



Дніпровський національний університет ім. О.Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



**Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»
МОН України і НАН України**



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



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

XV міжнародна науково-практична конференція

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
(MPZIS-2017)**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

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

22-24 листопада 2017 року

Дніпро, Україна

УДК 519.7:004.89
М 34

Міжнародний науковий комітет

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

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Тези доповідей XV Міжнародної науково-практичної конференції MPZIS-2017, Дніпро, 22-24 листопада 2017 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Д.: ДНУ, 2017. – 244 с. – Текст: укр., рус., англ.

М 34 Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем: Тезисы докладов XV Международной научно-практической конференции MPZIS-2017, Днепр, 22-24 ноября 2017 г. / Под общ.редакцией Е.М. Киселевой – Д.: ДНУ, 2017. – 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.

Ежегодная международная научно-практическая конференция «Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем» (MPZIS) является актуальным и востребованным форумом специалистов по прикладной математике, интеллектуальных систем принятия решений, системного анализа, новейших информационных технологий. 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, проф.

Кісельова Олена Михайлівна – чл.-кор. НАН України, декан факультету прикладної математики ДНУ, д-р фіз.-мат.наук, проф.

**вчений секретар
члени**

Кузенков Олександр Олександрович – канд.фіз.-мат.наук.

Н.І. Ободан – д-р тех.наук; О.Г. Байбуз – д-р тех.наук; Н.А. Гук – д-р фіз.-мат.наук; Л.Л.Гарт – д-р фіз.-мат.наук; В.А. Турчина – канд.фіз.-мат.наук; О.М. Притоманова – канд.економ.наук; Н.Є. Сегеда – ст.викладач; Н.В. Балейко – пров. інж; Н.Є. Яцечко – пров.інж; О.В. Пелех – лаборант.

Адреса

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Оргкомітету:

Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики

пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна

телефон: +38056 7451411

e-mail: mpzis@i.ua

URL : mpzis.dnu.dp.ua

© Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, 2017

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ ВНЗ

Аксьонов В.С., grafmailgraf@gmail.com

Дніпровський державний технічний університет

Автоматизація процесу адміністрування освітньої діяльності в закладах освіти є важливою задачею в рамках сучасного процесу модернізації освіти. Загальна задача автоматизації поділяється на певну кількість різних задач керування: планування, обліку та звітності того чи іншого процесу в освітній діяльності.

Однією з важливих серед вищезгаданих задач є задача автоматизованої побудови навчального плану спеціальності. Складність її полягає в тому, що при застосуванні методів лінійного програмування не вдається безпосередньо скористатися стандартними методами розв'язання задачі лінійного програмування. Це пов'язано з тим, що необхідно враховувати порядок слідування дисциплін, тобто структурно-логічну будову спеціальності.

В даній роботі пропонується методика анонсована в [1] розв'язання цієї задачі, яка дозволяє шляхом перетворення задачі на серію задач, що не обумовлені внутрішніми логічними зв'язками навчальних дисциплін. Ця методика може застосовуватися не тільки для задачі моделювання навчального плану, але й інших задач, що мають структуру подібну до задач лінійного програмування та не можуть бути зведені до неї через внутрішні зв'язки між змінними такими, що не виражаються нерівностями обмежень.

Вищезгадана методика полягає у наступному.

Для будь-якої задачі, що структурно відповідає стандартній задачі лінійного програмування та містить певні зв'язки змінних, які неможливо виразити нерівностями обмежень, необхідно знайти критерій, який би дозволив однозначно розділити змінні на класи, що не містять зв'язків. Крім того цей критерій повинен явно вказувати на те, який клас містить змінні, від яких за-

лежить більшість інших змінних, а також який клас містить такі змінні, від яких не залежить жодна інша змінна.

Іншими словами, необхідно ввести таку вагову функцію, що визначить пріоритетність впливу кожної змінної на інші змінні, та забезпечить відсутність однакових значень для жодної пари змінних, що мають певний зв'язок. Для цього, зваживши всі змінні, їх розбиваємо на класи змінних рівної ваги. З умови для побудови вагової функції витікає те, що жодна пара змінних, у межах класу, не має зв'язків. Отже, для кожного з цих класів змінних можна побудувати задачу лінійного програмування та розв'язати не порушивши умову зв'язку між змінними. Однак, щоб забезпечити вплив одного класу змінних на інший, слід будувати та розв'язувати задачі лінійного програмування для класів змінних, вагові коефіцієнти яких впорядковано у спадну послідовність, починаючи з максимального.

Для забезпечення цілісності результату при послідовному впорядкованому розв'язанні задач, що відповідають розбиттю змінних на класи, слід враховувати результати розв'язку попередньої задачі лінійного програмування, при побудові наступної. Такий зв'язок забезпечується шляхом внесення вже знайдених на попередніх кроках значень змінних, як сталі значення у рівняннях обмежень нової задачі.

Таким чином, за допомогою пропонованої методики, можливо отримувати допустимі розв'язки початкової задачі.

Запропонований підхід за певну скінчену кількість кроків дасть змогу визначити “майже оптимальний” розв'язок розглядуваної задачі.

Бібліографічні посилання

1. **Аксьонов В.С., Олійник Л.О.** Використання елементів параметричного програмування при моделюванні процесу формування навчального плану // Питання прикладної математики і математичного моделювання: Збірник наукових праць ДДТУ, 2016, сс. 155-158

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ВАЛЬДА

Антоненко С.В., Байбуз О.Г., Бегарь М.А.

Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Авторами предложена технология проведения сравнительного анализа показателей надежности изделий авиационно-космической техники с использованием метода последовательного анализа Вальда. Суть технологии состоит в том, что в качестве основной и альтернативной гипотезы выбираются показатели, полученные методом I и методом II. Если в результате последовательного анализа принимается гипотеза H_0 , отдается предпочтение методу I, в противном случае – методу II. Для принятия окончательного решения может понадобиться усеченная процедура последовательного анализа.

В методе последовательной проверки отказываются от постоянного объема выборки, и ограничивают эту величину в процессе эксперимента в зависимости от результатов уже выполненных наблюдений. Устанавливается некоторое правило, которым руководствуются при принятии на каждой стадии эксперимента одного из трех решений: принять гипотезу H_0 ; отвергнуть гипотезу H_0 ; продолжить эксперимент и провести дополнительное наблюдение.

Для принятия решения о совпадении параметров распределений необходимо было разработать планы испытаний и определить среднее число наблюдений для принятия окончательного решения.

Вычислительные схемы принятия решения о параметрах сплайн-экспоненциального распределения были реализованы, например, для принятия решения о параметрах сплайн-распределения Вейбулла по данным об отказах системы ЦГВ-10 самолета ИЛ-62. На основе оценок параметров сплайн-распределения Вейбулла с двумя узлами, полученных методом максимального правдоподобия и методом наименьших квадратов,

принималось решение о том, какому методу оценки параметров отдать предпочтение в условиях ограниченного объема данных.

Применим метод последовательного анализа для обработки результатов восстановления сплайн-распределения. Зададимся ошибками первого и второго рода: $\alpha = 0.025$; $\beta = 0.025$. Для вычисленных двух векторов параметров распределения результаты анализа приведены на рис.1.

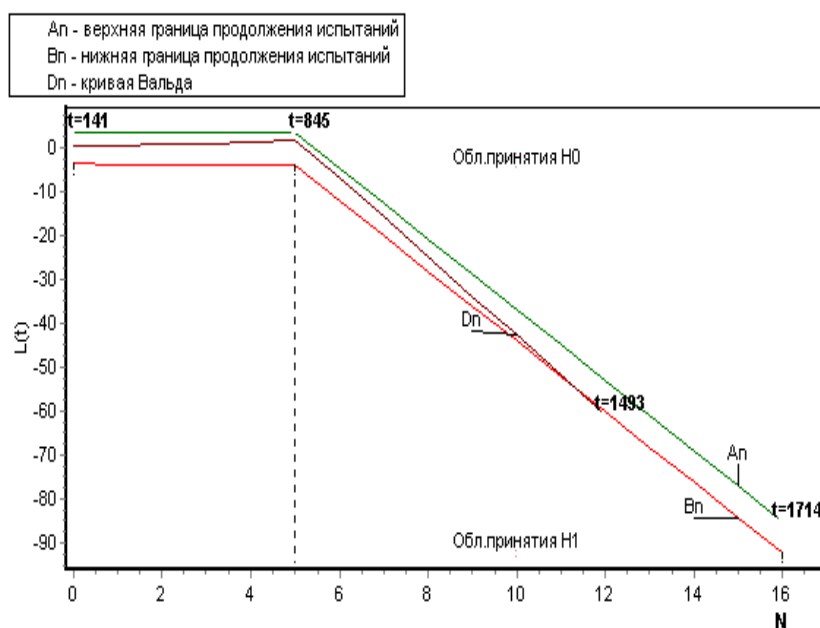


Рис.1 – Результаты последовательного анализа сравнения параметров сплайн-распределения Вейбулла для аппаратуры ЦГВ-10

На каждом шаге значения D_n принадлежат промежутку $[A_n, B_n]$. Это свидетельствует о том, что при данном объеме наблюдений разница между результатами восстановления сплайн-распределения Вейбулла с двумя узлами по данным об отказах авиатехники методом максимального правдоподобия и методом наименьших квадратов не является существенной. Однако наблюдается тенденция к приближению значений D_n к значениям A_n , а значит, при увеличении объема данных об отказах, скорее всего, будет отдано предпочтение только одному из методов.

ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПРИ АНАЛІЗІ ДАНИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

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

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

З метою вивчення та накопичення інформації щодо процесів формування та зміни характеристик водних об'єктів використовують гідрогеологічний моніторинг.

Оцінка ресурсів, аналіз поточного стану та прогнозування з метою передбачення зміни стану водних ресурсів, в тому числі негативного впливу діяльності людини, вимагають суттєвих математичних обчислень, використання математичних методів та моделей для досягнення точності результатів для подальшого аналізу та прийняття рішень.

Аналіз та прогнозування стану водних ресурсів полягає в вирішенні задач прогнозування часових рядів. Важливими залишаються питання вибору та удосконалення методів та алгоритмів обробки часових рядів, оскільки вже відомі методи та моделі не завжди здатні давати результати необхідної точності.

Моделі часових рядів поділяють на статистичні моделі, де залежність майбутнього значення від минулого задається в вигляді деякого рівняння, та структурні моделі, де залежність задається у вигляді певної структури і правил переходу по ній. В сучасних умовах перспективними є структурні моделі, але в них теж є недоліки: відсутність прозорості; складність вибору архітектури; жорсткі вимоги до навчальної вибірки. Труднощі створення нових методів, моделей та алгоритмів викликані через складність структури статистичних даних. На сьогоднішній день найбільш поширеними моделями прогнозування є авторегресійні моделі, а також нейромережеві моделі. Однією з популярних сучасних тенденцій в області створення моделей прогнозування є створення комбінованих моделей і методів.

Створення багатоцільової інтелектуальної системи гідрогеологічного моніторингу обумовлюється накопиченням великого об'єму даних, що представлені у вигляді часових рядів з набором відповідних параметрів, необхідністю оперативного та точного опрацювання цих даних для прийняття рішень.

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СЕГМЕНТАЦИИ СЛАБО-КОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА НА ОСНОВЕ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ

Ахметшина Л.Г., akhmlu1@gmail.com, Егоров А.А., egorov@mayak.dp.ua
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Введение. При обработке изображений часто приходится сталкиваться с необходимостью выполнения их сегментации. Решение этой достаточно сложной задачи неоднозначно и зависит от многих факторов. Одним из распространенных способов выполнения сегментации является кластеризация с последующей визуализацией ее результатов. При выполнении кластеризации интерес представляет использование карты Кохонена. В работе [1] визуализация результатов нейро-фаззи кластеризации осуществлялась на основе сингулярного разложения.

Постановка задачи. В данной работе предлагается применение сингулярного разложения для повышения чувствительности сегментации слабоконтрастных изображений сетью Кохонена.

Решение задачи. Алгоритм предложенного метода сегментации:

1. Кластеризация картой Кохонена исходного изображения.
2. Удаление «мертвых» и слияние нейронов на основе средней разности расстояний между весами нейронов [2].
3. Формирование «функции принадлежности» для каждого экземпляра исходных данных к классам (представлены весами нейронов) на основе Евклидова расстояния [2].
4. Сжатие полученной функции принадлежности путем автоматизированного слияния близких (на основе меры расстояний) центров кластеров и функций принадлежности к ним, ее интерпретация как многомерного изображения и объединение его с исходным снимком. Применение сингулярного разложения для полученного многомерного изображения с автоматическим отбором наиболее значимых столбцов матрицы левых сингулярных векторов [1].

5. Формирования полутонового выходного изображения на основе слияния наиболее значимого столбца матрицы левых сингулярных векторов с остальными.

Экспериментальные результаты представлены на примере сегментации слабоконтрастного медицинского изображения (рис. 1 а – спин-решетчатая T1 релаксация ЯМР участка головного мозга). Применение предложенного алгоритма (рис. 1 в) позволяет повысить детализацию результатов сегментации по сравнению с осуществлением визуализации на основе сравнения с исходными данными (рис. 1 б)

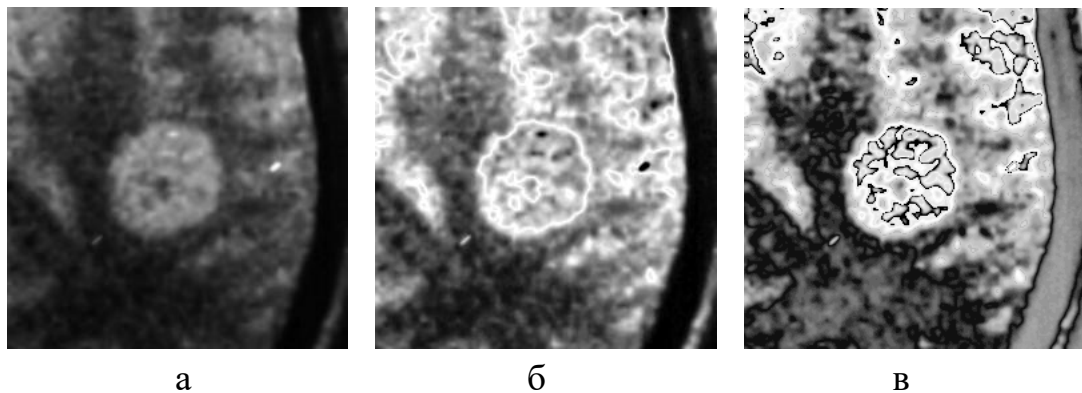


Рис. 1. Сегментация медицинского снимка: а – исходное изображение; б – визуализация на основе сравнения с исходными данными; в – применение предложенного алгоритма

Литература

1. Ахметшина Л.Г. Метод адаптивной визуализации при сегментации изображений на основе сингулярного разложения // Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров / Искусственный интеллект. – 2015. – № 4. – С. 489 – 496.
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.

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ МУЗЕЮ ІСТОРІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Байбуз О.Г., Єфімов В.М.

vk.yefimov@gmail.com

Дніпровський національний університет ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

При створенні музею комп'ютерної техніки та програмування серед його експонатів необхідно залучати не тільки технічні артефакти, що демонструють історію виникнення і вдосконалення комп'ютерної техніки, а й наглядні матеріали, які дозволять простежити за тим, як ця техніка змінювала повсякденне життя людини. На наш погляд експонати музею повинні відобразити безпрецедентний, з точки зору історії, прогрес в розвитку комп'ютерної техніки, а на її основі – інформаційних технологій, через призму сприйняття свідків новітньої історії. .

На думку авторів концепт створення музею повинен мати декілька взаємозалежних паралелей, а саме: історію появи обчислювальних та комп'ютерних систем; розвиток системного забезпечення; розвиток інструментального та програмного забезпечення; інтеграцію апаратних та інформаційних технологій.

У першій паралелі необхідно зосередитись на історичних фактах створення систем обрахунку від абака до арифмометра, залучаючи машини Бебіджа та концепцію абстрактної універсальної обчислювальної «машини Т'юринга». Далі необхідно представити розвиток електронних обчислювальних машин з 40-х років пришлого століття як розбиті на сім поколінь з нульового до шостого.

Друга паралель повинна містити історію змін в операційних системах як програм, що забезпечують раціональне використання комп'ютерних систем зручним для користувача чином.

На третій паралелі залежно від покоління розвитку електронної обчислювальної техніки та операційної системи пропонується приклади реалізації мов та систем програмування. При цьому привілеї віддаються прикладам програмного коду різних мов програмування.

