскравості.

У результаті досліджень була отримана наступна структура: нормалізація яскравості, розмиття, виокремлення кольорів (червоний, синій, жовтий), фільтрація силуетів, бінарізація, отримання контурів, фільтрація контурів за формою, підготовка сегментів до класифікації, передача матеріалу у нейронну мережу, повідомлення результату. Вибір реалізацій описаних алгоритмів був заснований на оцінці їх швидкодії (реалізація Гаусового розмиття алгоритмом лінійної складності $O(n)$ чи також лінійна складність алгоритму бінарізації Бернсена, тощо), а послідовність – за загальним впливом на результат нехтуючи складними й несуттєвими функціями. Analogічним чином були визначені внутрішні параметри функцій.

Описаний алгоритм було покладено в основу програмної системи, експериментальні дослідження якої показали, що вона здатна працювати у режимі реального часу, виділити із зображення дорожній знак із 70% точністю, і розпізнати натренований список знаків із 97% точністю. Отримана система є універсальною, бо не прив'язана до фіксованої множини образів, а також може бути легко модифікована під різні задачі класифікації.

Література

1. Lakshmi S, Sankaranarayanan V. (2010) A Study of edge detection techniques for segmentation computing approaches, Computer Aided Soft Computing Techniques for Imaging and Biomedical Applications. — P. 35–41.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей = The Essence of Neural Networks First Edition. — 1-ше видання. — «Вильямс», 2001.
3. Gonzalez R. Digital image processing / R. C. Gonzalez, R. E.Woods. –Prentice Hall, 2007. – 976 p.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ WEBGL

Манойло Р.О., romanmanoylo@gmail.com

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

В час новітніх технологій, велике значення приділяють розробці нових центральних процесорів (CPU) та графічних процесорів(GPU) та їх сумісного використання заради підвищення продуктивність, тобто скорочення часу на виконання завдання.

Із зростанням потужності CPU та GPU з'являються нові можливості. Саме тому, звичайним користувачам програмованих пристройів належить усвідомити, як можна скористатися різко збільшеними обчислювальними можливостями наших пристройів, і навчитися це робити.

Було розглянуто технологію такого роду, а саме : GPGPU - технології використання графічного процесора відео карти для загальних обчислень, які зазвичай виконує центральний процесор.

Дані технології були розглянуті з тих причин, що математичне моделювання є обчислювально-трудомістким завданням, яке хотілося б вирішувати швидше, і вони потенційно можуть бути (хоча б частково) розпаралелені.

У зв'язку з цим була поставлена наступна задача - дослідити можливості моделювання задач та їх графічного представлення. Представлення моделі є одним із ключових моментів у вивченні та дослідженні задач математичної фізики. Це корисно для тих, хто лише починає вивчати математичну фізику (тобто студентів) і не повністю розуміє як проходять ці процеси и звичайному житті.

Серед більшості технологій, які дають можливість графічно представити модель, було обрано WebGL. Він є 3D графічною бібліотекою, яка дозволяє сучасним Інтернет-браузерів малювати 3D-сцени стандартним і ефективним способом. Тобто для моделювання задач математичної фізики не потрібно ніякого програмного забезпечення, достатньо мати лише браузер, що є досить зручним у користуванні.

ЗАЛУЧЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФОРМИ СИГНАЛІВ НА ПЛАТФОРМІ JAVA

Матвєєва Н. О., 31nata@ukr.net

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

При проведені неруйнівного контролю композитних матеріалів слід брати до уваги їх складний рельєф поверхні. Виникає задача – аналізуючи оброблювані сигнали, необхідно отримати інформацію щодо наявності та розмірів дефектів. Одним з варіантів розв’язання таких задач є використання нейронних мереж.

Нейронні мережі вирішують широкий спектр завдань: класифікація об'єктів, виявлення закономірностей, розпізнавання образів, прогнозування, апроксимація, стиснення даних. Універсальність і затребуваність нейронних мереж породжує задачу їх реалізації на різних мовах програмування з використанням різних стеків технологій, що має дозволити використовувати просунуті технології в будь-якій сфері від мобільних додатків до серверних. Однією з універсальних мов програмування є Java.

В роботі засобами середовища розробки NetBeans 8.2 створюється нейронна мережа, яка навчається за алгоритмом зворотного розповсюдження помилки. При створені мережі її в якості параметрів задається кількість дендритів (вхідний шар), другим параметром виступає масив чисел – кількість чисел в масиві відповідає кількості шарів у нейронної мережі враховуючи і вихідний шар (останній). Кожне число масиву відповідає кількості нейронів у шарі. В разі необхідності можна підключити бібліотеку класів.

На вхід мережі подавався 21 відлік, в ході експериментів кількість прихованих шарів змінювалась. У якості функції активації використовувались гіперболічний тангенс та сигмоїdalна функція. Розмір вихідного шару мав три значення за формулою сигналів, які можуть приймати унімодальну, пологу унімодальну та бімодальну форми.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕЛЬОТУ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ З ДВИГУНОМ МАЛОЇ ТЯГИ МІЖ КРУГОВИМИ КОМПЛАНАРНИМИ ОРБІТАМИ

Матюха Г.П., anko.goldrin@gmail.com, **Божуха Л.М.,** bozhukha.li@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Стан сучасного розвитку космічної галузі приводить до визначення оптимальних маршрутів для подорожі до будь-яких тіл нашої зоряної системи з метою їх вивчення та подальшого використання. Оптимізація маршрутів може проводитися за різними критеріями: мінімізація часу польоту та мінімізація витраченої маси/енергії. В декотрих випадках критерії можуть бути взаємозамінними.

Вирішена задача оптимізації перельоту космічного апарату між круговими орбітами для різних початкових і кінцевих умов з використанням методів теорії оптимального управління та розроблено програмне забезпечення, яке реалізує отримані результати і веде автоматичне обчислення оптимальної траєкторії перельоту в два етапи. На першому етапі ведеться пошук як найшвидшого перельоту на кінцеву орбіту і на підставі отриманих результатів проводиться оцінка та пошук параметрів для знаходження оптимального перельоту для зустрічі з заданим об'єктом на кінцевій орбіті.

При використанні різних даних параметрів початкової і кінцевої орбіти, координат планет, маси, потужності і характеристики рухової установки космічного апарату розроблене програмне забезпечення надає можливості оцінювати час досягнення проектованим апаратом кінцевої мети, змінювати параметри і час запуску космічного апарату, оцінювати кількість необхідного робочого відкидаємого тіла.

Метою створення програмного продукту є надання можливості інженерам, які не є спеціалістами в теорії управління, проектувати базові параметри космічного апарату при відповідних вхідних даних.

Бібліографічні посилання

Моисеев Н.Н. Численные методы в теории оптимальных систем. изд. «Наука», 1971.

ПРО ВПЛИВ ШУМОВИХ ОЗНАК НА РЕЗУЛЬТАТИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

Мацишин Є. О., djet@djet-hub.com, Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дослідження в сучасній науці майже неможливі без проведення аналізу експериментальних даних, розмірність яких може бути досить висока. Статистичні та машинні методи обробки стикаються з величезною проблемою в процесі роботи з такими високорозмірними даними. Зазвичай кількість вхідних ознак зменшують до такої, за якої алгоритми аналізу даних можуть бути успішно застосовані.

Одним з класичних методів розв'язання задачі зменшення розмірності простору ознак є метод головних компонент (PCA) [1]. Його популярність та широку вживаність можна пояснити простотою, швидкістю роботи та задовільними результатами роботи на даних з лінійною залежністю.

PCA активно застосовують для зменшення розмірності простору ознак у тому числі під час розв'язання задачі кластеризації. Проте серед ознак, простір яких потрібно зменшити, можуть бути шумові, які взагалі не несуть інформації для розв'язуваної задачі. І актуальним є таке питання. Якщо застосувати PCA до даних з шумовими ознаками, чи будуть відрізнятися результати кластеризації скороченого набору від оригінального групування?

Для оцінки впливу шумових ознак на результати кластеризації у разі застосування PCA було проведено ряд експериментів, суть кожного з яких полягала у наступному. Було згенеровано набір двовимірних даних, що містив декілька нормально розподілених кластерів, добре відокремлюваних один від одного. Далі до набору було додано одну шумову ознаку, значення якої згенеровано за рівномірним розподілом з відрізку $[0; 1]$. Після цього до набору даних з шумовою ознакою було застосовано PCA і його розмірність зменшено (залишено стільки головних компонент, скільки пояснювали 95% загальної дисперсії, у всіх випадках це було дві головні компоненти). Скорочений набір було кластеризовано декількома методами з метою знайти розбиття,

подібне до оригінального. Результати одного з експериментів наведено на рисунках 1 та 2. Вони демонструють, що після зменшення розмірності простору ознак за допомогою РСА групування даних у кластери відрізняється від оригінального.

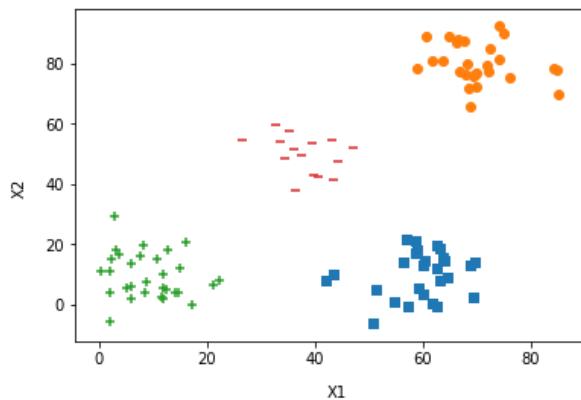


Рис. 1. Початкові дані

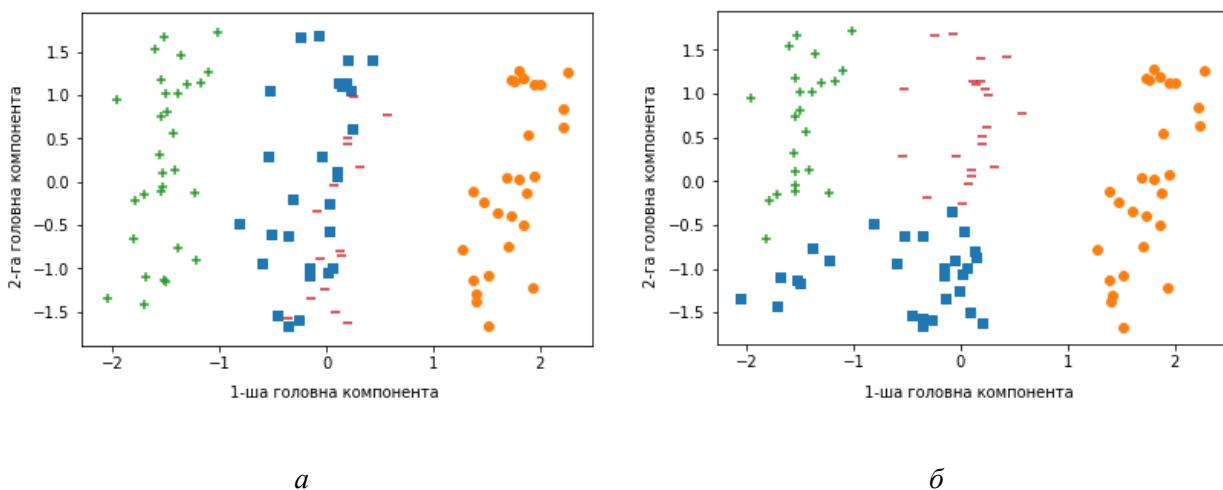


Рис. 2. Дані з шумовою ознакою після застосування РСА:
a – дані з оригінальною розміткою; *б* – кластеризовані дані

Проведені у роботі експерименти продемонстрували, що якщо початкові дані містять шумові ознаки, то результати кластеризації в просторі головних компонент, виділених РСА, можуть відрізнятися від справжнього групування даних.

Використана література

1. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis. 2nd Edition. Springer series in statistics, 2002. 487 p.

ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ НА ОСНОВІ ЇХ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com, **Прісіч М.В.,** maxfromdnepr@ukr.net
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

У роботі посталено задачу провести кластеризацію багатовимірного набору реальних даних в умовах, коли є потреба у скороченні кількості ознак шляхом вибору найбільш інформативних, а також оцінюванні невідомої кількості кластерів. Кластеризації у роботі підлягали пацієнти на основі їх когнітивних функцій. Набір даних містив ознаки, що описували чотири когнітивні функції (пам'ять, увагу, емоційний інтелект та мислення).

Для розв'язання цієї задачі було запропоновано технологію кластеризації пацієнтів та для її практичної реалізації розроблено програмне забезпечення засобами .NET Framework 4.6.1 та мови програмування C# 6.0. Програмне забезпечення надає користувачеві змогу проводити кластеризацію одним з п'яти ієрархічних алгоритмів (найближчого сусіда, найвіддаленішого сусіда, середньої зваженої відстані, середньої незваженої відстані та Уорда) [1], оцінювати кількість кластерів на основі одного із семи індексів (Calinski-Harabasz, Davies-Bouldin, Hubert-Levin, Kaufman-Rousseeuw, Dunn, Hartigan, Ray-Turi) [1], упорядковувати ознаки набору даних за їх інформативністю за допомогою методу Кендалла та проводити їх скорочення.

Кластеризацію пацієнтів було проведено із застосуванням розробленого програмного забезпечення за наступною технологією. Спочатку пацієнтів було кластеризовано окремо за ознаками пам'яті, уваги, емоційного інтелекту та мислення. Після цього виконано упорядкування ознак, що описували кожну функцію, за допомогою методу Кендалла та залишено лише найбільш інформативні ознаки. Це надало змогу сформувати загальних набір даних лише з інформативних ознакожної когнітивної функції та провести фінальну кластеризацію з урахуванням усіх функцій.

Бібліографічні посилання

1. Zaki M.J., Meira Jr. W. Data Mining and Analysis. Fundamental Concepts and Algorithms. Cambridge University Press, 2014. 593 p.

ОБ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Меньшиков Ю.Л., men0605ude@gmail.com

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

Пусть при изучении физического процесса исследователя интересует поведение априори выбранных характеристик $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ (переменных состояния) этого процесса. Предположим, что для изучения выбранных характеристик построена математическая модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений вида:

$$\dot{x} = F(x, z), \quad (1)$$

где $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))^T$ есть векторная функция переменных состояния, $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_m(t))^T$ есть векторная функция внешних воздействий ($(\cdot)^T$ знак транспонирования), $F(x, z)$ – некоторая гладкая функция переменных x, z . $F(x, z)$ непрерывно зависит от вектора физических параметров процесса $p = (p_1, p_2, \dots, p_k)^T$ (например, массы элементов, жесткости упругих элементов и т.д.). Структура системы (1), ее параметры и конкретный вид внешних воздействий определяются свойствами реального физического процесса. Будем называть совокупность математической модели (1), конкретного вида вектора функции внешних воздействий $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_m(t))^T$ и дополнительных условий (начальных, граничных и т.д.) *математическим описанием* процесса [1].

Для успешного использования методов математического моделирования необходимо, чтобы построенное математическое описание соответствовало физическому процессу, т.е. математическое описание должно быть *адекватным* реальному процессу.

В работе [1] было предложено объективное определение *адекватности математического описания количественного типа* по фиксированной

переменной $x_j(t)$, $1 \leq j \leq n$: математическое описание будем полагать количественно адекватным по переменной $x_j(t)$, если выполняется неравенство

$$\rho_X(x_j, x_j^{ex}) \leq \varepsilon, \quad (2)$$

где $\rho_X(\dots)$ есть расстояние между функцией x_j и функцией x_j^{ex} , полученной в результате эксперимента, в метрическом пространстве X ; ε – точность проведения эксперимента.

Однако, для целей дальнейшего обоснованного использования математических описаний необходимо потребовать, чтобы между компонентами вектора параметров p и реальными физическими элементами существует взаимно однозначное соответствие. Кроме этого необходимо потребовать, чтобы взаимосвязи между параметрами p математической модели соответствовали физическим законам изучаемого процесса. Это важное соответствие будем называть *основным соотвествием* (ОС). Выполнение ОС можно также называть *адекватностью качественного типа*. Естественно, что выбор структуры математической модели и ее параметров определяется конечными целями моделирования и является субъективным.

Дополнительное требование выполнения ОС объясняется тем, что количественное совпадение результатов математического моделирования с конкретным экспериментом возможно для математических описаний качественно различных физических процессов за счет подбора параметров математических описаний. В силу этого, использование в математическом моделировании построенного адекватного математического описания количественного типа не будет обоснованным, если отсутствует адекватность качественного типа. Даны примеры.

Литература

1. Menshikov Yu.L. Synthesis of Adequate Mathematical Description as Solution of Special Inverse Problems.// European Journal of Mathematical Sciences, v.2, No 32, 2013, p.132-147.

ПАРАМЕТРЫ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДА

Мигрина А. М., migri10a@gmail.com,

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

В работе было исследовано статистические характеристики корпуса тестов и различных графов языка в синхроническом и диахроническом аспектах для русского и английского языков.

В силу направленности настоящей работы на исследование “речи” [2] базовой (fiducial) единицей исследования здесь является законченный текст. Авторы рассматривают каждый текст как хаотический ряд, компоненты которого являются координатами слова в семантическом пространстве. Предполагается, что показатели Ляпунова данных рядов, служат хорошими параметрами для анализа качества перевода.

Мы использовали для вычисления старших показателей Ляпунова алгоритм Розенштейна, так как он является самым быстрым и легко программируемым [1].

К сожалению, существующие мат. пакеты не могут предоставить возможность расчета старшего показателя для больших данных, из-за нерационального использования памяти и длительного времени расчета.

Было разработано два алгоритма, параметры которых намного лучше, чем в существующих мат пакетах, что видно по таблице 1.

Сложность первого алгоритма $O\left(\frac{MPN^2}{2}\right)$, за памятью: $O(2N)$. Второй алгоритма быстрее, его сложность $O\left(\frac{(M+P)N^2}{2}\right)$, но для него нужно больше памяти $O(3N)$. Здесь N – длина ряда, P – размерность пространства вложения, M – размерность пространства вложения.

Результаты, полученные с использованием новой реализации, приведены в таблице 2.

Таблица 1

Сравнение алгоритмов для расчета старших показателей Ляпунова

Размер тестовой выборки	Первый алгоритма		Второй алгоритма		R (библиотека tseriesChaos)		Мат. пакет Mathematica		Python (библиотека nolds)	
	Час, с	Пам'ять, Мб	Час, с	Пам'ять, Мб	Час, с	Пам'ять, Мб	Час, с	Пам'ять, Мб	Час, с	Пам'ять, Мб
100	3	0,5	2	3,3	75	178	89	344	45	189
1000	17	1,2	9	5,3	248	254	356	596	62	287
10000	34	10	19	15,8	425	349	852	1023	81	463
100000	68	103	31	153,1	1945	588	3125	4125	107	643

Таблица 2

Средние значения старших показателей Ляпунова для 200 текстов русского и английского языка

Язык	Количество координат									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Русский	0,065	0,060	0,053	0,043	0,041	0,042	0,040	0,039	0,039	0,037
Английский	0,058	0,052	0,047	0,045	0,043	0,042	0,038	0,035	0,034	0,033

На данный момент выполняется анализ полученных данных, а его результат будет предоставлен в статье.

Бібліографічні посилання

- 1. Rosenstein, M.T.** A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets[Text] / M.T. Rosenstein, J.J. Collins, C.J. De Luca // Physica D. – 1993. – № 65. – P. 117–134.
- 2. Saussure, de F.** Course in general linguistics (3rd ed.) [Text] / F. de Saussure. – Chicago, 1986. – 320 p.

ВИЯВЛЕННЯ НЕНАДІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Молібоженко В.А., vanishrap@gmail.com,
Білобородько О.І., oxanab@ukr.net

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

Сучасний інформаційний простір окрім своєї основної задачі обміну інформацією або думками, може стати і засобом інформаційного керування. Досить часто зустрічаються ресурси, на яких поширяють помилкову, хибну або навмисно спотворену інформацію. За таких умов користувачі мережі Інтернет мають критично підходити до переглянутої інформації, звертати увагу на велику кількість факторів для визначення її правдоподібності. Але не завжди користувач може постійно та якісно фільтрувати інформацію.

Технологічні компанії та соціальні мережі (наприклад, Facebook) виділяють суттєві ресурси на розвиток автоматизації обробки інформації за допомогою машинного навчання, зокрема і на аналіз правдоподібності цієї інформації. Традиційні способи опрацювання інформації не спроможні подолати суттєві темпи зростанням як кількості користувачів мережі, так і кількості розповсюджуваної інформації.

Виявлення неправдоподібної інформації є складним завданням. Жодна комп'ютерна програма ніколи не може виявити правду. Враховуючи це, задача має бути сформульована іншим чином. Ідентифікація підробленої та ненадійної інформації – це в першу чергу є розуміння того, що саме новинні організації та ресурси говорять на цю тему. Автоматизація процесу визначення узгодженості заголовку новини та змісту самої новини, що називається «Визначення позиції» (Stance Detection), може використовуватись як окремий етап у контексті перевірки фактів на правдоподібність.

Визначення позиції передбачає оцінку позиції тексту зі статті інформаційного повідомлення щодо заголовка цієї статті. Зокрема можливі наступні варіанти:

- текст статті узгоджується із заголовком;
- текст статті не узгоджується із заголовком;
- в статті обговорюються різні позиції щодо заголовка, проте остаточна позиція не приймається і питання залишається відкритим;
- заголовок ніяким чином не пов'язаний зі статтею.

Однією із найефективніших моделей нейронних мереж для вирішення проблеми визначення позиції є комбінування одношарової згорткової нейронної мережі, що приймає на вхід значення заголовку та тексту статті, обробляє та трансформує цю інформацію за допомогою існуючої тестової бази даних Google News, яка містить близько трьох мільйонів прикладів слів та фраз. Архітектура згорткової нейромережі дозволяє ефективно проводити паралельне обчислення. Після цього попередньо опрацьована інформація передається на вхід до багатошарового перцептрону, що повертає один із чотирьох зазначених вище результатів.

Результат роботи нейромережі показує, що після апробації на репрезентативній вибірці, у 82% класифікація позиції відбувається правильно.

В майбутньому, результати роботи даної нейромережі можна комбінувати з іншими способами визначення правдоподібності та надійності інформації в Інтернеті, що включають в себе аналіз інформації про сам ресурс де опублікована стаття, аналіз інформації про автора статті та порівняння інформаційних повідомлень з різних джерел.

АЛГОРИТМ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМУ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ

Нагірна А.М., naghirnaalla@ukr.net

Київський національний торгово-економічний університет

На даний момент, особливої уваги заслуговують комбінаторні моделі, якими моделюють певні класи практичних задач, з урахуванням комбінаторних властивостей множини допустимих розв'язків [1-5].

Розглянемо задачу комбінаторної оптимізації на множині перестановок $P(A)$ вигляду:

$$Z(\Phi, P(A)) : \text{extr}\{\Phi(a) \mid a \in P(A)\}, \quad (1)$$

де $\text{extr}\Phi(a) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$,

$D = \{x \in R^n \mid Gx \leq b \wedge Gx \geq b\}$, де $G \in R^{m \times n}$, $b \in R^m$ – опукла многогранна множина $D \subset R^n$, утворена додатковими лінійними обмеженнями.

Відповідно, додаткові лінійні обмеження: $Gx = \sum_{j=1}^n g_{ij} x_j \leq (\geq) b_i$, $i \in N_m$,

$$j \in N_n.$$

На початковому етапі алгоритму здійснюється нормалізація додаткових обмежень, згідно порядку зростання коефіцієнтів цільової функції, а потім визначається перший допустимий розв'язок довільного обмеження, беручи за початок точку – граничну. Надалі перевіряємо всі обмеження і обчислюємо: $(g_{i_{no}}, f_{i_{no}})$. У випадку не виконання нерівностей задача не має розв'язку.

Значення приrostів функції Δf і обмежень Δg_i знаходяться за формулами [1]:

$$\Delta f = \Delta f_2 - \Delta f_1 = (x_i^f * c_j + x_j^f * c_i) - (x_j^f * c_j + x_i^f * c_i) \quad (2)$$

$$\Delta g = \Delta g_2 - \Delta g_1 = (x_i^g * c_j + x_j^g * c_i) - (x_j^g * c_j + x_i^g * c_i) \quad (3)$$

За рахунок транспозицій в перестановці першого опорного розв'язку, знаходимо приrostи цільової функції Δf і впорядковуємо їх за зростанням (спаданням):

$$\Delta f_1 \geq \Delta f_2 \dots \geq \Delta f_{n-1} \geq \Delta f_n \quad (4)$$

Відповідно, $\max(\min) \Delta f = \Delta f_n$ визначає покращений опорний розв'язок.

Знаходимо Δg_i , користуючись (2)-(3), і перевіряємо виконання обмежень:

$$g_i \leq b_j, \quad (5)$$

де $g_i = g_{i_{noч}} + \Delta g_{i_{onm}}$

У випадку не виконання (5), розглядається розв'язок при знаходження Δf_{n-1} і повторюємо аналогічні обчислення.

Після виконання попередніх обчислень, знаходимо екстремальне значення цільової функції:

$$f_{\text{extr}} = f_{noч} + \Delta f_{onm} \quad (6)$$

Слід відмітити, що за рахунок використання транспозиції елементів у перестановці запропонований алгоритм дозволяє знайти оптимальний розв'язок за лічені кроки.

Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на адаптацію даного алгоритму для розв'язування задач оптимізації з нелінійними цільовими функціями на інших комбінаторних множинах.

Література

1. **Донець Г.П.** Нагірна А.М. Метод оптимізації лінійної функції на перестановках / Г.П.Донець, А.М. Нагірна // Теорія оптимальних рішень. – 2018. – С. 138–145.
2. **Koliechkina L. N.** Solving Extremum Problems with Linear Fractional Objective Functions on the Combinatorial Configuration of Permutations Under Multicriteriality / L. N. Koliechkina, O. A. Dvirna // Cybernetics and Systems Analysis. – Volume 53, No 4, 2017, P. 590–599.
3. **Колечкіна Л.М.** Математична модель багатокритеріальної оптимізації на множині сполучень при побудові комп'ютерних мереж / Л.М. Колечкіна, А.М. Нагірна // Математичні машини і системи. – 2016. - №4 – с.68-73.
4. **Донец Г. А.** Алгоритм поиска значений линейной функции на лексикографически упорядоченных перестановках / Г.А. Донец, Л.Н. Колечкина // Теорія оптимальних рішень. – 2009 – № 8. – С. 3–8.
5. **Колечкіна Л.М.** Математична модель багатокритеріальної оптимізації на множині сполучень при побудові комп'ютерних мереж / Л.М. Колечкіна, А.М. Нагірна // Математичні машини і системи. – 2016. - №4 – с.68-73

ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАДРАТУРНИХ ФОРМУЛ В ГРАНИЧНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ НЕОДНОРІДНОГО БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ

Нагорнюк Р.А., Волошко В.Л., VVL56@i.ua, Волошко Л.В.