І, на кінець, четверта паралель містить інформацію новітньої історії обчислювальної техніки, а саме: інтеграцію апаратних та інформаційних технологій. В цій лінійці необхідно відобразити мережеві технології, починаючи з історії 1971 року, коли співробітниками Масачусетського технологічного інституту було розроблено перша програма для відправки електронної пошти мережею.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА

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

Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

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

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

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

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

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

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

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ r -АЛГОРИТМА В ЗАДАЧАХ С КРИТИЧЕСКИМИ МНОЖИТЕЛЯМИ

Бардадым Т.А., Журбенко Н.Г., Ивличев А.В., Лиховид¹ А.П.
tbardadym@gmail.com

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

Введенное сравнительно недавно понятие критических множителей Лагранжа детально исследовалось в трудах Измаилова А.Ф., Солодова М.В. и других авторов (см., например, [1]). Такие множители наблюдаются при нарушении условий регулярности в задачах условной оптимизации и могут существенно влиять на скорость сходимости вычислительных процедур, основанных на методе Ньютона. Цель данной работы – проверка корректности использования r -алгоритма Н.З. Шора при решении подобных задач. Понятно, что использование r -алгоритма не устраняет проблему нерегулярности. Вопрос состоит в том, обеспечивает ли r -алгоритм необходимую точность решения вспомогательных задач безусловной минимизации в ситуации нерегулярности системы ограничений. Для численного исследования была взята программная реализация r -алгоритма AMPLRALG для среды AMPL (авторы Журбенко Н.Г., Лиховид А.П. [2]). Оказалось, что при использовании метода модифицированной функции Лагранжа для решения вырожденных задач условной оптимизации r -алгоритм обеспечивает необходимую точность решения подзадач и может использоваться для исследования поведения двойственных переменных при наличии критических множителей.

Список литературы

1. **Izmailov A.F., Solodov M.V.** Critical Lagrange multipliers: what we currently know about them, how they spoil our lives, and what we can do about it // TOP. – 2015. – V. 23. – Issue 1. – P. 1–26.
2. **AMPL-oriented programs of nonsmooth optimization** [Electronic resource]: https://www.incyb.kiev.ua/file/NonDiffOpt_Nurm/index_r.htm

¹ Работа выполнена при поддержке Volkswagen Foundation (грант № 90 306 - три первых автора) и НАН Украины (проект № 0116U004558 - четвертый автор).

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua,
Куфальська М.О., kufalskam@gmail.com,
НУ "Львівська політехніка"

На даний час однією з найбільш важливих складових менеджменту підприємства є елемент управління персоналом, який передбачає ефективне управління працівниками та їх діяльністю, забезпечення та підтримку привабливості підприємства. В умовах сучасної ринкової економіки ця сфера потребує системності та завершеності на основі впровадження як удосконалених так і нових методів і форм кадрової роботи. Кожне підприємство ставить собі за ціль підвищити продуктивність праці для отримання максимального прибутку. З огляду на те, важливою проблемою є інвестування не лише в новітні технології та сучасне устаткування, а і в персонал [1].

Останнім часом, спостерігається тенденція при якій у висококонкурентному бізнес-середовищі стрімко ростуть потреби підприємств у висококваліфікованих співробітниках, посилюється попит на «розумний» рекрутинг та збереження в штаті спеціалізованих та талановитих працівників. Саме тому, сегмент побудови систем управління персоналом є одним з тих який найбільш швидко розвиваються на світовому ринку бізнес-додатків.

Під час аналізу літературних джерел виявилось, що проблема мотивації трудової діяльності має вирішальне значення. А саме, відношення працівника до роботи, в основному, залежить від того якими мотивами він керується і як розуміє свою трудову діяльність. Тому вивчивши внутрішні механізми мотивації працівників, підприємство отримає можливості проведення ефективної політики в сфері трудових відносин та зможе сприяти професійному росту співробітників.

З огляду на те, актуальною задачею є розробка системи, яка дозволить автоматизувати роботу hr-відділів шляхом визначення та підвищення мотивації працівників.

На початку дослідження було проведено системний аналіз із використанням об'єктного підходу, що дало змогу побудувати множину діаграм, які відображають як функціональність системи так і основні шляхи її технічної реалізації. На рис.1. наведена діаграма прецедентів, яка відображає основну функціональність проектованої системи. Основними зовнішніми сутностями при цьому є: користувач, бухгалтер, менеджер, HR-спеціаліст.

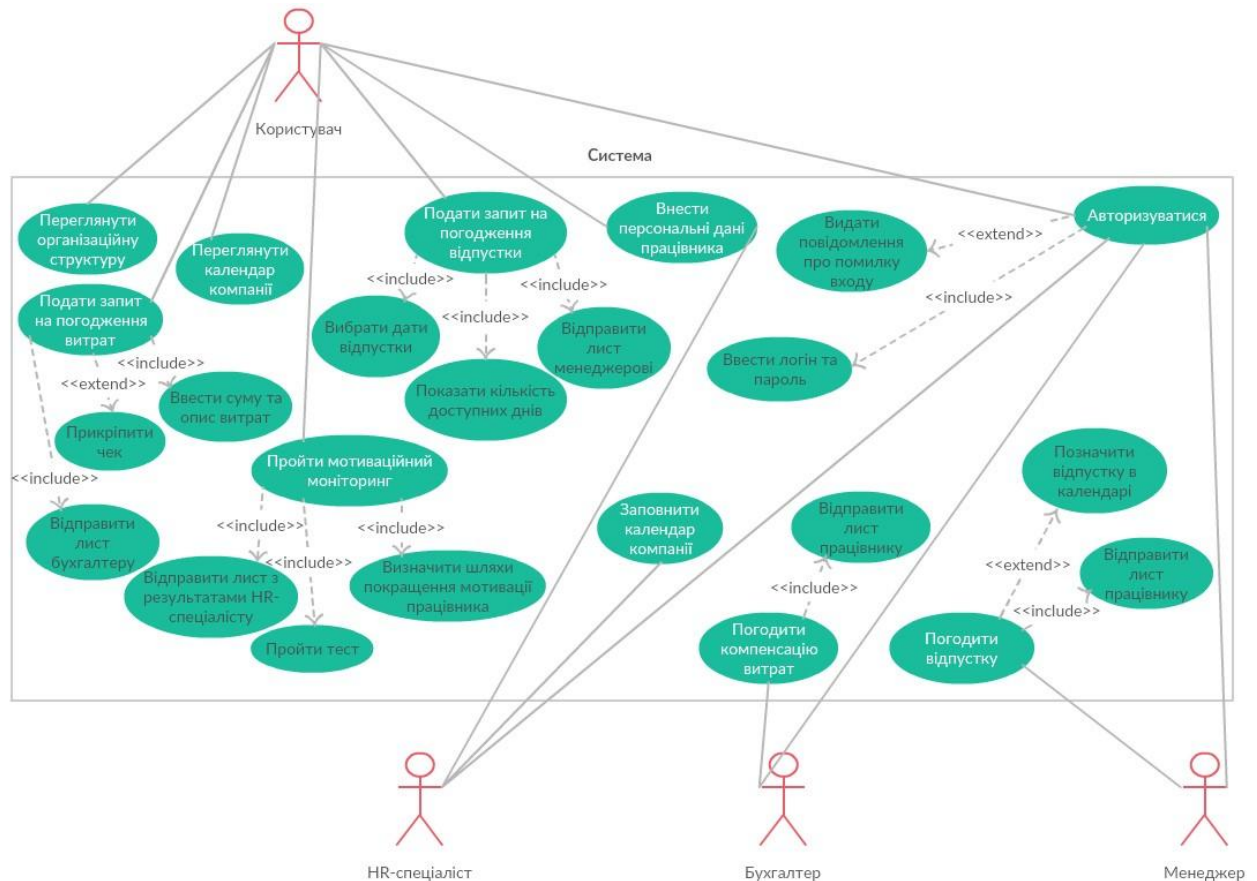


Рис. 1. Діаграма прецедентів

Вирішення поставленої задачі дозволить спроектувати інтелектуальну інформаційну систему моніторингу людських ресурсів підприємства, що дозволить як оптимізувати ефективність роботи hr-відділів, так і збільшити привабливість підприємства для існуючих та потенційних працівників.

Бібліографічні посилання

1. Балабанова Л.В. Управління персоналом: [Підручник] / Л.В. Балабанова, О. В. Сардак. – Київ : Центр учбової літератури, 2011.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Басюк Т.М., taras.m.basyuk@lpnu.ua, **Питленко Т.Є.**, ptaraslen@gmail.com,
НУ "Львівська політехніка"

Останнім часом, завдяки комп'ютеризації та глобалізації стрімко розвиваються технічні науки, особливо комп'ютерні. Постійно з'являються нові мови програмування, фреймворки та бібліотеки [3]. З розвитком наук, зростає потреба як ефективних способів навчання так і перевірки знань. Для автоматизації процесу отримання та перевірки знань розробляються комп'ютерні системи, які допомагають виявити прогалини в знаннях та заповнити їх шляхом повторення та структурування.

При цьому, зручність та точність зазначених систем є важливим фактором, що напряду впливає на визначення успішності студентів. Додатковими функціями останніх можуть бути: виведення правильної відповіді та її пояснення у випадку коли користувач обрав неправильну; відображення посилань на ресурси з додатковою інформацією; перевірка імовірності знання користувачем вірної відповіді. Проведений аналіз показав, що для реалізації зазначених функцій доцільно використовувати певні алгоритми та методи [2]. А саме, для групування тестових питань за різними критеріями доцільно використовувати фасетний метод класифікації, а для перевірки імовірності знання правильної відповіді – теорему Баєса.

Результатом проведеного аналізу публікацій, виявилось, що основними функціями, які необхідно передбачити в проєктованій системі є: проведення тестування за допомогою кількох видів питань (питання з багатьма варіантами відповіді, питання типу «правда/неправда», відкрите питання); відмінні режими тестування (навчальний (заповнення прогалин у знаннях) і контрольний (визначення знань); можливість отримання короткої теорії, або посилань на ресурси з визначених тем.

З метою проєктування системи було проведено системний аналіз предметної області з використанням об'єктного підходу та побудовано

множину діаграм. Зокрема, на рис.1. відображена діаграма послідовності проєктованої системи, що показує взаємодію об'єктів впорядковану за часом.

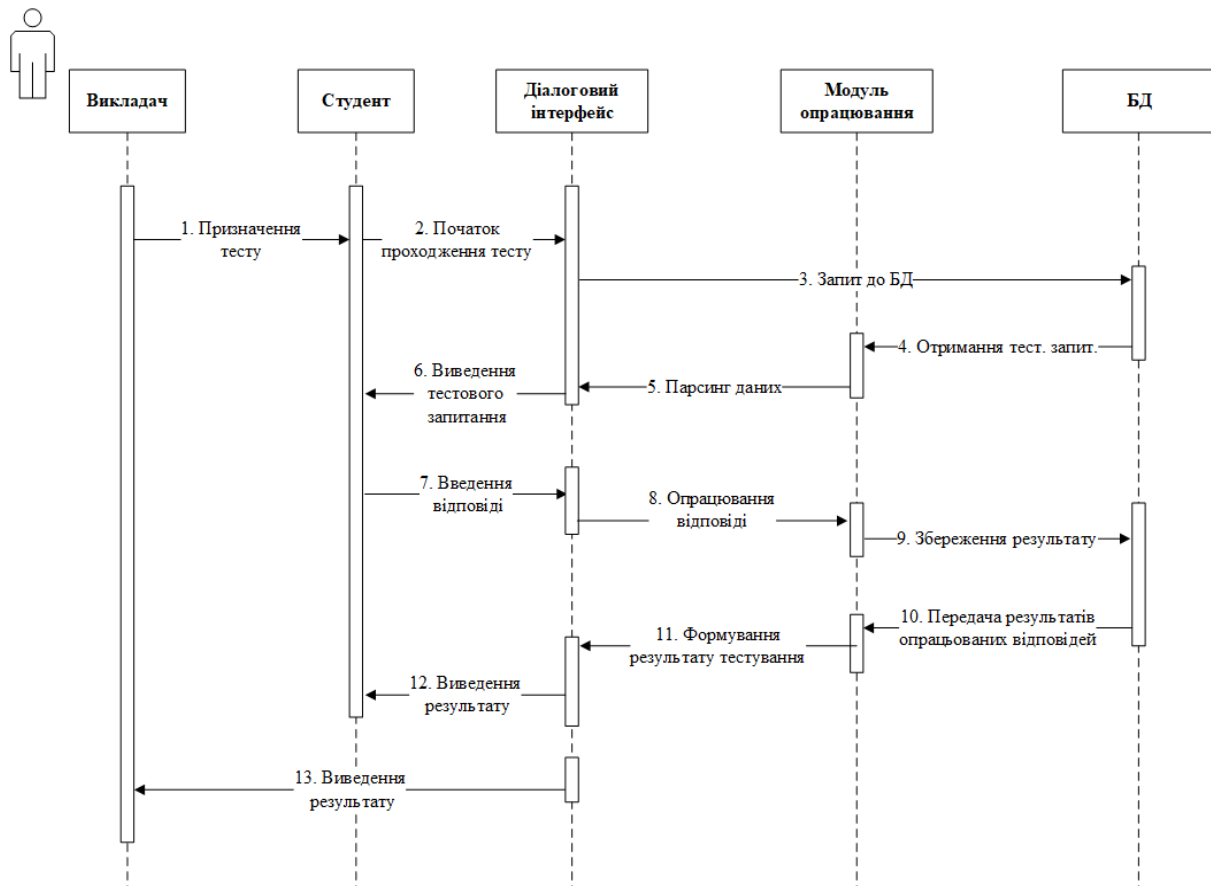


Рис. 1. Діаграма послідовності

Основними акторами на якій є: викладач (здійснює розроблення тестів та їх налаштування у відповідності із темами) та студент (проходить тестування та отримує пояснення до питань на які було вказано невірну відповідь). Підсумовуючи можна сказати, що вирішення поставленої задачі дозволить спроектувати систему перевірки знань студентів, що сприятиме підвищенню рівня їх підготовки в конкурентному середовищі

Бібліографічні посилання

1. **Ортинський В.Л.** Педагогіка вищої школи /Ортинський В.Л. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 472 с.
2. **Катренко А.В.** Системний аналіз : підручник / Катренко А. В. – Львів : Новий Світ 2000, 2009. – 396 с.
3. **Красильникова В.А.** Теория и технологии компьютерного обучения и тестирования: [монография] / В. А. Красильникова. – М. : Дом Педагогики, 2009. – 339 с.

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЯК ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ДАНИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГА

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

В сьогоденні все більшої актуальності в різних областях людської діяльності набуває обробка, аналіз та прогнозування часових рядів.

При розв'язанні задач визначення подібності, групування та подальшого аналізу часових рядів одним з актуальних підходів є кластерний аналіз. Значною перевагою кластерного аналізу як інтелектуального аналізу даних є відсутність необхідності апріорних знань та припущень про склад і структуру часового ряду.

Не зважаючи на активні дослідження у цій галузі, існують невирішені досі задачі, такі як вибір способу подання часових рядів, визначення міри подібності, розробка ефективних алгоритмів кластеризації, аналіз багатовимірних часових рядів тощо.

Труднощі розробки достовірних методів та моделей при аналізі та прогнозуванні часових рядів, в основному, пов'язані зі складним характером відповідних статистичних даних.

Обробка та аналіз накопичених даних є досить складною задачею, яка потребує суттєвих математичних обчислень, тому виникає потреба в прикладних програмних засобах, які в свою чергу, повинні задовольняти специфічні потреби для кінцевих користувачів.

Однією з прикладних областей, де має важливе значення обробка та аналіз часових рядів, є гідрогеологічний моніторинг. Аналіз стану водних ресурсів є важливим соціальним та економічним питанням будь-якої країни. Використання прикладних програм та систем для аналізу даних моніторингу, прогнозування майбутньої поведінки тих чи інших показників водних ресурсів вже не є додатковими засобами, але є необхідністю для швидкого отримання більш точних результатів.

ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ З ВИКОРОСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ АСИНХРОННОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Бердник М. Г., Пашковський І.В., MGB2006@ukr.net

Державний вищий навчальний заклад

“Національний гірничий університет”

Ефективні методи зберігання та обробки розріджених матриць протягом останніх десятиліть викликають інтерес у широкого кола дослідників. Робота присвячена обчисленню розріджених матриць, що здійснюється за допомогою алгоритмів обробки матриць. В ході роботи були розроблені блок-схеми та програмне забезпечення, на мові C#, для роботи з розрідженими матрицями для наступних операцій:

- транспонування;
- додавання розріджених матриць;
- множення розріджених матриць;
- множення розрідженої матриці на щільний вектор.

Відповідно до структури збереження розріджених матриць (Coordinatelist (COO), Dictionaryofkeys (DOK), Listoflists (LIL)) було реалізовано оптимізовані алгоритми обробки матриць. Для прискорення роботи програми була використана технологія асинхронного програмування. Асинхронне програмування виконувалося завдяки бібліотеці System.Threading.Tasks.Parallel розташованій в збірці mscorlib.dll. Використовувався метод Invoke() класа Parallel. Ця технологія дозволила розпаралелити наступні алгоритми: множення розріджених матриць; множення розрідженої матриці на щільний вектор.

Обчислювальні експерименти проводилися з використанням наступної інфраструктури, характеристики якої наведені у табл. 1.

При аналізі результатів було помічено що спеціальні алгоритми обробки розріджених матриць працюють набагато швидше ніж їхні аналоги для

обробки звичайних щільних матриць (рис. 1). І чим більша розрідженість вхідних матриць тим ефективніше працюють реалізовані алгоритми.

Таблиця 1

Процесор	Intel(R)Core(TM)2 Duo CPU E6550 @ 2.33GHz
Пам'ять	4 Gb
Програмне середовище	Visual Studio 2015
Операційна система	Windows 7 x64

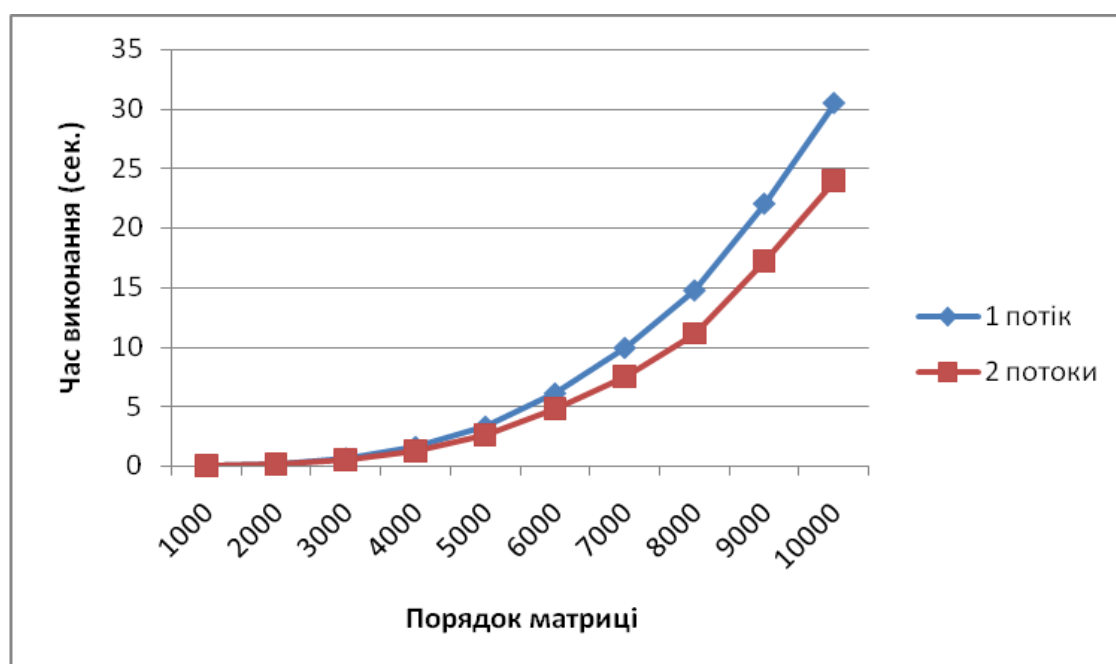


Рис. 1. Порівняння часу множення розріджених матриць.

І навпаки, чим щільніша матриця, тим ефективніші будуть стандартні алгоритми її обробки. В загальному випадку слід враховувати структуру матриці перед тим, як використовувати той чи інший підхід для її обробки.

Отримані результати можуть бути використані при розв'язанні задач лінійної та нелінійної оптимізації, де вхідними параметрами є розріджені матриці. Ще однією із сфер застосування є чисельні реалізації методів математичної фізики, а саме при застосуванні: методу кінцевих елементів та методу сіток.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ВИДАЛЕННЯ ТУМАНУ В ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Беркут В. Г., vadimberkut8@gmail.com, **Сердюк М.Є.**, me_serdyuk@i.ua
Дніпровський національний університет ім.Олеса Гончара (www.dnu.dp.ua)

Цифрові зображення, отримані на відкритому повітрі, зазвичай мають погіршену видимість через особливості природного середовища, в якому вони були отримані. В більшості випадків в якості негативних факторів, що впливають на видимість, виступають туман, димка, дощ та сніг [1]. Туман являється найбільш розповсюдженою проблемою в сценах відкритого середовища. Присутність туману на цифрових зображеннях призводить до помилок в роботі алгоритмів комп'ютерного зору, які використовуються в системах розпізнавання осіб, виявлення об'єктів, сегментації зображень, відеоспостереження тощо. Тому видалення туману є важливою задачею попередньої обробки зображень.

В туманних погодних умовах колір та контраст зображень значно погіршується. Погана видимість зумовлена затуханням світла, що рухається від точки сцени, та розсіюванням світла, що рухається від джерела світла, навколишнім середовищем. Математично туман виражається експоненціальною функцією відстані від камери до сцени. Тому для видалення туману необхідно дати оцінку глибини сцени.

Метою даної роботи являється розробка комп'ютерної системи для автоматичного видалення туману з цифрових зображень. Для видалення туману пропонується три методи. В першому методі використовується статистика незатуманених зображень. Вона базується на ключовому спостереженні – більшість локальних областей на незатуманених зображеннях містять пікселі, що мають низьку інтенсивність хоча б по одному кольоровому каналу [3]. Використовуючи дану статистику та модель структури туману, на зображеннях можна безпосередньо з зображення оцінити щільність туману та відновити видимість на сцені. Результати,

отримані на широкому спектрі затуманених зображень, демонструють ефективність даного підходу.

Другий метод відрізняється способом оцінки товщини туману, і використовує ту ж саму модель формування туману, що і в першому підході. Оцінка товщини туману виконується на основі медіанного каналу, що знаходиться для кожного пікселя зображення [2]. Даний метод призначений покращити метод темного каналу для запобігання виникнення ефекту ореолу на результуючому зображенні.

Третій метод являється покращенням методу темного каналу. В ньому вводиться крок попередньої та після обробки [4]. Спочатку застосовується контрастно-обмежена еквалізація гістограми (CLAHE) для покращення локального контрасту на зображенні. Далі застосовується видалення туману методом темного каналу. В кінці застосовується адаптивна гама корекція для відновлення контрасту та кольорів сцени. Результати демонструють значний приріст в якості вихідних зображень.

На основі описаних методів було розроблено програмне забезпечення на мові C# для автоматичного видалення туману на цифрових зображеннях. Тестування програми на різних зображеннях з туманом показало, що представлені методи успішно справляються із задачею видалення туману. В той же час для деяких зображень було отримано менш якісні результати. В подальшому передбачається застосування нових підходів до вирішення даної задачі.

Бібліографічні посилання

1. **Apurva Kumari**, S. K. Sahoo. Real Time Visibility Enhancement for Single Image Haze Removal. Eleventh International Multi-Conference on Information Processing-2015.
2. **Hyun-Jin Kang**, Young-Hyung Kim and Yong Hwan Lee. Fast Removal of Single Image using Pixel-based Median Channel Prior. Advanced Science and Technology Letters Vol.98 (CES-CUBE 2015), pp.124-127.
3. **Kaiming He**, Jian Sun, Xiaoou Tang(2009). "Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior". Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1956-1963.
4. **Tarun A.**, Gurpadam S. Evaluation of a New Integrated Fog Removal Algorithm IDCP with CLAHE. International Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence, 2014.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЦВЗ ПОБУДОВАНИХ МЕТОДАМИ ПІТАСА ТА PATCHWORK

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

Важливою характеристикою стегосистеми, є її стійкість до різного роду впливів – атак, які можуть бути як випадковими, так і навмисними.

Виділяють атаки спрямовані на видалення або деформацію ЦВЗ шляхом маніпулювання заповненим контейнером (лінійна фільтрація, стиск зображень, додавання шуму, вирівнювання гістограми, зміна контрастності, тощо), атаки проти стегодетектора (масштабування, зсуви, повороти, усічення зображення, перестановка пікселів), атаки проти протоколу використання ЦВЗ (інверсія ЦВЗ, додаванням кількох ЦВЗ). Найбільш технічноскладними є атаки проти самого ЦВЗ – оцінювання і видалення ЦВЗ з стегоповідомлення, з мінімальним спотворенням контейнера (атаки змови, статистичного усереднення, методи очищення сигналів від шуму, деякі види нелінійної фільтрації та інші) [1].

За стійкістю до різного роду впливів ЦВЗ поділяються на робастні, крихкі та напівкрихкі (навмисне проектується нестійкими по відношенню до певного роду операцій).

Досліджувані методи належать до алгоритмів статистичної стегонографії та базуються на модифікації певних статистичних властивостей зображення або його фрагментів з подальшою перевіркою статистичних гіпотез під час ідентифікації наявності зазначених даних в контейнері [2].

Для аналізу ЦВЗ створеного алгоритмами Пітаса та Patchwork в якості контейнера було використано графічний файл розміру **600 × 800** пікселів розміром 702kB. За методом Patchwork до контейнеру було додано ЦВЗ та отримано ключ у вигляді бінарного файлу розміром 284,3kB. За методом

Пітаса до контейнеру було додано ЦВЗ у вигляді графічного файлу розміру **100 × 100** пікселів та розміром 28kB.

Візуальний аналіз контейнерів-результатів не дав змоги виявити ЦВЗ для обох методів. Розмір заповнених контейнерів в порівнянні з вихідним файлом зріс на 7kB та 20kB, а розраховане в якості показника візуального спотворення максимальне співвідношення «сигнал/шум» становить 193,87дБ та 194.32дБ для методу Пітаса та Patchwork відповідно.

Для аналізу стійкості створеного ЦВЗ, до заповнених контейнерів було застосовано такі перетворення: дзеркальне відображення, зміна кольорової гама, накладення шуму, стиснення до формату JPEG. Результати експерименту наведено у таблиці 1 (знаком «+» позначено вдале знаходження ЦВЗ в контейнері).

Таблиця 1

Порівняння стійкості ЦВЗ до модифікацій контейнера

Перетворення	Алгоритм Пітаса	Алгоритм Patchwork
Дзеркальне відображення	—	—
Зміна кольорової гама	+	+
Накладення шуму	—	+
Стиснення JPEG	—	—

Загалом стійкість алгоритмів до подібного роду атак відповідає теоретичній: метод Patchwork є невразливим до негеометричних перетворень, а метод Пітаса до рівномірної зміни інтенсивності пікселів зображення, та обидва методи є нестійкими до афінних перетворень.

Бібліографічні посилання

1. **Грибунин В.Г.** Цифровая стеганография / В.Г.Грибунин, И.Н.Оков, И.В.Турицев – М.: СОЛОН-Пресс, 2002.
2. **Конахович Г.Ф.** Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г. Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко – Киев: МК-Пресс, 2006.

ON PARENCLITIC NETWORKS IN PANCREATIC CANCER DETECTION

Blyuss O.¹, Kyrychko S.N.², Firsova T.³, Zaikin A.⁴

o.blyuss@qmul.ac.uk

¹ *Centre for Cancer Prevention, Queen Mary University of London, London, UK*

² *Institute of Geotechnical Mechanics, Dnipro, Ukraine*

³ *Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

⁴ *Department of Mathematics, University College London, London, UK*

Background. Pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) is a leading cause of cancer death with a survival rate of only about 2%. Most of the cases are diagnosed at the advanced stage when only 20% of patients have resectable tumors. The serum marker CA19-9 is the only biomarker used in the management of PDAC but the resulting sensitivity and specificity for diagnosis are still very low. Recently a new panel have been measured that include about 100 proteins including CA19-9. Since possible interactions between these measurements are not yet known, it is important to analyze the panel in a more sophisticated way rather than simply combining markers together.

Methods. A novel approach called parenclitic networks has been used to construct the classifier [1]. This approach allows to represent time independent data set as complex network that could then be further analyzed using some of established topological indices. For every patient in the set we introduce this network with nodes corresponding to separate proteins, and edges having the associated weight characterizing the deviation of each pair of protein from all pairs of proteins from healthy individuals. Further edges truncation is performed using fixed cutoff for the weights. Once networks are constructed, the classifier was trained using the topological indices. Leave one out cross-validation was used to avoid overfitting.

Results. Application of the parenclitic networks allowed to significantly improve the performance of the classifier. Since the approach analyze pairs of proteins rather than putting their values into one model, overfitting was prevented while the sensitivity and specificity were still high.

Conclusion. Analysis of the results shows that parenclitic networks is a very promising approach in high-dimensional problems. Another important application is matching the links between proteins in the network with the genome atlas. This could reveal previously unknown connections of combinations of proteins with the development of pancreatic cancer.

1. Zanin M, Alcazar J, Carbajosa J, Paez M, Papo D, Sousa P, et al. Parenclitic networks: uncovering new functions in biological data. *Sci Rep.* 2014; 4: 5112.

СЕРВІС СТВОРЕННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ ТІЗЕРНОЇ РЕКЛАМИ

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com,
Пацюк М.В., Nickolas1394@gmail.com

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Реклама web-сайту в Інтернеті дуже важлива для залучення відвідувачів на покупку того чи іншого товару або послуги, але задачею власника web-сайту є правильно прорекламувати web-додаток.

Створення web-сайту, який буде мати приємний дизайн з функціональним, зрозумілим і зручним інтерфейсом, системою навігації, це перший крок до народження додатку [1]. Найголовнішим завданням, яке стоїть перед розробником web-сайту, стоїть залучення саме тих користувачів, які є цільовою аудиторією для web-сайту. Для вирішення цієї задачі використовується «грамотна реклама» web-сайту в Інтернеті [2].

Інтернет-реклама (текстові блоки, банери, відеореклама) має пряме посилання на сайт рекламодавця. Цей вид реклами має декілька важливих переваг перед звичайною рекламою: рекламодавець може в будь-який час з легкістю вносити зміни в діючу рекламну кампанію та відстежувати дії користувачів в реальному часі. Але цей різновид реклами не працює на повну потужність та призводить до виникнення ряду недоліків: рекламна кампанія більш дорожча, ніж могла б бути; реклама є менш ефективною за співвідношенням витрати/прибуток та охопленням аудиторії.

Враховуючи ці недоліки був створений напрям «Контекстно-медійна мережа» (реклама відображається на сайтах з відповідною тематикою) [3]. Проблематикою цього напрямку є розробка web-додатку для створення рекламної кампанії з можливістю вносити зміни у запущену кампанію та вміщення великого об'єму статистичних даних для коригування.

Постає питання розробки зручного сервісу створення та розміщення тізерної реклами (графічне оголошення для web-майстрів з великою кількістю налаштувань) з веденням статистики по клікам та переглядам.

Проблематикою цієї задачі є середовище застосування – контекстно-медійна мережа, включення функціоналу орієнтованого рекламного сервісу та розширеної статистики. Для частішого показу оголошень розглянута задача введення додаткового функціоналу виставлення ціни за перехід по рекламі.

Реалізовані основні можливості рекламного сервісу в вигляді окремих модулів: модуль «Кампанії» (управління кампаніями, управління статистиками кампаній); модуль «Оголошення» (управління оголошеннями, налаштування показу оголошення, управління статистикою оголошень); модуль «Платформа» (управління сайтами, управління статистикою сайтів); модуль «Блоки» (створення блоку, налаштування зовнішнього вигляду, управління статистикою блоків); модуль «Користувач» (реєстрація, авторизація, управління фінансами); модуль «Управління» (основні моменти для модерації оголошень, площадок, контролю статистики та фінансових потоків). Виконано підключення платіжної системи Interkassa [4] для оплати рекламної кампанії. Результати розробки сервісу можуть бути застосовані для створення та розміщення віджетів різноманітних сайтів на сторонніх ресурсах.

Проведено детальне тестування розробленого web- додатку, яке показало, що додаток є завершеним продуктом і може успішно функціонувати в мережі Internet.

Бібліографічні посилання

1. **Робін Ніксон.** Создаем динамические web-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5/Санкт-Петербург:Пітер, 2016. С. 186 – 246.
2. Механизм Викри-Кларка-Гровса (VCG auction) в интернет-рекламе. 2016. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аукцион_Викри. – Аукцион Викри.
3. Контекстно-медийная сеть – что это? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://rek mala.ru/kontekstno-mediynaya-set-cto-eto>.
4. Сайт Interkassa – Платежная система для сайта. – 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.interkassa.com/technical-documentation>. – Техническая документация.

ПРО АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ НА ОСНОВІ ЕМПІРИЧНИХ МЕТОДІВ

Божуха Л.М., bozhukha.li@gmail.com,

Федій О.Д., sashunjafed@gmail.com,

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задача виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єкту, який рухається та знаходиться на далекій відстані, є актуальною. Процес розпізнавання об'єкту на зображенні є складним і тому його розділяють на два етапи: пошук об'єкту на зображенні та порівняння знайденого об'єкту з об'єктами з бази даних (штучні нейронні мережі).

Виявлення об'єкту на зображенні є першим кроком попередньої обробки даних в процесі виконання задач «більш високого рівня». З існуючих алгоритмів виявлення об'єкта можна виділити найпростіші методи роботи з образами: емпіричні методи аналізу даних та алгоритм порівняння з шаблоном. Серед методів емпіричного виявлення об'єкта виділяють метод побудови гістограм. Алгоритм порівняння з шаблоном може бути використаний для розпізнавання об'єкту або аналізу відстані до знайденого об'єкту.