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 краївих задач бігармонічних рівнянь для областей складної форми потребують подальших досліджень. Розглянемо задачу

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

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

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 країової задачі (1) – (2) має такий вид [1] :

$$\begin{aligned} w(x, y) = w_1(x, y) + w_2(x, y) &= \frac{1}{8\pi} \iint_{\Omega} r^2 \ln r \cdot f(\tilde{x}, \tilde{y}) d\Omega(\tilde{x}, \tilde{y}) + \\ &+ \int_{\Gamma} \left(\left(K^1(x, y; \xi, \eta), K^2(x, y; \xi, \eta) \right) \cdot \begin{pmatrix} \mu_1(\xi, \eta) \\ \mu_2(\xi, \eta) \end{pmatrix} \right) d\Gamma(\xi, \eta), \quad \text{де} \end{aligned} \quad (3)$$

$K^1 = r^2 \ln r \mu_1(s)$, $K^2 = \frac{\partial}{\partial \nu} (r^2 \ln r)$, $r = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}$, μ_1 , μ_2 – бігармонічні потенціали, відстань між точками та функції щільності відповідно.

Для наближеного визначення (3) знаходимо спочатку частинний розв'язок неоднорідного рівняння

$$w_1(x, y) = \frac{1}{8\pi} \iint_{\Omega} K^1(x, y; \xi, \eta) \cdot f(\xi, \eta) d\Omega(\xi, \eta)$$

і, таким чином, $\Delta\Delta w_1(x, y) = f$ в Ω . Далі обчислюємо значення цієї функції та її похідної на контурі Γ і розв'язуємо граничну задачу для бігармонічного рівняння з неоднорідними граничними умовами, яка зводиться до системи інтегральних рівнянь Фредгольму першого роду

$$\begin{cases} \int_{\Gamma} r^2 \ln r \mu_1(s) d\Gamma(s) + \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial \nu} (r^2 \ln r) \mu_2(s) d\Gamma(s) = -w_1|_{\Gamma} \\ \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial n} (r^2 \ln r) \mu_1(s) d\Gamma(s) + \int_{\Gamma} \frac{\partial^2}{\partial n \partial \nu} (r^2 \ln r) \mu_2(s) d\Gamma(s) = -\frac{\partial w_1}{\partial n}|_{\Gamma} \end{cases}, \quad (4)$$

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

Для перевірки чисельних результатів, одержаних з застосуванням цього методу, проводимо розрахунки для області, яка має форму еліпса і порівнюємо їх з відомими. Досліджуємо ефективність 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%). Таким чином, у випадку контуру неканонічної форми можна продуктивно застосувати ефективність створених програм, а також їх пристосованість до складної форми області.

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.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Наконечная¹ Т.В., Naktanya@ukr.net, Никулин² А.В.,

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

²Дніпровський державний технічний університет

Для студентов в процессе обучения и для молодых специалистов при освоении профессии на рабочем месте важны математические компетентности и реализация соответствующих компетенций при решении актуальных задач. Математические компетентности студентов и выпускников основаны на знаниях, умениях и навыках, приобретенных при обучении и учебном проектировании [1]. Известно, что с течением времени они могут ослабевать, частично или полностью утрачиваться. Поэтому целесообразно предусмотреть и использовать меры, не только противодействующие утрате математических компетентностей, но и позволяющие восстанавливать и развивать их в нужном объеме и качестве. Возможность и интенсивность восстановления, а при необходимости развития компетентностей без существенного увеличения затрат можно обеспечить использованием информационных технологий.

Для достижения поставленной цели можно использовать два важных принципа непрерывности развития в современных условиях: непрерывность процессов обучения в жизни современной личности; непрерывность развития информационных технологий. При обучении студентов следует приобщать к активному использованию сетевых информационных технологий в процессе аудиторных занятий, самостоятельной работы, различных видов контроля. При этом легко осваивается доступ к использованию электронных материалов по математическим дисциплинам, применению математики в профессиональной сфере. Реализуется индивидуализированный процесс приобретения знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности студента, который происходит при опосредованном взаимодействии участников обучения в специализированной среде,

созданной на основе современных психолого-педагогических и информационно-коммуникационных технологий. Фактически дистанционное обучение как составляющая естественно входит в учебный процесс [2].

Базисом информационного развития математических компетентностей является соответствующее методическое обеспечение. К нему предъявляется ряд общих и специфических требований. Среди них актуальность, полнота, информативность. Дидактические основы проектирования каждого электронного учебного пособия базируются на общих принципах разработки учебно-методических комплексов, а также особенностях использования дистанционных технологий.

В качестве примера реализации подходов к дистанционному обеспечению и развитию математических компетенций авторы разработали и представили на информационном портале ДГТУ комплекс нормативно-методических материалов, в частности пособия [3], как пример современной реализации справочных, обучающих и контролирующих составляющих математической подготовки студентов.

Література

1. Петрук В.А. Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі вивчення фундаментальних дисциплін: Монографія / В.А. Петрук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 292 с.
2. Алексеев А.Н. Дистанционное обучение инженерным специальностям: Монография / А.Н. Алексеев. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005. – 333 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.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ АНСАМБЛІВ ДЕРЕВ РІШЕНЬ

Нашильник Б.В., bogdan.nashilnik@gmail.com,
Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

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

Ансамблі дерев рішень вважають одними з найбільш ефективних інструментів розв'язання задачі класифікації. У роботі проведено порівняльний аналіз деяких алгоритмів побудови ансамблів дерев рішень за точністю класифікації.

Існує декілька поширених підходів до побудови ансамблів дерев рішень, як і загалом ансамблів класифікаторів: беггінг, бустінг, стекінг [1]. У роботі для порівняння було обрано такі алгоритми на основі цих підходів:

- два алгоритми, що реалізують ідею беггінга, – випадковий ліс [2] та надзвичайно випадкові дерева [3];
- алгоритм градієнтного бустінгу, реалізований у бібліотеці XGBoost [4].
- стекінг з використанням генетичних алгоритмів [5];

З метою порівняння вищезгаданих алгоритмів було створено програмне забезпечення, в якому їх реалізовано. Воно було розроблено у вигляді настільного додатку на мові C# у середовищі Microsoft Visual Studio. За допомогою розробленого додатку було проведено обчислювальні експерименти на 21 наборі реальних даних. За результатами обчислювальних експериментів було побудовано графік, на якому відображене точність класифікації кожним алгоритмом залежно від набору даних (рис. 1), та порівняльну матрицю, в якій наведено кількість експериментів, коли алгоритм в рядку показав більш високий/низький відсоток правильно класифікованих даних, ніж алгоритм в стовпцю (табл. 1). Умовні позначення: ST – окреме дерево, RF – випадковий ліс, ET – надзвичайно випадкові дерева, XGB – XGBoost, GS – стекінг з використанням генетичних алгоритмів.

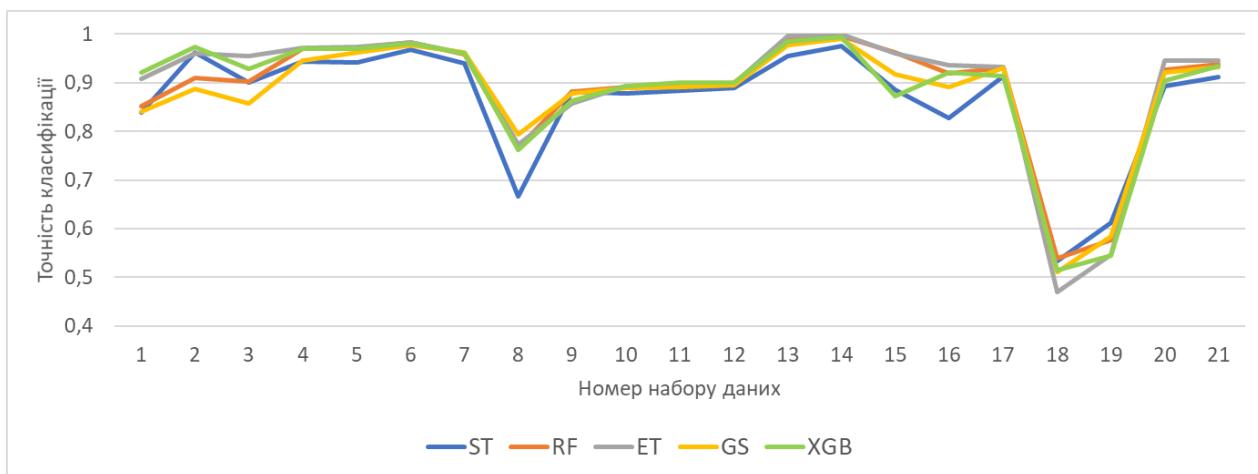


Рис. 1. Точність класифікації залежно від набору даних

Таблиця 1

Порівняльна матриця алгоритмів

	ST	RF	ET	XGB	GS
ST	–	3/18	4/17	4/17	5/16
RF	18/3	–	4/17	12/9	17/4
ET	17/4	17/4	–	14/7	16/5
XGB	17/4	9/12	7/14	–	14/7
GS	16/5	4/17	5/16	7/14	–

Як можна побачити, найкращу точність класифікації показав алгоритм надзвичайно випадкових дерев. Трохи гірші результати показали випадковий ліс та XGBoost. Найгірші показники у стекінгу з використанням генетичних алгоритмів та одиночного дерева.

Отже, в роботі проведено порівняння алгоритмів побудови ансамблів дерев рішень за точністю класифікації і надано рекомендації щодо найбільш якісного алгоритму.

Використана література

1. Rokach L., Maimon D. Data mining with decision trees. Theory and applications. 2nd ed. Singapore: World Scientific Publishing Company. 2015. 305 p.
2. Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001. Vol. 45. P. 5-32.
3. Geurts P., Ernst D., Wehenkel L. Extremely randomized trees. Machine Learning. 2006. Vol. 63. P. 3-42.
4. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2016. P. 785-794.
5. Sikora R., Al-laymoun O. A Modified Stacking Ensemble Machine Learning Algorithm Using Genetic Algorithms. Journal of International Technology and Information Management. 2014. Vol. 23, Issue 1, Article 1.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМУВАННЯ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЇ ПОЛОСИ АБСОЛЮТНО ЖОРСТКИМ ГЛАДКИМ ШТАМПОМ

Нечипорук С.В., Чернецький С.О.
stasikn@ua.fm, sergalexch@ukr.net

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

Розглядається задача визначення полів переміщень, деформацій та напружень пружно-пластичної полоси кінцевих розмірів $2b \times 2h$ (рис. 1) під дією абсолютно жорсткого штампу в умовах плоскої деформації.

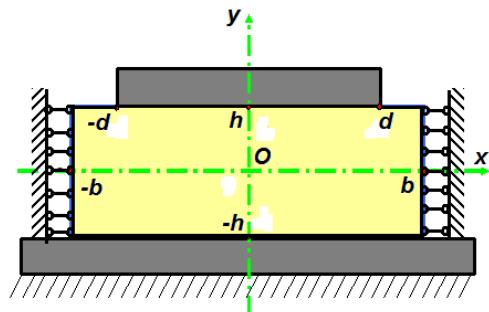


Рис.1. Розрахункова модель

Механічні властивості матеріалу моделюються співвідношеннями деформаційної теорії пластичності. Розглядається можливість відставання та проковзування без тертя між поверхнями штампу та полоси. Границі умови задачі описуються системою рівнянь та нерівностей:

$$\boxed{u(\pm b, y) = 0; \sigma_{xy}(b, y) = 0} \quad (1)$$

$$\boxed{u(x, -h) = 0; v(x, -h) = 0;} \quad (2)$$

$$\boxed{v(x, h) \leq -\Delta; \sigma_{xy}(x, h) = 0,} \quad (3)$$

де Δ - переміщення верхнього штампу, яке задається; $u(x, y)$, $v(x, y)$ – компоненти вектора переміщень.

За допомогою теорії варіаційних нерівностей [1] задача формулюється як задача мінімізації нелінійного функціонала

$$I(v) = \int_{\Omega} W(u(x, y), v(x, y)) d\Omega \rightarrow \min \quad (4)$$

$$u(x, y), v(x, y) \in V \quad (5)$$

на множині допустимих переміщень V , що задовольняють граничним умовам у переміщеннях (1-3).

Застосовуючи метод перемінних параметрів пружності задача (4-5) зводиться до послідовності задач мінімізації квадратичних функціоналів Логранжа на множині допустимих переміщень V [2].

Здійснив дискретизацію екстремальних задач методом скінчених елементів була отримана послідовність задач нелінійного програмування, для вирішення яких було використано ефективний варіант [3] блочної верхньої релаксації [1]. В алгоритмі [3] суттєво використовується квазісепараціальність функції вузлових переміщень. Крім того, так як цей алгоритм є ітераційним, то його збіжність залежить він початкового наближення. Тому в роботі застосовується метод розрахунків на послідовності вкладених сіток скінчених елементів (СЕ), що раніше доказав свою високу ефективність [4]. На початкових сітках (при достатньо великих розмірах комірок) достатньо двох - трьох ітерацій для отримання задовільного початкового поля переміщень. Це поле використовується для наступного кроку на вкладеній сітці СЕ. У нових вузлах сітки переміщення знаходяться методом інтерполяції. Такий прийом дозволяє суттєво збільшити швидкість отримання розв'язку задачі.

Для чисельного розв'язування задачі була створена програма у середовищі MATLAB. За її допомогою були проведені чисельні розрахунки напруженно-деформованого стану полоси для різних механічних та геометричних параметрів задачі.

Бібліографічні посилання

1. Гловински Р. Численное исследование вариационных неравенств/ Гловински Р., Лионс Ж.-Л., Тремольер Р. – М.: Мир, 1979, -574 с.
2. Чернецький С.О. Вариаційні принципи і математичні методи вирішення граничних задач для кусково-однорідних нелінійних середовищ/ Чернецький С.О., Швайко М.Ю. //Мат. методи та фіз.-мех. поля. –1988. – Вип. 27.-С. 64- 67.
3. Кузьменко В.І. До вирішення задач нелінійного програмування, що виникають при чисельному дослідженні контактної взаємодії деформованих тіл. - Стійкість і міцність елементів конструкцій/ Кузьменко В.І., Чернецький С.О. –Дніпропетровськ, 1980, С. 10- 17.
4. Чернецький С.О. Пружнопластичні контактні задачі для багатошарових тіл обертання з урахуванням відставання та проковзування шарів – Дніпропетровськ: ДГУ, 1994.

OPTIMIZATION MODEL FOR THE USE OF CULTIVATED AREAS STRUCTURE BY AGRARIAN ENTERPRISES

Nuzhna S.A., nuzhna.s.a@dsau.dp.ua,
Dnipro State Agrarian and Economic University

In the agrarian sector, land is the main method of production. It should be used rationally, taking care of its fertility and taking into account the restriction factors. In order to cope successfully with problem of optimal land resources use, it is necessary to rationally and reasonably identify the structure of the crop areas.

The optimal structure of the cultivated areas is a reflection of the crop production specialization in the form of such a correlation of cultivated areas in crops, which ensures obtaining the maximum amount of agricultural products. So, we solve the problem, in which evident production resources exist, and it is necessary to determine the optimal structure of the cultivated area, which will ensure plan implementation for the sale of products by types, domestic needs of the farm in products, agronomic and crop rotational requirements with maximum economic effect. In such tasks, the optimality criterion may be:

- maximum profit from production;
- maximum production of gross and commodity products in cash equivalent;
- maximum production of specific products (grains, potatoes, etc.) in natural units.

To solve the problem, it is necessary to make an optimization model in which we need to consider the following information:

- area of arable land, area of hayfields, area of pasture, etc .;
- agricultural crops grown in the considered climatic zone, their average yield;
- labor inputs and financing costs per 1 hectare of the corresponding crop sowing;
- profit from the sales of product unit;
- reserves of manufacturing resources at farms, rate of their application per 1ha;
- sales plan and domestic needs of the enterprise by types of products;

- agrotechnical requirements and possible limits of special crop or group of crops entering in crop rotation, and other information.

The economic-mathematical model can be presented in general view.

Criterion function will have the form:

$$F = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j \Rightarrow \max, \text{ where}$$

- C_j - profit from 1 ha of the j-th crop;
- X_j is cultivated area of the j-th crop.

Under restrictions:

- production resources of the enterprise: $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j \leq b_i$, where a_{ij} - expenditures of resources of the i -th species per 1 ha j -th crop, b_i - the presence of production resources of the i -th species;

- special crops and groups of crops in the crop rotation are entered within the limits justified by agrotechnical requirements: $S_{1j} \leq \sum_{j=1}^n X_j \leq S_{2j}$, where S_{1j} , S_{2j} are the lower and upper limits of a special crop or group of crops entering into the crop rotation;

- the restriction on obtaining the products of this type is not less than a given number: $\sum_{j=1}^n U_{ij} \cdot X_j \geq P_i$, where U_{ij} - yields of j -th crop, P_i - necessary quantity of i -th products type;

- condition of integral variables: $X_j \geq 0$.

Both crops and restrictions can be added in optimization model. Thus, changing variables the set of optimization models that will solve a wide range of agricultural businesses tasks can be made. Usually, such models are not simple. The solution of optimization tasks can be found by classical econometric methods, or by means of information technology, for example, using spreadsheets and *Solver*. Achieving the result requires specific knowledge and skills. It is necessary to form data accordingly, and then enter additional parameters, restrictions, criterion function. The result of the calculations allows managers of agrarian farms to reasonably decide on the rational use of the crop area structure.

**ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ТОНКОСТІННИХ СИСТЕМ
В УМОВАХ ВИСОКОШВІДКІСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ
З ТЕХНОГЕННИМИ ОСКОЛКАМИ**

Ободан Н.І., Адлуцький В. Я., adluckiivy_kkt@dnu.dp.ua, Шаповал І.П.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дослідження високошвидкісної взаємодії техногенних осколків з тонкостінними системами, що перебувають в експлуатації, пов'язано з розв'язком практичних задач розробки технологій удосконалювання захисту авіаційних і космічних систем від зазначеного впливу. Основна ціль дослідження полягає в ідентифікації поточного стану системи з погляду на прогноз її подальшої поведінки. Тут є можливими два варіанти прогнозу поведінки системи залежно від рівня експлуатаційного навантаження:

- 1) коливання системи навколо положення рівноваги, система зберігає працездатність;
- 2) різка зміна форми системи (втрата стійкості) з наступними затухаючими коливаннями навколо нового положення рівноваги – руйнування.

Реальна поведінка системи фіксується на підставі вимірювань характерної функції деформування (переміщення, деформації) у різних точках її поверхні в дискретні моменти часу. Задача про ідентифікацію стану системи по відомих слідах характерних функцій є зворотною задачею теорії біfurкацій тонкостінних систем.

Постановка зворотної задачі містить:

- 1) математичну модель прямої задачі деформування тонкостінної системи при комбінованому впливі – статичному навантаженні й імпульсній локальній зміні геометрії (утворенні пробоїни);
- 2) спеціальний функціональний простір з введеною на ньому метрикою для оцінки близькості реального стану системи й деякого еталона, що відповідає можливому сценарію поведінки системи;
- 3) опис слідів розв'язку прямої задачі;
- 4) множину еталонних розв'язків, що характеризують різні типи

поведінки системи.

Як показують численні експериментальні дослідження, процес пробивання отвору відбувається на порядки швидше, ніж процес поширення нормальних коливань. В силу тонкостінності системи кінетична енергія осколка після пробивання мішені практично не змінюється. Все це дозволяє в першому наближенні вважати процес утворення отвору миттєвим і безінерційним.

В якості об'єкта дослідження розглядається кругова циліндрична оболонка з параметрами $L = 0,64\text{m}$, $R = 0,16\text{m}$, $h = 3 \cdot 10^{-4}\text{m}$, $E_0 = 200\text{GPa}$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7,9 \cdot 10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, що перебуває під дією рівномірного нормального зовнішнього тиску $q = \lambda q_*$. Теоретичне біфуркаційне значення інтенсивності тиску $q_* = 7,6 \text{KPa}$. На торцях оболонки виконуються умови шарнірного обпирання з можливістю вільного зсуву в напрямку повздовжньої осі x симетрично щодо площини $x = L/2$. Передбачається, що процес деформування є пружно-пластичним, і використовуються фізичні співвідношення деформаційної теорії пластичності з лінійним зміщеннем

Як показали результати розрахунків МСЕ, у загальному випадку зміна жорсткості оболонки при її пробиванні є більш істотним фактором у порівнянні з порушенням однорідності навантаження. Досить важливим з точки зору оцінки уразливості є той факт, що форма пробитого отвору практично не впливає на характер подальшої втрати стійкості (рис.1).

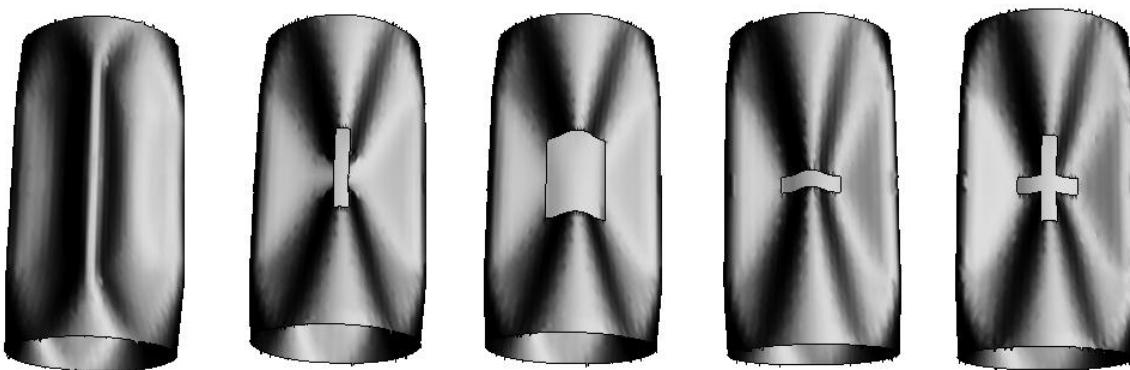


Рис.1 – Деформований стан оболонки після втрати стійкості
при різних формах утвореного отвору ($q = 0.9q_*$)

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ВРЕМЕННОГО РЯДА МЕТОДОМ БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Ободзинский Д.М.,denisobodzinskiy@gmail.com, Зайцев В.Г.

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

Проблемы, возникающие при обработке информации с технических объектов, требуют ответа на вопрос: содержит ли данная информация запаздывание или нет, если да, то чему равен этот параметр.

Данный вопрос особенно актуален при решении задачи реконструкции модели в виде обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений с запаздыванием.

Математические модели с запаздыванием широко используются для описания разнообразных динамических процессов. С другой стороны, они представляют собой класс уравнений, которые являются, по сути, уравнениями в частных производных.

Обычно снятая информация представляется временным рядом. Существует много подходов, которые используются для определения времени запаздывания [1-3]. В данной работе рассмотрен и численно реализован метод, основанный на нелинейном анализе, который был предложен в работе [4].

Отметим, что данный подход восстановления параметра является более универсальным, чем другие методы. Тем не менее, он тоже имеет ряд нюансов, которые надо знать при решении вопроса, связанного с определением размерности пространства вложения. Алгоритм метода реализован в программной среде Matlab.

Его использование рассмотрено на примерах временных рядов модельных задач, содержащих запаздывание. Результаты анализа реконструкции параметра запаздывания для модельных задач представлены в работе.

1. Fowler A.C., Kember G. Delay recognition in chaotic time series // Phys. Lett. A. 1993. Vol.175. P. 402.

2. Bunner M.J., Ciofini M., Giaquinta A.,Hegger R., Kantz H., Meucci R., Politi A. Reconstruction of systems with delayed feedback: (1) Theory // Eur. Phys. J. D. 2000. Vol. 10. P. 165.

3. Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Караваев А.С., Безручкр Б.П. Определение параметров систем с запаздывающей обратной связью по хаотическим времененным реализациям // ЖЭТФ. 2005. Т. 127. Вып. 3. С. 515.

4. Прохоров М.Д., Пономаренко В.И., Хорев В.С. Определение времени задержки по временным рядам на основе метода ближайших соседей // Изв. Вузов «ПНД», 2014. Т.22. № 1.С.3-15.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДНОВЛЕННЯ КОЛЬОРІВ ЦИФРОВИХ НАПІВТОНОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Окушко Ю.М., Сердюк М.Є.

juli.okushko@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

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

Задача колоризації напівтонових цифрових зображень є актуальною для певного класу задач, таких як відтворення кольорів історичних зображень, відеоматеріалів, кінофільмів. Проблемою багатьох існуючих на даний момент методів колоризації є те, що вони потребують безпосередньої участі користувача. Одним із засобів вирішення цієї проблеми є використання нейронних мереж. В даній роботі розглядається автоматизована система колоризації монохромних зображень з використанням згорткових нейронних мереж. В якості фреймворку для проектування нейронної мережі було використано API Keras [2]. Структура спроектованої нейронної мережі включає 21 шар. Вхідний шар приймає зображення у відтінках сірого розміром 256x256 пікселів. Далі дані обробляються у класифікаторі. В розробленій системі в якості класифікатора використовується інша згорткова мережа Inception ResNet v2 [1]. За її допомогою визначається належність об'єкту з зображення до певного класу, що дозволяє збільшити точність вибору кольорів в процесі колоризації зображення. Згорткові шари спроектованої мережі використовують функцію активації ReLU (rectified linear unit), яка задається як $f(x) = \max(0, x)$, де x – вхід нейрона. Шари згортки чергаються з шарами субдискретизації. На певному етапі дані поєднуються з результатом класифікації та передаються на шар підвищення дискретизації. На виході системи отримуємо колоризоване зображення. Тестування системи показало, що якість колоризації залежить від правильності класифікації зображення.

1. Alemi A. Improving Inception and Image Classification in TensorFlow [Electronic resource] – Access mode: <https://ai.googleblog.com/2016/08/improving-inception-and-image.html>
2. Keras Documentation [Electronic resource] – Access mode: <https://keras.io/>.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВІДСЛІДКОВУВАННЯ ПОГЛЯДУ

Остапюк З.В., zoeostapiuk@gmail.com,
Полянська А.О., anastasiyapolianska@gmail.com,
Національний університет «Львівська політехніка»

Розглядається задача відслідковування активності користувача сайту або додатку для робочого столу під час роботи з аплікацією. Розробникам програм важливо знати слабкі та сильні сторони свого продукту. Із цією метою застосовується аналіз погляду користувача. Для його впровадження необхідно мати доступ до веб-камери людини, що працює із програмою.

Перш за все, необхідно знати, чи користувач дивиться на екран. Ідея полягає в тому, щоб визначити, чи знаходить перед камерою обличчя людини. Для цього потрібно локалізувати обличчя за допомогою віддалення фону і поділу кольору шкіри на складові RGB представлення вхідного зображення. Шкіра визначається за допомогою наступних критеріїв [Douxchamps, 2008]: $0.55 < R < 0.85$, $1.15 < R/G < 1.19$, $1.15 < R/B < 1.5$ та $0.55 < R < (R+G+B) < 1.8$. Після цього необхідно обрізати зображення в такому діапазоні, щоб обмежити його лише до голови користувача. Якщо кількість пікселів із такими характеристиками в отриманій зоні обличчя становить більше 25%, можна припустити, що користувач знаходиться перед камерою.

Для відслідковування погляду існує відомий алгоритм, запропонований [Kawato 2005], який сканує прямокутник з шести сегментів (Six Segment Rectangular, SSR) (рис. 1) по зображенням, щоб знайти шаблон, який відповідає області між очима (Between The Eyes, BTE). Потім відбувається пошук регіонів 1 та 3 зліва та справа від BTE області, які відповідають зображенню очей.