Метод гістограм - це метод вивчення мінливості характеристик якості продукції або процесів її виробництва і статистичного оцінювання якості відповідності з використанням кількісної ознаки, що дозволяє за даними вибірки визначити емпіричний розподіл досліджуваного показника якості, його статистичні характеристики, характер і величину розсіювання досліджуваного показника якості щодо заданих вимог у сфері якості. Метод побудови гістограм для визначення областей зображення з об'єктом будує вертикальну і горизонтальну гістограми:

$$n_i = n_i(x) = HI(x) = \sum_{j=1} N_{j=1} I(x,y), m_j = m_j(y) = VI(y) = \sum_{i=1} N_{i=1} I(x,y).$$

Даний підхід використовується через малі вимоги до обчислювальної потужності процесора для обробки зображення. Метод має непогані показники по виявленню об'єкта на зображенні при однорідному фоні. Але цей метод

абсолютно непридатний для обробки зображень, що містять велику кількість об'єктів або складний задній фон.

Метод гістограм є достатнім для реалізації поставленої задачі виявлення об'єкту на однорідному фоні та його ідентифікації з використанням алгоритму порівняння з шаблонами об'єктів з бази даних.

Для підвищення стійкості роботи алгоритму розпізнавання у випадку присутності на зображенні складного фону, шуму та низької роздільної здатності розроблений комбінований метод виділення. Алгоритм складається з декількох етапів попередньої обробки зображення та виділення об'єкту методом Віюлі-Джонса. Алгоритм розпізнавання виглядає

Захват кадру → Попередня обробка → Виділення об'єкта кадру → Розпізнавання об'єкта.

Для збільшення ймовірності правильного виявлення об'єкту на зображенні застосовується попередня обробка, яка складається з переведення зображення в градації сірого, фільтрації шуму (фільтр Гаусса з ядром $G(x, y) = A e^{-(x^2+y^2)/\sigma^2}$, де A – параметр нормування, σ – параметр, який задає степінь розмиття), еквалізації гістограми.

Гістограма зображення $h(k)$ – це вектор розмірності 255, кожна складова якого дорівнює кількості пікселів зображення з інтенсивністю k . При використанні еквалізації проходить мінімізація модуля різниці між гістограмами зображення та еталонною, яка є рівномірною $h_{\text{еталон}}(k)$: $F(k) = |c_1(T(k)) - c_0(k)|$, де $F(k)$ – функція, яка мінімізується; $T(k)$ – оператор перетворення яскравості; $c_0(k)$ – сума відліків гістограми зображення, яке оброблюється ($\leq k$); $c_1(k)$ – сума відліків еталонної гістограми $h_{\text{еталон}}(k)$.

Функція $F(k)$ необхідна для перетворення пікселів вихідного зображення в пікселі зображення, яке оброблюється: $b = T(a)$, де b – яскравість пікселів зображення, яке оброблюється; a – яскравість пікселів вихідного зображення.

Бібліографічні посилання

1. Kontropoulos C., Pitas I. Ruled based face detection in frontal views // IEEE Intern. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Washington DC, USA Piscataway: IEEE Computer Society, 1997. P. 2537 – 2540

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Бойко Л.Т., Гончаров Є.М.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Об'єктом дослідження є реальний процес, який моделюється як «чорна скриня». В таких моделях актуальною залишається задача прогнозування результатів на виході із чорної скрині по відомих вхідних даних.

Для розв'язування задачі прогнозування будується наближена математична модель реального процесу. Алгоритм побудови цієї моделі базується на обробці експериментальних даних, добутих з використанням досліджуваного реального процесу [2].

Розглядаються два варіанти побудови математичної моделі:

1. модель реального процесу, яка є лінійною відносно даних на вході;
2. модель, в якій дані на виході з реального процесу залежать нелінійно від вхідних даних.

В обох випадках задача зводиться до розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) в некоректній постановці

$$\tilde{A}x = \tilde{b}. \quad (1)$$

Коефіцієнти прямокутної матриці $\tilde{A}$ та вектора $\tilde{b}$ визначаються через вхідні та вихідні дані реального процесу і тому є відомими з деякими похибками. Шуканий вектор x містить коефіцієнти математичної моделі реального процесу.

Для розв'язування СЛАР (1) розроблена програма, яка написана мовою C#, і в якій реалізовано алгоритм методу Тихонова [1] для побудови стійкого розв'язку системи (1).

Правильність роботи програми перевірялася на чотирьох тестових прикладах. Для цього була підготовлена вибірка із 60 елементів. Елементом вибірки вважалися три числа a_2, a_3, a_4 , які випадково фіксувалися на відріжку $[-1; +1]$ і які розглядалися як вхідні сигнали в чорну скриню. В тестових прикладах результат b обчислювався за формулою

$$b = 5 + a_2 + 2a_3 - a_4 \quad (2)$$

у випадку лінійного реального процесу, або за формулою

$$b = 4 - a_2^2 + a_3a_4 + a_4^3 \quad (3)$$

у випадку нелінійного реального процесу.

По двадцяти елементах вибірки будувалася прогнозна модель реального процесу, а інші сорок елементів використовувалися для перевірки її на репрезентативність. Прогнозна модель будувалася у двох варіантах:

$$b^* = x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 \quad (4)$$

для лінійного моделювання реального процесу, або

$$b^* = x_1 + x_2a_2 + x_3a_3 + x_4a_4 + x_5a_2a_3 + x_6a_3a_4 + x_7a_2a_4 + x_8a_2^2 + x_9a_3^2 + x_{10}a_4^2 \quad (5)$$

для квадратичного моделювання реального процесу.

Коефіцієнти x_i моделей (4), (5) знаходилися за допомогою розробленої програми, а результати перевірок показані на рис.1, 2, 3, 4.

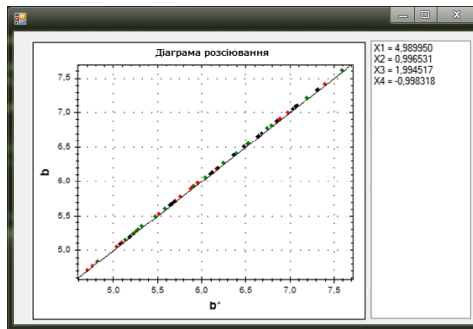


Рис.1 Приклад 1

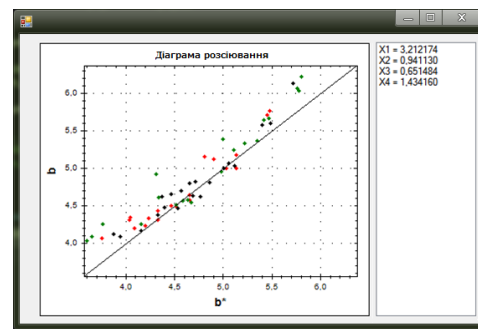


Рис.2 Приклад 2

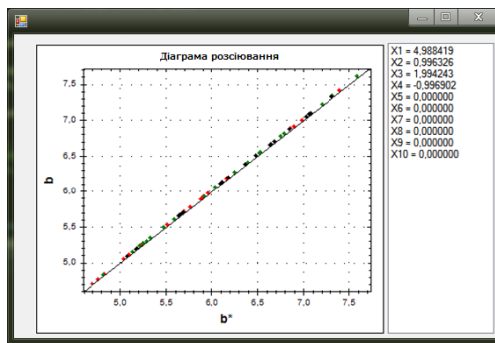


Рис.3 Приклад 3

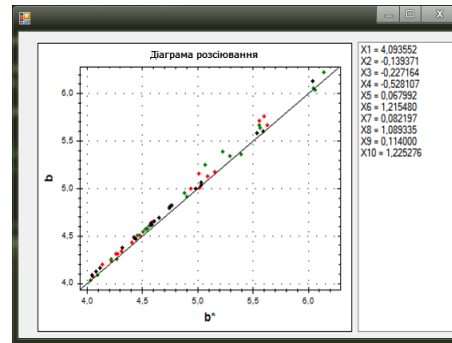


Рис.4 Приклад 4

У прикладі 1 реальний процес (2) моделювався лінійним многочленом (4), у прикладі 2 – нелінійний реальний процес (3) моделювався лінійним многочленом (4). Як видно, у прикладі 2 результат є гіршим.

У прикладі 3 лінійний реальний процес (2) моделювався нелінійним многочленом (5), у прикладі 4 – нелінійний реальний процес (3) моделювався нелінійним многочленом (5). Як видно, у прикладі 4 результат є гіршим, ніж у прикладі 3, але кращим, ніж у прикладі 2.

Бібліографічні посилання

1. **Тихонов А.Н.** Методы решения некорректных задач [Текст] / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – М., 1979. – 288 с.
2. **Гончаров Є.М.** Алгоритм та його програмна реалізація в задачі обробки експериментальних даних [Електронний ресурс] / Є.М. Гончаров, Л.Т. Бойко // Проблеми прикладної математики та комп'ютерних наук. Тези доповідей тематичної наукової конференції за підсумками науково-дослідної роботи ДНУ ім. Олеся Гончара за 2016 рік – Д.: ДНУ, 2017. – 120с. С.33.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ПІД МОБІЛЬНІ ПЛАТФОРМИ

Борисенко А.Г., Сердюк М.Є.

andrewb1456@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

В останній час мобільні пристрої набули широкої розповсюдженості, кількість програмних застосунків для мобільних платформ наближається до кількості застосунків під операційні системи стаціонарних комп'ютерів. Так як мобільні пристрої мають малі розміри, то візуалізація даних та взаємодія з користувачем кардинально відрізняється від «настільних» застосунків.

Через зручний форм-фактор та простоту використання мобільних пристроїв реалізація розв'язку задачі розпізнавання об'єктів за зображенням під мобільні операційні системи є затребуваною та актуальною. Однією з проблем реалізації цієї задачі взагалі є відсутність універсальних методів розпізнавання, яка виникає через різноманіття образів у природі. Ця проблема створила безліч підходів до задачі ідентифікації об'єктів. Існує і ряд інших проблем, котрі пов'язані саме з платформою реалізації. До таких проблем варто віднести відображення процесу ідентифікації у реальному часі. З цієї проблеми випливає питання загального часу виконання програмою своїх дій, адже для користувача небажано навести камеру на об'єкт та отримати сповіщення про його ідентифікацію через хвилину після закриття програми. З такою проблемою стикалися навіть крупні компанії, отримуючи недостатньо високу швидкість роботи застосунку на мобільних пристроях, не дивлячись на потужне апаратне забезпечення смартфона. Таких проблем можливо уникнути лише за рахунок розробки ефективних алгоритмів та оптимізації процесу на кожному його етапі.

Загалом процес розпізнавання та ідентифікації об'єктів можна розбити на декілька етапів [1]:

- попередня обробка зображення – на цьому етапі відбувається корекція яскравості та контрастності, покращення роздільної здатності;

- визначення границь об'єктів на зображенні – на даному етапі відбувається пошук границь об'єктів на основі різноманітних методів;
- виділення об'єктів на зображенні – відокремлення об'єкту від іншої частини зображення;
- виділення властивостей об'єкту – етап, на котрому відбувається формування ознак об'єкту для подальшого порівняння з еталонними даними;
- ідентифікація об'єкту – процес порівняння властивостей знайденого об'єкту з еталонним зображенням.

В даний час для кожного етапу розроблені певні алгоритми, котрі дозволяють отримувати гарні результати. Наприклад, для етапу виділення меж об'єкту існує метод пошуку границь на основі градієнту, котрий спирається на різку зміну яскравості на зображенні. Але цей метод не є універсальним, має свої обмеження та специфічні сфери застосування [2]. На прикладі градієнтного методу варто зазначити, що він не призведе до бажаного результату, якщо зображення буде мати неправильне розподілення яскравості. Це породжує неточності, котрі можуть вплинути на подальшу роботу з зображенням. Крім того необхідно враховувати особливості налаштування алгоритму в цілому для роботи на мобільній операційній системі.

Отже, для отримання задовільного результату необхідно розробляти нові підходи до розв'язання поставленої задачі, прикладом може слугувати одночасне використання декількох методів на кожному етапі ідентифікації об'єкту, що зробить програму більш універсальною. Також важливо розробляти мобільний застосунок таким чином, щоб користувач постійно бачив процес пошуку предмету, що можливо реалізувати за рахунок продуманого та інформативного інтерфейсу додатку.

Бібліографічні посилання

1. Распознавание объектов изображений [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://geoin.org/dsp/dsp18.htm>.
2. Журавлёв, Ю.И. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения / Ю.И. Журавлёв, В.В. Рязанов, О.В. Сенько. – М.: ФАЗИС, 2006. – 159 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИМПТОТИЧНОЇ ПОВЕДІНКИ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ

Варех Н.В., Вольфсон О.Я., Мусаєва Г.Ф., Падалка О.А.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Дана робота є узагальненням результатів роботи [1] і продовження досліджень роботи [2]. Як зазначалось в роботі [1], асимптотична поведінка розв'язків систем, що розглядаються, суттєво залежить від парності числа рівнянь системи.

Розглянемо систему:

$$\begin{cases} y_i' = a_i(t)f_{i+1}(y_{i+1}(\tau_{i+1}(t))); \\ y_n' = a_n(t)f_1(y_1(\tau_1(t))); \end{cases} \quad i = \overline{1, n-1} \quad (1)$$

Де

$0 \leq a_i(t) \in C[t_0, \infty], \int_{t_0}^{\infty} a_i(t) dt = \infty; \tau_i(t) \in C[t_0, \infty], \tau_i(t) \leq t (i = \overline{2, n}), g(t) = \min\{t, \tau_1(t)\}$
 $\lim_{t \rightarrow \infty} \tau_i(t) = \infty, f_i(u)u > 0 (u \neq 0), f_i(u) \in C[t_0, \infty], f_i(u) - \text{неспадні функції},$

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

1. $|f_i(u, v)| \geq k|f_i(u)||f_i(v)|, (u \neq 0), \int_{+0}^M \frac{du}{f_1(f_2(f_3(f_4(u))))} < \infty, \int_{-0}^{-M} \frac{du}{f_1(f_2(f_3(f_4(u))))} < \infty;$
2. $\int_{t_1}^{\infty} a_4(p)f_1(\int_{t_1}^{\tau_1(p)} a_1(z)f_2(\int_{t_1}^{\tau_2(z)} a_2(s)f_3(\int_{t_1}^{\tau_3(s)} a_3(x)dx)ds)dz)dp = \infty;$
3. $\int_{t_1}^{\infty} a_1(x)f_2(\int_x^{Cx} a_2(z)f_3(\int_z^{Cz} a_3(p)f_4(\int_p^{Cp} a_4(s)ds)dp)dz)dx = \infty;$
4. $\int_{t_1}^{\infty} a_4(p)f_1(\int_{t_1}^{g(t)/C} a_1(z)f_2(\int_{t_1}^{\tau_2(z)} a_2(x)f_3(\int_x^{Cx} a_3(s)ds)dx)dz)dp = \infty.$

Тоді кожний розв'язок системи (1) або сильно осиллює, або кожна його компонента монотонно прямує до 0, або до ∞ при $t \rightarrow \infty$.

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

1. $\int_{+0}^M \frac{du}{f_1(f_2(f_3(f_4(f_5(u)))))} < \infty, \int_{-0}^{-M} \frac{du}{f_1(f_2(f_3(f_4(f_5(u)))))} < \infty;$
 $\int_{t_5}^{\infty} a_5(l)f_1\left(\int_{t_5}^{\tau_1(t)} a_1(p)f_2\left(\int_{t_5}^{\tau_2(t)} a_2(z)f_3\left(\int_{t_5}^{\tau_3(t)} a_3(s)f_4\left(\int_{t_4}^{\tau_4(t)} a_4(x)dx\right)ds\right)dl\right)dt = \infty$
2. ∞
3. $\int_{t_1}^{\infty} a_5(t)f_1\left(\int_{t_1}^{g(t)} a_1(p)f_2\left(\int_p^{Cp} a_2(x)f_3\left(\int_x^{Cx} a_3(l)f_4\left(\int_l^{Cl} a_4(s)ds\right)dl\right)dx\right)dp\right)dt = \infty;$

$$4. \int_{t_1}^{\infty} a_5(t) f_1 \left(\int_{t_1}^{\frac{g(t)}{c}} a_1(x) f_2 \left(\int_{t_1}^{\tau_2(x)} a_2(u) f_3 \left(\int_{t_1}^{\tau_3(u)} a_3(z) f_4 \left(\int_z^{cz} a_4(l) dl \right) dz \right) du \right) dx \right) dt = \infty.$$

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

Як окремий випадок при $f_i(u) = u^{\alpha_i}$, $0 < \alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n < 1$ з цієї теореми впливають результати роботи [2]. Якщо ж $\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \geq 1$, то не виконується умова (1) і застосування цих теорем стає неможливим.

З метою подальшого узагальнення проведено дослідження, яке охоплює ці випадки.