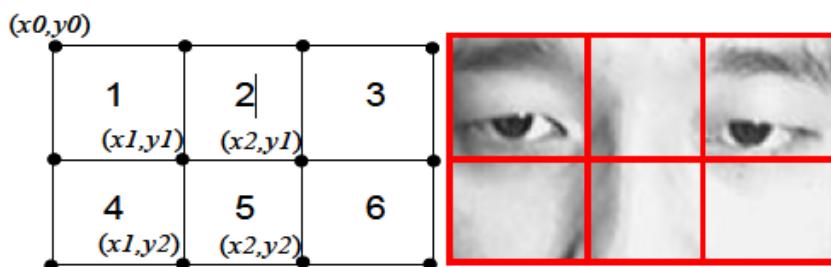


Рис. 1 «Ілюстрація SSR фільтру»

Алгоритм не залежить від освітленості. Вважається стабільним, надійним і не складним, проте вимагає багато обчислень. Для пошуку всіх облич на зображенні, відбудеться сканування із близько 28 млн. операціями за кадр (640x480). Отже, немає потреби у всіх можливостях алгоритму [Kawato 2005].

У наведеному вигляді даний алгоритм має певні недоліки:

1. Використання великої кількості обчислень для виявлення того, скільки облич користувачів знаходиться перед монітором і пошук кожного з них. Такі обчислення є невиправданими, оскільки можна припустити, що необхідно знайти завжди одне обличчя на відстані 50-70 см від екрану.

2. Виконання величезної кількості операцій для кожного кадру. Також, є невиправданим, адже можна припустити, що рух користувача є повільним по відношенню до частоти оновлення кадрів на екрані, фон є стабільним.

Пропонуються такі покращення для даного алгоритму:

1. Зафіксувати розмір SSR фільтру. Коли користувач розташований на відстані 50-70 см від камери, можна приблизно зафіксувати ширину ВТЕ, таким чином, будуть зменшені затрати алгоритму на локалізацію обличчя з урахуванням відстані (масштабу).

2. Припинити роботу алгоритму після першого сканування SSR фільтру (оскільки оцінюємо рух очей одного користувача).

3. Опрацьовувати не кожен кадр, а 1 на 5-10 кадрів, оскільки користувач перед комп'ютером зазвичай не рухається.

Схожий алгоритм запропонований в публікації [1].

Бібліографічні посилання

1. DOUXCHAMPS D., AND CAMPBELL N. 2008, Robust real time face tracking for the analysis of human behavior, in Machine Learning for multimodal Interaction, LNCS 4892, 1-10.
2. KAWATO S., AND OHYA J. 2000, Two-step approach for real-time eyetracking with a new filtering technique. Proc. IEEE SMC, 1366-1371
3. KAWATO S., TETSUTANI N., OSAKA K. 2005. Scale-adaptive face detection and tracking in real time with SSR filters and support vector machine, IEICE Trans. Information &Systems, E88-D, (12) 2857-286
4. Vasily Moshnyaga, 2014, The use of eye tracking for PC energy management, DOI: 10.1145/1743666.1743694

БАЛАНСНА УПАКОВКА КЛАСТЕРІВ У ПРЯМОКУТНОМУ КОНТЕЙНЕРІ МІНІМАЛЬНОЇ ПЛОЩІ

Панкратов¹ О.В., Романова¹ Т.Є., Панкратова² Ю.Є., Урняєва² І.А.

sherom@kharkov.ua, pankratov2001@yahoo.com

¹Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної
академії наук України

²Харківський національний університет радіоелектроніки

Розглядається задача упаковки набору кластерів, що складаються з опуклих об'єктів. Кожен об'єкт може безперервно транслюватися і обертатися. Кластери повинні бути упаковані в прямокутний контейнер, причому об'єкти всередині кластера не повинні перетинатися. Мається на увазі, що кластери не перетинаються, якщо не перетинаються їх опуклі оболонки. Кожен кластер належить контейнеру, якщо контейнеру належить його опукла оболонка. Всі об'єкти, що належать одному кластеру, мають однакову форму, але різні розміри і маси в загальному випадку.

Метою задачі є мінімізація площин контейнера за умови виконання обмежень балансу (обмежень на відхилення центра ваги системи від заданої точки). Для моделювання обмежень неперетинання кластерів та їх приналежності контейнеру використовується метод phi-функцій Стояна [1, 2]. Будується математична модель у вигляді задачі нелінійного програмування із використанням нових класів квазі phi-функцій та phi-функцій, які визначені для моделювання відносин між кластерами.

Пропонується оригінальний алгоритм пошуку локально оптимальних екстремумів, який базується на мультістарті, застосовує процедуру генерації допустимих розв'язків та метод декомпозиції вихідної задачі на підзадачі меншої розмірності з меншим числом нелінійних нерівностей. Наводяться результати обчислювальних експериментів.

1. N. Chernov, Yu. Stoyan, T. Romanova/ Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem // Computational Geometry. – 2010. – V. 43(5). – P. 535-553.

2. Y. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova/ Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses// Journal of Global Optimization. – 2016. – V. 65(2). – P 283-307.

**CREATION A SCENARIO OF THE COMPLEX HIERARCHICAL
SYSTEMS DEVELOPMENT BASED ON THE SYNTHESIS OF
METHODOLOGIES OF FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING**

Pankratova N.D., Pankratov V.A.

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

*Institute for Applied System Analysis Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute Kyiv, Ukraine*

The rapidly increasing complexity of the interconnection and interaction of innovation development of socio-economic systems is a characteristic feature of modern science and technology progress. With the formalization of these problems, unstructured problems and problems of principle non formalized are appearing. It is shown [1] that the solution of complex unstructured problems must be created on the basis of synthesis of foresight methodologies and cognitive modelling. Involvement of the process of modeling of foresight methodology at the first stage, which is sufficiently formalized, allows with the help of expert evaluation to identify the critical technologies and build the alternatives of scenarios with quantitative characteristic values. The obtained characteristics are the initial data for the initial iteration of cognitive modeling. Such synthesis of methodologies allows proposing a scientifically grounded strategy for creation of scenario for priority alternative of the various complex systems. In the process of studying complex systems various hierarchical cognitive models can be developed, as well as models of cognitive models interaction [1]

$$I_G = \langle G_k, G_{k+1}, E_k \rangle, k \geq 2,$$

where I_G is hierarchical cognitive map, G_k and G_{k+1} are cognitive maps of k and $k+1$ levels, some vertices of which are connected by arcs E_k .

The development of cognitive models can occur in many ways, including a combination of methods. The development is based on the knowledge of domain theory, using of expert methods, the collection and processing of statistics, the analysis of texts and other documents. The study uses the representation of a linguistic variable corresponding to each of the concepts of a cognitive map, in the

form of a set of terms; the membership function for each is constructed by approximating the discrete values obtained by one of the standard curves.

The matrix of relations A_{ω_G} is a fuzzy square matrix whose rows and columns are labeled with vertices of graph G , and at the intersection of the i -th row, j -th column there is a function of membership of the fuzzy value, which represents the expert's judgment of the relationship between vertices, if there is a relation between the elements V_i and, V_j that is

$$A_{\omega_G} = [\omega_{ij(G)}], \omega_{ij} = \omega_{ij} \langle v_i, v_j \rangle(f) : [-0;1]; i, j = \overline{1, n}.$$

In the modeling process at each stage of building a model the one of the important issues is substantiation of the reliability of its construction, which is achieved by mathematical justification stability of the model in the process of its creation. In the process of developing a cognitive model there is a cognitive structuring of the subject area. This is the identification of objects (elements, concepts, essences) of the target system, desirable and undesirable states of the system, the most significant (basic) management factors, environmental factors that affect the transition of the system from state to state, and the establishment on the qualitative / quantitative level of connections (mutual influences) between objects. In this work, when creation a cognitive model the following types of sustainability as structural stability, sustainability of the perturbation and stability by value (numerical stability) are considered [2].

The proposed system approach allows to create a scientifically based scenarios of complex hierarchical social and economic systems of different nature and offers a unique opportunity within a single software and analytical complex to solve problems of strategic planning and rapid response.

1. Innovative development of socio-economic systems based on the methodologies of foresight and cognitive modelling. Collective monograph /Ed. G.V. Gorelova, N.D. Pankratova. — Kiev: Naukova Dumka, 2015.

2. Zgurovsky M.Z. Strategy of innovative development of the region on the basis of synthesis methodologies foresight and cognitive modelling / M.Z Zgurovsky, V.A Pankratov // System research&Informational Technologies. -2014. -№ 2. - P. 7 - 17.

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ БІОМЕХАНИКИ РУХУ

Парчук А.В., Михальчук Г.Й.

alya.parchuk@gmail.com

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

Деякі біологічні об'єкти, наприклад гусеници, можуть рухатися вниз і вгору по вертикальних поверхнях або по стелі. Для забезпечення руху вони використовують періодичне зчеплення різних частин поверхні тіла з поверхнею переміщення. В роботі [1] запропоновано математичну модель руху пружного тіла уздовж поверхні та описано методику розв'язання сформульованої контактної задачі.

На основі цієї методики розроблено обчислювальний алгоритм руху порожнистого тіла уздовж поверхні без урахування деформівності контактного шару та виконана його програмна реалізація. Проведено обчислювальні експерименти за різних значень геометричних параметрів тіла. Встановлено, що на всіх етапах руху незакріплені ділянки тіла відстають від поверхні переміщення. У разі збільшення порожнини всередині тіла спостерігається збільшення горизонтальних переміщень. Найбільші вертикальні переміщення виникають для тіла, що не має порожнини всередині. Чим більше порожнина, тим менші вертикальні переміщення спостерігаються під час руху.

Досліджено також вплив співвідношення висоти тіла до його довжини на напружено-деформівний стан на кожному етапі руху. Проаналізовано залежність деформацій тіла від довжин ділянок зчеплення. Подальші дослідження доцільно провести для моделі порожнистого тіла з урахуванням деформівності контактного шару.

1. Kuz'menko V. I. Contact Problems of Motion of Elastic Bodies Along Hard Surfaces / V. I. Kuz'menko, H. I. Mykhal'chuk // J. Math. Sci. – 2014. – 201, No. 1. – P. 99–110.

МЕТОДИКА ФАКТОРНО-РЕЙТИНГОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

Пасічник А. М., Кутирєв В. В., Мірошніченко С. В., panukr977@gmail.com
Університет митної справи та фінансів

Ефективність застосування логістичних методів доставки та переробки вантажопотоків споживчих товарів зумовлює необхідність створення достатньо розвиненої мережі логістичних транспортно-митних комплексів (ЛТМК). Організація роботи ЛТМК здійснюється на основі реалізації оптимальних логістичних ланцюгів доставки вантажів до місць споживання [1]. У зв'язку з цим задача подальшого розвитку методології визначення оптимальної кількості та місць розміщення таких комплексів є достатньо актуальну.

Для побудови ефективного розв'язку задачі оптимального розміщення декількох ЛТМК пропонується на першому етапі визначити оптимальні місця для розміщення від 1 до n комплексів на території України за критерієм мінімізації транспортної роботи з доставки визначених обсягів товарів та з урахуванням раціональних місць їх розміщення за критерієм факторно-рейтингового потенціалу привабливості кожного міста для розміщення в його зоні ЛТМК. Факторно-рейтинговий потенціал привабливості кожного міста розраховується на основі транспортних, економічних та адміністративних факторів.

Для побудови опорного розв'язку проведено оцінку транспортної роботи для 165 населених пунктів України, які включають міста з населенням більше 30 000 осіб а також населені пункти, в яких створено митні пости, або вантажні пункти пропуску через митний кордон України. На основі даних GPS-навігації визначено відстані між обраними містами по автошляхах державного та міжнародного значення. Для кожного міста враховано відносне споживання імпортного вантажопотоку продовольчих товарів.

Факторно-рейтинговий потенціал кожного міста запропоновано розраховувати за формулою:

$$K_i = (k_{i1}q_{i1} + k_{i2}q_{i2} + \dots + k_{ij}q_{ij} + \dots + k_{im}q_{im})/m , \quad (1)$$

де K_i – значення факторно-рейтингового потенціалу для i -ого населеного пункту;

q_{ij} – значення фактору для i -ого населеного пункту; j – кількість факторів, що розглядаються; $j = 1, 2, \dots, m$; $q_{ij} = 1$ при наявності відповідного фактору; $q_{ij} = 0$ при відсутності фактору;

k_{ij} – ваговий коефіцієнт впливу j -ого фактора на рейтинговий потенціал населеного пункту; $0 < k_{ij} \leq 1$; для розглянутого випадку приймається рівним 1; в реальних прикладних задачах дозволяє більш точно врахувати експертну оцінку впливу фактора на значення комплексного коефіцієнта.

При проведенні розрахунку факторно-рейтингового потенціалу міст для розміщення ЛТМК за формулою (1) пропонується враховувати три групи факторів: транспортні; економічні; адміністративні.

За наведеним алгоритмом проведено розрахунки для варіантів, що передбачають функціонування від одного до десяти ЛТМК на всій території України. Аналіз результатів проведених розрахунків показує, що обсяг транспортної роботи ефективно зменшується у випадку створення від 1 до 5 транспортно-митних логістичних комплексів. Подальше збільшення кількості ЛТМК, а відповідно і капітальних вкладень, не призводить до суттєвого зменшення сукупної транспортної роботи. Відповідно факторно-рейтинговий потенціал 5 міст, в зоні яких створення ЛТМК є найбільш раціональним, має такі значення: Дніпро – 0,46; Київ – 0,46; Львів – 0,54; Одеса – 0,69; Харків – 0,62.

Таким чином, застосування факторно-рейтингового методу дозволяє визначити оптимальну кількість та місця розміщення ЛТМК з урахуванням адміністративних, економічних та транспортних факторів, які є базовими для формування логістичної транспортно-митної інфраструктури.

1. Пасічник А.М. Методологія формування логістичної транспортно-митної інфраструктури в Україні [Текст]: монографія; за ред. А.М. Пасічника – Дніпропетровськ, УМСФ, 2016. – 168 с.

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Пивоваров О.І. piv199@hotmail.com, Михальчук Г.Й.

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

Проблема маршрутизації транспортних засобів пов'язана із визначенням набору маршрутів для відвідування клієнтів таким чином, щоб затрати були мінімальними.

За умовами задачі відомо про наявні транспортні засоби, їх вантажопідйомність. Для кожного клієнта відомий його попит, часове вікно, коли він може бути відвіданий, час, необхідний для обслуговування. Також відома відстань та час подорожі між будь-якими двома клієнтами. Кожний маршрут має починатися та закінчуватися на складі.

Вирішення задачі полягає у побудові маршрутів для кожного транспортного засобу, таким чином, щоб усі клієнти були відвідані протягом графіку їх роботи, а загальна вантажопідйомність транспортного засобу була більшою за сумарний попит усіх клієнтів. Причому сумарна відстань, яку долають усі транспортні засоби, має бути мінімальною.

Описана задача є NP-повною. Розв'язання задачі проводиться у два етапи: побудова початкового рішення та його подальша оптимізація.

Для реалізації першого етапу застосовано зберігаочу евристику Кларка та Райта. Подальша оптимізація побудованого рішення відбувається за допомогою деяких атомарних або більш складних маніпуляцій над об'єктами рішення, що призводять до утворення нового рішення.

Розроблено програмне забезпечення для вирішення задачі маршрутизації транспортних засобів із тимчасовими вікнами для відвідування клієнтів, що базується на оптимізаційній бібліотеці OR Tools. Цей додаток є незалежним та гнуучким для моделювання різних задач планування.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ В'ЯЗКОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ РІДИНИ НАВКОЛО ДИСКА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ

Пікуза П.О., Тонкошкур І.С.

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

В роботі розглянуто задачу про стаціонарний рух електропровідної в'язкої рідини поблизу диска, що обертається навколо своєї осі, при наявності магнітного поля. Припускається, що кутова швидкість обертання Ω є сталою, вектор індукції зовнішнього магнітного поля \bar{B}_0 направлений вздовж осі тіла. Вводиться циліндрична система координат (r, φ, z) , зв'язана з поверхнею диска: координата z направлена уздовж осі тіла, r і φ – полярний радіус і полярний кут в площині перпендикулярній до осі z . Рівняння імпульсу, нерозривності і енергії, що описують течію в'язкої рідини, в наближенні примежового шару мають вигляд

$$\begin{aligned} \rho \left(v_r \frac{\partial u}{\partial r} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r} \right) &= \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} - \sigma B_0^2 u, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \\ \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial r} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{uv}{r} \right) &= \frac{\partial \tau_{z\varphi}}{\partial z} - \sigma B_0^2 v, \quad \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \\ \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial r} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) &= k \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \mu \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] - \sigma B_0^2 (u^2 + v^2). \end{aligned}$$

Тут u, v, w – компоненти вектора швидкості рідини в напрямку осей координат, p – тиск, T – температура, ρ – густина рідини, $\tau_{rz}, \tau_{z\varphi}$ – компоненти тензора в'язких напружень.

Крайові умови

$$u = 0, \quad v = r\Omega, \quad w = 0, \quad T = T_0 \quad \text{при} \quad z = 0,$$

$$u \rightarrow 0, \quad v \rightarrow 0, \quad T \rightarrow T_\infty \quad \text{при} \quad z \rightarrow \infty.$$

Для замикання системи диференціальних рівнянь використовується степенева реологічна модель в'язкої рідини.

Система диференціальних рівнянь в частинних похідних за допомогою автомодельних змінних зводиться до системи звичайних диференціальних рівнянь. Розв'язок одновимірної крайової задачі знаходиться чисельно, з використанням системи Maple. Проведено розрахунки течії рідини навколо обертового диска при різних значеннях фізичних параметрів.

ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ БІБЛІОТЕКИ

Пітусь М.В., martapitus2017@gmail.com,
Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua,
НУ "Львівська політехніка"

Прискорення темпів розвитку електронної документації та вдосконалення засобів створення і збереження документів, а також зміни передачі інформації привели до утворення нових складових інформаційних ресурсів. Проте, сьогодні існує значне протиріччя відносно рівня забезпечення існуючими засобами обробки інформації, інформаційними потребами суспільства і розвитком бібліотек, які залишаються лише сховищами документів [1]. Як правило читач під час відвідування отримує не конкретну релевантну інформацію, що повинна відповідати його інформаційному запиту, а лише певний документ (книгу), який її містить. Застосування сучасних технологій інтеграції надає можливості ефективного та безперебійного обслуговування користувачів, а також забезпечує відкритий доступ до ресурсів, які розміщені на різних plataформах.

Вибір ресурсів і сервісів для інтеграції залежить від вирішуваних завдань, які реалізуються в рамках конкретних бізнес-процесів. У сучасному розумінні основою інтеграції даної системи повинні бути саме бізнес-процеси [2]. З точки зору технічної реалізації інформаційної системи інтеграція передбачає об'єднання даних, додатків (програмного забезпечення) і людей (виконавців) через єдині бізнес-процеси. Таким чином здійснюючи інтеграцію системи автоматизації послуг бібліотеки, слід спочатку визначити, щодо інтеграції яких бізнес-процесів (створення, опис, розміщення, зберігання, використання ресурсів) йде мова. Зокрема, що стосується процесу використання і організації доступу до бібліотек це означає об'єднання всіх доступних електронних колекцій в єдину (можливо, «віртуальну») електронну бібліотеку. Загальна схема такого підходу представлена на рис.1.

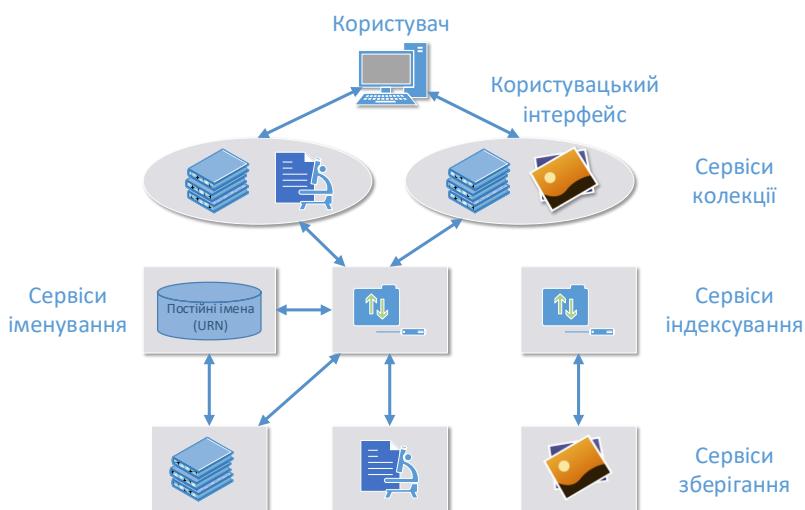


Рис.1. Загальна модель бібліотеки

Дана модель призначена для ідентифікації основних сервісів, що забезпечують стабільне функціонування інтегрованої системи електронної бібліотеки. Фізичні колекції, що зберігають електронні об'єкти пропонується реалізувати за допомогою сервісів зберігання. При чому, внутрішня організація фізичного зберігання може бути різною, але сервіси повинні забезпечувати однотипний інтерфейс, що забезпечує їх об'єднання в логічні колекції. Під логічною колекцією в даному контексті розуміємо набір електронних ресурсів, що представляють для користувача єдине логічне ціле.

Підсумовуючи можемо зробити висновок, що об'єднання електронних бібліотек в єдину інтегровану систему дозволить оптимізувати витрати та підвищити ефективність організації бізнес-процесів.

Бібліографічні посилання

1. Спірін О.М. Проектування системи електронних бібліотек науково- навчальних закладів АПН України/О. М. Спірін, В.М.Саух, В.А Резніченко, О.В. Новицький // Інформаційні технології і засоби навчання. -2009.-8с.
2. Соколова Н.В. У пошуках єдиного підходу: методологія створення електронної бібліотеки для сфери освіти і науки // Бібліотечна справа. - 2009. - № 6. - С. 20-23.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОВПЛИВУ ДЕФОРМУВАННЯ БАЛКИ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАВАНТАЖЕННЯ

Плащенко С.О., sergey.plasehenko@gmail.com,

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

Розглядається деформація пружної балки під дією вантажу вагою P . Переміщенню вантажу перешкоджає сила тертя ковзання або кочення. Вантаж залишається нерухомим у деякому положенні $x = a$, якщо поворот θ перерізу $x = a$ не перевищує критичного значення θ_* . З іншого боку, повороти перерізів залежать від ваги вантажу та його положення на балці. Виникає зв'язана задача про локалізацію вантажу на балці, за якої вантаж на деформованій балці перебував би у стані рівноваги (рис.1).

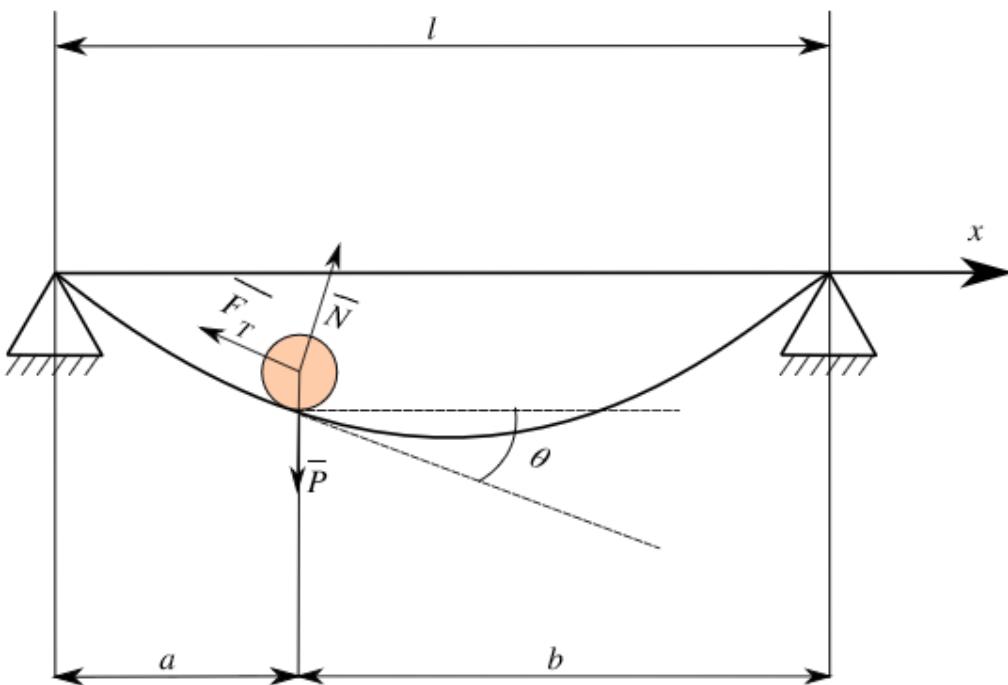


Рис.1 Локалізація вантажу на балці

Умова рівноваги має вигляд

$$|\theta(a)| \leq \theta_*$$

Як у разі тертя ковзання, так і у разі тертя кочення, існує граничне значення θ_* , починаючи з якого вантаж втрачає рівновагу.

Кут повороту перерізу з координатою x визначається за формулою x визначається за формулою:

$$\theta(x) = \frac{-Pb}{6lEJ} (a^2 + 2ab - 3x^2)$$

При $x = a$ маємо:

$$\theta(a) = \frac{-Pl^2}{3EJ} \beta(1-\beta)(1-2\beta),$$

$$\text{де } \beta = \frac{a}{l}$$

Розглянувши функцію $\varphi(\beta) = \beta(1-\beta)(1-2\beta)$ та знайшовши її екстремуми, було отримано інтервали значень β , за яких виконується умова рівноваги (рис.2):

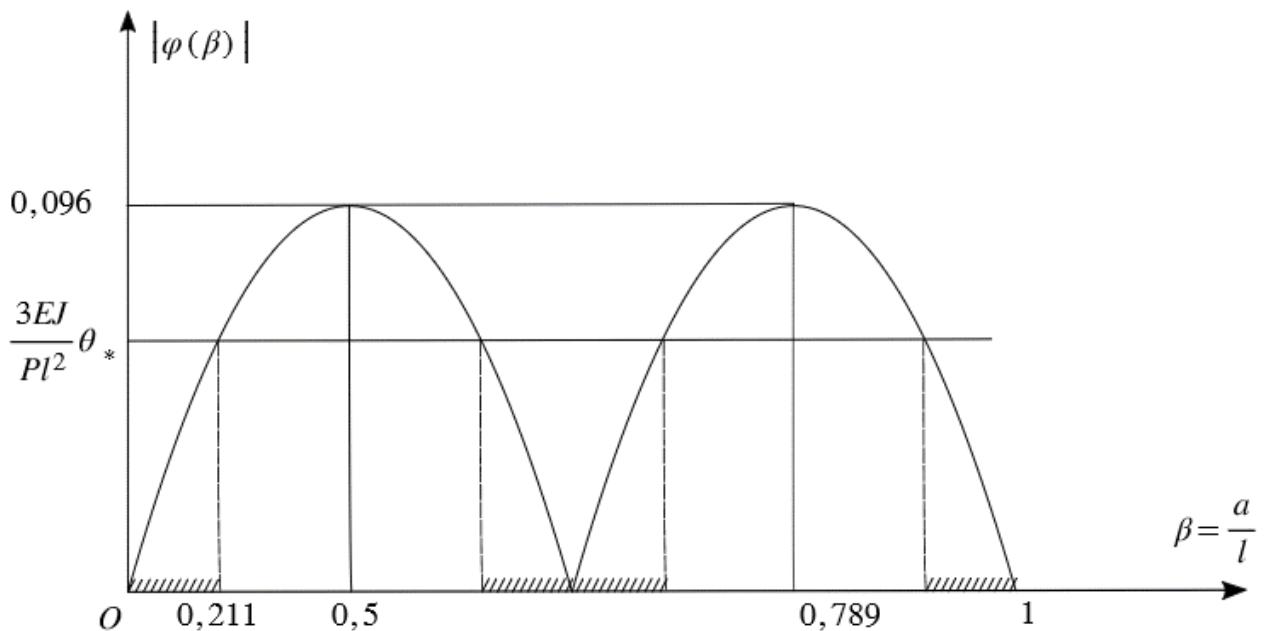


Рис.2 Поведінка функції $|\varphi(\beta)|$

Штриховкою на осі показані ділянки, які відповідають положенням рівноваги вантажу. Рівноважні положення вантажу знаходяться біля опор та посередині балки.