Теорема 3. Нехай $n = 4$ і виконуються умови

- 1) $0 < \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \leq 1, \alpha_1 > 1; a_1'(t) > 0;$
- 2) $\int_{t_0}^{\infty} a_4(p) \left(\int_{t_0}^{\tau_1(p)} a_1(z) \left(\int_{t_0}^{\tau_2(z)} a_2(s) \left(\int_{t_0}^{\tau_3(s)} a_3(x) dx \right)^{\alpha_3} ds \right)^{\alpha_2} dz \right)^{\alpha_1} dp = \infty;$
- 3) $\int_{t_0}^{\infty} a_1(x) \left(\int_x^{cx} a_2(z) \left(\int_z^{cz} a_3(p) \left(\int_p^{cp} a_4(s) ds \right)^{\alpha_4} dp \right)^{\alpha_3} dz \right)^{\alpha_2} dx = \infty, c > 1;$
- 4) $\int_{t_0}^t a_4(p) \left(\int_{t_0}^{\frac{g(p)}{c}} a_1(z) \left(\int_{t_0}^{\tau_2(z)} a_2(x) \left(\int_x^{cx} a_3(s) ds \right)^{\alpha_3} dx \right)^{\alpha_2} dz \right)^{\alpha_1} dp = \infty.$

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

Література:

1. Варех Н.В., Вольфсон О.Я., Ламзюк В.Д., Падалка О.А., Про асимптотичну поведінку розв'язків системи диференціальних рівнянь з відхиленням аргументу / Математичні проблеми технічної механіки. – 2017. – С. 66.
2. Варех Н.В., Литвин Т.М., Мусаєв Г.Ф. Про властивості розв'язів системи диференціально-функціональних рівнянь / Математичні проблеми технічної механіки. – 2016. – С. 139.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ SKY WAY

Воліков В.В., valdemar12@meta.ua, *ПСНЦ НАН і МОН України*

Для забезпечення інноваційного шляху розвитку вітчизняного транспорту все більшої актуальності набуває питання створення та впровадження нових інтелектуальних систем управління, заснованих на сучасних досягненнях інформаційно-комунікаційних технологій. Використання інтелектуальних систем управління у громадському транспорті допоможе застосовувати нові підходи та методи експлуатації, управління і контролю, що сприятиме підвищенню рівня безпеки й комфорту, зменшить вплив людського фактору та інших загроз.

Визначальним фактором у соціально-економічного розвитку країни є сучасний транспорт і якісні інтелектуальні системи для його управління, які використовують теоретичні розробки та практичний досвід різних сфер: геоінформатика, теорія транспортних систем, математичне та програмне забезпечення систем штучного інтелекту, системний аналіз, інженерні та технічні знання, інформаційно-комунікаційні технології та інш.

Основою сучасних транспортних систем управління є інформаційні та інтелектуальні системи й технології. Управління транспортом ускладнюється в результаті: постійного зростання інтенсивності транспортних потоків та швидкісного режиму; збільшення числа транспортних засобів; підвищення вимог до рівня безпеки та комфорту; зростання обсягу інформації необхідної для управління та її складність й різноманітність; скорочення часу відведеного для прийняття управлінських рішень; посилення вимог щодо швидкості та точності виконання управлінських рішень, команд та заходів; використання методів космічного зв'язку і навігації для управління транспортом; розвитку мережевого керування транспортними системами; розвитку інформаційного простору тощо.

Яскравим представником нового покоління інноваційного транспорту із застосуванням інтелектуальної системи управління є транспортно-інфраструктурний комплекс з естакадною рейко-струнною шляховою структурою – технологія Sky Way. Перевезення пасажирів та вантажів здійснюється «юнібусом» (електромобіль А. Юницького) над Землею на другому рівні зі швидкістю: міський транспорт до 150 км/год, швидкісний до 500 км/год, вантажний до 120 км/год. Розроблена інтелектуальна система управління перевезеннями охоплює весь виробничий процес (планування, експлуатація, ремонт, контроль), що забезпечить скорочення непродуктивних витрат та сприятиме розвитку інформаційної інфраструктури [1; 2].

Система управління «юнібуса» передбачає мінімальну участь людини, охоплює широкий спектр бездротових і дротових комунікацій із використанням традиційних інформаційних та електронних технологій (GPS, GPRS, WIFI та інш.) і складається з: системи оптико-електронного й радіоелектронного огляду; системи енергозбереження; системи управління функціональним обладнанням; систем безпеки (руху, пожежної, охоронної інш.); системи позиціонування; системи передачі даних; БІУС; інтерфейсу взаємодії з користувачем; системи забезпечення руху [1; 2].

Життєздатність технології Sky Way доведено результатами випробувань у ЕкоТехноПарку – діючому центрі інноваційних розробок у м. Мар'їна Горка Мінської області Білорусь. На основі аналізу можливостей струнного транспорту А. Юницького розроблено та пропонується до реалізації проект транспортного сполучення за маршрутом м. Харків - м. Дніпро. Довжина траси складе 176 км, а час в дорозі 30 хвилин [1].

1. Проект: м. Харків - м. Дніпро [Електронний ресурс] // Сайт SkyWayTransportUkraine. – SkyWayTransportUkraine, [2017]. – Режим доступу : <https://skywaytransport.com.ua>

2. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе / А.Э. Юницкий. – Минск :Беларускаянавука, 2017. – 379 с.

ЕФЕКТИВНИЙ РОЗВ'ЯЗОК НЕОДНОРІДНОГО БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ

Волошко В. Л., VVL56@i.ua, ДНУ ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Задачі математичної фізики є важливою галуззю сучасної математики з точки зору практичного застосування. Аналіз останніх наукових досліджень у цій царині свідчить, що ефективні розв'язки крайових задач бігармонічних рівнянь для областей складної форми мало вивчені з точки зору побудови на їх базі оптимізаційних алгоритмів. 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 крайової задачі (1) – (2) має такий вид

$$w(x, y) = w_1(x, y) + w_2(x, y) = \frac{1}{8\pi} \iint_{\Omega} r^2 \ln r \cdot f(\tilde{x}, \tilde{y}) d\Omega(\tilde{x}, \tilde{y}) + \int_{\Gamma} \left(K^1(x, y; \xi, \eta), K^2(x, y; \xi, \eta) \right) \cdot \begin{pmatrix} \mu_1(\xi, \eta) \\ \mu_2(\xi, \eta) \end{pmatrix} d\Gamma(\xi, \eta), \quad (3)$$

де K^1, K^2, μ_1, μ_2 – бігармонічні потенціали та функції щільності відповідно. Постановки розбити на сегменти з різними навантаженнями, щоб сума квадратів прогинів по всій області пластини була мінімальною і виконувалися задані крайові умови. Введемо в розгляд клас $P_N(\Omega)$ усіх можливих розбиттів множини Ω на N підмножин.

$$P_N(\Omega) = \left\{ \overline{\omega} = (\Omega_1, \dots, \Omega_N) : \Omega_i \subseteq \Omega, i = \overline{1, N}; \bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega; \Omega_i \cap \Omega_j = \emptyset, i \neq j, j = \overline{1, N} \right\}.$$

Нехай стан керованого об'єкта описується функцією $w(x, y) \in C^4(\Omega)$, яка задовольняє крайову задачу

$$\Delta \Delta w = f(x, y; \bar{w}), \quad (x, y) \in \Omega \quad w = \varphi(x, y), \quad \frac{dw}{dn} = \psi(x, y), \quad (x, y) \in \Gamma$$

$$F = \{f(x, y; \bar{w}) : f(x, y; \bar{w}) = f_i(x, y), x \in \Omega_i, i = \overline{1, N}, \bar{w} = (\Omega_1, \dots, \Omega_N) \in P_N(\Omega)\}.$$

Як керування $f(x, y; \bar{w})$ виступає функція правої частини бігармонічного рівняння, яка залежить від розбиття $\bar{w} \in P_N(\Omega)$ множини Ω на підмножини $\Omega_1, \dots, \Omega_N$. Множина допустимих керувань F являє собою клас кусково-неперервних на Ω функцій, які визначаються розбиттям $\bar{w}$ множини Ω таким чином, що для точок (x, y) кожної з підмножин $\Omega_i \in \bar{w} \in P_N(\Omega)$, $i = \overline{1, N}$, функція керування $f(x, y; \bar{w})$ співпадає з однією із заданих функцій $f_i(x, y)$. Розв'язок крайової задачі, який відповідає функції $f(x, y; \bar{w})$ позначимо $w(x, y; \bar{w})$. Необхідно визначити таке розбиття $\bar{w}^* \in P_N(\Omega)$, для якого функція $f(x, y; \bar{w})$ надавала б мінімальне значення функціоналу

$$I(f(x, y; \bar{w})) = \iint_{\Omega} w^2(x, y; \bar{w}) dx dy \rightarrow \min_f$$

Бібліографічні посилання

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

METHOD OF CONSTRUCTION OF HETEROGENEOUS TRIANGULAR NORMS

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

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

One of the important elements of fuzzy logic are logical connectives, which are constructed using triangular T - and S - norms [1, 2] $T, S : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$. However, traditionally, for the construction of strict Archimedean triangular norms, continuous and monotonic functions-generators t are used. With this approach, the T -norm is described by the additive generator t using the formula [1]

$$T(x, y) = t^{-1}[t(x) + t(y)], \quad (1)$$

where $t^{-1}(\cdot)$ – is the inverse function of t . However, the use of expression (1) leads to obtaining homogeneous T -norms, the second derivative of which does not change the sign. Therefore, the purpose of the work is to build a method for obtaining T -norms, the second derivative of which changes the sign. Due to this, such T -norms become heterogeneous. To achieve this goal, we applied an additional nonlinear transformation $g(x) : [0,1] \rightarrow [0,1]$ of the argument x of additive functions-generators $t(x)$ of strict T -norms:

$$g(x) = 0,5 \cdot [1 + \text{sign}(2x - 1) |2x - 1|^p], \quad (2)$$

where $p > 0$.

Then the algorithm for construction of heterogeneous strict Archimedean T -norm consists of the following steps:

Step 1. Set a function-generator $t(x)$ of a strict triangular norm T (for example, $t(x) = (1 - x)/x$, with an inverse function $t^{-1}(x) = 1/(1 + x)$).

We proceed from the fact that $t(x) : [0, 1] \rightarrow [0, \infty]$ and $t(1) = 0$.

Step 2. We construct nonlinear transformations (2) of arguments $x \in [0,1]$ and $y \in [0,1]$, obtaining $x_1 = g(x)$, $y_1 = g(y)$.

Step 3. For arguments x_1 and y_1 of chosen additive generator $t(\cdot)$ of a triangular norm $T(x, y)$, we calculate their new functionally transformed values $x_2 = (1 - x_1)/x_1$; $y_2 = (1 - y_1)/y_1$. In fact, these are the quantities $t(g(x))$ and $t(g(y))$.

Step 4. Find the sum of the values

$$r(x, y) = t(g(x)) + t(g(y)). \quad (3)$$

Step 5. We calculate the inverse to $t(x)$ function $t^{-1}(x)$ with argument $r(x, y)$. In this example it is

$$z(x, y) = t^{-1}(r(x, y)) = 1/(1 + r(x, y)). \quad (4)$$

Step 6. We construct a triangular T -norm by calculating the inverse to $g(x)$ function $g^{-1}(x)$ with argument $z(x, y)$:

$$T_1(x, y) = g^{-1}(z(x, y)) = \frac{1}{2} [1 + \text{sign}(2 \cdot z(x, y) - 1) \cdot |2 \cdot z(x, y) - 1|^{\frac{1}{p}}].$$

The triangular T -norm constructed by the described method is characterized for a given p by one sign of the second derivative for $x \cap y \in [0, 0.5]$ and opposite sign for $x \cap y \in [0.5, 1]$. For another example, we choose the generator $t(x) = -\ln(x)$ with an inverse function $t^{-1}(x) = \exp(-x)$. Then, by analogy with the statement, we obtain another new triangular T -norm, the description of which for $p > 0$ is based on expression (2) and described above algorithm. The variable value $z(x, y)$ (4) is described by the expression, which follows from the new inverse function $t^{-1}(x)$: $z(x, y) = t^{-1}(r(x, y) = \exp(-r(x, y)))$, where $r(x, y)$ is described by the expression (3), where $t(g(x)) = -\ln(x_1)$, $t(g(y)) = -\ln(y_1)$, and the variables $x_1 = g(x)$ and $y_1 = g(y)$ are calculated using the expression (2). For the new T -norm obtained in this way, the characteristic of the heterogeneity is similar to the previous one. This opens up new possibilities for expanding the properties of fuzzy logical connectives.

1. Klement E. P., Mesiar R., Pap E. Triangular norms. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht- Boston-Londod. 2000.
2. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.

NEW TRIANGULAR OPERATOR GENERATOR FOR FUZZY SYSTEMS

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

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

There are three main operators in fuzzy set theory. These operators are often referred to as t -operators: t -norm (T), t -conorm (S) and negation (N) respectively. These operators were initiated by Zadeh [4] in the form $N(x) = 1 - x$, $T(x, y) = \min(x, y)$, $S(x, y) = \max(x, y)$. Subsequently, they were developed as a class of conditional operators (CCO) and a class of algebraic operators (CAO) [3]. They were used as operation of fuzzy union (S), fuzzy interconnection (T) and negation (N). Among the well-known T -operators of the CAO class are the Bandler and Kohout operators [1]:

$$T(x, y) = xy, \quad S(x, y) = x + y - xy, \quad N(x) = 1 - x.$$

Hamacher proposed next norms [2]:

$$T(x, y) = \frac{\lambda xy}{1 - (1 - \lambda)(x + y - xy)},$$

$$S(x, y) = \frac{\lambda(x + y) + xy(1 - 2\lambda)}{\lambda + xy(1 - \lambda)},$$

where $\lambda \in [0, \infty)$. Roychowdhury and Wang proposed additive-product connective generators [3]

$$h(x, y) = f^{-1}[f(x) + f(y) + f(x)f(y)]. \quad (1)$$

The disadvantage of this generator is the lack of a parameter to control its properties. Therefore, the purpose of the work is to build a new connective generator, which would eliminate this drawback. We have built a generalized generator for $t(x): [0, 1] \rightarrow [0, \infty]$ and $t(1) = 0$:

$$T(x, y) = t^{-1}[t(x) + t(y) + pt(x)t(y)], \quad (2)$$

where $p > 0$, for which expression (1) is a partial case for $f(x) \equiv t(x)$ and $p = 1$.

We have found that expression (2) describes the T -norm $T: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ and for $x, y, z \in [0, 1]$:

- 1) $T(0,0) = T(0,1) = T(1,0) = 0$ and $T(1,1) = 1$ (boundary conditions);
- 2) $T(x,y) = T(y,x)$ (commutativity);
- 3) $T(x,y) \leq T(x,z)$ if $y \leq z$ (monotonicity);
- 4) $T(T(x,y),z) = T(x,T(y,z))$ (associativity);

Also it satisfies the following conditions:

- 5) $T(x,1) \leq x$.

Proposed T -norm is Archimedean. It satisfies the following conditions:

- 6) $T(x,y) < x$ for any $x \in [0,1]$ (condition of strictness).

Using the generator $t(x)$ known as Aczél-Alsina [2] $t(x) = [-\ln(x)]^\alpha$, where $\alpha > 0$, with an inverse function $t^{-1}(x) = \exp(-x^{1/\alpha})$ and substituting them in expression (2), we obtain a new parametric T -norm

$$T^*(x,y) = \exp\left(-\left((- \ln(x))^\alpha - (- \ln(y))^\alpha + p(- \ln(x))^\alpha (- \ln(y))^\alpha\right)^{1/\alpha}\right). \quad (3)$$

Note that when $p = 0$ T -norm (3) corresponds to the Aczél-Alsina T -norm [2].

From expression (3) we obtain the corresponding S -norm:

$$S^*(x,y) = 1 - \exp\left(-\left((- \ln(1-x))^\alpha - (- \ln(1-y))^\alpha + p(- \ln(1-x))^\alpha (- \ln(1-y))^\alpha\right)^{1/\alpha}\right)$$

Together with the negation operation $N^*(x) = 1 - x$ we obtain a triplet $T^*(x,y)$, $S^*(x,y)$, $N^*(x)$ as new triangular operators for fuzzy systems.

It develops the basic foundations for building fuzzy systems.

1. Badler W., Kohout L.J. Semantics of implication operators and fuzzy relational product // Internat. J. Man-Machine Studies. 1980. – Vol. 12. – P. 89 – 116.
2. Klement E. P., Mesiar R., Pap E. Triangular norms. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht- Boston-London. 2000.
3. Roychowdhury S., Wang B.H. Composite generalization of Dombi class and new family of T -operators using additive-product connective generator // Fussy Set and Systems. 1994. – Vol. 66. – P. 329 – 346.
4. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. – Vol. 8. – P. 338-353.

ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМАТИКА

Вороненко І.В., Iryna_V@i.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Трансформація інформаційного простору в Україні за останні роки суттєво скоротила темпи змін, що є неприпустимим, як в умовах підвищених зовнішніх та внутрішніх загроз для економіки України в умовах сьогодення, так і на шляху євроінтеграції. Основним наслідком такої ситуації є низький інвестиційний клімат, темпи зростання кількісних, а головне якісних показників надання інформаційно-комунікаційних послуг, а також недостатня ефективність організаційно-економічного механізму державного регулювання даного сектору економіки.

Більш того подальша відсутність нагальних рушійних дій щодо реформування системи державного регулювання інформаційного простору може призвести до незворотних наслідків для соціально-економічної та інформаційної безпеки, що на сьогодні зазнає суттєвого втручання, як ззовні так і всередині країни.