ПІДХІД ДО УНІФІКАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ РИС ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ

Повстяний Г.В., grovstyany@gmail.com, Кузенков О.О.

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

У даній роботі розглядається проблема автоматичного порівняння та класифікації рис обличчя людини на фото.

У рамках роботи було поставлено такі завдання:

- розробити схему ідентифікації контрольних точок обличчя людини на фото
- розробити програмний компонент, для автоматичної локалізації та пошуку контурів деяких елементів обличчя людини на фото з використанням математичних методів;

Для розв'язання задачі локалізації частин обличчя на зображені використовується метод *пошуку за допомогою множини класифікаторів*, які будується за допомогою «вчителя». На кожній ітерації формується класифікатор вигляду:

$$h_j(r_i) = \begin{cases} 1, & value_i > \mu_j \\ 0, & value_i \leq \mu_j \end{cases},$$

де $value_i$ - розраховане значення ознаки, μ_j – порогове значення навченого класифікатора.

Принцип полягає у побудові множини класифікаторів, завдяки яким можна проводити послідовну класифікацію зон зображення.

Для розв'язання задач пошуку контурів локалізованих елементів обличчя використовується *метод гістограм орієнтованих градієнтів*. Основною концепцією методу є пошук напрямків зміни кольору та побудови відповідних градієнтів на півтоновому зображені [1]. Після побудови градієнтів, відбувається нормалізація отриманих гістограм, яку можна виконати одним з наступних способів:

- відсутня, тобто $nf = 1$

- норма $L_1: nf = \frac{V}{\|V\|_1 + \varepsilon}$
- норма $L_2: nf = \frac{V}{\sqrt{\|V\|_2^2 + \varepsilon^2}}$

де V – вектор, який містить гістограми усіх ланок певного блоку

Для тестування програмного компоненту було обрано 175 типових фотографій обличчя людей без попередньої обробки та фільтрації.

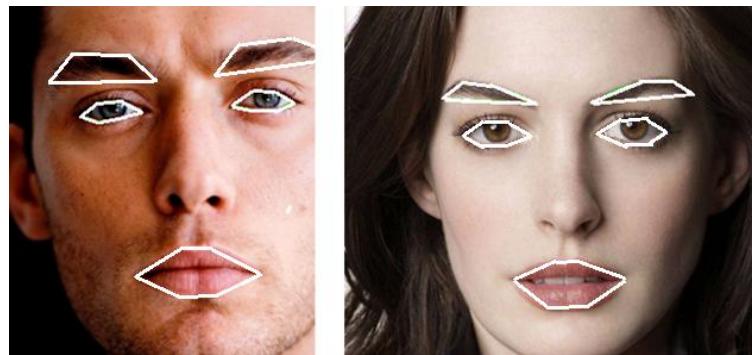


Рисунок 1 – Приклад локалізації та побудови контурів елементу обличчя за контрольними точками

Загальна точність локалізації елементів обличчя складає 90-96% в залежності від елементу обличчя, а точність автоматичної ідентифікації контрольних точок обличчя склала 81%. Розроблений програмний компонент може бути використаний для якісної класифікації рис обличчя та їх порівняння.

Список використаної літератури

1. Suard F. Pedestrian Detection using Infrared images and Histograms of Oriented Gradients [Текст] / F. Suard, A. Rakotomamonjy, A. Bensrhair – 2006 – с. 84

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ X -MEANS ТА G -MEANS ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ

Поліщук В.О., ypol@email.ua, Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Процес кластеризації (розділення елементів деякої множини на групи за принципом схожості) активно використовують у багатьох галузях знань, таких як медицина, біологія, маркетинг, археологія, хімія та інших. Існує багато методів для розв'язання задачі кластеризації, проте універсального немає. Кожний метод здатен краще працювати лише на даних з певною структурою. Одним з найбільш відомих та застосовуваних є метод k -середніх [1]. До його недоліків можна віднести те, що кількість кластерів повинна буди наперед задана користувачем, що особливо ускладнює використання методу на багатовимірних даних.

У роботі поставлено задачу розглянути та порівняти дві модифікації методу k -середніх для автоматичного вибору кількості кластерів, а саме алгоритми X -means [2] та G -means [3].

Для розв'язання цієї задачі було розроблено програмне забезпечення кластеризації даних у програмному середовищі Microsoft Visual Studio 2015 на мові програмування C# (платформа .NET Framework v4.5). У програмному забезпеченні реалізовано декілька алгоритмів методу k -середніх (Ллойда, Мак-Кіна та Хартігана – Вонга), два алгоритми автоматичного вибору кількості кластерів (X -means та G -means), декілька способів вибору початкових центрів кластерів, а також можливість вибору метрики відстані (евклідова чи Махalanобіса).

За допомогою створеного програмного забезпечення було проведено обчислювальні експерименти на 12 наборах даних різного обсягу та розмірності, змодельованих як суміш нормальних розподілів. Для порівняння алгоритмів здійснено 10 незалежних запусків цих алгоритмів на кожному наборі даних та підраховано середній час їх роботи, середню визначену ними

кількість кластерів k , а також розраховано відсоток правильно знайденої кількості кластерів. У ході експериментів в обчислювальному процесі обох алгоритмів було використано для кластеризації алгоритм Хартігана – Вонга та евклідову метрику.

Результати проведених експериментів дають змогу зробити наступні висновки. На невеликих за обсягом, малої розмірності та лінійно роздільних наборах даних обидва алгоритми показують приблизно однакові, близькі до справжніх результати. На великих вибірках з багатьма вимірюваннями, щоб отримати k , близьке до справжнього, краще застосовувати алгоритм G -means. Він дає кращі результати у більшості випадків, а також дозволяє впливати на фінальний результат шляхом корегування входного параметру – рівня значущості α , що використовується в статистичному тесті Андерсона – Дарлінга і впливає на імовірність виконання чергового розщеплення кластеру. Зі збільшенням величини α імовірність розщеплення чергового кластера зростає і тим самим збільшується знайдена алгоритмом величина k . Найкращі результати якості та швидкодії алгоритму на тестових даних було отримано за $\alpha = 0.001$. X -means у свою чергу схильний завищувати шуканий параметр k . Крім того, кластеризація алгоритмом G -means виявилася швидшою, хоча обидва алгоритми показали себе повільними на великих наборах даних. Проте швидкість їх роботи можна збільшити, застосувавши запропоновані авторами оптимізації.

Використана література

1. Steinley D. K-means clustering: A half-century synthesis. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. 2006. Vol. 59. P. 1-34.
2. Pelleg D., Moore A. X-means: Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters. Proceedings of the Seventeenth International Conference on Machine Learning, 2000. P. 727–734.
3. Hamerly G., Elkan C. Learning the k in k-means. Proceedings of the 16th International Conference on Neural Information Processing Systems, 2003. P. 281–288.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РАНГОВИХ КРИТЕРІЙ В ЗСУВУ

Поліщук К.М., konstantinpm95@gmail.com,
Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

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

Рангові критерії зсуву широко застосовують під час перевірки однорідності вибірок. У роботі поставлено задачу провести обчислювальні експерименти і дослідити потужність та ефективність найбільш вживаних критерій в різних умовах.

З метою проведення порівняльного аналізу рангових критерій зсуву було створено програмне забезпечення. Його було розроблено у вигляді настільного додатку на мові Java у середовищі IntelliJ Idea. У програмному забезпеченні реалізовано наступний функціонал:

1. Генерація вибіркових даних з таких розподілів: нормальній, експоненціальний, рівномірний, логарифмічно нормальній, Лапласа, Стьюдента, Вейбулла, Гумбеля (екстремального найбільших значень). Згенеровані вибірки можливо зберегти до текстового файлу.
2. Завантаження вибірок з файлів для опрацювання.
3. Перевірка однорідності двох незалежних вибірок на основі наступних рангових критерій зсуву: суми рангів Вілкоксона, медіанного, Ван-дер-Вардена, Фішера-Йейтса-Террі-Гефдінга.
4. Перевірка однорідності двох залежних вибірок на основі наступних рангових критерій зсуву: знакових рангів Вілкоксона, знаків, Фрідмана.
5. Проведення обчислювальних експериментів з метою порівняльного аналізу реалізованих рангових критерій зсуву та завантаження результатів експериментів до бази даних.

За допомогою розробленого програмного забезпечення було проведено обчислювальні експерименти для відповіді на два питання: 1) рівність яких параметрів розподілу (середнього чи медіани) перевіряють рангові критерії зсуву, 2) який з реалізованих критерій найбільш потужний.

ЧИСЛЕННО – АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА

Полонская А.Е., Черник Р.В., chrv92@gmail.com

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

В работе представлена новая математическая численно-аналитическая модель мониторинга уровня загрязнения водоема и окружающей его местности в случае хранения отходов предприятий металлургической, горнорудной и химической промышленности. Модель описывает 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. На основании проведенных ранее численных расчетов и сих сравнительного анализа с имеющимися экспериментальными данными построены аналитические зависимости для решений двухмерного уравнения переноса, что позволило значительно сократить время работы программы. При построении разностной схемы осуществляется физическое и геометрическое расщепление уравнения переноса на четыре шага. Неизвестное значение концентрации загрязнений на каждом шаге расщепления определяется по явной схеме – методу бегущего счета.

Разработанная численно-аналитическая 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, а также для различных скоростей дополнительного внесения загрязнений и величин их расхода. 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») дополнительно реализует возможность производить оценку риска токсичного поражения людей и животных, а также для заданной формы и размеров водоема и совокупности физических условий определять положение зоны загрязнения окружающей среды и ее дальнейшее развитие;

Разработанная численно-аналитическая модель и ее программное обеспечение апробировано на экспериментальных данных. Результаты аprobации показали высокую эффективность созданных алгоритмов, позволяющих в приемлемое для экспресс прогноза моделировать зону распространения загрязнений и оценивать ее опасность.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ЕМОЦІЙНИХ ОЗНАК З МОВНОГО СИГНАЛУ

Пономарьова Ю.М. ponomaryova.yulia.9515@gmail.com,
Луценко О.П. lutsenkoolegp@gmail.com

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

Багатоманітна емоційна палітра мови має цінність у багатьох сферах людської діяльності. Втім, існують і галузі, де домінування семантичної складової мови є більш пріоритетним: наприклад, у сфері обслуговування, освітніх програмних засобах, а також різноманітних системах громадського оповіщення та напрямах журналістики.

Сутність задачі видалення емоційних ознак з мовного сигналу полягає у перетворенні його акустичних ознак таким чином, щоб емоційний тон висловлювання став нейтральним. Задача видалення емоцій буде вважатися вирішеною успішно, якщо після перетворень класифікатор емоцій призначає мовному сигналу беземоційний тон. Схема вирішення задачі складається з таких етапів: 1) вилучення інформативних ознак та встановлення меж перетворення; 2) перетворення вхідних даних на основі інформативних ознак; 3) перевірки ефективності проведеного перетворення.

У ході аналізу було визначено два найбільш перспективних методи перетворення.

Першим з них є алгоритм PSOLA призначений для зміни частоти основного тону сигналу шляхом його розтягання та стискання відносно часової шкали [1]. Алгоритм PSOLA може бути використаний для зміщення частоти основного голосу, зберігаючи позиції формант, і, таким чином, ідентичність голосних.

Інший метод – нормалізація динамічного діапазону логарифму енергії – зменшує розподіл енергії, обумовлений різними рівнями фонових шумів [2]. Вхідним параметром для блоку нормалізації енергії є енергія фрейму. Енергія замінюється логарифмом енергії на основі подібності до логарифмічного

сприйняття звуку слуховою системою людини, а також завдяки стійкості логарифму до різких змін рівня енергії.

Для перевірки ефективності проведеного перетворення задача розпізнавання емоцій за мовою потребує побудування класифікатора. Вхідними даними для навчання класифікатора та розпізнавання слугували емоційні висловлювання, кожне з яких було представлено набором ознак: частота основного тону, енергія та частота перетину нуля. Глобальні ознаки мінімуму, максимуму та середнього від кожного з наборів значень складають вектор ознак висловлювання. Для класифікації було використано модель суміші нормальних розділів [3]. За допомогою побудованої статистичної моделі мовного сигналу було обраховано апостеріорну ймовірність належності висловлювання до емоційно нейтрального класу.

За результатами дослідження розроблено програмний пакет, який надав можливість провести аналіз ефективності практичного використання обраних методів. Аналіз результатів показав, що після перетворення мовного сигналу має місце збільшення ймовірності віднесення висловлювання до беземоційного класу згідно класифікатора. За перцептивними ознаками також спостерігається зниження експресивності мовного сигналу, при збереженні індивідуальності голосу. В деяких випадках вихідний сигнал має незначне зашумлення. Таким чином, отриманий на виході перетворення мовний сигнал задовільняє поставленому критерію успішного вирішення задачі.

Бібліографічні посилання

1. Udo Zölzer. DAFX: Digital Audio Effects, 2nd Edition / Udo Zölzer (Editor). – John Wiley & Sons, 2011. – 624 p.
2. Weizhong Zhu. Log-energy dynamic range normalization for robust speech recognition / Weizhong Zhu and Douglas O'Shaughnessy // IEEE International Conference on Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP). – 2005. – Р. 245–248.
3. Садыхов Р.Х. Моделирование гауссовых смесей для верификации диктора по произвольной речи / Садыхов Р.Х., Ракуш В.В. // Доклады БГУИР (Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники). – 2003. – №4. – С. 95–103.

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАДИЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ДІАГРАМ ВОРОНОГО З МЕТОДОМ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН

Притоманова¹ О.М., olgtmp@ua.fm, Селіщев¹ В.Л., Кісельов² М.Я.

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

²Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

У роботі проведено порівняльний аналіз традиційних алгоритмів побудови діаграм Вороного з алгоритмами оптимального розбиття множин з n -вимірного евклідового простору E_n .

Розглянемо у якості традиційних алгоритмів побудови діаграм Вороного наступні: алгоритм побудови доданням вершин, алгоритм «розділяй і володарюй» та алгоритм Форчуна [1].

Алгоритм побудови діаграми Вороного доданням вершин базується на ідеї побудови діаграми $V(S)$ шляхом додання вершини p_i до діаграми $V(S \setminus \{p_i\})$. Алгоритм є більш логічним і зрозумілим, якщо перейти до двоїстої задачі – задачі побудови триангуляції Делоне. Тоді додання нової вершини до триангуляції означає перепобудову загального вигляду триангуляції. Даний алгоритм має розрахункову складність $O(m^2)$, тут і далі m – кількість точок-генераторів.

Алгоритм «розділяй і володарюй» базується на ідеї поділу простору деякою лінією таким чином, що кожен з півпросторів має однакову кількість вершин. Далі рекурсивно відбувається поділ аналогічним чином даних півпросторів і так далі. Алгоритм виконується до тих пір, доки кожна з областей не буде містити лише одну точку-генератор. Після цього відбувається процес об'єднання областей. Якщо цей процес реалізувати за час $O(m)$, то можливо досягти розрахункову складність $O(m \log(m))$.

Алгоритм Форчуна реалізований таким чином, що через простір, що розглядається, з ліва на право рухається пряма. Під час перетину прямої з точкою-генератором точка починає «відкидати тінь» у вигляді параболи,

утворюючи так званий «фронт». При віддаленні від точки-генератора, тінь збільшується. Точки перетину двох парабол є точками на ребрах Вороного. Точки, в яких дві параболи повністю знищують третю, є вершинами Вороного. Розрахункова складність даного алгоритму дорівнює $O(m \log(m))$.

Хоч дані алгоритми і легко модифікувати для роботи не лише з Евклідовою метрикою, а й для інших метрик (манхеттенська, Чебишева), але вони є складними для модифікації на випадки адитивно або мультиплікативно зважених діаграм Вороного, діаграм Пауера або Лагерра, діаграми Вороного дальньої точки або задачі оптимального розміщення точок-генераторів в деякому просторі навіть для евклідового простору E_2 , а тим більш для E_2 .

В цьому випадку доречно та ефективно використовувати математичний апарат теорії неперервних задач оптимального розбиття множин [2]. Незначна модифікація алгоритму дозволяє отримувати розв'язок поставлених вище задач. Наприклад, розв'язок задачі A1 з різними значеннями параметрів дають стандартну діаграму Вороного, адитивно та/або мультиплікативно зважену діаграму Вороного, діаграму Пауера або Лагерра. Розв'язок задачі A2 дає діаграму Вороного скінченної кількості точок, оптимально розміщених у просторі. Розв'язок задачі A3 дає діаграму Вороного з обмеженнями на потужності точок-генераторів [3, 4].

Проведене порівняння показує, що, хоча традиційні методи і є досить ефективними для побудови стандартної діаграми Вороного, але складність їх реалізації для узагальнених задач робить їх неможливими для використання. Саме в таких випадках показує свою перевагу математичний апарат теорії оптимального розбиття множин, який незначними змінами в параметрах моделі дозволяє отримувати вище зазначені узагальнення для діаграм Вороного.

Ідея алгоритмів, заснованих на теорії оптимального розбиття множин, полягає у формулюванні вихідної задачі оптимального розбиття множин як нескінченностірної задачі оптимізації та зведенні її, через функціонал

Лагранжа, до допоміжних скінченномірних негладким задач максимізації або негладких задач максимина, для числового розв'язання яких застосовуються сучасні ефективні методи недиференційової оптимізації, а саме, різні модифікації r-алгоритму Шора. На відміну від наведених вище алгоритмів особливістю методу побудови діаграм Вороного на основі теорії оптимального розбиття множин є ой факт, що рішення вихідних нескінченновимірних задач оптимізації вдається отримати аналітично в явному вигляді, причому в аналітичний вираз можуть входити параметри, відшукувати як оптимальне рішення вищезазначених допоміжних скінченновимірних завдань оптимізації з негладкими цільовими функціями.

Перевагами застосування алгоритмів, заснованих на теорії оптимального розбиття множин, для побудови узагальнених діаграм Вороного, є такі:

- 1) їх складність істотно не змінюється при збільшенні точок-генераторів;
- 2) немає принципової складності у випадках застосування цих алгоритмів для простору E_n при $n > 2$;
- 3) їх не складно узагальнити на випадки нечітких діаграм Вороного та динамічних діаграм Вороного.

Бібліографічні посилання

1. F. Aurenhammer, R. Klein, D.-T. Lee. Voronoi Diagrams and Delaunay Triangulations. – World Scientific Pub Co Inc, 2013. - 337 p.
2. Киселева Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: монография / Е.М. Киселева, Н.З. Шор. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.
3. Kiseleva, E.M., Koriashkina, L.S. Theory of Continuous Optimal Set Partitioning Problems as a Universal Mathematical Formalism for Constructing Voronoi Diagrams and Their Generalizations. I. Theoretical Foundations Cybernetics and Systems Analysis, No. 3, pp. 3–15, May–June, 2015.
4. Kiseleva, E.M., Koriashkina, L.S. Theory of Continuous Optimal set Partitioning Problems as a Universal Mathematical Formalism for Constructing Voronoi Diagrams and Their Generalizations. II. Algorithms for Constructing Voronoi Diagrams Based on the Theory of Optimal set Partitioning¹ // Cybernetics and Systems Analysis, No. 4, pp. 3–12, July–August, 2015.

К ВОПРОСУ О КОНЦЕПЦИИ «СМЫСЛ ИНФОРМАЦИИ»

Прокопчук Ю.А., itk3@ukr.net

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ

Чтобы начать преодоление разрыва между информацией Шеннона и семантической информацией, известный философ Дэниел Деннетт организовал в 2018 году в Santa Fe Institute рабочую группу «Смысл информации», объединившую физиков, инженеров, эволюционных биологов, лингвистов, философов и нейроисследователей. Дэвид Хейг (David Haig) предложил определить смысл, как *результат интерпретирующего процесса, на входе которого информация* [1]. D. Wolpert предложил «Единую теорию семантической информации» [2]. Считаю, что данные подходы не раскрывают всех аспектов смысла в контексте КС. Для понимания «смысла информации» важно иметь ввиду, что информация помещается в активную знаниевую среду с собственной энергией. Она (информация) действует как возмущение в этой среде (зависящее от энергии и контекста), производя нелинейные «волны» активности. Эти «волны» или многоплановые и многомасштабные нелинейные динамические процессы в активной знаниевой среде, изменяющие поведение КС в той или иной степени, и есть «смысл».

Для лучшего понимания «смысла информации» привлечем на помощь психологические метафоры. Смыслообразование (*sensemaking*), интерпретация – ключевая функция любой КС. Возникающее «пространство смыслов» собственно и формирует «Субъективную реальность» КС [3]. По мнению автора, любая информация в знаниевой среде непременно обладает «душой» – когерентно возбужденной производной контекстно-зависимой информацией, вызывающей перманентный аутопоэзис. Метафора «Души» и олицетворяет философско-психологический смысл информации. Она всегда субъективна, ситуативна и контекстна (зависит, в частности, от «эмоционального» состояния агента). В знаниевой среде практически нельзя выделить «изолированную информацию» или «бессмысленную информацию».

«Душа-смысл» информации – это динамическая (эмоциональная) сущность, как правило, не имеющая четких границ. Ее возникновение и развитие (для конкретного сообщения, текста, события) может привести к катастрофической реконсолидации всей знаниевой среды [3]. Она ситуативно возникает для любого сообщения, текста и каждый раз это уникальное явление. Смысловые процессы, инициированные разными мемами, нелинейно взаимодействуют между собой, вызывая резонансы. Благодаря внутренней энергии, процессы смыслопорождения могут длиться продолжительное время (пример – фобии, стресс, переживания). Отсюда следует, что «смыслы» одной и той же информации в разные моменты времени отличаются и могут противоречить друг другу. Из-за зависимости процессов порождения от наличия внутренней энергии, «смысл» может начать проявляться через определенное (иногда значительное) время после появления первичной информации.

В докладе обсуждается формальная модель механизма смыслопорождения КС, обеспечивающего аутопоэзис, целостность, опериональную замкнутость, критичность и самореферентность. Данный механизм содержит, в частности, формальное описание операторов-процессов: интерпретации; категоризации; когеренции; реконсолидации памяти; «переживания»; «воображения». Данные операторы основаны на моделях первичных сущностей: текстах, образах, задачах различения, а также воплощенных функциях знаниевой среды, включая «инстинкт познания». Фрагменты предлагаемых решений на основе парадигмы предельных обобщений рассмотрены в работе [3].

Предлагаемые модели могут быть использованы при создании «Unified Theory of Cognition» и «Standard Model of the Mind».

1. D. Haig, D. Dennett (2017) “Haig’s ‘strange inversion of reasoning’ (Dennett) and Making sense: information interpreted as meaning (Haig),” [Preprint] Available: <http://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/13259> (accessed 2018-08-08).
2. A. Kolchinsky, D. Wolpert (2018) “Semantic information, agency, and nonequilibrium statistical physics,” arXiv:1806.08053
3. Ю.А. Прокопчук Набросок формальной теории творчества. – Днепр : ПГАСА, 2017. – 452 с.

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫМ «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»?

Прокопчук¹ Ю.А., itk3@ukr.net, Белецкий² А.С.

¹Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,

²Украинский государственный химико-технологический университет

По мнению Marcus Hutter [1] концепция «универсального искусственного интеллекта» (UAI или «Теория общего алгоритмического интеллекта») является общей, формальной, основополагающей теорией ИИ. Ее основная цель - дать точный математический ответ на то, что нужно делать в неизвестных средах. UAI базируется на четырех компонентах: Framework, Learning, Goal, Planning. Обучение в рамках UAI основано на индукции Соломонова (Solomonoff induction), что является самой отличительной особенностью UAI. Ключевой аспект интеллекта формулируется как максимизация некоторой полезной функции (максимизация вознаграждения). На основе UAI формулируются идеи для создания автономных агентов, в частности, оптимального агента AIXI. Теория универсальной индукции Рэя Соломонова предполагает поиск коротких объяснений различных наблюдений. Однако в общем случае индукция невычислимая. Чтобы решить эту проблему в теории UAI формально рассматривается взаимодействие интеллектуального агента со всеми возможными вычислимыми средами, которые получают от агента действия и возвращают ему наблюдения и подкрепления. Более того, Marcus Hutter полагает и множество действий агента, и множество реакций среды известными и конечными [1].

Математик Дэвид Вольперт (David Wolpert) из Института Санта-Фе (США) математически доказал невозможность существования всеведущего существа [2], следовательно, любой агент не может знать полной реакции среды (реакция связана, в частности, с порождением смысла в социуме, что может быть растянуто бесконечно во времени [3]). Более того, само будущее Универсума зависит от действий агента. Таким образом, реальная среда не является вычислимой. Человек при восприятии и выборе действий выполняет

радикальную редукцию, результат которой всегда субъективен (рассматривается локальная окрестность) [3]. Операция «редукции» делает среду «условно вычислимой», но при этом теряется универсальность, так как возможны не-предсказуемые и катастрофические последствия (пример – «черный лебедь» – теория, рассматривающая труднопрогнозируемые и редкие события).

Другая проблема моделей универсального интеллекта в том, что они не имеют с реальным интеллектом почти ничего общего, если судить по их «когнитивным операциям». Отсутствие основной части когнитивных функций у UAI может означать следующее: 1) эти функции – следствие ограниченности ресурсов природных когнитивных систем; 2) интеллект – это что-то совсем отличное от того, что под ним обычно подразумевают (а подразумевают инструмент достижения целей, обеспечивающий максимизацию вознаграждения); 3) UAI не обеспечивает желаемую универсальность. Для оценки универсальности необходимо тщательно сравнить гипотетические возможности этих моделей с возможностями человека. Так, некоторые исследователи считают, что максимизация априорной целевой функции недостаточна для того, чтобы ИИ оказался универсальным, особенно, в части эффективного (и желаемого) взаимодействия с социальным окружением. Кроме того, совершенно необходима *свобода воли*, выходящая за пределы любого мыслимого алгоритма. Фантазии реализуют выход за пределы любых ограничений, что делает *знаниевую среду невычислимой* (суть природы человека).

Поиск коротких объяснений различных наблюдений предполагает и концепция «тонкого среза» в рамках парадигмы предельных обобщений [3]. Благодаря субъективности, данная операция всегда вычислима.

1. Everitt, Tom & Hutter, Marcus. (2018). Universal Artificial Intelligence. In book: Foundations of Trusted Autonomy. 15-46. 10.1007/978-3-319-64816-3_2.
2. Wolpert, David (2018) Constraints on physical reality arising from a formalization of knowledge. arXiv:1711.03499 [physics.hist-ph]
3. Прокопчук, Ю. А. Набросок формальной теории творчества / Ю. А. Прокопчук. – Днепр : ПГАСА, 2017. – 452 с.

КОНСТАНТИ НАЙКРАЩОГО НАБЛИЖЕННЯ ДЛЯ СТЕПЕНЕВИХ ФУНКІЙ

Прудко О.П., Черницька О.В.

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

Нехай f – функція неперервна на відрізку $[a, b]$.

Нехай $L_p[a, b]$ ($1 \leq p < \infty$) – простір інтегровних на відрізку $[a, b]$ в p -ому степені функцій з нормою

$$\|f\|_p = \left\{ \int_a^b |f(t)|^p dt \right\}^{1/p}.$$

Нехай $C_p(f)$ ($1 \leq p \leq \infty$) – константа найкращого наближення функції f в метриці простору $L_p[a, b]$, тобто така константа, що

$$\|f - C_p(f)\|_p = \inf \left\{ \|f - c\|_p : c \in R \right\}.$$

Критерій константи найкращого наближення в просторах $L_p[a, b]$ доведено в [1]. В [2,3] вивчалися властивості констант найкращого наближення та поведінка послідовностей констант $\{C_n(f)\}$. На основі критерію розроблено алгоритм обчислення констант найкращого наближення $\{C_p(f)\}$. Алгоритм передбачає введення наступних даних: значення меж проміжку $[a, b]$; аналітичного виразу функції $x(t)$, для якої розглядається задача пошуку констант найкращого наближення; значення параметра $p \in [1, \infty)$. Алгоритм реалізовано у вигляді прикладної програми на мові програмування C# в середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2015.

За допомогою розробленого програмного продукту перевірено гіпотезу, що для монотонних опуклих функцій послідовності констант найкращого наближення є монотонними. Розглядалися різні функції, що мають наступні властивості: 1) функція монотонна і опукла, 2) функція опукла і змінює напрям монотонності, 3) функція монотонна і змінює напрям опукlosti. Жоден з результатів не свідчить про те, що гіпотеза невірна.

Отримані програмно результати збігаються з теоретично доведеними фактами [2]. Це свідчить про ефективність роботи розробленого алгоритму обчислень. До цих результатів відносяться такі:

- 1) Для $f(t) = t^{2k}$ ($k = 1, 2, 3, \dots$) значення $\{C_n(f)\}$ на відрізках $[0, a]$, $[-a, 0]$, $[-a, a]$ збігаються.
- 2) Для $f(t) = t^{2k-1}$ ($k = 1, 2, 3, \dots$) значення $\{C_n(f)\}$ на відрізках $[0, a]$ та $[-a, 0]$ очікувано збігаються за модулями, відрізняючись знаками. На відрізках $[-a, a]$ кожна з констант $C_n(f)$ дорівнює нулю.

Розроблена програма дозволяє обчислювати константи найкращого наближення не лише для натуральних значень параметру p , а й для довільних дійсних значень $p \geq 1$.

В ході обчислювального експерименту були підтвердженні результати з [4] по тригонометричним функціям. Досліджувалися поліноміальні функції та інші.

Література

1. Корнейчук Н.П. Точные константы в теории приближения / Н.П. Корнейчук. – М., 1987. – 424 с.
2. Черницкая О.В. Поведение констант наилучшего приближения для выпуклых функций / О.В. Черницкая // Вестн. Днепропетр. ун-та. Сер. «Математика» – 2006. – Вып. 11. – С. 110–114.
3. Черницкая О.В. Монотонность последовательности констант наилучшего приближения для функции \sqrt{t} / О.В. Черницкая // Вестн. Днепропетр. ун-та. Сер. «Математика» – 2011. – Вып. 16. – С. 129–132.
4. Бегарь, М.А. Исследование последовательностей констант наилучшего приближения для функций синус и косинус: зб. наук. пр. / М.А.Бегарь // IX Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование – 2014 ». – АА, 2014. – С. 2077–2080.

ВАРИАЦІЙНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКІЇ ГРІНА

Решетняк В.В., reshetnyakvlad2016@gmail.com

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

Розглядається задача знаходження розподілу температури на поверхні тіла. За математичну модель візьмемо рівняння Лапласа

$$\Delta u = 0$$

в прямокутній області Ω , обмеженою гладкою поверхнею Γ . Пряма задача полягає у визначенні функції $u(x,y,z)$, яка задовільняє в кожній точці області Ω рівнянню Лапласа та задані країові умови. Сформулюємо обернену задачу. Будемо вважати, що функція $u(x,y,z)$ є задана, а країові умови — невідомі функції, які потрібно знайти. Фізична інтерпретація задачі має вигляд: знайти стаціонарний розподіл температури на контурі тіла, за відомим розподілом температури в кожній точці деякої підобласті тіла. Для розв'язання задачі будемо використовувати функцію Гріна. Функція Гріна у тривимірному просторі для оператора Лапласа має наступний вигляд:

$$G(M_0, M) = \frac{1}{4\pi r_{M_0 M}},$$

$r_{M_0 M} = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}$. Функцію Гріна можна розглядати, як температуру в точці M , від дії у точці M_0 одиничного джерела тепла. Задача зводиться до інтегрального рівняння Фредгольма першого роду

$$\int_{\Omega} G(x, y, z, s) f(s) dS = u(x, y, z),$$

де $G(x, y, z, s)$, $u(x, y, z)$ задані функції, а $f(s)$ — шукана функція. Ця задача є некоректна за третьою умовою Адамара. Для побудови наближеного розв'язку будемо застосовувати варіаційний метод регуляризації Тихонова. Зробивши дискретизацію екстремальної задачі для функціонала Тихонова, застосуємо метод локальних варіацій для пошуку мінімуму функції багатьох змінних. Розроблено обчислювальний алгоритм для знаходження мінімуму функції багатьох змінних методом локальних варіацій. Наведений розв'язок цієї оберненої задачі для напівплощини.

АНАЛІЗ КОРЕКТНОСТІ ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОВІДКИ СТУДЕНТА ЗАСОБАМИ VBA

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm

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

Формування академічної довідки студента засобами VBA Excel з використанням механізму автоматизації в значній мірі прискорює її заповнення та спрощує перетворення необхідної інформації між форматами базових файлів. [1] На першому етапі інструментом створення документа є функція CreatObject, що використовує програмний ідентифікатор ProgID для визначення необхідного СОМ-сервера. Інформація щодо об'єктів, яка необхідна контролерам автоматизації, міститься в бібліотеках типів. [2]

Наступний етап передбачає програмну перевірку повноти заповнення полів та контроль відповідності плану за рівнем навчання сумарної кількості кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи за дисциплінами (курсами). За допомогою функції GetObject можливо отримати доступ до існуючого об'єкта автоматизації з метою аналізу інформації, що наповнює сформований документ. Використання автоматизації передбачає також вибір стратегії зв'язування (засіб, за допомогою якого змінна або клас прикладки-контролера посилається на об'єкт автоматизації) із двох варіантів: пізнє зв'язування (реальне посилання на об'єкт виникає на етапі виконання) або раннє зв'язування (реальне посилання на об'єкт виникає вже на етапі компіляції). Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати в реальній прикладній ситуації.

Бібліографічні посилання

1. Сегеда Н.Є. VBA-технології для автоматизації формування академічної довідки студента // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MPZIS-2017): XV Міжнародна науково-практична конференція. Дніпро, 22-24 лист. 2017 р. – С. 170.
2. Наталия Елманова. Автоматизация приложений Microsoft Office в примерах. – Режим доступу: <http://compress.ru/article.aspx?id=12230#01> .

МОДЕЛЬ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З НЕЧІТКО ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Семенов В.В., semenov.jr@gmail.com, Колєчкін В.О., vikpl@ukr.net
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України

В багатьох задачах прикладного характеру більшість параметрів, наприклад, обмеження, критерії вибору не завжди точно визначені. Тому при побудові моделей виникає необхідність використання нечіткої логіки, нечітких або інтервальних множин і відношень. Нечіткі поняття дозволяють моделювати плавну, поступову зміну властивостей, а також невідомі функціональні залежності, виражені у вигляді якісних зв'язків. Необхідність розглядати параметричні задачі обумовлена різними причинами. Особливо це стосується задач проектування комп'ютерних та абонентських мереж, систем абонентського доступу.

В таких задачах вхідні дані для чисельного розв'язку, наприклад, кількість інформації, множина видів інформації, час передачі інформації та ін. в більшості випадків визначаються наближено або можуть змінюватися під впливом якихось чинників, що може істотно позначитися на оптимальності. З математичної точки зору параметричне програмування виступає як один із засобів аналізу чутливості розв'язків до змін вхідних даних, оцінки стійкості розв'язків.

Задача набагато ускладнюється, якщо розглядаються багатокритеріальні задачі на дискретній множині з параметрами у функціях векторного критерію, або в множині розв'язків.

Розглянемо задачу $Z(F, X)$ з параметром у функціях векторного критерію, що полягає в максимізації векторного критерію

$$F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x)), \quad \text{де} \quad f_i(x) = \sum_{j=1}^n (d_j^i + t_i h_j^i) x_j, \quad t_i \in [a^i, b^i], \quad d_j^i, h_j^i,$$

$i \in N_l = \{i = 1, \dots, l\}$, d_j^i, h_j^i – сталі коефіцієнти, $x = (x_1, \dots, x_n)$ визначені на не

порожній обмеженій дискретній множині X . Розв'язування даної задачі ґрунтуються на підході, що об'єднує багатокритеріальність альтернатив і дискретні властивості допустимої множини. Він базується на застосуванні структурних властивостей комбінаторних множин і використанні інформації про структуру опуклої оболонки допустимих розв'язків та полягає у зведенні багатокритеріальної задачі до неперервної шляхом опису опуклої оболонки допустимої множини [1,2]. Далі дослідження й розв'язання лінійної параметричної задачі на опуклому многограннику зводиться до застосування методів параметричного програмування з урахуванням комбінаторних властивостей допустимої множини. Особливість розв'язування комбінаторних задач при такому зведенні полягає в тому, що при знаходженні розв'язків можна обмежуватися лише вершинами многогранника.

1. Семенова Н.В., Колечкіна Л.М. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання. – К.: Наукова думка, 2009. – 266 с.
2. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – Київ: Наук. думка, 1986. – 265 с.

ЕВРИСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ

Сергєєв О.С., alexsergeev@i.ua, Магас О.С., olexiy.magas@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

З метою зменшення витрат компанії-дистрибутора, у роботі розглянута задача маршрутизації транспорту. Розв'язок цієї задачі дозволяє оптимізувати роботу підприємства та заощадити ресурси. В роботі досліджується модель задачі маршрутизації транспорту, а саме використання різних підходів, засобів та алгоритмів для отримання кращого результату. Ефективність дослідження цієї теми зумовлена практичною цінністю при великій складності алгоритму розв'язку. Запропоновано поділ розв'язку задачі маршрутизації

транспорту на окремі етапи, на яких використовується поєднання різних методів розв'язання з метою знаходження нових квазіоптимальних рішень за мінімальний час виконання алгоритмів.

Була розглянута математична модель задачі маршрутизації транспорту. Для неї наведений алгоритм, який полягає в послідовному застосуванні агломеративної кластеризації, табу-пошуку та об'єднання кластерів. В якості результату застосування алгоритму було отримано квазіоптимальний розв'язок.

Для кожного етапу розв'язання задачі були розроблені програмні модулі. Завдяки застосуванню кластеризації, з'явилася можливість використання розподіленої обробки інформації при застосуванні табу-пошуку для кожного кластеру.

Розглянуто практичну задачу. Для цього були отримані реальні дані для точок-клієнтів і відстаней між ними. За географічну локацію було обрано місто Дніпро. Надана графічна інтерпретація для кожного етапу розв'язку задачі. Була проведена перевірка робастності розв'язків задачі. Знайдені значення збурення за яких виявлений швидкий зріст вартості перевезень, розглянутих у задачі.

Перевірена поведінка алгоритму при випадкових збуреннях даних. За результатами перевірки надане графічне зображення процесів збурення даних для інтерпретації отриманих результатів в термінах предметної області.

Результати дослідження можуть бути застосовані для отримання розв'язку задачі маршрутизації транспорту та зменшення витрат компанії-дистриб'ютора. У якості подальших досліджень розглядається ідея створення інтерфейсу для програмного забезпечення, використання інших алгоритмів кластеризації, використання нових підходів для оцінки робастності розв'язків задачі.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ СТАРІЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Сидор А.Р., sydor_ar@polynet.lviv.ua

Національний університет «Львівська політехніка»

Розглянемо параметри надійності несиметричної ієрархічної системи зі старіючими за законом Вейбулла вихідними елементами.

Для несиметричної системи, розгалуженої до 2-го рівня, з коефіцієнтами розгалуження $a_2^{(1)}$ та $a_2^{(2)}$ на основі [1] вираз для розрахунку розподілу імовірностей числа вихідних працюючих елементів матиме вигляд:

$$\begin{aligned}
 P_2(x_2)_{\text{нec.}} = & e^{-\lambda_0 t} \sum_{x_2^{(1)}=\max\{0, x_2-a_2^{(2)}\}}^{\min\{x_2, a_2^{(1)}\}} \sum_{x_1^{(1)}=\text{ceil}\left(\frac{x_2^{(1)}}{a_2^{(1)}}\right)}^1 C_{a_2^{(1)} x_2^{(1)}}^{x_2^{(1)}} \times \\
 & \times \sum_{x_1^{(2)}=\text{ceil}\left(\frac{x_2-x_2^{(1)}}{a_2^{(2)}}\right)}^1 e^{-\lambda_1(x_1^{(1)}+x_1^{(2)})t} \left(1-e^{-\lambda_1 t}\right)^{2-(x_1^{(1)}+x_1^{(2)})} \times \\
 & \times C_{a_2^{(2)} x_1^{(2)}}^{x_2-x_2^{(1)}} e^{-\lambda_2 x_2 t^\beta} \left(1-e^{-\lambda_2 t^\beta}\right)^{a_2^{(1)} x_1^{(1)}+a_2^{(2)} x_1^{(2)}-x_2}, \tag{1}
 \end{aligned}$$

де x_2 - число вихідних працюючих елементів системи, причому

$$1 \leq x_2 \leq a_2^{(1)} + a_2^{(2)},$$

$x_2^{(1)}$ - число працюючих вихідних елементів першої гілки.

Коефіцієнт готовності системи визначається як імовірність того, що працюють не менше k вихідних елементів системи:

$$K_{\Gamma 2}(k)_{\text{нec.}} = \sum_{x_2=k}^{a_2^{(1)}+a_2^{(2)}} P_2(x_2)_{\text{нec.}} \tag{2}$$

Тривалість перебування системи у стані x_2 працюючих вихідних елементів визначаємо з виразу:

$$T_2(x_2)_{\text{нec.}} = \int_0^{\infty} P_2(x_2)_{\text{нec.}} dt . \quad (3)$$

Тривалість перебування системи в заданому стані готовності знаходимо за формулою:

$$T_{\Gamma 2}(k)_{\text{нec.}} = \sum_{x_2=k}^{a_2^{(1)}+a_2^{(2)}} T_2(x_2)_{\text{нec.}} \quad (4)$$

За результатами часових характеристик будується гістограма роботи системи в часі.

На основі визначених вище характеристик, маючи вирази коефіцієнтів готовності систем (імовірність того, що працює не менше k вихідних елементів системи), можна вирахувати й інші параметри надійності таких систем відповідно до вимог державних стандартів України.

Аналогічно визнаються параметри надійності для несиметричної системи, розгалуженої до 3-го рівня, зі старіочими за законом Вейбулла вихідними елементами.

Якщо якась випадкова величина є «старіочною», то вдається отримати істотне покращення оцінок. Старіння означає, що ймовірні характеристики надійності деякого пристрою погіршуються з часом.

Часові характеристики системи – тривалість перебування системи в кожному з можливих її станів і в заданому стані готовності дають змогу прогнозувати тривалість нормального функціонування системи за заданої умови готовності та вибирати число резервних елементів для конкретних умов експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Sydor A., Teslyuk V. “Modelling reliability indices of hierarchical systems”, *Proceedings of the XII th International Conference “Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (DTCSET’2016)*. Slavskе, Ukraine, 2016, pp. 111-113.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ

Сініпалова Д.Д., diansss25@gmail.com

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

Прогнозування в загальному сенсі являє собою передбачення майбутніх подій. В економіці суттєве значення набуває можливість прогнозування валютного курсу, що дозволяє оцінювати економічний стан господарств та раціонально планувати бюджет на майбутній період з метою отримання більшого прибутку.

Метою прогнозування є зменшення ризику при прийнятті рішень [1]. У більшості випадків прогноз виходить помилковим, причому значення помилки суттєво залежить від методів прогнозування, за якими працює прогнозуюча система. Тому основною проблемою при прогнозуванні є виявлення неточності прогнозу. Таким чином, система прогнозування повинна визначити окрім прогнозованого значення невідомої змінної (змінних) ще і значення помилки отриманого прогнозу. Для зменшення помилки слід збільшувати кількість інформації, що використовується для налаштування роботи прогнозуючої системи.

Ефективним засобом прогнозування для задач з хорошиою статистичною базою, тобто при наявності досить тривалих багатовимірних часових рядів, можуть бути нейронні мережі. За допомогою нейронних мереж можна передбачати показники біржового ринку, при цьому передбачення часового ряду зводиться до типової задачі нейроаналізу – апроксимації функції багатьох змінних по заданому набору прикладів.

Нейронна мережа являє собою сукупність нейронних елементів та зв'язків між ними. Для навчання мережі використовуються різні алгоритми навчання та їх модифікації [2]. Найчастіше використовується алгоритм зворотного поширення помилки, який мінімізує середньоквадратичну похибку нейронної мережі. Для налаштування синаптичних зв'язків

використовується метод градієнтного спуску в просторі вагових коефіцієнтів і порогів нейронної мережі.

Архітектура нейронних мереж (кількість прихованих шарів та нейронів у них) грає велике значення, як при налаштуванні мережі, так і при її використанні. Відомо, що велика кількість нейронів у прихованому шарі призводить до перетренування мережі. Для усунення цього недоліку необхідно, щоб число нейронів в проміжному шарі було значно менше, ніж число тренувальних образів. З іншого боку, при незначній вимірності прихованого шару мережа може потрапити в небажаний локальний мінімум.

У роботі для визначення числа нейронів у прихованому шарі використовується генетичний алгоритм, нейронна мережа зображується у вигляді бінарної послідовності, кількість нейронів у кожному прихованому шарі кодується двійковим представленням та являє собою ген. Задається максимальна кількість нейронів, яка визначає довжину двійкового зображення аналогічно [3]. Сукупність всіх генів генерує хромосому. Пристосованістьожної хромосоми оцінюється за найменшою середньоквадратичною похибкою навчання мережі, яка отримується після кількох епох навчання на фіксованої навчальної вибірці.

Застосування описаної процедури дозволило спростити структуру нейронної мережі, отримано оптимальну кількість нейронів у прихованих шарах, яка є значно меншою ніж у повнозв'язної мережі. Похибка на тестовій вибірці зменшилась на 18-20% у порівнянні з похибкою, яку отримано при роботі нейронної мережі, архітектура якої є класичною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование, М.: "Финансы и статистика", 2001. -228 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. М., "Вильямс", 2006.
3. Koza J. R., Rice J. P. Genetic generation of both the weight and architecture for a Neural Network // Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks. 1991, [11, с. 397–404].

СТАТИЧНА І ДИНАМІЧНА МАРШРУТИЗАЦІЯ

Сірик С.Ф.

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

В сучасних системах пакетної передачі даних застосовують два типу маршрутизації: статичну і динамічну. Маршрутизація не підтримується в мережі без наявності маршрутизаторів. Маршрутизація служить для прийому пакету від одного пристрою і передачі його по мережі наступному пристрою через інші мережі. Таким чином перенаправлення трафіку в усі мережі відповідно з адресою доставки є метою маршрутизаторів. Функції маршрутизаторів можуть виконувати комп'ютери з декількома ір-інтерфейсами, спеціалізовані обчислювальні машини. Цим процесом керує спеціальне програмне забезпечення. Основний елемент маршрутизації - таблиця маршрутів з використанням ір-адрес мереж. Для автоматизації процесу побудови маршрутних таблиць маршрутизаторів використовують протоколи динамічної маршрутизації. Статична маршрутизація дає можливість мінімально використовувати процесор; легша для конфігурації мереж і розуміння адміністратора. Сучасні динамічні протоколи маршрутизації діляться на дві групи: протоколи типу «вектор-відстань» і протоколи типа «стан каналу». У протоколах типу «вектор-відстань» кожен маршрутизатор розсилає список адрес доступних йому мереж («векторів»), з кожним з яких пов'язано параметр «відстані» (наприклад, кількість маршрутизаторів до цієї мережі, значення, засноване на продуктивності каналу). Основні протоколи динамічної маршрутизації RIP, OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP. Протокол RIP - основний представник протоколів даної групи (Routing information protocol, протокол маршрутної інформації). Протокол типу «стан каналу» засновано на іншому принципі. Маршрутизатори обмінюються між собою топологічною інформацією про зв'язки в мережі: а саме, які маршрутизатори з якими мережами пов'язані. Протоколом цієї групи є протокол OSPF (Open shortest path first, «відкрий найкоротшу дорогу першим»). В результаті кожен маршрутизатор має повне уявлення про структуру мережі, на основі якого обчислює власну оптимальну таблицю маршрутизації.

ВПЛИВ ПОЧАТКОВОГО НАБЛИЖЕННЯ НА РЕЗУЛЬТАТ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖОРСТКИХ ВКЛЮЧЕНЬ У ТОНКІЙ ПЛАСТИНІ

Степанова Н. І.

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

Розв'зується задача щодо визначення пружних характеристик точкових жорстких включень в тонкій пружній прямоокутній пластині за інформацією про її напружено-деформований стан (НДС) методом обернених задач.

На області $\Omega = \{X \mid X = (x_1, x_2, x_3) \in R^3\}$, з межою Γ розглядається тонка сталева пластина пластина (модуль Юнга E_0) лінійними розмірами $2a \times 2b$ та товщиною $h \ll a, b, -a \leq x_1 \leq a, -b \leq x_2 \leq b$. На деякій множині точок поверхні пластини мають місце локальні скачки пружних властивостей у вигляді жорстких включень (модуль Юнга E^*). Кромки пластини $x_1 = -a$ та $x_1 = a$ затиснені, $x_2 = -b$ та $x_2 = b$ – вільні. Пластина знаходиться під заданим робочим навантаженням, нормальним до поверхні пластини.

За результатами непрямих спостережень за параметрами НДС пластини розв'зується обернена задача, процедура розв'zanня передбачає виконання двох кроків: 1) визначення місць розташування включень; 2) уточнення значень модулів Юнга включень.

Метод та алгоритм розв'zanня поставленої задачі наведено в [1].

З використанням варіаційного підходу математичне формулювання прямої задачі зводиться до задачі мінімізації функціоналу потенційної енергії на множині допустимих значень переміщень. За допомогою методу скінченних елементів модель пластини подається в дискретній формі.

На області Ω вводиться сітка з вузлами X_n , $n = \overline{1, N}$. Всі функції оберненої та прямої задач задаються безпосередньо в вузлах сітки. Зазначені дефекти моделюються за допомогою вектора невідомих оберненої задачі $H(X) = \{H_n(X)\}$, $n = \overline{1, N}$, компоненти якого приймають значення 1, якщо у точці X_n є включення, та 0, у разі його відсутності.

У якості характеристик НДС пластини використовуються значення деформацій $\varepsilon(X) = \{\varepsilon_{11}(X), \varepsilon_{12}(X), \varepsilon_{22}(X)\}^T$, які були визначені з розв'язку прямої задачі при фікованих значеннях компонент вектору $H(X)$. За допомогою порівняння розрахункових значень деформації $\varepsilon(X)$ та значень деформації $\varepsilon_{ij}^*|_{X=X_p}$, $i, j = 1, 2$, які були виміряні у точках X_p , $p = \overline{1, N}$ у ітераційному процесі виконується ідентифікація вузлів, що належать включенням. Ітераційний процес продовжується до виконання умови $\|\varepsilon_{ij}(X) - \varepsilon_{ij}^*\| \leq \theta$, де θ – задана точність. Після визначення в ітераційному процесі компонентів вектору оберненої задачі $H_n(X)$, компоненти, що остаточно отримали значення 1, замінюються початковим значенням модуля Юнга $E^{*(0)}$ та виконується процедура їх уточнення методом Ньютона при фікованому розташуванні включень.

На другому етапі процедури ідентифікації компоненти вектору $H(X)$, які за результатом першого етапу отримали значення 1, замінюються початковим значенням модуля Юнга $E^{*(0)}$. Можливі значення модуля Юнга включень у дослідженні узгоджувалися з довідковою літературою. Було проведено процедуру уточнення з початковими значеннями модуля Юнга включень $E_0 / E^{*(0)} = 0.1$ та $E_0 / E^{*(0)} = 10$.

Встановлено, що, незалежно від початкового наближення, запропонований у [1] метод ідентифікації дозволяє відновити дійсне значення модуля Юнга за 4-7 ітерацій. Похибка відновлення в обох випадках не перевищує 2%. Проведено ідентифікацію пружних характеристик двох включень, відносний розмір першого складав 0.06%, другого – 0.03% від площини пластини. Для обох включень вдалося відновити значення модуля Юнга з похибкою, меншою за 2.5%.

1. Гук Н.А.Идентификация геометрических параметров и упругих свойств жестких включений в тонкой пластине / Н.А. Гук, Н.И. Степанова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Том 2, № 7 (80), С.4-9.

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА: ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ

Стецюк П.І., Парасюк І.І., stetsyukr@gmail.com
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Транспортна задача (задача Монжа-Канторовича) веде свою історію від класичної роботи Г. Монжа (1781) "Monge G. Mémoire sur la théorie des déblais et de remblais. Histoire de l'Académie Royale des sciences (1781)", в якій задачу сформульовано так: "є купа піску і яма однакових об'ємів. Як засипати піском яму, витративши найменші зусилля на перевезення?".

Вперше задача Монжа розв'язана Л.В. Канторовичем в статті 1942 року, де був запропонований і обґрунтований метод потенціалів з критерієм на мінімальне переміщення мас. Про цю статтю Т. Купманс (разом з Л.В. Канторовичем удостоєний Нобелівської премії 1975 року за вклад в теорію оптимального розподілу ресурсів) 12 листопада 1956 року писав: "*Дорогой профессор Канторович. Недавно мне представился случай ознакомиться с экземпляром Вашей статьи "О перемещении масс" в Докладах Академии Наук СССР за 1942 г. Мне сразу стало ясно, что частью Вы развивали параллельно, но в большей части предвосхитили развитие транспортной теории в США, которое началось в период с 1941 г. и продолжается по настоящее время. Я прилагаю к письму краткий перечень наиболее важных статей, появившихся в американской литературе . . . В то же время я хотел бы отметить, что Ваша краткая статья в замечательно сжатой форме содержит математическое существо того, что содержится в этих работах*" [1, с. 505]. В статті Канторовича наводяться дві прикладні задачі – скінченновимірна задача про залізничні перевезення та нескінченновимірна задача про вирівнювання площі аеродрому.