В цьому контексті варто зазначити, що закордонні науковці в своїх працях висвітлюють лише загальні проблеми державного регулювання інформаційного простору (Roberts A.S., Sharma A.). Частина дослідників зосередила свою увагу на проблемах нормативно-правового регулювання інформаційного простору (Ackerman J.M., Sandoval-Ballesteros I.E., Lloyd I.). Інші вчені досліджують інформаційні права людини (Coppel P., Mendel T.). Деякі вчені розглядають інформаційний простір з боку необхідності забезпечення інтелектуальної власності [Bently L., Sherman B.). Також серед іншого вчені намагаються в своїх працях вирішити проблематику впровадження технологічних змін в управлінні цією сферою (Pollitt C.); дослідити вплив інформаційних простору щодо громадської думки та рішення місцевої влади (Isaac-Henry K., Barnes C.).

Водночас, окремі питання щодо державного регулювання інформаційного простору України розглядаються в наукових працях вітчизняних вчених: Авер'янової В.Б., Брижко В.М., Банчука О.А., Гуцу С.Ф., Додіна Є.В., Єсімова С.С., Калюжного Р.А., Макаренко Є.А., Мороза С.С., Ортинського В.Л., Остапенка О.І., Пахомова І.М., Цимбалюка В.С., Шемшученка Ю.С. тощо. Проте дані дослідження також носять несистемний характер та не надають чітких підходів та керівних механізмів щодо державного регулювання інформаційного простору України.

Таким чином можна дійти висновку, що поза увагою наукових досліджень залишається питання комплексного вирішення проблематики загальнодержавного значення щодо формування ефективного механізму державного регулювання інформаційного простору України, що є особливо неприпустимим в наявних умовах підвищених зовнішніх та внутрішніх загроз для економіки держави, євро інтеграційних процесів, а також визначальних напрямів забезпечення сталого розвитку та суспільного добробуту населення.

ПРО ЗБІЖНІСТЬ ІТЕРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ОПЕРАТОРНИХ РІВНЯНЬ, ОСНОВАНИХ НА МЕТОДІ НЬЮТОНА

Гарт Л.Л.

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

Фундаментальним інструментом в чисельному аналізі, дослідженні операцій, оптимізації і керуванні є метод Ньютона, який спочатку призначався для розв'язання рівнянь. Базові ідеї методу, основні теоретичні результати про збіжність, новітні розробки в цій області, найбільш сучасні версії методу, а також різні його застосування можна знайти, наприклад, в роботах [1-9]. Найбільш детально цей метод вивчався при так званих умовах Канторовича (або інакше, в припущенні, що похідна оператора рівняння оборотна в початковій точці і задовольняє в розглядуваній області умові Ліпшиця), в умовах Вертгейма (похідна оператора оборотна в початковій точці, але задовольняє лише умові Гельдера) і в умовах Мисовських (похідна оборотна в усіх точках розглядуваної області та оборотний до неї оператор є обмеженим). Для всіх цих випадків отримані достатні умови збіжності і знайдені відповідні оцінки швидкості збіжності.

В даній роботі метод Ньютона досліджується стосовно до нелінійних операторних рівнянь в банахових просторах при узагальнених умовах типу Коші, коли замість оборотного оператора до похідної в розглядуваній області припускається існування деякого лінійного оператора, близького до нього.

Нехай задане рівняння

$$Au = f, \quad (1)$$

де A – диференційований за Фреше нелінійний оператор, який переводить деяку множину Ω банахова простору X в банаховий простір Y . Припустимо, що в Ω існує розв'язок u^* рівняння (1).

Теоретичне обґрунтування ітераційного методу Ньютона

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} - [A'(u^{(k)})]^{-1}(Au^{(k)} - f), \quad k = 0, 1, \dots \quad (2)$$

для розв'язання рівняння (1) за умов типу Канторовича, коли в початковій точці

$u^{(0)} \in \Omega$ припускається існування обмеженого оборотного оператора $[A'(u^{(0)})]^{-1}$, міститься в [4]. У ряді випадків виявляється доцільним замінити цю умову умовою типу Коші, згідно з якою оцінка норми оператора $[A'(u)]^{-1}$ відома не тільки в точці $u^{(0)}$, а й у деякій кулі $S(u^{(0)}, R) = \{u \in X : \|u - u^{(0)}\|_X \leq R\} \subset \Omega$ (що дозволяє послабити обмеження на вибір $u^{(0)}$). Умови існування і область розташування розв'язку u^* рівняння (1), а також збіжність до нього ітераційної послідовності методу Ньютона (2) за умов типу Коші встановлені в роботі [5]. Узагальнення результату [5], коли замість оператора $[A'(u)]^{-1}$ вимагається лише існування в $S(u^{(0)}, R)$ оператора $D(u)$, близького до $[A'(u)]^{-1}$, міститься в [10].

Розглянемо для рівняння (1) процес послідовних наближень, подібний (2), із заміною оператора $[A'(u^{(k)})]^{-1}$ на близький до нього оператор $D(u^{(k)})$:

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} - D(u^{(k)})(Au^{(k)} - f), \quad k = 0, 1, \dots \quad (3)$$

Здійсненність та збіжність до u^* в $S(u^{(0)}, R)$ послідовності наближень $\{u^{(k)}\}_{k=0}^\infty$, що визначається за формулами (3), встановлює наступна теорема.

Теорема. Нехай оператор A диференційований за Фреше в деякій кулі $S(u^{(0)}, R) \subset X$ і його похідна на цій кулі задовольняє умову Ліпшиця

$$\|A'(u) - A'(v)\|_{X \rightarrow Y} \leq L \|u - v\|_X, \quad \forall u, v \in S(u^{(0)}, R), \quad L > 0.$$

Нехай в $S(u^{(0)}, R)$ існує лінійний оператор $D(u)$, який переводить Y в X і має неперервний оборотний, причому для всіх $u \in S(u^{(0)}, R)$

$$\|D(u)\|_{Y \rightarrow X} \leq b, \quad \|E - D(u)A'(u)\|_{X \rightarrow X} \leq \delta < 1,$$

де $b > 0$, $\delta > 0$, E – тотожний оператор в X . Якщо $u^{(0)}$ задовольняє умови

$$\|Au^{(0)} - f\|_Y \leq \eta^{(0)}, \quad h^{(0)} = b^2 L \eta^{(0)} + \frac{2bL\delta}{1-\delta} < 2, \quad r^{(0)} = \frac{b\eta^{(0)}}{1-h^{(0)}/2} \leq R,$$

то рівняння (1) має в кулі $S(u^{(0)}, r^{(0)}) \subset X$ розв'язок u^* , до якого збігається

процес наближень (3) з оцінкою похибки $\|u^{(k)} - u^*\|_X \leq \frac{b\eta^{(0)}}{1-h^{(0)}/2} (h^{(0)}/2)^k$.

Зазначимо, що ітераційний процес (3) в загальному випадку збігається з лінійною швидкістю за винятком ситуації $\delta = 0$, коли він має квадратичну швидкість збіжності, оскільки перетворюється на звичайний метод Ньютона (2).

Поряд із (3) використовують також відповідний модифікований процес

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} - D(u^{(0)})(Au^{(k)} - f), \quad k = 0, 1, \dots, \quad (4)$$

який хоча і збігається повільніше (з лінійною швидкістю) за основний метод Ньютона (2), але менш трудомісткий, оскільки визначення оператора $D(u)$ в ньому відбувається лише в початковій точці $u^{(0)}$. Теоретичне обґрунтування процесу (4) за умов типу Канторовича міститься в роботі [4].

Бібліографічні посилання

1. Канторович Л. В. Функциональный анализ и прикладная математика [Текст] / Л. В. Канторович // УМН. – 1948. – Т. 3, № 6. – С. 89-185.
2. Канторович Л. В. О методе Ньютона для функциональных уравнений [Текст] / Л. В. Канторович // Доклады АН СССР. – 1948. – Т. 59, № 7. – С. 1237–1240.
3. Канторович Л. В. Приближенные методы высшего анализа [Текст] / Л. В. Канторович, В. И. Крылов. – М.: Физматгиз, 1962. – 708 с.
4. Канторович Л. В. Функциональный анализ [Текст] / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – СПб.: Невский Диалект, 2004. – 816 с.
5. Мысовских И. П. О сходимости метода Л. В. Канторовича для решения нелинейных уравнений и его применениях [Текст] / И. П. Мысовских // Вестник ЛГУ. – 1953. – № 11. – С. 25-48.
6. Вертгейм Б. А. Некоторые теоремы о сходимости метода Ньютона [Текст] / Б. А. Вертгейм // Сб. научн. трудов Пермского политехн. ин-та. – 1960. – Т. 7, № 1. – С. 3-28.
7. Feng C. The convergence region of a modified Newton method [Text] / C. Feng // Numer. Math. J. Chin. Univ. – 1988. – V. 10, № 1. – P. 92-96.
8. Deulhard P. Newton methods for nonlinear problems: affine invariance and adaptive algorithms [Text] / P. Deulhard. – Berlin: Springer, 2004. – 424 p.
9. Поляк Б. Т. Метод Ньютона и его роль в оптимизации и вычислительной математике [Текст] / Б. Т. Поляк // Труды ИСА РАН. – 2006. – Т. 28. – С. 48-66.
10. Тавадзе Л. Л. К вопросу о сходимости метода Ньютона при условиях типа Коши [Текст] / Л. Л. Тавадзе // Вопросы прикладной математики и математического моделирования. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 152-155.

АПРОКСИМАЦІЯ НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ КУСКОВО-СТАЛИМИ У ПРОСТОРАХ З ІНТЕГРАЛЬНОЮ МЕТРИКОЮ

Геленко Л.В. gelenko@i.ua, Черницька О.В. chernitskaya.olga@ukr.net

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

Нехай $\omega(t)$ — модуль неперервності, $H^\omega[a; b]$ — простір функцій, для яких модуль неперервності не перевищує заданого $\omega(t)$.

Справедлива наступна теорема М.П. Корнійчука. Яким би не був модуль неперервності $\omega(t)$, для $f \in H^\omega$ при $0 < p \leq 3$ справедлива оцінка

$$\int_b^a \left| f(t) - \frac{1}{b-a} \int_a^b f(u) du \right|^p dt \leq 2^{-p} \int_0^{b-a} \omega^p(t) dt,$$

непокрещувана у випадку опуклого вгору $\omega(t)$ [1, с.333].

За допомогою наведеної теореми М.П. Корнійчуком були встановлені значення одновимірних лінійних поперечників класів $H^\omega[a; b]$ у просторах з інтегральною нормою $L_p[a; b]$ при $1 \leq p \leq 3$.

Ми пропонуємо функції, для яких нерівність Корнійчука виконується для $p > 3$. Дослідження проводилось за допомогою програми, розробленої в пакеті MathCad. Розглядалися параболічні функції вигляду $f(t) = -at^2 + 2a$, де a — параметр, на проміжку $[0; 1]$. Для таких функцій на цьому проміжку модуль неперервності співпадає з функцією. Розглядалися значення $1 \leq p \leq 20$. Було встановлено, що нерівність Корнійчука виконується для $1 \leq p \leq 6$ і не виконується для $7 \leq p \leq 20$. Для деяких значень p результати були перевірені за допомогою обчислень безпосередньо, без застосування середовища MathCad.

Література

1. Корнейчук Н. П. Точные константы в теории приближения. — М.: Наука, 1987. — 424 с.

УСЛОВИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЛИПСА И ОБЛАСТИ, ОГРАНИЧЕННОЙ ПАРАБОЛОЙ

Гиль Н. И., Пацук В. Н.

patsuk@ipmach.kharkov.ua

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

Аналитическое представление условий взаимодействия геометрических объектов (непересечение, включение) является основой построения математических моделей при решении целого ряда практических задач геометрического проектирования, в том числе задач моделирования размещения в заданных областях объектов различной физической природы. Наиболее сложными с точки зрения формализации являются условия включения и взаимного непересечения объектов, ограниченных кривыми второго порядка. В [1] рассмотрены условия взаимодействия эллипсов. В настоящем докладе рассмотрен подход к реализации условий взаимного расположения эллипса и области, ограниченной параболой.

Пусть в системе координат xOy задана парабола P с параметром p и эллипс $L\{A, B, x_0, y_0, \vartheta\}$ с параметрами размещения (x_0, y_0, ϑ) и полуосями A, B , уравнения которых $y - px^2 = 0$ и $B^2[(x - x_0)\cos\vartheta + (y - y_0)\sin\vartheta]^2 + A^2[-(x - x_0)\sin\vartheta + (y - y_0)\cos\vartheta]^2 - A^2B^2 = 0$ соответственно. Обозначим через $\bar{P}$, $\bar{L}$ области, ограниченные P и L соответственно.

Условия взаимного непересечения. Эллипс L не пересекается с областью $\bar{P}$, если существует точка (x^*, y^*) , принадлежащая параболе P и эллипсу $L_k\{kA, kB, x_0, y_0, \vartheta\}$, для которой выполняются условия:

- (x^*, y^*) не принадлежит области $\bar{P}$;
- точки (O, p) и (x_0, y_0) находятся по разные стороны от касательной и параболе P в точке (x^*, y^*) ;
- угловые коэффициенты касательных к эллипсу L_k и к параболе P в точке (x^*, y^*) равны.

Аналитическое представление этих условий сводится к двум

неравенствам и равенству относительно x^* , которое может быть решено одним из численных методов.

Условия включения эллипса L в область $\bar{P}$. В результате ряда преобразований системы координат xOy (поворот на угол ϑ , “сжатие” по оси Ox с коэффициентом A/B , поворот на угол $2\alpha = \arctg \frac{2AB \sin \vartheta \cos \vartheta}{B^2 \sin^2 \vartheta - A^2 \cos^2 \vartheta}$) парабола P в новой системе координат XOY превращается в параболу $P' Y^2 - p' X = 0$, а эллипс L превращается в круг $C\{B, X_0, Y_0\}$ радиуса B с центром в точке (X_0, Y_0) , где p', X_0, Y_0 выражается через A, B, ϑ . Тогда круг C является включением в область $\bar{P}'$, ограниченную параболой P' , а значит эллипс L является включением в область $\bar{P}$, если существует точка (X^*, Y^*) , принадлежащая параболе P' и окружности $C_k\{kB, X_0, Y_0\}$, для которой выполняются условия:

- точка (X^*, X^*) находится по ту же сторону от оси OX , что и центр (X_0, Y_0) ;
- точка (X_0, Y_0) принадлежит области $\bar{P}'$;
- $X^* > \bar{X}$, где $\bar{X}$ — абсцисса точки соприкосновения круга и параболы при $Y_0 = 0$. Значение $\bar{X}$ однозначно определяется через B и p' , если кривизна параболы в точке $(0, 0)$ больше кривизны окружности, в противном случае $\bar{X} = 0$;
- точка (X^*, Y^*) не принадлежит кругу C ;
- угловые коэффициенты касательных к параболе P' и к окружности C_k в точке (X^*, Y^*) равны.

Аналитические выражения этих условий сводятся к системе неравенств и равенству относительно переменной Y^* .

1. Гиль Н.И. Аналитическое представление условий включения и взаимного непересечения эллипсов / Гиль Н.И., Пацук В.Н. // Материалы 5-й международной конференции "Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии", 22-25 марта 2016 г., Кишинэу, Молдова. – 2016. – Том 2. – С. 59–65.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Гнатушенко В.В., trip@ukr.net, Іванов В. О., valeriyivanov@ukr.net

Національна металургійна академія України

Концепція швидкого росту торкнулася телекомунікаційної сфери: абоненти хочуть отримувати великі швидкості при передачі даних, мати доступ до всіх існуючих додатків, використовуючи всього один мобільний пристрій. Такі послуги і надає бездротова технологія широкосмугового доступу - LTE [1,2]. Основною відмінністю стандарту LTE від попередніх стандартів мереж зв'язку є застосування «платої» більш спрощеної ІР-архітектури, яка сприяє зменшенню затримок при встановленій Інтернет - сесії. У стандарті LTE використано два принципово нові методи збільшення пропускної здатності. Перший полягає в застосуванні технології МІМО (Multiple Input Multiple Output), де передача і прийом сигналу здійснюється одночасно через кілька передавальних і приймальних антен. Таким чином, підвищується швидкість передачі даних в бездротових мережах. Другий метод полягає в застосуванні OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing) модуляції, що використовує кілька піднесущих. Перевага даного методу полягає також в тому, що системи зв'язку з LTE можуть працювати у відсутності прямої видимості. Існуючі роботи докладно розглядають методи підвищення завадостійкості для каналів зв'язку, що використовують фазову маніпуляцію, однак матеріалів по дослідженню квадратурної амплітудної модуляції недостатньо [3].

Чим більша кількість інформації передається, тим більша ймовірність отримання помилкових біт. Тому гостро стоїть питання підвищення методів завадостійкості каналів зв'язку. Специфіка технології і забезпечення високих швидкостей передачі при використанні багатопозиційної модуляції, яка є вразливою до перешкод, робить проблему завадостійкості каналів зв'язку досить актуальною.

В роботі досліджені методи завадостійкості каналів зв'язку технології LTE: підвищення завадостійкості каналів зв'язку сприяє підтримка багатоантенної системи МІМО, використання квадратурної амплітудної модуляції, а також застосування технології OFDM. Крім того, застосування даних технологій істотно підвищує швидкість передачі даних і знижує затримки.

Результати дослідження показали, що на якість сигналу впливають не тільки зовнішні фактори, але також і методи обробки даних, що використовуються в приймально-передавальному тракті радіоканалу. Для підвищення якості радіосигналу використовують методи багатопозиційної модуляції, просторового кодування сигналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. LTE - the UMTS long term evolution : from theory to practice. Great Britain, Chippenham, Wiltshire : John Wiley & Sons Ltd, 2011. - 753 с.
2. Маглицкий Б.Н. Технология LTE систем сотовой связи четвертого поколения. - Новосибирск: СибГУТИ, 2010. - 168 с.
3. Гнатушенко В.В. Дослідження часу існування бездротових сенсорних мереж на основі імітаційного моделювання/ В.В. Гнатушенко, О.О. Палтко// Вестник Херсонского национального технического университета. Выпуск 3(58). – Херсон: ХНТУ, 2016. - С.199-203.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕКУРЕНТНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЦИФР

Голованов Д.А., dimadrayuk@gmail.com,
Селівьорстова Т.В., tatyana.mikhaylovskaya@gmail.com
Національна металургійна академія України

Розпізнавання тексту є одним з напрямків розпізнавання зображень. Розпізнавання зображень являє собою дуже складну задачу в теоретичному і практичному сенсах, незважаючи на те, що з нею досить легко справляються чимало живих організмів. Вкрай складно створити штучну систему і технічно її реалізувати для того, щоб ефективно виконувати цей процес [1].

Прикладами застосування систем розпізнавання образів можуть бути як розпізнавання тексту загалом, так і окремих його символів, розпізнавання мови, людських осіб, біометричних даних людини, штрих-кодів продуктів, номерів машин та інше. Завдання розпізнавання тексту залишається актуальним на сьогоднішній день, так як не існує стовідсоткової універсальної системи з розпізнавання тексту.

Суть нейронної мережі (НМ) полягає в тому, що мережа складається з елементів, котрі називаються формальними нейронами. Кожен нейрон приймає набір сигналів, що надходять на його входи від одної групи таких же нейронів, обробляє сигнали з врахуванням попередніх сигналів і адаптації до них на основі процедур навчання і передає результати обробки другій групі нейронів.

Однією з переваг НМ є те, що всі елементи можуть функціонувати паралельно, тим самим істотно підвищуючи ефективність розв'язання задач, особливо при обробці зображень. Системи розпізнавання об'єктів зображення, що засновані на нейронних мережах, використовують ієрархічну архітектуру [2].

На відміну від нейронних мереж прямого поширення, рекурентні нейронні мережі (РНМ) можуть використовувати свою внутрішню пам'ять для обробки довільних послідовностей входів. Це робить їх застосовними до

таких задач, як розпізнавання несеgmentованого неперервного рукописного тексту та розпізнавання мовлення [3].

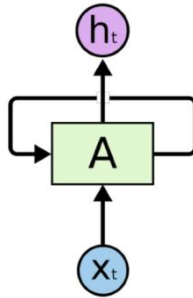


Рисунок 1 – Загальна структура рекурентної нейронної мережі

В рамках задачі розпізнавання символів окремо виділяють задачу розпізнавання рукописних цифр.

Ця задача актуальна та цікава для реалізації з ряду причин:

1. Для розпізнавання рукописного символу досить важко скласти формалізований алгоритм і це стає зрозуміло, варто тільки поглянути на одну і ту цифру написану різними людьми.
2. Завдання досить актуальна і має відношення до оптичного розпізнавання тексту (optical character recognition, OCR).
3. Існує вільно поширювана база рукописних символів, доступна для скачування і експериментів.

В якості вхідних даних використали базу даних MNIST. База даних MNIST — об'ємна база даних зразків рукописного написання цифр. База даних містить 60000 зображень для навчання і 10000 зображень для тестування. Зображення нормалізовані за розміром і відцентровані. Розмір кожної цифри не більше 20x20, але вони вписані в квадрат розміром 28 x 28 пікселів.



Рисунок 2 – Приклад перших 12 цифр з навчального набору бази MNIST

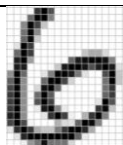
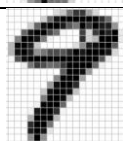
Для реалізації алгоритмів, від яких не потрібно функціонування в реальному часі використовуємо середовище Matlab. Це зручний пакет, мова якого дозволяє зосередитися на самому алгоритмі не піклуючись про виділення пам'яті.

Для вимірювання якості розпізнавання використовується найпоширеніша в теорії нейронних мереж функцію середньоквадратичної помилки:

$$E^p = \frac{1}{2} (D^p - O(I^p, W))^2$$

де E^p — помилка розпізнавання для навчальної пари, D^p — бажаний вихід мережі, $O(I^p, W)$ — вихід мережі.

Приклади розпізнавання:

Вхідні дані	Результат розпізнавання
	6
	9

Розроблена програмна реалізація рекурентної нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр, яка може бути використана для дослідження процесу розпізнавання зображень.

Бібліографічні посилання

1. **Зайченко Ю. П.** Основи проектування інтелектуальних систем. — Київ: Видавничий дім «Слово», 2004 — 352с.
2. **Билибин К.И.** Аппаратная реализация нейронных сетей / Билибин К.И., Власов А.И. — М.: Наука, 2000. — 345 с.
3. **Горелик А. Л.** Методы распознавания / Горелик А. Л. — М.: Высшая школа, 2004. — 262 с.

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ НА ОСНОВІ МОДИФІКАЦІЙ АЛГОРИТМУ ЛЛОЙДА

Гончарук О.М., honcharukolga@gmail.com, Мацуга О.М., molgan@ua.fm
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Одним з найбільш відомих, простих та широко застосовуваних методів кластеризації є метод k -середніх. Для його реалізації запропонований ряд алгоритмів, найуживанішим серед яких можна вважати алгоритм Ллойда. Дана робота присвячена дослідженню модифікацій алгоритму Ллойда, які націлені на пришвидшення його роботи, а також оптимальний вибір початкових центрів кластерів для нього.

Один з підходів, що дозволяє прискорити роботу алгоритму Ллойда, полягає у використанні нерівності трикутника з метою запобігти виконанню марних обчислень відстаней. У роботі було розглянуто три модифікації алгоритму Ллойда в рамках цього підходу:

1. Алгоритм Елкана [1]. Він для кожної точки зберігає одну верхню межу відстані від точки до її найближчого центра та k нижніх меж відстаней між точкою та центрами кластерів. На основі цих меж та відстаней між центрами, використовуючи нерівність трикутника, визначають, які обчислення відстаней між точками та центрами є марні і можуть бути пропущені.

2. Алгоритм Хамерлі [2], який є модифікацією попереднього. Він зберігає для кожної точки лише дві межі відстаней (до двох її найближчих центрів).

3. Алгоритм Дрейка [3]. Він спрямований на поєднання переваг алгоритмів Елкана та Хамерлі завдяки використанню для кожної точки b ($b < k$) нижніх меж відстаней між нею та b найближчими до неї центрами кластерів, розташованими за зростанням.

Оскільки результати роботи алгоритму Ллойда, як і описаних модифікацій, сильно залежать від вибору початкових центрів кластерів, важливим є їх оптимальний вибір. У роботі були розглянуті наступні способи вибору початкових центрів:

1. Класичний, що полягає у випадковому виборі початкових центрів.
2. Алгоритм *k-means++* [4]. Він обирає кожен наступний центр випадковим чином із імовірністю, пропорційною квадрату відстані до найближчого з вже обраних центрів.
3. Модифікація *k-means++*. Вона відрізняється від стандартного алгоритму *k-means++* тим, що на кожному кроці як наступний центр обирається точка, найвіддаленіша від вже обраних центрів.
4. Алгоритм, заснований на виборі в якості початкових центрів кластерів мод функції щільності змішаного розподілу ймовірностей появи об'єктів [5].

З метою порівняння зазначених модифікацій алгоритму Ллойда було створене програмне забезпечення, що їх реалізує. Програмне забезпечення розроблене на мові C# у середовищі Microsoft Visual Studio. Обчислювальні експерименти були проведені на змодельованих даних, що являли собою суміш нормальних розподілів. Розмірність даних коливалась від 2 до 1024, а максимальний обсяг становив 10000 об'єктів.

За результатами експериментів можна зробити такі висновки: алгоритми Елкана та Хамерлі працюють швидше за алгоритм Ллойда, а серед розглянутих способів вибору початкових центрів модифікація алгоритму *k-means++* забезпечує найбільш вдалий вибір центрів з огляду на якість кластеризації.

Бібліографічні посилання

1. **Elkan C.** Using the Triangle Inequality to Accelerate *k*-Means / C. Elkan // Proceedings of the Twentieth International Conference on Machine Learning (ICML-2003), Washington DC. – 2003. – P.147-153.
2. **Hamerly G.** Making *k*-means even faster / G. Hamerly // 2010 SIAM International Conference on DATA MINING (SDM 2010), Columbus. – 2010. – P.130-140.
3. **Drake J.** Accelerated *k*-means with adaptive distance/ J. Drake, G. Hamerly // 5th NIPS workshop on optimization for machine learning. – 2012. – Режим доступу: http://opt.kyb.tuebingen.mpg.de/papers/opt2012_paper_13.pdf.
4. **Arthur D.** *k-means++*: The Advantages of Careful Seeding / D. Arthur, S. Vassilvitskii // 18th annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, USA. – 2007. – P.1027–1035.
5. **Bradley P.S.** Refining Initial Points for K-Means Clustering / Bradley P.S., Fayyad U.M // 15th International Conference on Machine Learning (ICML'98). – 1998. – P. 91-99.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЛИТТЯ ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ ПІД ТИСКОМ

Горбенко А. В., Зайцева Т. А.

gorbenko.anena@gmail.com; ztan2004@ukr.net

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогоднішній день найбільш популярний спосіб виробництва пластмасових виробів — це лиття пластмас під тиском. Він передбачає можливість автоматизації процесу, дає прекрасні результати за невеликий проміжок часу і не потребує ніякої додаткової роботи з випущеною продукцією.

Цілями комп'ютерного аналізу лиття пластмас є пошук ефективних, економічних і реалізованих в умовах конкретного виробництва способів усунення прогнозованих дефектів литого виробу при зміні технологічного режиму, конструкції виробу і оснащення, полімерного матеріалу або литтєвої машини; вибір робастних конструкторсько-технологічних рішень, що підвищують стійкість процесу до коливань властивостей полімерного матеріалу, режиму роботи литтєвого обладнання, умов навколишнього середовища та ін., а також стійкість до похибок самого розрахунку; оптимізація конструкції з метою зниження собівартості продукції.

Використання систем інженерного аналізу дозволяє значно заощадити час виходу готового продукту, усунути дефект на стадії розробки виробу, скоротити витрати на прототипування і доопрацювання прес-форм, що в цілому, позитивно впливає на процес появи нового виробу.

В ході дослідження було проведено комп'ютерний аналіз процесу виготовлення виробу «шестерня» методом лиття під тиском з використанням програмного забезпечення SolidWorks Plastics. Вивчено вплив основних технологічних параметрів процесу (часу вприскування, температури розплаву і форми), а також розташування точок вприскування на властивості виробу.

АНАЛОГИ СИСТЕМЫ ЛОРЕНЦА

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

Была рассмотрена задача идентификации системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по временному ряду одной наблюдаемой переменной – так называемая задача реконструкции. В качестве источника данных использовалась система ОДУ Лоренца [3], которая имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 + a_2 x_2, \\ \dot{x}_2 = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_6 x_1 x_3, \\ \dot{x}_3 = c_3 x_3 + c_5 x_1 x_2, \end{cases} \quad (1)$$

где $a_1 = -10$, $a_2 = 10$, $b_1 = 28$, $b_2 = b_6 = -1$, $c_3 = -8/3$, $c_4 = 1$ и в качестве наблюдаемой была принята переменная $x_1(t)$. Необходимо по временному ряду найти системы ОДУ с полиномиальными правыми частями, которые имеют такую же наблюдаемую $x_1(t)$.

Для решения поставленной задачи использовался предложенный в [2] подход, при котором вместо реконструкции неизвестной оригинальной системы (ОС) реконструируется стандартная система (СС), которая содержит полиномиальную или дробно-рациональную функцию только в одном из уравнений, и все коэффициенты которой могут быть выражены через коэффициенты ОС. Такой подход позволяет аналитически найти все ОС, которыми соответствует одна и та же СС. Полученные таким образом разные ОС будут способны воспроизвести исследуемый временной ряд.

Системе (1) соответствует СС, которая имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2, \\ \dot{y}_2 = y_3, \\ \dot{y}_3 = (N_4 y_1^2 + N_5 y_1 y_2 + N_6 y_1 y_3 + N_7 y_2^2 + N_8 y_2 y_3 + N_{20} y_1^4 + N_{21} y_1^3 y_2) / D_1, \end{cases} \quad (2)$$

где $N_4 = 720$, $N_5 = -29,33$, $N_6 = -13,67$, $N_7 = 11$, $N_8 = D_1 = 1$, $N_{20} = -10$, $N_{21} = 1$ и $y_1 \equiv x_1$. Будем искать все возможные ОС, которым соответствует СС (2), среди частных случаев системы

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_1x_2 + a_6x_1x_3, \\ \dot{x}_2 = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_1x_2 + b_6x_1x_3, \\ \dot{x}_3 = c_0 + c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_1^2 + c_5x_1x_2 + c_6x_1x_3. \end{cases} \quad (3)$$

Правые части системы (3) представляют собой полиномы 2-й степени, из которых исключены произведения ненаблюдаемых переменных. Наличие последних приводит к появлению иррациональных слагаемых при переходе от ОС к СС. СС, соответствующая ОС (3), содержит дробно-рациональную функцию с 29 коэффициентами в числителе и 5 коэффициентами в знаменателе. Чтобы ОС (3) соответствовала СС (2), необходимо в (3) обнулить часть коэффициентов. Анализ показал, что после обнуления получается система

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1x_1 + a_2x_2, \\ \dot{x}_2 = b_1x_1 + b_2x_2 + b_6x_1x_3, \\ \dot{x}_3 = c_0 + c_3x_3 + c_4x_1^2 + c_5x_1x_2, \end{cases} \quad (4)$$

в которой коэффициенты a_2 , b_6 , c_5 не равны нулю, а остальные – могут быть равны нулю. Для упрощения (4) был применен метод перспективных коэффициентов [1]. В результате получены 5 ОС (в том числе и система Лоренца), каждая из которых содержит коэффициенты a_1 , a_2 , b_6 , c_3 , c_5 и одну из пар коэффициентов b_2 , c_0 ; c_0 , c_4 ; b_1 , b_2 ; b_1 , c_4 ; b_2 , c_4 . Всем найденным ОС соответствует СС (2) и, следовательно, они способны воспроизвести исследуемый временной ряд.

Рассмотренный подход может использоваться и для других систем ОДУ, если известны аналитические соотношения, связывающие коэффициенты ОС и СС.

1. **Gorodetskyi V.** Reconstruction of chaotic systems of a certain class / V. Gorodetskyi, M. Osadchuk // International Journal of Dynamics and Control. – 2015. – vol. 3. – N 4. – P. 341-353.
2. **Gouesbet G.** Reconstruction of standard and inverse vector fields equivalent to the Rössler system // Phys. Rev. A. – 1991. – vol. 44. – P. 6264-6280.
3. **Lorenz E. N.** Deterministic nonperiodic flow // J. Atmos. Sci. – 1963. – vol. 20. – P. 130-141.

ВИДООБРАЗОВАНИЕ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Громов В. А., stroller@rambler.ru, **Локшин О. А.**, olokshyn@gmail.com
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Рассматривается генетический алгоритм [2], модифицированный с помощью концепции видообразования. Концепция видообразования предполагает выделение во множестве хромосом генетического алгоритма подмножеств–видов и ограничения скрещивания преимущественно внутривидовым скрещиванием. На каждой итерации генетического алгоритма производится пять операций. (1) Мутация: с заданной вероятностью в хромосоме изменяется случайно выбранный ген на случайное значение в пределах области определения аргумента, которому соответствует ген. (2) Скрещивание: используется динамическое эвристическое скрещивание (DNX) [1], при котором появляются два потомка, один в интервале «исследования», второй в интервале «использования», причем оба потомка сходятся к лучшему из родителей при увеличении номера поколения. Скрещивание проводится внутри вида и каждый из родителей может участвовать в скрещивании только единожды с вероятностью, пропорциональной приспособленности вида. (3) Предварительный отбор: среди всех потомков выбираются лучшие с точки зрения приспособленности, причем их количество не превышает заданное число особей. (4) Видообразование: с помощью алгоритма агломеративной кластеризации родители и потомки разбиваются по классам, которые и станут новыми видами. Существующее разделение родителей по классам не учитывается. В результате кластеризации получается фиксированное число классов. (5) Отбор: в каждом виде отбираются лучшие особи среди родителей и потомков, число которых пропорционально приспособленности вида.