Саме транспортні задачі зумовили перший субградієнтний метод (1962), запропонований в статті Н.З. Шора "Применение градиентного спуска для решения сетевой транспортной задачи" 1962 року. Він фактично є методом потенціалів, де потенціал – це "сфера впливу пункта производства". Ось що пише про цей алгоритм в статті 1962 року Н.З. Шор: "С математической

точки зрения вычислительный процесс является разновидностью градиентного метода в пространстве потенциалов. В заключение показывается, что процесс решения обладает интересной эргодической закономерностью, что позволяет подбирать параметры процесса для получения решения с заданной точностью." [2, с. 11].

На основі субградієнтних методів мінімізації опуклих функцій побудовано ефективні алгоритми розв'язання скінченнонімірних задач транспортно–виробничого типу [3] та нескінченнонімірних транспортних задач, за допомогою яких описуються різні класи неперервних задач оптимального розбиття множин та споріднених до них неперервних задач оптимального кульового покриття [4]. Субградієнтні методи дозволяють створювати спеціалізовані алгоритми розв'язання двоетапної транспортної задачі [5], яка може бути використана агропідприємствами при розподілі та доставці вирощеної продукції для продажу або переробки на власних потужностях; для пошуку раціонального розташування складів з урахуванням визначеного положення постачальників та отримувачів матеріально-технічних засобів; для оптимального планування різноманітних процесів транспортування та зберігання будь-яких вантажів.

Список літератури

1. Канторович Л. В. Математико-экономические работы. Избранные труды / Л.В. Канторович. – Новосибирск: Наука, 2011. – 760 с.
2. Шор Н.З. Алгоритмы последовательной и негладкой оптимизации: Сб. избр. тр. / Н.З. Шор. – Кишинэу: Эврика, 2012. – 270 с.
3. Михалевич В.С. Оптимационные задачи производственно-транспортного планирования: Модели, методы, алгоритмы / В.С. Михалевич, В.А. Трубин, Н.З.Шор. – М.: Наука, 1986. – 264 с.
4. Киселева Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств и г-алгоритмы / Е.М. Киселева, Л.С. Коряшкина. – Киев: Наукова думка, 2015. – 400 с.
5. Стецюк П.І. Двоетапна транспортна задача та її AMPL-реалізація / П.І. Стецюк, В.І. Ляшко, Г.В. Мазютинець // Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки. – 2018. – Т. 1. – С. 14–20.

PHI-FUNCTIONS AND QUASI PHI-FUNCTIONS FOR MATHEMATICAL MODELING OF IRREGULAR PACKING PROBLEMS

Stoyan Yu.G., Romanova T.E., sherom@kharkov.ua

Pidgorny Institute for Mechanical Engineering Problems, National Academy of Sciences of Ukraine

Packing problems have a long history of being tackled by the Operational Research community. Where the objects have arbitrary shape, this research has a strong link with the field of computational geometry. These problems are NP-hard and have a wide spectrum of applications, for example, in mineralogy, materials science, medicine, nanotechnology, robotics, space engineering.

The paper reviews mathematical models of packing problems for 2D&3D irregular geometric objects using the phi-function technique [1-4]. We describe both the concept of phi-functions and the extension of the concept, called quasi phi-functions, to model the object non-overlapping and containment of objects into a container. Classes of normalized phi-functions and adjusted (radical-free) phi-functions as well as normalized and adjusted (radical-free) quasi-phi-functions for modeling distance constraints in the irregular packing problems are also addressed in the paper. We also present different forms of mathematical models strictly tied to the corresponding tools. These models can be used to provide optimal solutions for irregular packing. Differences and similarities, advantages and disadvantages of these models are provided. Based on appropriate modeling approaches for the problems considered, we offer an introduction to the related solution methods. Some recommendations on promising research directions for irregular packing problems are proposed.

[1] Yu.G. Stoyan, T.E. Romanova, “Mathematical Models of Placement Optimization: Two- and Three-Dimensional Problems and Applications”, In: Fasano G., Pinter J.D, (Eds.), Modeling and Optimization in Space Engineering, (Ser. *Springer Optimization and Its Applications*), vol. 73, 404p., 2012.

[2] Y. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova/ Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses// Journal of Global Optimization. – 2016. – V. 65(2). – P 283-307.

PHI-FUNCTIONS AND QUASI-PHI-FUNCTIONS TO MODEL AND SOLVE THE PACKING PROBLEM FOR CONVEX POLYTOPES

**Stoyan Yu.E., urikpostg@gmail.com, Chugay A.M.,
Pankratov A.V., Romanova T.E.**

Pidgorny Institute for Mechanical Engineering Problems, National Academy of Sciences of Ukraine

Optimization problems of packing 3D-objects are a part of the theory of operations research and have a wide range of practical applications, in particular, in solving modern problems in biology, mineralogy, medicine, materials technology, nanotechnologies, robotics, additive manufacturing and logistics. Solving such problems is important since they allow replacing full-scale expensive experiments with computer simulation of real processes and structures of materials. This saves considerably time and financial resources.

We consider the problem of packing convex polytopes that allow continuous translations and rotations in a cuboid of minimum volume. To describe analytically the non-overlapping constraints for convex polytopes, we use phi-functions [1] and quasi-phi-functions [2]. Based on the mentioned tools we provide two exact mathematical models in the form of nonlinear programming problems and analyze their characteristics, strengths and weaknesses. We develop two solution algorithms that take into account peculiarities of the appropriate two models. Computational results to compare the efficiency of our approaches are given with respect to both the value of the objective function and runtime.

[1] Yu.G. Stoyan, T.E. Romanova, “Mathematical Models of Placement Optimization: Two- and Three-Dimensional Problems and Applications”, In: Fasano G., Pinter J.D., (Eds.), Modeling and Optimization in Space Engineering, (Ser. *Springer Optimization and Its Applications*), vol. 73, 404p., 2012.

[2] Yu.G. Stoyan, A.V. Pankratov, T.E. Romanova, A.M. Chugay, “Optimized object packings using quasi-phi-functions”, In: Fasano G., Pinter J.D., (Eds.), Optimized Packings and Their Applications, (Ser. *Springer Optimization and Its Applications*), vol. 105, pp 265–291, 2015.

КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ ЯК ВХІДНІ ДАНІ В ЗАДАЧАХ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Тимофієва Н.К., TymNad@gmail.com
МННЦ ІТiС НАН та МОН України

Багато прикладних задач із штучного інтелекту зводяться до задач комбінаторної оптимізації. Це пов'язано з тим, що переважна їхня частина при знаходженні оптимального розв'язку потребує перебору варіантів. Перебірним же задачам властива комбінаторна природа. Цю властивість можна дослідити, змоделювавши такі задачі в рамках теорії комбінаторної оптимізації. Відомі методи моделювання не завжди пояснюють перебірну природу задач штучного інтелекту. При моделюванні цільової функції за її аргумент, як правило, приймають вхідні дані (в задачі розпізнавання мовленнєвих сигналів, задачі класифікації, в задачах, які моделюються в рамках теорії цілочислового лінійного програмування тощо). Детальний аналіз задач цього класу показує, що аргументом цільової функції в них є комбінаторні конфігурації різних типів.

В деяких задачах штучного інтелекту проводиться розпізнавання сигналів різної природи (мовленнєві сигнали, електрокардіограми, електроенцефалограми), які є для них вхідними даними [1]. Вони описуються комбінаторними конфігураціями (переважно це – розміщення з повтореннями). Розглянемо оговорені сигнали.

Мовленнєвий сигнал під дією певних чинників утворюється різноманітними комбінаціями активних та пасивних органів творення мови. Мовленнєві сигнали, що відповідають одному і тому ж слову, але вимовлені різними дикторами, відрізняються як частотою так і величиною амплітуди. Визначення подібності вхідного та еталонного сигналів у багатодикторних системах проводиться багатьма способами. Для ефективного їхнього розпізнавання математичну модель цих сигналів необхідно побудувати таким чином, щоб до неї зводилися усі можливі вимовлені варіанти певного слова (речення). Мовленнєвий сигнал моделюється комбінаторною конфігурацією – розміщенням з

повтореннями з n елементів $a_s \in A$ по η , в якій ураховується порядок елементів, $s, \eta \in \{1, \dots, n\}$. Сигнали, які відображають одне і те ж слово, повторене кілька разів одним і тим же диктором або різними дикторами, відрізняються завдяки тому, що отримані комбінаторні конфігурації містять різні елементи мовленнєвого тракту та різну їхню кількість. Звідси – нечіткість у вхідних даних.

Електрокардіограма описується розміщенням з повтореннями і в задачі розпізнавання виступають як вхідні дані. Обробку цього сигналу проводять з метою його сегментації для встановлення частоти скорочень серця, тривалості періоду систоли та діастоли, значень амплітуд зубців P, Q, R, S, T, U . Сегментація електрокардіограм проводиться кількома ітераціями, що дозволяє досягти високої точності розв'язку задачі при невеликих затратах машинного часу. В результаті, по виділених майже періодичних ділянках електрокардіограми визначається довжина поточного майже періоду, що відповідає сумарній тривалості систоли та діастоли, та частота скорочень серця. Розробленими процедурами поточний майже період розбивається на два відрізки, один з яких відповідає паузі (діастолі), а другий – систолі та містить зубці. У другому відрізку виділяються інтервали, в кожному з яких по значеннях сигналу відтворюється унімодальна функція (вгнута або опукла). Послідовність фрагментів цих функцій визначає зубці P, Q, R, S, T, U . За найбільшими та найменшими їхніми значеннями знаходяться величини інтервалів (тривалість періодів $P-Q, Q-R, R-S, S-T, T-U$). Відповідно визначається тривалість як систоли так і діастоли.

Отже, з викладеного випливає, що комбінаторні конфігурації в задачах штучного інтелекту можуть бути вхідними даними.

Бібліографічні посилання

1. Тимофієва Н.К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Автореф. дис... докт. техн. наук. Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. Київ. 2007. 32 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ТЕРИТОРІЙ ЗА ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАННИМИ

Тимченко І.С., Косухіна О.С., Горай І.В., timchenko-s@ukr.net
Дніпровський державний технічний університет

Робота присвячення формуванню моделі екомережі Дніпровського регіону. За висновками експертів екомережі розділяють на такі зони: господарська зона, заповідна зона, зона регульованої рекреації та населені пункти. Відношення конкретної території до однієї із зон відбувається за сукупністю параметрів. В свою чергу параметри розділяються на 3 групи: ґрунт, який оцінюється за шкалою стандартів; ліс, який оцінюється за: щільністю дерев, віком дерев, повнотою засадження території, типами дерев, що ростуть на певній території, класом пішохідної доступності, класом стійкості, площею, наявністю води та рельєфом; тип території, який визначається за 6 класами: водні об'єкти, болото, населений пункт, рілля та інші території. Кожна характеристика була експериментально оцінена визначенім коефіцієнтом. Проблема полягає в автоматизації визначені зони за характеристиками. Було запропоновано підхід, який основний на використанні нейронних експертних систем в задачах розпізнавання, інтерпретації зображень та оцінки належності відповідній зоні. З цією метою використовувались аналітичні можливості програмного комплексу ArcGis (ArcGIS Spational Analyst. Руководство пользователя. Джилл МакКой, Кевін Джонстон. ESRI, Copyright 1999 – 2001. Russian Translation by DATA+, Ltd. – 216с.), та була застосована штучна модель нейронних мереж з використанням заданої бази знань. Така база знань була створена на основі висновків експертів. Схема мережі починається з розпізнавання типу території. Це дозволяє на першому етапі визначити зону таку як: населений пункт чи господарська зона і завершити мережевий рух. На другому етапі визначали тип ґрунту и після цього переходили до визначення лісу. В результаті, використання бази знань і виконання етапів, що описані вище, отримані оцінки територій Дніпровського регіону.

CCN-TECHNOLOGY FOR THE OBJECTS RECOGNITION ON THE AERIAL PHOTOGRAPHY

Titenko D. S., dmitry@psyquation.com, **Yurchuk I.A.,** iyurch@ukr.net
National aviation university

Abstract. CNN-technology of objects recognition on the aerial photography is described: a structure, a topology of the convolution neural network, as its part, and its testing.

The database consists of the digital images which are obtained by aerial photography. Any image which has JPEG format can be classified. It the beginning, it is transformed to grey scaling image and normalized to 38×38 size by special software as a part of CNN-technology.

Four classes for recognition are proposed: a water (rivers, lakes and etc.), a road, a building, and a trench.

A topology of CNN. It has two convolution blocks and a multilayer perceptron. At every block, the activation function of convolution layers is ReLU [1]. The ends of both blocks are max-poolings [1].

First convolution block consists of two convolution layers. There are 16 filters (size 3×3) at the first convolution layer. Second convolution layer has 32 filters (3×3).

Second convolution block has two convolution layers and one max-pooling. First convolution layer has 48 filters (3×3) and the second one has 64 (5×5).

Then, 1600 nodes submit to the entrance of multilayer perceptron. The first layer of perceptron has 128 neurons with ReLU as an activation function and the second layer has 64 neurons with hyperbolic tangent as an activation function. The last layer of a perceptron has 4 neurons with soft-max function. It coincides with the amount of the recognition classes.

At the end, the probability of the image belonging to one of four defined classes is obtained.

This technology is developed using Python programming language with help of Numpy, OpenCV, Matplotlib, and TensorFlow.

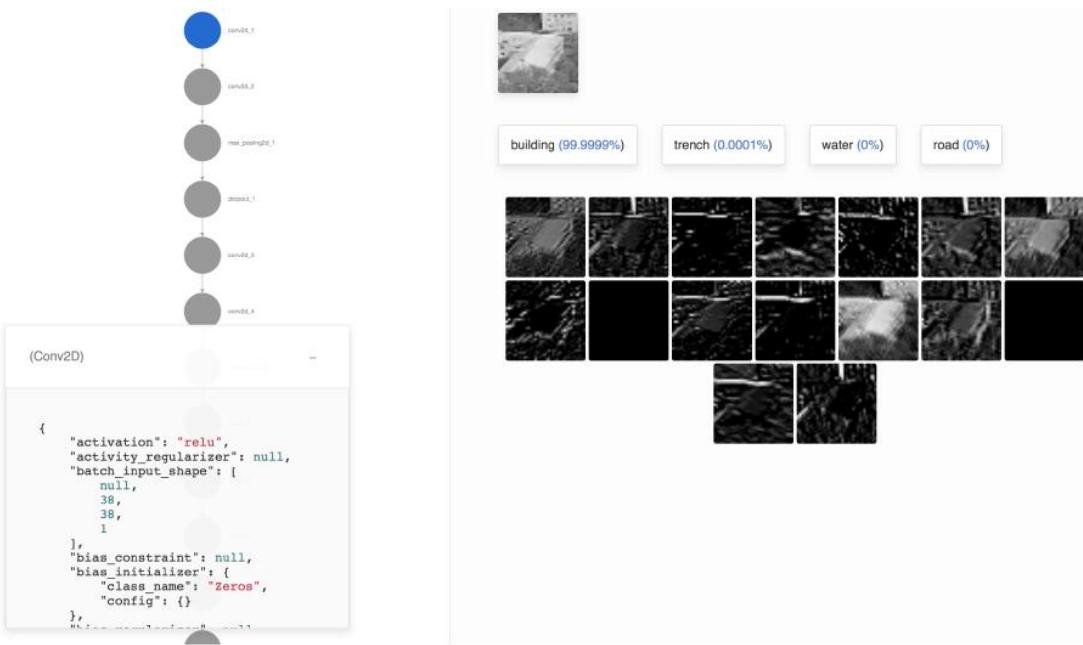


Figure 1. An example of the recognition: on the right top there is a picture which is obtained by aerial photography. The result of recognition is building as classes with higher probability.

Testing. There were 3 tests with mixing the database. For example, at first test, we used 1660 training images and 184 testing by using 60 epochs. The average accuracy of recognition was 0,78478. Also, we mixed 5 times of training data and obtained the results which are presented in Fig.2.

		Accuracy of recognition					
		1	2	3	4	5	Average
classes	water	0.7241	0.7381	0.7292	0.8723	0.7692	0.76658
	road	0.5556	0.5556	0.6207	0.7442	0.7857	0.65236
	building	0.746	0.8814	0.7049	0.7959	0.7759	0.78082
	trench	0.9107	0.7632	0.7609	0.8	0.7778	0.80252
	Average accuracy	0.7341	0.734575	0.703925	0.8031	0.77715	0.75057

Figure 2. The result of testing by using 5 mixing database.

References

1. LeCun Y. MNIST handwritten digit database // Retrieved from <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>.

НАБЛИЖЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ ЗВАЖЕНОЇ СУМИ МОМЕНТІВ ЗАКІНЧЕННЯ РОБІТ

Турчина В.А., Ключник М.І., marina.kluchnik@gmail.com

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

Маємо множину робіт $J = \{J_1, \dots, J_n\}$, які повинні бути виконані на одній або декількох машинах (h - кількість машин). Вважаються відомим V_0 - загальний об'єм ресурсу перед початком виконання робіт, а також для кожної роботи відомі: α_i - витрата ресурсу на виконання роботи J_i , β_i - дохід ресурсу від роботи J_i (кількість ресурсу, відновленого під час виконання роботи), p_i - час виконання роботи J_i , ω_i - вага роботи J_i .

Позначимо через δ_i – прибуток ресурсу від роботи J_i ($\delta_i = \beta_i - \alpha_i$).

Переривання при виконанні робіт заборонені. Час виконання всіх робіт вважається однаковим і рівним 1.

Необхідно знайти такий порядок виконання робіт, тобто розклад σ , при якому мінімізується зважена сума моментів закінчення робіт та в кожний фіксований момент часу не порушується обмеження на об'єм ресурсу, тобто використовується лише наявний ресурс.

Позначимо $F_1 = \sum_{\{J_i \in N | C_i(\sigma) \leq t\}} (\beta_i - \alpha_i)$, де $C_i(\sigma)$ – час завершення виконання i -ї роботи у розкладі σ , $F_2 = \sum_{\{J_i \in N | s_i(\sigma) \leq t < c_i(\sigma)\}} \alpha_i$, де $s_i(\sigma)$ – час початку виконання i -ї роботи у розкладі σ .

Тоді отримаємо наступну оптимізаційну задачу

$$\sum_{i=1}^n \omega_i C_i \rightarrow \min_{\sigma} \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} V_t(\sigma) &= V_0 + F_1 - F_2, \\ V_t(\sigma) &\geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Ця задача є NP-важкою. Саме тому цікавим є пошук наближених алгоритмів поліноміальної складності для її розв'язку. Це актуально як з теоретичної, так і з практичної точки зору, і в даній роботі наводиться наближений алгоритм поліноміальної складності.

Умова застосування алгоритму: для кожної роботи J_k прибуток $\delta_k \geq 0$, $k = \overline{1, n}$.

Алгоритм:

- 1) Нехай послідовності π_1, π_2 та розклад σ порожні, $i = 0, m_1 = 1, m_2 = 2$.
 - 2) До послідовності π_1 додаємо роботи J_j у порядку незростання ваги ω_j , $j = \overline{1, n}$.
 - 3) До послідовності π_2 додаємо роботи J_j у порядку незростання прибутку ресурсу $\delta_j, j = \overline{1, n}$.
 - 4) Якщо доступних робіт немає, то допустимий розклад не існує, кінець алгоритму.
 - 5) Поки $|S_i| < h$:
 - a) Шукаємо доступну роботу J_k з найменшим індексом в π_{m_1} . Розміщуємо її на -те місце в розклад σ . Видаляємо J_k з послідовностей π_{m_1} та π_{m_2} . Якщо доступних робіт немає, переходимо на крок 7.
 - b) Присвоюємо $V_i(\sigma) = V_i(\sigma) - \alpha_k$. Якщо h - непарне та $|S_i| = h$, переходимо на крок 6.
 - c) Шукаємо доступну роботу J_k з найменшим індексом в π_{m_2} . Розмішуємо її на -те місце в розклад σ . Видаляємо J_k з послідовностей π_{m_1} та π_{m_2} . Якщо доступних робіт немає, переходимо на крок 6.
 - d) $V_i(\sigma) = V_i(\sigma) - \alpha_k$.
 - 6) Присвоюємо m_1 значення m_2 та навпаки.
 - 7) $V_i(\sigma) = V_i(\sigma) + \sum_{J_r \in S_i} \beta_r$.
 - 8) Якщо послідовностей π_1 та π_2 порожні, σ – шуканий наближений розклад, кінець алгоритму. Інакше, $i = i + 1$ і переходимо на крок 4.
- Наведений алгоритм був програмно реалізований на мові C# та протестований.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТА

Федій О.Д., aleksandra.fedii@gmail.com, **Байбуз О.Г.**, obaybuz@ua.fm

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

Останні розробки програмного забезпечення надають можливість використовувати гаджети не тільки як засіб для комунікацій, але і для вирішення задач прикладного характеру. Представляють інтерес задачі виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єкту, який рухається та знаходиться на далекій відстані. Актуальною задачею можна вважати дослідження методів вимірювання відстані до об'єкта при використанні мобільних додатків.

Основним елементом етапу обчислення відстані до об'єкта є фотокамера апарату. Спосіб визначення відстані за допомогою камери заснований на отриманні одного відеокадру, отриманні калібрувальних характеристик камери.

Відстань визначають на підставі метричних і кутових розмірів об'єкта. Калібрувальні характеристики камери включають фокусну відстань, розмір і співвідношення сторін пікселя, положення сенсора камери щодо оптичної осі, дані про кількість елементів (пікселів) в матриці камери, огляд камери по вертикальні / горизонтальні, співвідношення сторін. Додаток розраховує відстань до об'єкта за допомогою методу паралакса. Паралакс використовується в геодезії і астрономії для вимірювання відстані до віддалених об'єктів. Паралакс далекоміра - кут, під яким видно об'єкт під час наведення на різкість за допомогою оптичного далекоміра.

При розробці програмного забезпечення використовувався математичний апарат вимірювання зміни видимого положення об'єкту відносно віддаленого фону в залежності від положення спостерігача. 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 (мети), 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 (тобто в метрах) відома ширина або висота мети. Ширина (висота) V задається вручну, кут нахилу θ обирається з внутрішнього датчика приладу.

Виділення об'єкта задається за допомогою інструменту інтерфейсу користувача шляхом фіксації прямокутника з відповідними координатами.

Модель управління пристрою з використанням GUI-інтерфейсу являє собою безпосереднє управління інтерфейсом, управління камерою та аналіз даних.

Розглянута та реалізована задача виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єкту, який рухається та знаходиться на далекій відстані.

Отримана практична реалізація задачі обробки відеопотоку, розкадровки відеопотоку, створення ідентифікатору об'єктів та аналізу даних при роботі з камерою пристрою з використанням методу паралаксу.

Бібліографічні посилання

1. 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.
2. Ron Ohlander. Picture Segmentation Using a Recursive Region Splitting Method / Ron Ohlander, Keith Price, D. Raj Reddy // Computer Graphics and Image Processing, volume 8. – 1978. – pp 313–333.
3. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук и др. // Новосибирск: НГТУ, 2002. – 352 с.

АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Філімонов В.В., filimonov.s96@gmail.com,

Мацуга О.М., olga.matsuga@gmail.com

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

Системи комп’ютерного зору останнім часом знаходять дуже широке застосування в різних галузях. Особливу актуальність вони набувають у зв’язку з активним впровадженням у повсякденне життя пристрой (як то смартфони, планшети, мобільні годинники, відео регистатори та інші), певні функції яких безпосередньо базуються на методах комп’ютерного зору.

Зважаючи на важливість та актуальність застосування систем комп’ютерного зору, у роботі поставлено за мету дослідити відомі системи комп’ютерного зору, алгоритми пошуку та класифікації об’єктів на зображеннях і на основі проведеного огляду розробити власну систему розпізнавання дорожніх знаків для її застосування в автомобільній галузі.

В результаті проведеної роботи було створено систему розпізнавання дорожніх знаків на мові C#. У процесі її створення було використано бібліотеку комп’ютерного зору OpenCV. З метою полегшення використання цієї бібліотеки її було інтегровано у середовище розробки – Unity, яке забезпечує більш швидку розробку програмного забезпечення для різних платформ та операційних систем. Ця інтеграція значно розширила кількість пристрой, на базі яких може працювати розроблена система.

Для виявлення та класифікації дорожніх знаків в системі використано каскадні класифікатори на основі LBP та Haar алгоритмів [1, 2]. Для перевірки та аналізу якості побудованих класифікаторів було проведено серію порівняльних експериментів, за результатами яких можна відмітити, що LBP швидший за Haar у 4 рази, проте має більшу на 2% похибку.

1. Viola P., Jones M. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. *CVPR 2001: Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 8-14 Dec. 2001.

2. Huang D., Shan C., Ardabilian M., Wang Y., Chen L. Local Binary Patterns and Its Application to Facial Image Analysis: A Survey. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*. November 2011. Vol. 41, Issue 6. P. 765–781.

ПОБУДОВА ПИТАЛЬНО-ВІДПОВІДАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Хайтов В. О., vladyslavkhaitov@gmail.com

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

Побудова питально-відповідальних (англ. question-answering або QA) систем є відомою задачею в обробці природної мови. Останнім часом QA системи почали використовувати для розробки діалогових систем і чат ботів [1], призначених для імітації людської розмови. Традиційно більшість досліджень в цій області використовували послідовність лінгвістичних методів обробки природньої мови (англ. Natural language processing або NLP), таких як синтаксичний аналіз, визначення частин мови і розв'язання задачі кореферентності. Багато систем, які показували найкращі результати – наприклад, IBM Watson [2] – використовують ці методи. Лише з недавніми досягненнями в області глибокого навчання, моделі нейронних мереж зарекомендували себе перспективними для побудови питально-відповідальних систем.

Важливою частиною побудови питально-відповідальних систем є данні для навчання. Найвідомішим датасетом питань з відповідями є Stanford Question Answering Dataset (SQuAD) [4-5].

Основні характеристики SQuAD датасету:

- Це закритий набір даних, що означає, що відповідь на питання завжди є частиною контексту, а також безперервним інтервалом контексту.
- Проблема пошуку відповіді може бути спрощена до пошуку початкового індексу і кінцевого індексу контексту, що стосується відповіді.
- 75% відповідей є меншими за довжиною ніж 4 слова.

Основними частинами сучасних моделей нейронних мереж, що розв'язують дану задачу є:

1) **Embedding шар.** Навчальний набір даних для моделі складається з контексту і відповідних питань. Обидва ці тексти можуть бути розбиті на

окремі слова, а потім ці слова перетворюються в уектори з використанням Word embedding техніки за допомогою попередньо натренованих векторів таких як GloVe, word2vec або fasttext.

2) **Encoder шар.** Наступним шаром в моделі є **Encoder (кодуючий)** шар на основі RNN (з блоками GRU або LSTM). Вихід RNN (двонаправленої) являє собою серію векторів в прямому і зворотному напрямках, які об'єднуються в один вектор. Аналогічно, ми можемо використовувати один і той же RNN Encoder для створення векторів контексту і питання.

3) **Attention шар.** Перед цим етапом ми маємо прихований вектор для контексту і прихований вектор для питання. Щоб зрозуміти відповідь, нам потрібно подивитися на них разом одночасно. Для цього ми використовуємо механізм «уваги» (англ. Attention mechanism). Він є ключовим компонентом для побудови питально-відповідальних систем, оскільки він допомагає вирішити, маючи питання, яким словам в контексті модель повинна приділяти більше уваги (які слова є більш важливими для відповіді на дане питання).

Література

1. Christopher Manning. Text-based Question Answering systems.
<http://web.stanford.edu/class/cs224n/handouts/cs224n-QA-2013.pdf>.
2. J. William Murdock, Guest Editor. 2012. This Is Watson. IBM Journal of Research and Development 56 (3/4).
3. Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, and Quoc V. Le. Sequence to Sequence Learning with Neural Networks. In Neural Information Processing Systems, 2014.
4. Pranav Rajpurkar, Jian Zhang, Konstantin Lopyrev, Percy Liang. “SQuAD: 100,000+ Questions for Machine Comprehension of Text.” arxiv.org/abs/1606.05250
5. Pranav Rajpurkar, Robin Jia, Percy Liang. “Know What You Don't Know: Unanswerable Questions for SQuAD”. arxiv.org/abs/1806.03822

**ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ
ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДОВЕДЕННЯ
ПРАВИЛЬНОСТІ ПРОГРАМ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

Хижя О.Л., Виноградов Ю.Б.

alkhizha@gmail.com, yubvin@gmail.com

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

Розглянуто метод формальної верифікації, згідно до якого програму перетворюють на предикат і доводять як тавтологію. Правильність програми S тлумачиться як її відповідність формальній специфікації: $Q \Rightarrow WP(S,R)$, де Q – предикат передумови, R – предикат постумови, WP – предикат найслабшої передумови, S – текст програми.

При навчанні студентів основам програмування видається доцільним з самого початку формувати в них уявлення про формальну (математичну) правильність програм. Оскільки інструментом для описання правильності програми є формальна специфікація мовою предикатів, а студенти факультету прикладної математики ДНУ ім. Олеся Гончара з першого семестру вивчають курс дискретної математики та/або математичної логіки, надаємо студентам завдання на написання програм у вигляді формальних специфікацій. Студенти вивчають специфікацію і пишуть згідно до неї програму. Зважаючи на те, що в програмуванні немає єдиного правильного розв'язку, а кількість студентських робіт є достатньо великою, постає проблема автоматизації перевірки такого роду завдань.

Автоматизована система перевіряє відповідність студентської програми формальній специфікації та повертає студенту результати перевірки. Очевидно, це ітераційний процес. І, очевидно, цей процес сходиться.

Хижя і Високопоясний [1] розробили подібну систему для навчального процесу, яка зводить доведення правильності студентських програм до застосування стандартного пруверу Simplify [2], і запропонували низку завдань для студентів. Існують системи автоматизації доведення правильності програм (Frama-C, coq, RESOLVE, KeY та ін.), які застосовують

з метою доведення правильності програм інші прувери. Можливість їх застосування в навчальному процесі невідома. В даній роботі досліджено можливість застосування в навчальному процесі системи Frama-C [3].

В системі Frama-C користувач пише програми на мові C в стандарті ACSL. Ось як виглядає один із розв'язків завдань [1] в системі Frama-C:

```
/*@ axiomatic Sum {
@ logic integer sum{L}(int *t, integer i, integer j)
@  reads i,j,t, t[..];
@  axiom sum1{L} : forall int *t, integer i, j; i >= j ==> sum(t,i,j) == 0;
@  axiom sum2{L} : forall int *t, integer i, j; i <= j ==> sum(t,i,j+1) == sum(t,i,j) + t[j];
@ logic integer matrsum{L}(int **a, integer i, integer j, integer m)
@   reads i,j, m, a, a[..][..];
@  axiom matrsum1{L} : forall int **a, integer i, j, m; i >= j ==> matrsum(a,i,j,m) == 0;
@  axiom matrsum2{L} : forall int **a, integer i, j, m;
@    i <= j ==> matrsum(a,i,j+1,m) == matrsum(a,i,j,m) + sum(a[j],0,m);
@ } */
/*@ requires n >= 0; requires m >= 0; ensures \result == matrsum(a,0,n,m); */
int sum(int **a, int n, int m) {
    int i, j, s = 0;
    /*@ loop invariant 0 <= i <= n && s == matrsum(a,0,i,m);
     @ loop variant n-i; */
    for(i = 0; i < n; i++) {
        /*@ loop invariant 0 <= j <= m && s == matrsum(a,0,i,m) + sum(a[i],0,j);
         @ loop variant m-j; */
        for(j = 0; j < m; j++) { s += a[i][j]; }
    }
    return s;
}
```

Система Frama-C автоматично доводить правильність наведеного розв'язку.

Відкритою залишається поки що проблема формального доведення правильності програм, написаних на мові C++, яка, в основному, застосовується в навчальному процесі для викладання основ програмування.

Література

1. А.Л. Хижя, И. Г. Высокопоясный. Автоматическая проверка семантической правильности решений задач по программированию // Питання прикладної математики і математичного моделювання, 2017, - Дніпро: ДНУ ім. Олеся Гончара, с. 234-247.
2. David Detlefs, Greg Nelson and James B. Saxe, Simplify: a Theorem Prover for Program Checking, Journal of the ACM 52(3):365 - 473, 2005
3. Frama-C Software Analyzers [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://frama-c.com>

ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА СЕРЕДОВИЩ

Холковський Ю. Р., profiz@ukr.net
Національний авіаційний університет

Математичне моделювання багатопараметричних об'єктів та середовищ, наприклад, екологічних, енергетичних, кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних, із можливістю прогнозування їх стану, є доволі складною задачею. Такі об'єкти чи середовища мають, як правило, складну структуру та велику кількість різноякісних параметрів, що мають певну анізотропність у просторі та часі. Відтак, побудова математичних моделей таких об'єктів та середовищ є доволі складною задачею. Враховуючи сучасну глобальну кризову ситуацію щодо деструктивного впливу людини на навколоішнє середовище, стає зрозумілим, що дослідження, пов'язані з розвитком методів моделювання складних багатопараметричних об'єктів та середовищ набувають важливого значення.

Моделювання та прогнозування стану певного багатопараметричного об'єкту чи середовища полягає у дослідженні їх майбутніх змін. При цьому, як правило, здійснюється побудова певних нормативних і пошукових (імітаційних) моделей з урахуванням ймовірних змін прогнозованого явища на прогнозований період за наявними прямими або непрямими даними. Імітаційне моделювання передбачає вироблення декількох імовірних варіантів розвитку стану системи та надання певної якісної та кількісної оцінки її прогнозованому стану.

У моделюванні прогнозованих станів багатопараметричних об'єктів та середовищ використовуються оптимізаційні види математичних моделей. Для кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних, екологічних та інших середовищ створюються статичні та динамічні моделі. Але часто структурні елементи складних об'єктів чи середовищ розглядаються окремо й незалежно, що є суттєвим недоліком.

У роботі пропонується оригінальний підхід щодо моделювання прогнозованого стану складних багатопараметричних об'єктів та середовищ. Будь-яка складна система містить множину елементів, поєднаних певним чином. Кількість таких елементів, зрозуміло, кінцева. Математична модель такої системи повинна відтворювати всі зв'язки між елементами. Наприклад, будь-яка екологічна система є багатопараметричною, й її параметри є різноякісними. Також усі екосистеми мають дискретний характер щодо їх структурних елементів, тому розробку вказаних математичних моделей пропонується здійснити на основі дискретно-інтерполяційного підходу й на його основі розробленого методу щодо моделювання складних багатопараметричних об'єктів та середовищ, та створенні відповідної дискретно-інтерполяційної матриці. Наприклад, для екосистем екоматриці. Зазначимо, що дискретний спосіб представлення інформації про об'єкт, систему чи середовище є найбільш універсальним, а підхід, що пропонується, у літературі відсутній.

На основі інтерполяційних поліномів Лагранжа пропонуються певні інтерполяційні схеми створення однопараметричних множин екоматриць. Під вузлами інтерполяції у даному підході розуміються не точки, а більш складні математичні об'єкти (масиви, матриці, тензори), що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Саме це й є оригінальністю даної роботи.

Однопараметричні множини, отримані на основі даного підходу, є дискретними математичними моделями складних багатопараметричних об'єктів та середовищ, наприклад, екологічних. Тоді елементом таких множин є деяка дискретна функція – екоматриця, як певна сукупність різноякісних параметрів.

Висновки: На основі запропонованого дискретно-інтерполяційного методу отримуємо можливість будувати дискретно-інтерполяційні моделі багатопараметричних об'єктів та середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів та властивостей.

ПОБУДОВА СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СХИЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ ДО ЕКСТРЕМІЗМУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЙОГО АКТИВНОСТІ В СОЦІАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ

Хохлов О.В., alkhokhlovv@gmail.com,

Скороход Г.І., gskorokhod@yahoo.com

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

Важливою справою є своєчасне визначення людей, схильних до екстремізму. Одним з методів їх визначення є публікація ними в соціальних мережах закликів до екстремальних дій, погроз тощо. Для цього треба

Створена система, яка дозволяє в автоматичному режимі аналізувати велику кількість текстів, що публікуються у соціальних мережах, зокрема, у Twitter. Система складається з двох додатків. Один для фільтрації потоку даних твіттера в реальному часі. Вибираються твіти, які є найбільш підозрілими для перевірки користувача на його схильність до екстремізму. Це може дати величезну перевагу для держав, щоб запобігати терористичним актам. Другий додаток для того, щоб бачити дані в зручному вигляді, абстрагуючись від реалізації на мобільній платформі.

Додаток на Python має модульну структуру, що дає змогу використовувати його частини у різних цілях: міняти категорію обробки даних, соціальну мережу тощо.

За гіпотезою про визначення по тексту схильності людини до екстремізму вдалося навчити машину відбирати необхідні твіти з великої їх кількості. Це дає змогу для подальшого покращення як алгоритму, так і аналізу отриманих даних людиною для прийняття подальших рішень.

Далі даний проект можна покращувати, додаючи композицію алгоритмів машинного навчання, нейронні мережі, покращуючи і збільшуючи кількість правил для визначення контексту слів. Наприклад, додавання генетичного алгоритму може привнести ефект самонавчання програми для кращого розпізнання за заданими критеріями.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Чугай¹ А.М., Романова¹ Т.Є., Шеховцов² С.Б.

chugay.andrey80@gmail.com, tarom27@yahoo.com, sherom@.kharkov.ua

¹Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Подгорного НАН України

²Харківський національний університет внутрішніх справ

Аналіз особливостей математичних моделей оптимізаційних задач геометричного проектування [1-3] показав, що, як правило, область допустимих розв'язків в задачах розміщення геометричних об'єктів описується $O(n^2)$ нелінійними нерівностями із $O(n^2)$ числом змінних, де n – кількість об'єктів. Тому актуальної є проблема розробки методів, які дозволять ефективно розв'язати задачі геометричного проектування, що мають велику розмірність. Основна ідея запропонованих методів локальної оптимізації для задач даного класу ґрунтуються на декомпозиції основної задачі на підзадачі зі значно меншою кількістю обмежень та меншої розмірності. Для цього виконуються такі етапи: послідовна генерація підобластей області допустимих розв'язків, які містять початкову точку; визначення підсистеми ε -активних обмежень; пошук за допомогою сучасних NLP-solvers другого порядку локальних екстремумів на обраних підобластих; переход до інших підобластей. Слід відзначити, що в залежності від обраної величини параметру декомпозиції така послідовність підзадач може бути досить великою, а витрати машинного часу на генерацію та переход між підзадачами є також суттєвими. Це обумовлено тим, що для того, щоб сформувати кожну підзадачу необхідно виконати підстановку отриманої початкової точки в систему нерівностей, яка описує основну задачу, та виділити із неї нову підсистему нерівностей. Оскільки система нерівностей, що описує область припустимих розв'язків, задається досить великою кількістю нелінійних нерівностей, то на обчислення таких нерівностей та формування із них нової підсистеми, що буде задавати область припустимих розв'язків, витрачається досить багато часу.

Розв'язання описаної проблеми часових та обчислювальних витрат прийнято було шукати у застосуванні сучасних технологій паралельних обчислень. Просте перенесення послідовного алгоритму програми на систему з багатьма процесорами без її суттєвої переробки, як правило, не призводить до прискорення обчислень. Аналіз алгоритму формування підзадач при пошуку локального екстремуму показав, що він підтримує як паралелізм задач так і паралелізм даних.

Основний принцип розробленого алгоритму розпаралелювання обчислень при формування підзадач локальної оптимізації ґрунтуються на тому, що ϕ -функції є максимінними функціями.

Алгоритм формування підсистеми, що задає область припустимих розв'язків кожної підзадачі, можна представити у вигляді графа у ярусно-паралельній формі, який має чотири яруси. Задачі перших трьох ярусів підтримують паралелізм даних, оскільки для їх виконання використовуються однакові обчислювальні процедури, але над різними масивами даних. Задачі четвертого яруса підтримують паралелізм задач, оскільки задачі цього ярусу реалізуються окремими процедурами.

Для реалізація паралельних обчислень алгоритму необхідно забезпечити синхронізацію виконання паралельних задач другого та третього ярусів, оскільки результати процедур цих ярусів залежать від результатів, отриманих на третьому та четвертому ярусах відповідно.

Для реалізація представленої схеми паралельних обчислень застосовуються сучасні засоби паралельних обчислень, які забезпечують програму механізмами автоматичної генерації паралельних обчислювальних потоків, масштабування задача, синхронізацію потоків.

1. Stoyan Yu., Pankratov A., Romanova T. Quasi- ϕ -functions and optimal packing of ellipses // *Journal of Global Optimization*. –2016. – 65 (2), 283–307.
2. Pankratov A.V., Romanova T.E., Chugay A.M. Optimal packing of convex polytopes using quasi- ϕ -functions // *Journal of Mechanical Engineering*. –2015. –№ 18 (2). pp. 55-65.
3. Stoyan Y. G. , Semkin V. V., Chugay A. M. Modeling Close Packing of 3D Objects // *Cybernetics and Systems Analysis*. – 2016, Vol. 52(2). pp. 296–304.

РОЗРОБКА НОВОЇ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТОЮ, ЯКА БАЗУЄТЬСЯ НА СОЦІАЛЬНІЙ ПОВЕДІНЦІ КОРИСТУВАЧІВ ІНТЕРНЕТ-СПІЛЬНОТИ

Шаповалова Ю.С., Білозьоров В. Є.

julianna197@gmail.com, belozvye2017@gmail.com

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

У роботі пропонується метод прогнозування коливань ціни криптовалюти на прикладі Bitcoin. Цей метод призначений для прогнозування коливань ціни віртуальної валюти на основі можливостей інтернет-спільнот (форумів). Пропонований метод аналізує коментарі користувачів на форумах і проводить аналіз асоціацій між цими коментарями і коливаннями ціни для формулювання моделі прогнозування.

Для збору даних системи були взяті коментарі, відповіді з форуму «Bitcointalk» і ціни Bitcoin з фондової біржі «CoinDesk». Після аналізу даних, був визначений ступінь позитивних або негативних коментарів/відповідей. Далі, перевірено взаємозв'язок між ціною криптовалюти на основі коментарів, щоб вибрати дані, які показали значний вплив коментарів на ціну. Далі, створена модель прогнозування на основі оброблених даних для вивчення коливань за допомогою машинного навчання.

Зібрани дані за 197 днія (з грудня 2017 по липень 2018), перші 88% (173 дні) і інші 12% (23 дні) були використані для навчання системи і перевірки коректності результатів. Коливання ціни Bitcoin виявилися значно пов'язані з кількістю позитивних/дуже позитивних коментарів/відповідей. Результати прогнозів виявилися досить високими, коли часова затримка між першим та шостим днем, через відношення F-оцінки та коефіцієнта кореляції Метьюса дорівнювала 79.57%.

Прогнозовані коливання ціни криптовалюти показали приблизно 8% точності. Результат пояснюється обсягом даних і активною роботою форуму (169.1 коментарів, 473.81 користувальницьких відповідей і 27443.18 перегля-

дів в середньому в день), що зробило прямий вплив на коливання ціни валюти.

Для визначення ефективності запропонованої моделі прогнозування, проведена імітація інвестицій у Bitcoin, використовуючи змодельовану техніку, яка використовується у дослідженні Йонг Бін Кім[1] про прогнозування цін на акції. У моделі прогнозування використовувалася 6-денна тимчасова затримка, відповідно до кращого результату в даному дослідженні. Система була створена на основі даних за період з 1 грудня 2017 року по 10 липня 2018 року. В експерименті використовувалися 84-денні або 12-тижневі дані за період з 11 листопада 2017 року по 2 лютого 2018 року.

Позитивні коментарі користувачів значно впливали на коливання цін на Bitcoin. Більш того, зв'язок з кількістю тем на форумі, опублікованих щодня, вказує на те, що зміна в онлайн-соціумі може вплинути на коливання цін. Грунтуючись на результатах прогнозування, думки користувачів виявилися корисними для прогнозування коливань на 6-7 днів.

Список використаної літератури

1. Young Bin Kim, Sang Hyeok Lee, Shin Jin Kang, Virtual World Currency Value Fluctuation Prediction System Based on User Sentiment Analysis PLoS One 2015; 10(8), e0132944.

РАЗРЕЖЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ОДУ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Шевченко А.О., andreyiho@gmail.com, **Зайцев В.Г.**

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

При реконструкции обыкновенных дифференциальных уравнений по информации, адекватно отражающей поведение реального объекта существует несколько подходов, которые представлено в работе [1-2]. Однако идеи этих методов в конечном итоге сводятся к решению проблемы выбора базиса, который должен быть положен в основу решения, в общем случае, задачи МНК.

В работе численно реализован подход, предложенный в исследовании [2]. Отметим, что в работе реализуются алгоритмы задачи машинного обучения и обработки сигнала, с использованием разряженной регуляризации. Такой подход, в принципе, наверное, позволит выполнить поиск ненулевых элементов базиса, например, полиномиального. Вместе с тем его реализация и использование имеют свою специфику, связанную с размерностью реконструируемой системы ОДУ.

Заметим, что в настоящее время получило распространение и применение программное обеспечение SPAMS: a SPArse Modeling Software, v2.6, которое представлено на сайте Julien Mairal (julien.mairal@m4x.org).

Однако реализация собственной разработки, всегда имеет, как большие преимущества, так и недостатки.

Главный вопрос - что выбирать в качестве базиса? В данной численной реализации его выбор определяется исследователем, свой выбор мы остановили на полиномиальных базисах. Следующий вопрос – уточнение полученных ненулевых коэффициентов элементов базиса. Вопрос идентификации выбранных коэффициентов пока не имеет окончательного решения, его уточнение зависит от опыта исследователя.

Разработанный алгоритм метода реализован в программной среде Matlab.

Его использование рассмотрено и представлено на примерах временных рядов модельных задач для уравнений 1-го порядка.

Литература

1. Rish I., Grabarnik G.Y. Sparse modeling: Theory, Algorithms, and Applications. CRC Press. 2015. P.250.
2. Petrov, V., Kurths, J. & Georgiev, N. Determining phase space dimension of dynamical system from analytic time series," Th. Appl. Mech. 2002. Vol. 32, P.13-28.
3. Mai M, Shattuck M.D., O'Hern C.S. Reconstruction of ordinary differential equations from time series data. May 17, 2016 - 15 pages, e-Print: [arXiv:1605.05420](https://arxiv.org/abs/1605.05420) [physics.data-an].

ПРО АЛГОРИТМИ ПОШУКУ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ НА ЗОБРАЖЕННІ

Щебликіна В.В., valeriashcheblykina@gmail.com,
Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com

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

Останнім часом в комп'ютерній графіці і розпізнаванні образів реалізовано моделювання сітки людського обличчя по відео- чи фотознімках особи та пропонується подальше порівняння із базовими еталонними зображеннями облич. Для порівняння з еталоном важливо знати точні характеристики обличчя, положення осей симетрії обличчя та антропометричні точки, за якими будуються моделі обличчя.

Процес розпізнавання особи на зображенні можна розділити на етапи: виявлення факту присутності людини на аналізованій сцені, виділення фігури людини, виділення голови, визначення ракурсу спостереження голови (анфас, профіль), виділення особи, порівняння з еталонами і ідентифікація.

При великій кількості різних алгоритмів і підходів розпізнавання зображень можна виділити основні компоненти базового методу: перетворення вихідного зображення в стандартний вигляд, виділення

ключових характеристик, застосування механізму класифікації (кластерна модель, метрика, нейронна мережа та ін.).

Виникає проблема обрання оптимального алгоритму для вирішення поставленого завдання [1]. Для динамічного пошуку осіб в відеопотоці необхідна більш складна багаторівнева система, що містить безліч аналізаторів, що працюють з прийняттям рішення методом голосування. Отже, алгоритм повинен вміти ефективно вирізати статичні елементи сцени з можливістю повільної зміни, знаходити фігуру людини при різному освітленні і повороті.

Для реалізації задачі розпізнавання особи на зображенні розроблено програмне забезпечення у вигляді веб-додатку. Програмний продукт надає можливості виявлення присутності людини на зображенні та подальшого знаходження основних точок міміки обличчя особи за допомогою алгоритму Active Shape Models (ASM), який заснований на ітеративному порівнянні зображення з базою еталонів.

Бібліографічні посилання

1. Face Detection a Survey / Erik Hjelmas, Boon Kee Low / Computer Vision and Image Understanding 83, 236–274 (2001) DOI:10.1006/cviu.2001.0921. Режим доступу: <http://www.di.unipi.it/~cardillo/RN1/papers/hjelmas01face.pdf>

EUCLIDEAN COMBINATORIAL CONFIGURATIONS WITH APPLICATIONS

Yakovlev S.V., Pichugina O. S., oksanapichugina1@gmail.com
Kharkiv National Aerospace University

Based on the analysis of modern problems of mathematical modeling of real problems in the form of problems of Euclidean combinatorial optimization (ECO problems) and aiming to solve them, a new class of mathematical objects, called Euclidean combinatorial configurations (e-configurations), as well as e-configuration sets (\mathcal{C} -sets), was introduced that combines concepts of Berge's configurations and e-sets. A \mathcal{C} -set is represented by a composition of mappings translating a finite set of arbitrary combinatorial nature into a finite point configuration. Various methods of the mappings as approaches to modeling \mathcal{C} -sets, including those that keep information about all parameters Berge's configurations, are studied.

The following main characteristics of \mathcal{C} -sets are identified: an inducing multiset (IM), a generating set (GS), and the dimension of the space n , where they are given. The study of the effect of an IM/GS/ n -combination on properties of \mathcal{C} -sets was chosen as the first direction of \mathcal{C} -sets' study, called a structural analysis (SA). The second one is investigating algebraic-topological and metric topological properties of \mathcal{C} -sets and related objects, such as a \mathcal{C} -polytope and a \mathcal{C} -graph.

An exhaustive typology of \mathcal{C} -sets based on SA is presented. Main combinatorial types (T) of e-configurations are singled out in order to offer different approaches to their modeling. Among them, e-configuration of permutations, signed permutations, and partial permutations. Also, there are presented their generalizations, such as e-configurations of polypermutations and polypartial permutations, permutations and arrangements of vectors, as well as their special classes, e.g., e-configurations with and without repetitions, Boolean, ternary, even ones, etc. Among \mathcal{C} -sets, a class of basic \mathcal{C} -sets (\mathcal{C}_b -sets) having most clearly manifested combinatorial structure among \mathcal{C} -sets with given parameters IM/GS/ n /T was singled out, therefore, allowing modeling in terms of

these parameters only. A typology of \mathcal{C} -sets based on their GA is proposed, which key factor is establishing a connection between a \mathcal{C} -set as a finite point configuration, its convex hull, and strictly convex circumsurfaces. In particular, classes of vertex-, surface-located, polyhedral-surface and multi-level \mathcal{C} -sets are singled out, and their interconnection is established.

An issue of modeling \mathcal{C}_b -sets by partitions, set-theoretic operations, and linear transformations over other \mathcal{C}_b -sets is investigated. Within the framework of studying an issue of modeling these sets as a cover or a partition of other \mathcal{C}_b -sets and based on SA and GA, a typology of decomposition methods, as well as some general approaches to the decomposition are offered. GA of \mathcal{C}_b -sets, their convex hulls (\mathcal{C}_b -polytopes) is performed. In particular, \mathcal{C}_b -sets' vertex- and surface locality is explored, and the H-representations of \mathcal{C}_b -polytopes, their redundancy, and extended formulation, are derived. This information, along with results of SA, was used for forming various f-representations of \mathcal{C}_b -sets, thus getting a bunch of euclidean statements of combinatorial problems in terms of polynomial ones.

On vertex-located \mathcal{C}_b -sets, the behavior of functions defined is investigated regarding constructing and comparison of convex extensions from the sets and deriving bound on functions defined on them. The general optimization problem over a vertex-located \mathcal{C} -set is studied. Its equivalent formulation as a minimization problem on the corresponding \mathcal{C}_b -set with convex objective function and convex functional constraints are presented. Peculiarities of applying classical methods of mathematical programming to solving the problems are described.

A new approach to extracting combinatorial structure in placement problems is offered, and new models based on using e-configurations is presented.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБТІКАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПОТЕНЦІАЛЬНИМ ПОТОКОМ

Ясько М. М., nick.yasko@gmail.com

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

Більшість робіт пов'язаних з розрахунками тривимірних тіл потоками нев'язкої нестисливої рідини використовують потенціальну модель (так звані панельні методи). Ця модель зводиться до другої крайової задачі для рівняння Лапласа (задача Неймана) для обчислення потенціалу. Оскільки в задачах гідродинаміки потенціал не має фізичного сенсу, а інтерес являє тільки швидкість, то для обчислення градієнтів часто використовують різні чисельні методики. Це приводить до певних труднощів і до зниження точності отримуваних результатів, особливо у тривимірних задачах. Особливі труднощі виникають при апроксимації поверхні літального апарату трикутниками. Тому в даній роботі розглянуто нове формулювання задачі потенціального обтікання тривимірних об'єктів у термінах швидкості, оминаючи нефізичні величини такі як потенціал.

Постановка задачі може бути сформульована наступним чином. У тривимірному евклідовому просторі існує безкінечна область D , обмежена замкнutoю кусочно-гладкою границею S , що являє собою поверхню літального апарату. В області D існує векторне поле $\vec{V}(x,y,z)=\{V_x, V_y, V_z\}$, яке має неперервні похідні по крайній мірі другого порядку. Будемо вважати, що дане векторне поле є безвихровим, тобто $\Delta \times \vec{V} = 0$. Течію рідини будемо вважати нестисливою, тобто $\nabla \cdot \vec{V} = 0$, що відповідає швидкості літального апарату потоку до $0.5 M_\infty$, тобто приблизно до 160м/c .

Граничні умови приймемо наступним чином. На безкінечності швидкість дорівнює нулю, тобто немає руху. Літальний апарат рухається з постійною швидкістю $V_\infty = \{1,0,0\}$, а на поверхні виконується умова не протікання, тобто $\vec{V} \cdot \vec{n} = -\vec{V}_\infty \cdot \vec{n}$, де \vec{n} є одинична зовнішня нормаль до поверхні S . Задача полягає в тому, що потрібно визначити дотичні

компоненти швидкості на границі S , а також вектор швидкості в будь-якій внутрішній точці області D .

Одним із ефективних методів чисельного розв'язування поставленої задачі є використання методів граничних інтегральних рівнянь, або методів граничних елементів. Граничне інтегральне подання для швидкості потенціального потоку має вигляд

$$\vec{V}_M = \iint_S (\vec{V} \times \vec{n}) \times \nabla F dS - \iint_S (\vec{V} \cdot \vec{n}) \nabla F dS \quad (1)$$

Апроксимація границі області D представлена у вигляді набору N трикутних панелей. Для побудови метода для чисельного розв'язування поставленої задачі використано метод коллокаций. Особливістю даного підходу було те, що не використовувалися інтегральні рівняння, а метод коллокаций був застосований до граничного інтегрального подання (1). У якості точок коллокаций були вибрані точки в середині області, розташовані на малій відстані ε від центру кожного трикутника (граничного елемента).

Тоді (9.7) може бути записана у вигляді

$$\vec{V}_i = \sum_{j=1}^N \vec{V}_j \times \vec{n}_j \times \iint_{S_j} \nabla F dS - \sum_{j=1}^N (\vec{V}_j \cdot \vec{n}_j) \iint_{S_j} \nabla F dS ,$$

а інтеграли по поверхні трикутників S_j обчислювалися аналітично. Таким чином у випадку апроксимації поверхні літального апарату N граничними елементами маємо систему $2N$ лінійних рівнянь з повністю заповненою матрицею. Слід зазначити, що отримана система добре обумовлена, і для її розв'язування використовувався стабілізований метод біспряжених градієнтів BiCGSM.

Більшість сучасних систем автоматизованого керування використовують апроксимацію поверхні тривимірних об'єктів трикутними панелями. При цьому число панелей може бути досить великим. Так біло розглянуто апроксимацію тривимірного крила з 91264 граничними елементами. Кількість лінійних рівнянь в даному випадку була 182528 і для розрахунків потрібно було мати комп'ютер о ОЗУ не менше 250Gb. Тому

для проведення обчислень розроблена програма була модифікована. Матриця системи лінійних рівнянь не зберігалася, а повторно обчислювалася на кожній ітерації (четири рази для методу BiCGSM). Для підтвердження достовірності отриманих даних перевірялося виконання гіпотези Даламбера. Результати перевірки виявилися цілком достатніми з огляду на погрішності обчислень.

Для розрахунків обтікання моделі літального апарату було створено модель показану на рисунку 1.

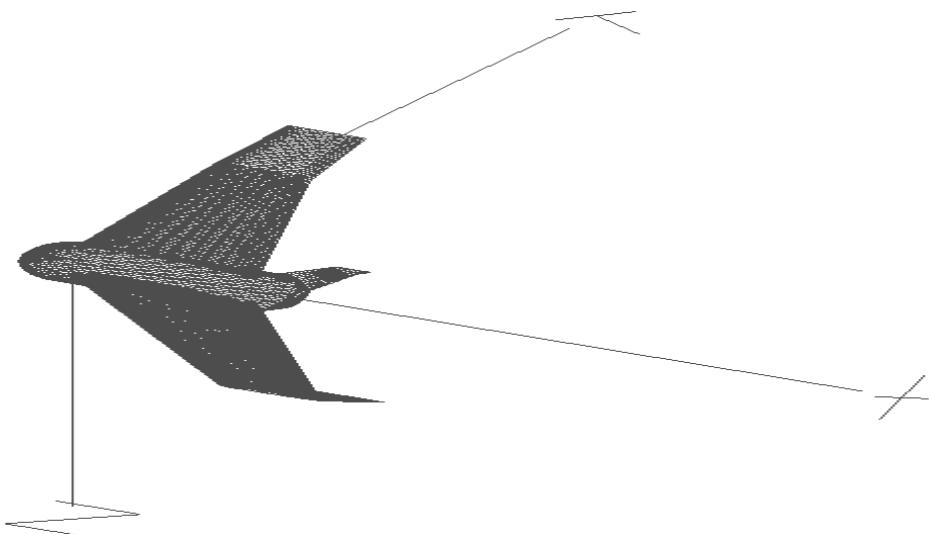


Рис. 1. Апроксимація поверхні літального апарату (18824 трикутників).

Розроблений метод продемонстрував високу ефективність при розрахунках потенціального обтікання літальних апаратів нестисливим ідеальним потоком. З його допомогою можна отримати поле швидкості і коефіцієнт тиску літального апарату при безвідривному обтіканні, тобто при малих кутах атаки. Ці дані можуть бути застосовані при подальших розрахунках тривимірного пограничного шару, або для обмеження області при розрахунках в'язкого обтікання за допомогою рівнянь Нав'є-Стокса.

OPTIMIZATION PACKING PROBLEM: TRANSFORMATION OF KNAPSACK PROBLEM TO OPEN DIMENSION PROBLEM

Yaskov G., yaskov@ukr.net, Pankratov A., Romanova T.

Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems, National Academy of Sciences of Ukraine

Recently, there has been a growing interest in placement problems of arbitrary shaped objects (regular and irregular) in a convex region (container), being NP-hard combinatorial optimization problems. These problems relate to the field of Cutting and Packing and have a wide spectrum of scientific and practical applications, in particular, in additive manufacturing for optimization of product's topology [1], in medicine for automated radio-surgical treatment planning [2].

Waescher et al. introduce the classification of Cutting and Packing problems in [3]. According to the classification two classes of packing problems, Knapsack Problems (KP) and Open Dimension Problems (ODP), are considered depending on characteristics of dimensions (sizes) of a container (fixed dimensions or at least one variable dimension) and the form of objective function (maximum packing factor or minimum size). Let us consider two packing problem formulations.

KP: Given a container C of fixed sizes, a collection of geometric objects $T_i(u_i)$, $i \in I_N = \{1, \dots, N\}$, the problem consists of packing the object collection with maximum packing factor, where u_i is a motion vector of object T_i , $i \in I_N$.

ODP: A collection of objects $T_i(u_i)$, $i \in I_N$, have to be packed into the container C of variable size (area, volume, or a metrical characteristic) that has to be minimized.

We propose an approach to solve KP as ODP. The key idea of the approach based on a homothetic transformation of the given container.

Let $C(\lambda) = \{\lambda x \in \mathbf{R}^n : x \in C\}$, where λ is a scaling parameter.

To describe placement (non-overlapping and containment) constraints we employ phi-function technique [4,5].

A mathematical model of KP can be formulated as the following nonlinear programming problem:

$$\min \lambda \text{ s.t. } v = (\lambda, u_1, u_2, \dots, u_N, u') \in W,$$

$$W = \{v \in \mathbf{R}^{Nn+1} : \Upsilon_{ij}(v) \geq 0, i, j \in I_N, j > i, \Upsilon_i(v) \geq 0, i \in I_N, \lambda \geq 1\},$$

where u_1, u_2, \dots, u_N are motion vectors for objects $T_i(u_i)$, $i \in I_N$, u' is a vector of extra variables (for quasi phi-functions if any), function $\Upsilon_{ij}(v)$, $i, j \in I_N, j > i$, (a phi-function or quasi phi-function) is responsible for the non-overlapping constraint, function $\Upsilon_i(v)$, $i \in I_N$, (a phi-function or quasi phi-function) is responsible for the containment constraints.

A global minimum point $v^* = (\lambda^*, u_1^*, u_2^*, \dots, u_N^*)$ provides packing objects $T_i(u_i^*)$, $i \in N$, into container $C(\lambda^*) \equiv C$.

1. **Leary M.** Optimal topology for additive manufacture: A method for enabling additive manufacture of support-free optimal structures / M. Leary, L. Merli, F. Torti, M. Mazur, M. Brandt // Materials and Design. – 2014. – Vol. 63. – P. 678–690.
2. **Blyuss O.** Optimal Placement of Irradiation Sources in the Planning of Radiotherapy: Mathematical Models and Methods of Solving / O. Blyuss, L. Koriashkina, E. Kiseleva, R. Molchanov // Computational and Mathematical Methods in Medicine. – 2015. – Vol. 2015. – Article ID 142987. – 8 p.
3. **Waescher G.** An improved typology of cutting and packing problems / G. Waescher, H. Haussner, H. Schumann // European Journal of Operational Research. – 2007. – Vol. 183. – P. 1109–1130.
4. **Chernov N.** Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem / N. Chernov, Yu. Stoyan, T. Romanova // Computational Geometry. – 2010. – Vol. 43(5). – P. 535–553.
5. **Stoyan Y.** Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses / Y. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova // Journal of Global Optimization. – 2016. – Vol. 65(2). – P. 283–307.

ЗМІСТ

1. Антоненко С.В., Батурінець А.Г. ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ЧАСОВОГО РЯДУ ДАНИХ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	3
2. Антоненко С.В., Павлов М.С. ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД	5
3. Ахметшина Л.Г., Егоров А.А. СЕГМЕНТАЦІЯ СЛАБОКОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТИ КОХОНЕНА И АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ	7
4. Байбуз О.Г., Дубель О.В. МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ЭКОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНІВ ВОДОЙМИЩА	9
5. Байбуз О.Г., Корочанський С.С. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ХВИЛЬОВИХ РУХІВ РІДИНИ	10
6. Бандура В.М., Черницька О.В. ПОБУДОВА ПОЧАТКОВОГО НАБЛИЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНОЇ ОРБІТИ	12
7. Бердник М.Г. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І МЕТОД РІШЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛООБМІНУ ТІЛ ПІВСФЕРИЧНОЇ ФОРМИ	13
8. Березовский О.А. УСЛОВИЯ ТОЧНЫХ ДВОЙСТВЕННЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ КВАДРАТИЧНЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	15
9. Благун А.В., Білобородько О.І. СТВОРЕННЯ НАБОРУ СТЕГАНОГРАМ ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СЛІПОГО СТЕГОДЕТЕКТОРА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ	17
10. Blyuss O., Marino I.P., Vazquez M.A., Zaikin A. COMPARISON OF TWO LONGITUDINAL ALGORITHMS FOR THE EARLY DETECTION OF OVARIAN CANCER	19
11. Boyko L.T., Kolisnyk K.A. ADAPTATION OF THE ALGORITHM FOR SOLVING THREE-CRITERION OPTIMIZATION PROBLEM TO THE CONDITIONS OF THE REAL PROBLEM	21
12. Бондар А.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕлювання задачі розповсюдження тепла у пластині засобами WEBGL	23
13. Бузовський Є.О., Божуха Л.М. Аналіз методів інверсної кінематики в задачах скелетної анімації	24
14. Варех Н.В., Вольфсон О.Я., Падалка О.А. про допустимі типи розв'язків одного класу диференціально-функціональних систем	26

15. Векленко А.В., Золотъко К.Є. КОМБІНУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	28
16. Верба О.В., Зайцева Т.А., Марченко О.О. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ РУХУ КОНТИНГЕНТУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДНУ	30
17. Vorobel R. PARAMETERIZED TRIANGULAR NORM FOR LOCAL ADAPTIVE IMAGE PROCESSING	32
18. Hart L.L., Lobansteva N.A. THE ITERATIVE GRID ALGORITHMS FOR SOLVING ELLIPTIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS WITH MIXED DERIVATIVES	34
19. Гиль Н. И., Пацук В. Н. СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ КВАЗИ-Ф-ФУНКЦИИ ДЛЯ ЭЛЛИПСОИДОВ	37
20. Гладышко Ю.А., Зайцев В.Г. ПРОГРАМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МОДЕЛЕЙ ОДУ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	39
21. Гловачька Е.Р. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ НА БАЗІ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ З ЕЛЕМЕНТАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	40
22. Говоруха В. Б., Шевельова А. Е. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ ТРИЩИНИ ВЗДОВЖ ЧАСТИНИ ЕЛЕКТРОДА В П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОМУ БІМАТЕРІАЛІ	42
23. Горб А.М., Булана Т.М., Антоненко С.В. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ОБРОБЦІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ	44
24. Городецкий В.Г., Осадчук Н.П. СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОДНОГО КЛАССА	46
25. Гриценко К.Г. НЕЧІТКО-МНОЖИННА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БАНКУ ВІД КІБЕРШАХРАЙСТВ	47
26. Гук Н.А. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПОДВІЙНОЇ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ	49
27. Джанашія Л.Р. ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УПОРЯДКУВАНЬ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЧИСЛА ВИКОНАВЦІВ ПРИ ЗАДАНИХ ДИРЕКТИВНИХ ТЕРМІНАХ	51
28. Дзундза В.С., Михальчук Г.Й. МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОЗМІРНОСТІ	53
29. Диханов С.В., Шаповал І.П. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ САЙТА ЗА ДОПОМОГОЮ WEB-ГРАФА	55

30. Долгіх А.О., Байбуз О.Г. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	57
31. Доновська Н.С. НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТІВ	59
32. Дубовський А.В., Білобородько О.І. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СЕНТИМЕНТ-АНАЛІЗУ ПОВІДОМЛЕНЬ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ	61
33. Дудас В., Мельник Р. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ	63
34. Durante T., Kupenko O.P., Manzo R. ON OPTIMAL BOUNDARY CONTROL PROBLEM FOR A STRONGLY DEGENERATE ELLIPTIC EQUATION	65
35. Євлаков В.І. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ, ПЕРЕГЛЯДУ ТА ДРУКУ 3D МОДЕЛЕЙ	66
36. Єгошкін Д.І., Гук Н. А. АЛГОРИТМ КЛАСИФІКАЦІЇ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ДИНАМІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАНЬ	67
37. Ємел'яненко Т.Г., Пухова А.М. ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ВІДВІДУВАЧІВ РЕСТОРАНІВ ЗА ДАНИМИ ЗМАГАННЯ KAGGLE	69
38. Журбенко Н.Г. О ДВУХ СЕМЕЙСТВАХ СУБГРАДІЕНТНЫХ АЛГОРИТМОВ С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВА	70
39. Зайцев Є.О., Панчик М.В. СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПРЕСУВАННЯ ОСЕРДЯ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ ГІБРИДНИХ ЄМНІСНИХ СЕНСОРІВ	74
40. Зайцева Т.А., Єфремов С.М., Беспалова В.О. РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ НА БАЗІ АЛГОРИТМУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	76
41. Зайцева Т.А., Захарова В.В., Лисиця Н.М., Сірик С.Ф. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПСИХОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ НА ЯКІСТЬ НАВЧАННЯ В АКАДЕМІЧНИХ ГРУПАХ СТУДЕНТІВ	77
42. Зайцева Т.А., Фридман А.Д., Шишканова А.А. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ	79
43. Земляной А.Д. ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ОС WINDOWS 7/8.1/10 НА НОУТБУК LENOVO G580	81

44.	Іванова О.А., Сердюк М.Є.	ЗАДАЧА УСУНЕННЯ ШУМУ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ З ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ	83
45.	Івлев А.С.	ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ БЕЗ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ	85
46.	Карпов І.А., Антоненко С.В.	ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕКСТУ. ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ	87
47.	Кириченко М.С., Антоненко С. В.	РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОРТАЛУ «POPBUZZ» ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНТЕНТУ	89
48.	Кириченко О.В., Кравець П.О.	ПЛАНУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАТРАТ СПОРТСМЕНІВ МЕТОДОМ Q-НАВЧАННЯ	91
49.	Кісельова О.М., Гринченко В.О.	ПОБУДОВА ДВОЇСТОЇ ЗАДАЧІ ДО НЕПЕРЕВНО-ДИСКРЕТНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН	93
50.	Кісельова О.М., Качайкін І.В.	РОЗВ'ЯЗОК ОДНІЄЇ НЕГЛАДКОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ r-АЛГОРИТМУ ШОРА	95
51.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Строєва В.О., Строєва Г.В.	ПРО ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕПЕРЕВНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН	97
52.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Ус С.А., Матяш В.В.	ПРО РОЗВ'ЯЗОК ДВОЕТАПНОЇ НЕПЕРЕВНО-ДИСКРЕТНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ-РОЗПОДІЛЕННЯ	99
53.	Кісельова О.М., Притоманова О.М., Шаравара В.В.	ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ МАМДАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ r-АЛГОРИТМУ	102
54.	Кісельова О.М., Строєва В.О., Строєва Г.В.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ	104
55.	Коваль А.Д., Білобородько О.І.	РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЛІДОГЕНЕРАЦІЇ	106
56.	Козакова Н.Л., Горяний В.Д.	ВПЛИВ НАЯВНОСТІ ОДНОСТОРОННІХ ЗВ'ЯЗКІВ НА ПОВЕДІНКУ ДВОШАРОВОЇ СИСТЕМИ	107

57. Козин И.В., Кривцун Е.В. МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ФРАГМЕНТАРНЫХ СТРУКТУР В ЗАДАЧЕ О ДОСТАВКЕ ГРУЗОВ	108
58. Компанієць А.О., Булана Т.М. РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ЛЮДИНИ	110
59. Корчинский В.М. КОМПРЕССИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	112
60. Косолап М.В., Михальчук Г.Й. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ З РІЗНОРІДНИМ ВАНТАЖЕМ	114
61. Костенко Р.А., Сердюк М.Є. ЗАДАЧА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ ЗА ЦИФРОВИМ ЗОБРАЖЕННЯМ ПРИ МІМЧНИХ ЗМІНАХ ОБЛИЧЧЯ	115
62. Krasnoshapka D.V. EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSTICS OF NETWORK FAULTS ON PERSONAL COMPUTERS	117
63. Крищик Є. П., Турчина В. А. ЗАСТОСУВАННЯ СУФІКСНОГО ДЕРЕВА У РЯДКОВИХ ЗАДАЧАХ	118
64. Кузенков О.О., Совгіренко Т. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕлювання динаміки систем гомогенної структури	119
65. Кузьменко В.І. ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ В МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	121
66. Лаптин Ю.П., Бардадым Т.А. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОЧНЫХ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ	122
67. Лаптин Ю.П., Журбенко Н.Г., Лиховид А.П., Осипенко С.П. ЗАДАЧИ КЛАССИФІКАЦІИ И ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ	123
68. Лобанов О.А., Антоненко С.В. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ГАММА-РОЗПОДІЛУ	124
69. Малишко Д.С., Золотъко К.Э. АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	126
70. Манойло Р.О. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕлювання задач математичної фізики засобами WEBGL	128
71. Матвєєва Н.О. ЗАЛУЧЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФОРМИ СИГНАЛІВ НА ПЛАТФОРМІ JAVA	129

72. Матюха Г.П., Божуха Л.М. ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕЛЬОТУ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ З ДВИГУНОМ МАЛОЇ ТЯГИ МІЖ КРУГОВИМИ КОМПЛАНАРНИМИ ОРБІТАМИ	130
73. Мацишин Є.О., Мацуга О.М. ПРО ВПЛИВ ШУМОВИХ ОЗНАК НА РЕЗУЛЬТАТИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ	131
74. Мацуга О.М., Прісіч М.В. ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ НА ОСНОВІ ЇХ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ	133
75. Меньшиков Ю.Л. ОБ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ФІЗИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	134
76. Мигрина А. М. ПАРАМЕТРИ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДА	136
77. Молібоженко В.А., Білобородько О.І. ВИЯВЛЕННЯ НЕНАДІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	138
78. Нагірна А.М. АЛГОРИТМ ПОШУКУ ЕКСТРЕМУМУ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ	140
79. Нагорнюк Р.А., Волошко В.Л., Волошко Л.В. ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАДРАТУРНИХ ФОРМУЛ В ГРАНИЧНИХ ЗАДАЧАХ ДЛЯ НЕОДНОРІДНОГО БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ	142
80. Наконечная Т.В., Никулин А.В. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ	144
81. Нашильник Б.В., Мацуга О.М. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ АНСАМБЛІВ ДЕРЕВ РІШЕНЬ	146
82. Нечипорук С.В., Чернецький С.О. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМУВАННЯ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЇ ПОЛОСИ АБСОЛЮТНО ЖОРСТКИМ ГЛАДКИМ ШТАМПОМ	148
83. Nuzhna S.A. OPTIMIZATION MODEL FOR THE USE OF CULTIVATED AREAS STRUCTURE BY AGRARIAN ENTERPRISES	150
84. Ободан Н. І., Адлуцький В. Я., Шаповал І.П. ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ТОНКОСТІННИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВИСОКОШВІДКІСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З ТЕХНОГЕННИМИ ОСКОЛКАМИ	152
85. Ободзинский Д.М., Зайцев В.Г. ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ВРЕМЕННОГО РЯДА МЕТОДОМ БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ	154

86. Окушко Ю.М., Сердюк М.Є. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДНОВЛЕННЯ КОЛЬОРІВ ЦИФРОВИХ НАПІВТОНОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ	155
87. Остапюк З.В., Полянська А.О. ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВІДСЛІДКОВУВАННЯ ПОГЛЯДУ	156
88. Панкратов О.В., Романова Т.Є., Панкратова Ю.Є., Урняєва І.А. БАЛАНСНА УПАКОВКА КЛАСТЕРІВ У ПРЯМОКУТНОМУ КОНТЕЙНЕРІ МІНІМАЛЬНОЇ ПЛОЩІ	158
89. Pankratova N.D., Pankratov V.A. CREATION A SCENARIO OF THE COMPLEX HIERARCHICAL SYSTEMS DEVELOPMENT BASED ON THE SYNTHESIS OF METHODOLOGIES OF FORESIGHT AND COGNITIVE MODELLING	159
90. Парчук А.В., Михальчук Г.Й. РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ БІОМЕХАНІКИ РУХУ	161
91. Пасічник А.М., Кутирєв В.В., Мірошиніченко С.В. МЕТОДИКА ФАКТОРНО-РЕЙТИНГОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ	162
92. Пивоваров О.І. Михальчук Г.Й. ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ	164
93. Пікуза П.О., Тонкошкур І.С. МОДЕлювання течії в'язкої ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ РІДINI НАВКОЛО ДИСКА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ	165
94. Пітусь М.В., Басюк Т.М. ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ БІБЛІОТЕКИ	166
95. Плашенко С.О. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОВПЛИВУ ДЕФОРМУВАННЯ БАЛКИ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ НАВАНТАЖЕННЯ	168
96. Повстяний Г.В., Кузенков О.О. ПІДХІД ДО УНІФІКАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ РИС ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ	170
97. Поліщук В.О., Мацуга О.М. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ X-MEANS ТА G-MEANS ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ	172
98. Поліщук К.М., Мацуга О.М. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РАНГОВИХ КРИТЕРІЇВ ЗСУВУ	174
99. Полонская А.Е., Черник Р.В. ЧИСЛЕННО – АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА	175

100. Пономарьова Ю.М. Луценко О.П.	ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ЕМОЦІЙНИХ ОЗНАК З МОВНОГО СИГНАЛУ	177
101. Притоманова О.М., Селищев В.Л., Кісельов М.Я.	ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАДИЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ДІАГРАМ ВОРОНОГО З МЕТОДОМ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН	179
102. Прокопчук Ю.А.	К ВОПРОСУ О КОНЦЕПЦІЇ «СМЫСЛ ИНФОРМАЦІЇ»	182
103. Прокопчук Ю.А., Белецкий А.С.	ЯВЛЯЄТЬСЯ ЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫМ «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»?	184
104. Прудко О.П., Черницька О.В.	КОНСТАНТИ НАЙКРАЩОГО НАБЛИЖЕННЯ ДЛЯ СТЕПЕНЕВИХ ФУНКЦІЙ	186
105. Решетняк В.В.	ВАРИАЦІЙНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКЦІЇ ГРІНА	188
106. Сегеда Н.Є.	АНАЛІЗ КОРЕКТНОСТІ ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОВІДКИ СТУДЕНТА ЗАСОБАМИ VBA	189
107. Семенов В.В., Коєчкін В.О.	МОДЕЛЬ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З НЕЧІТКО ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	190
108. Сергєєв О.С., Магас О.С.	ЕВРІСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ	191
109. Сидор А.Р.	АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ СТАРІЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ	193
110. Сініпалова Д.Д.	ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ	195
111. Сірик С.Ф.	СТАТИЧНА І ДИНАМІЧНА МАРШРУТИЗАЦІЯ	197
112. Степанова Н. І.	ВПЛИВ ПОЧАТКОВОГО НАБЛИЖЕННЯ НА РЕЗУЛЬТАТ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖОРСТКИХ ВКЛЮЧЕНЬ У ТОНКІЙ ПЛАСТИНІ	198
113. Стецюк П.І., Парасюк І.І.	ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА: ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ	200
114. Stoyan Yu.G., Romanova T.E.	PHI-FUNCTIONS AND QUASI PHI-FUNCTIONS FOR MATHEMATICAL MODELING OF IRREGULAR PACKING PROBLEMS	202

115. Stoyan Yu.E., Chugay A.M., Pankratov A.V., Romanova T.E.	PHI-FUNCTIONS AND QUASI-PHI-FUNCTIONS TO MODEL AND SOLVE THE PACKING PROBLEM FOR CONVEX POLYTOPES	203
116. Тимофієва Н.К.	КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ ЯК ВХІДНІ ДАННІ В ЗАДАЧАХ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	204
117. Тимченко I.C., Косухіна О.С., Горай I.B.	МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ТЕРИТОРІЇ ЗА ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАННИМИ	206
118. Titenco D. S., Yurchuk I.A.	CCN-TECHNOLOGY FOR THE OBJECTS RECOGNITION ON THE AERIAL PHOTOGRAPHY	207
119. Турчина В.А., Ключник М.І.	НАБЛИЖЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ ЗВАЖЕНОЇ СУМИ МОМЕНТІВ ЗАКІНЧЕННЯ РОБІТ	209
120. Федій О.Д., Байбуз О.Г.	ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТА	211
121. Філімонов В.В., Мацуга О.М.	АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНИХ ЗНАКІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ	213
122. Хаїтов В.О.	ПОБУДОВА ПИТАЛЬНО-ВІДПОВІДАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	214
123. Хижка О.Л., Виноградов Ю.Б.	ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДОВЕДЕННЯ ПРАВИЛЬНОСТІ ПРОГРАМ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	216
124. Холковський Ю.Р.	ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА СЕРЕДОВИЩ	218
125. Хохлов О.В., Скороход Г.І.	ПОБУДОВА СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СХИЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ ДО ЕКСТРЕМІЗМУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЙОГО АКТИВНОСТІ В СОЦІАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ	220
126. Чугай А.М., Романова Т.Є., Шеховцов С.Б.	ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	221
127. Шаповалова Ю.С., Білозьоров В. Є.	РОЗРОБКА НОВОЇ СТРАТЕГІЇ ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТОЮ, ЯКА БАЗУЄТЬСЯ НА СОЦІАЛЬНІЙ ПОВЕДІНЦІ КОРИСТУВАЧІВ ІНТЕРНЕТ-СПІЛЬНОТИ	223

128. Шевченко А.О., Зайцев В.Г.	РАЗРЕЖЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ОДУ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	225
129. Щебликіна В.В., Божуха Л.М.	ПРО АЛГОРИТМИ ПОШУКУ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБличчя НА ЗОБРАЖЕННІ	226
130. Yakovlev S.V., Pichugina O.S.	EUCLIDEAN COMBINATORIAL CONFIGURATIONS WITH APPLICATIONS	228
131. Ясько М.М.	ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕлювання обтікання літальних апаратів потенціальним потоком	230
132. Yaskov G., Pankratov A., Romanova T.	OPTIMIZATION PACKING PROBLEM: TRANSFORMATION OF KNAPSACK PROBLEM TO OPEN DIMENSION PROBLEM	233

Підписано до друку 13.11.18. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк цифровий. Ум.друк.арк. 15,25. Тираж 150 пр.

Видавництво і друкарня ПП «ЛІРА ЛТД».

49107, м. Дніпро, вул. Наукова, 5.

Свідоцтво про внесення до Держреєстру

ДК № 6042 від 26.02.2018.