Для получения результатов были использованы такие параметры: количество особей – 1000, генов в хромосоме – 25, макс. количество

ітерацій – 5000, макс. кількість ітерацій со стабільним значенням пристосованості – 100, погрешність змінення значення пристосованості – 10^{-5} , ймовірність мутації – 0.125, ймовірність скрещування пропорційна пристосованості виду і може колаться от 0.2 до 0.8. Для кожної функції алгоритм був запущен 10 раз, взят лухий результат функції пристосованості (левая колонка) і середнее значение количества итераций (правая).

Сравнительные результаты работы алгоритмов

Функция	Оптимум	С видообразованием		Без видообразования	
Де Юнга F3 (De Jong's F3)	25.000	25.000	117	25.000	121
Растригина (Rastrigin's function)	0.000	-0.002	1152	-0.003	1155
Швефеля (Schwefel's function)	0.000	-0.006	1325	-0.006	1335
Гриванкга (Griewangk's function)	0.000	-0.024	1024	-0.015	926
Вытянутый V синус (Stretched V sine wave function)	0.000	-24.007	859	-24.003	722
Акли (Ackley's function)	0.000	-0.011	993	-0.014	938
Подставка для яиц (Egg Holder function)	959.641	959.641	135	959.641	148

Библіографіческие ссылки

1. **Herrera F, Lozano M, Verdegay JL.** Dynamic and heuristic fuzzy connectives based crossover operators for controlling the diversity and convergence of real-coded genetic algorithms // Int J Intell Syst. – 1996. – Vol.11, № 3 – P. 1013–1041.
2. **Herrera F, Lozano M, Verdegay JL.** Tackling real-coded genetic algorithms: Operators and tools for behavioural analysis // Artif Intell Rev. – 1998. – Vol.12, № 12 – P. 265–319

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕКСТОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКАХ

Громов В. А., stroller@rambler.ru, **Мигрина А. М.**, migri10a@gmail.com
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Исследуются 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”[3] базовой единицей исследования здесь является законченный текст (сообщение в социальной сети, литературный текст). Авторы рассматривают систему естественного языка как сложную систему, находящуюся в состоянии самоорганизованной критичности, а тексты языка как “лавины”, сходящие по графу совместного появления слов в языке.

Мы использовали два разных подхода для проверки статистической гипотезы. Первый использует понятие коллапса данных[2], второй подход основан на критерий Колмогорова-Смирнова[1].

Для анализа диахронического единства языка, авторы ограничились выборками на основе литературных произведений, созданных до 20-го и в 20-м веке.

Вывод: языковая система (заданная текстами, сгенерированными в её рамках) – это самоорганизованная критическая система, определенная на его графе совпадения слов. Тексты языка – это «лавины», текущие по этому графику; большие лавины соответствуют литературным произведениям, малые – устной речи.

Бібліографічні посилання

2. **Clauset, A.** Power-Law Distributions In Empirical Data [Text] / A. Clauset, C.R. Shalizi, M.E.J. Newman // SIAM Rev. – 2002. – № 51(4). – P. 661–703.
3. **Pruessner, G.** Self-Organized Criticality. [Text] / G. Pruessner. – Cambridge, 2012. – 516 p.
4. **Saussure, de F.** Course in general linguistics (3rd ed.) [Text] / F. de Saussure. – Chicago, 1986. – 320 p.

ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗОНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕЖСЛОЙНЫХ СВЯЗЕЙ

Гук Н. А., Козакова Н. Л.

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Разработан метод идентификации зоны повреждения межслоевых связей в двухслойных криволинейных конструкциях. Для решения прямой задачи использована вариационная постановка для соответствующей нелинейной краевой задачи с ограничениями. Задача идентификации решена методом обратных задач, реализованным с помощью метода вектора спада.

Рассмотрена упругая кольцевая дуговая система, состоящая из двух слоев, имеющих разные механические характеристики. Верхний слой загружается равномерно распределенной нормальной нагрузкой, которая не меняет свое направление во время деформации. Прямолинейные границы обоих слоев зажаты. Предполагается, что на неизвестной части зоны контакта, для которой отсутствует сцепление между слоями, имеет место односторонний контакт, зоны сцепления в процессе деформации остаются неизменными. На внутренней поверхности криволинейного слоя известны (измерены) значения функций деформаций (перемещений), по которым необходимо идентифицировать местоположение и размер зоны в зависимости от значений геометрических и физических параметров системы. Задача рассматривается в рамках плоской геометрически нелинейной теории упругости. Произведен численный анализ сходимости процесса обнаружения дефекта, установлены границы применимости линейной модели деформирования при решении задачи идентификации.

Анализ результатов позволяет установить, что наличие зон нарушения двустороннего контакта в криволинейных конструкциях приводит к существенному увеличению кольцевых напряжений в зоне отрыва поддерживающего нижнего криволинейного слоя, что, в свою очередь, может стать причиной его “выщелкивания”.

РЕКОНСТРУКЦІЯ РІВНЯНЬ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЕПІЛЕПСІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Данцев Д.В., ddantsev@gmail.com

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

Обробку інформації з записів EEG можна розділити на два класи. Оцінка зорової EEG включає вимірювання частоти, амплітуди та морфології хвиль за допомогою спеціальних лінійок. Більш складні закономірності та їх асоціація з нормальними або патологічними станами також може бути визнана візуальним оглядом. Обмеження таких методів стають очевидними, особливо в клінічних проблемах, коли потрібно оцінювати великі обсяги даних EEG та задавати досить складні питання.

Динаміку приступу епілепсії можна розділити на два основних класи. Узагальнені напади включають майже весь мозок, тоді як фокальні (або часткові) напади походять з обмеженої області мозку (епілептичний фокус) і залишаються обмеженими для цього регіону [1].

Основна мета даної роботи полягає у застосовуванні варіації методу найменших квадратів для дослідження епілепсії та спроба реконструкції рівнянь динамічної системи та хаотичного атрактора.

Дякуючи Дніпропетровській Обласній Клінічній Лікарні ім. І.І. Мечникова нам було надано достатньо великий обсяг даних EEG для дослідження хвороб мозку.

Дані мають наступні характеристики:

- Шаг вимірювань: 0.004 с
- Період: 25 с
- Кількість вимірювань: ≈ 6250
- Кількість сигналів: 20 (мкВ)
- Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, C3, C4, T5, T6, P3, P4, O1, O2, Fz, Cz, Pz, A2-A1
- Частота, Гц: 249.999988

	hh:mm:ss.mmm	Fp1	Fp2	F3	F4	F7	F8	T3	T4	C3	...	T6	P3
0	0:0:0.000	-0.720686	0.590502	-0.244142	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	8.516076	...	0.279381	-0.750735
1	0:0:0.004	-0.720684	0.590502	-0.236700	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	8.372654	...	0.276142	-0.750740
2	0:0:0.008	-0.720683	0.590502	-0.226518	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	8.173887	...	0.271492	-0.750772
3	0:0:0.012	-0.720684	0.590502	-0.215456	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	7.955218	...	0.266326	-0.750786
4	0:0:0.016	-0.720686	0.590502	-0.204314	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	7.732851	...	0.261346	-0.750762
5	0:0:0.020	-0.720686	0.590502	-0.193190	0.482803	0.552990	0.575693	0.545609	0.574017	7.510001	...	0.256746	-0.750716

Рис. 1 таблиця часових рядів (перші 6 вимірів)

Так як дана робота є лише першим кроком дослідження, як базис для був обраний алгоритм реконструкції динамічної системи за допомогою варіації

метода найменших квадратів у праці Петрова, Курта та Григорієва [2] та деяких супроводжуючих алгоритмів, а саме:

- Апроксимація методом найменших квадратів
- Відображення атрактора
- Побудова довільного полінома і коефіцієнтів
- Алгоритм тренування моделі

В рамках даної наукової роботи алгоритм застосований для часових рядів ЕЕГ з ціллю реконструкції відповідної динаміки.

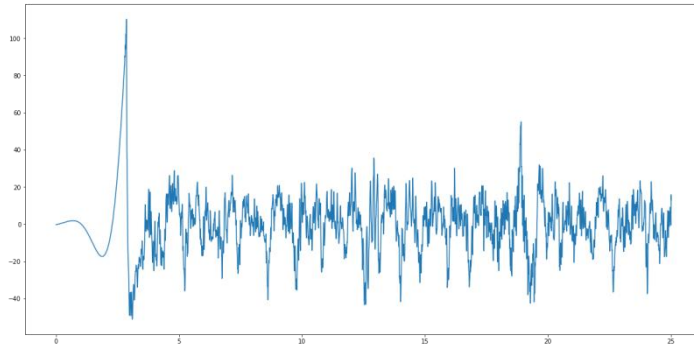


Рис. 2 часовий ряд Fr1

Покажемо результати реконструкції для сигналу Fr1. Отримані коефіцієнти для поліному 2-го ступеню від 3-х змінних:

[31.744822, -30.727705, 23.396696, 7.8601894, -0.14303887, 4.2438064, 0.013646701, -36.376396, 31.312546, -12.884304]

$$a_0 + a_1 x_0^1 + a_2 x_1^1 + a_3 x_2^1 + a_4 x_1^1 x_2^1 + a_5 x_1^2 + a_6 x_2^2 + a_7 x_0^1 x_1^1 + a_8 x_0^2 + a_9 x_0^1 x_1^1 x_2^1$$

Де $x_1 = \dot{x}$, $x_2 = \ddot{x}$.

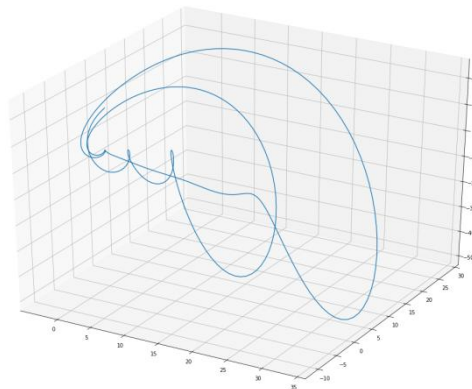


Рис. 3 отриманий атрактор

В результаті були отримані переконливі результати котрі демонструють, що алгоритми методів найменших квадратів можуть видавати достатньо точні апроксимації динамічних систем з нескладною хаотичною поведінкою.

Бібліографічні посилання

1. **Christopher Fietkiewicz and Kenneth A. Loparo**, “Analysis and Enhancements of a Prolific Macroscopic Model of Epilepsy,” Scientifica, vol. 2016, Article ID 3628247, 10 pages, 2016. doi:10.1155/2016/3628247
2. **Petrov, V., Kurths, J. & Georgiev, N.**, Reconstructing Differential Equation from a Time Series Int.J. Bif. & Chaos, 13, No. 11, pp.3307-3323, 2003.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ИМПЛАНТОВ С БИОАКТИВНЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Денисова¹ Н.Ф., Карымсакова¹ И.Б., Крак² Ю.В., krak@univ.kiev.ua

¹*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д.Серикбаева,*

²*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

В докладе приведены результаты исследований по разработке технологии создания имплантов и построения роботизированных систем плазменного напыления биоактивных компонентов [1]. Для этого был проведен анализ современного состояния и развитие технологий создания имплантов для восстановления потерянных или разрушенных частей человека.

На основании проведенного анализа были сформулированы следующие актуальные для этой области исследований проблемы: создание базы данных (хранилища данных) существующих и возможных имплантов различных производителей; разработка системы классификации имплантов по типу применения и материалах изготовления; классификация имплантов по геометро-топологическим размерам составляющих; исследование программного обеспечения при построении 3d моделей имплантов для станков с числовым программным управлением.

Для решения проблемы плазменного напыления была разработана технологическая модель роботизированного комплекса нанесения плазменного напыления на базе промышленного робота Kawasaki, которая включает: исследование и построение схемы систем плазменного напыления на объекты сложной геометро-топологической структуры; классификацию имплантов по возможностям нанесения плазменного напыления; планирование траекторий движения манипуляционного робота для плазменного напыления; разработку и моделирование дополнительных устройств (оснастки) для напыления имплантов сложной формы; разработку методов совместного движения робота и оснастки для напыления [2].

Для разработки информационной технологии и проведения экспериментальных исследований для решения проблемы нанесения плазменного напыления на импланты сложной геометро-топологической формы необходимо решить следующие практические и научные задачи: создание системы управления базой данных имплантов с возможностями обновления, записи (удаления) элементов, добавления новых полей и т.д.; построение программных траекторий манипуляционного робота для отслеживания поверхности сложной формы на основании решения обратных задач кинематики для промышленного робота Kawasaki; проведение экспериментальных исследований для оценки возможностей плазменного напыления поверхности имплантов для различных дополнительных технических устройств.

В результате проведенных экспериментальных исследований были отобраны следующие импланты: имплант тазобедренного сустава; импланты коленного сустава; эндопротез плечевого сустава; имплант локтевого сустава; имплант голеностопного сустава; шейный диафизарный имплант; имплант лучезапястного сустава; межфаланговый сустав пальцев кисти; пястно-фаланговый сустав пальцев кисти [3].

Дальнейшие исследования будут направлены на построения системы управления процессом плазменного напыления, построения траекторий движения промышленного робота и дополнительного оборудования для качественного напыления биосовместимых покрытий на предложенные импланты.

1. **Alontseva D.** Modeling of Processes Taking Place during Powder Coating Treatment by an Electron Beam or a Plasma Jet / D. Alontseva, A. Krasavin, T. Kolesnikova, A. Russakova // *Acta Physica Polonica*. – 2014. – vol. 125, is. 6. – P. 1275-1279.
2. **Karymsakova I.B.** Criteria for implants classification for coating implants using plasma spraying by robotic complex / I.B. Karymsakova, Iu.V. Krak, N.F. Denissova // *Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications*. – 2017. – vol. 5, is. 3. – P.44-52.
3. **Коробков А. В.** Атлас по нормальной физиологии / А.В. Коробков, С.В. Чеснокова. – М.: Высшая школа, 1987. – 351 с.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Дзундза В.С., Михальчук Г.Й.

dzundza8@gmail.com, ai.mikhalchuk@gmail.com

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Питання мінімізації витрат на транспортування вантажів постає дедалі гостріше перед підприємствами сучасного світу. Задача маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem - VRP) полягає у побудові набору маршрутів мінімальної вартості, які починаються і закінчуються у депо, використовуючи наявний парк транспортних засобів, які обслуговують набір клієнтів з відомими вимогами та обмеженнями. Кожен клієнт обслуговується рівно один раз.

В роботі розглядається розширена задача, яка дозволяє враховувати час роботи (Time Windows - TW) клієнтів та депо, та дозволяє здійснювати автомобілям з автопарку більш ніж один виїзд (Multiple Trip - MT) на маршрут протягом дня.

Запропоновано алгоритм, який є розширенням евристики ІІ Соломона [1]. Основна ідея цього алгоритму полягає у максимальному завантаженні кожного автомобіля. В алгоритмі Соломона автомобіль вважався "використаним" після його повернення у депо. У модифікованому алгоритмі автомобіль може виїжджати із депо повторно, та буде вважатися "використаним" тільки у разі, коли не буде жодного клієнта, якого він встигне обслуговувати до кінця робочого дня. Для поліпшення отриманого розв'язку використано 2-Орт алгоритм [2].

Розроблено програмне забезпечення, що реалізує запропонований алгоритм. За допомогою розробленого програмного продукту отримано розв'язки еталонних проблем Соломона [3]. Проведено порівняння отриманих результатів з найкращими відомими розв'язками. Результати порівняння наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Проблема	Кращі розв'язки		Отримані розв'язки без МТ		Отримані розв'язки з МТ	
	Кількість автомобілів	Загальна довжина	Кількість автомобілів	Загальна довжина	Кількість автомобілів	Загальна довжина
RC101.25	4	461.1	4	482,3	4	482,3
RC102.25	3	351.8	3	352,9	3	352,9
RC103.25	3	332.8	3	347,2	3	347,2
RC108.25	3	294.5	3	313,9	3	313,9
C101.25	3	191.3	3	191,8	3	240,1
R101.25	8	617.1	8	630,4	8	630,4
R105.25	6	530.5	6	600,3	6	600,3

Як видно з таблиці, програмний продукт дозволяє будувати маршрути, які за довжиною близькі до найкращих відомих. Розширення у вигляді множинних виїздів надає змогу у деяких випадках зменшити кількість використаних транспортних засобів.

1. Solomon M.M. Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints / M.M. Solomon - Operations Research 35, 1987. – P. 254–265.
2. Johnson D.S., McGeoch L. The Traveling Salesman Problem: A Case Study in Local Optimization / 1995. – P. 16 – 32.
3. VRPTW benchmark problems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://w.cba.neu.edu/~msolomon/problems.htm>

ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ WEB-РЕСУРСУ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ ІМ. О.ГОНЧАРА

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

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

Сьогодні кожний навчальний заклад використовує комунікативні можливості веб-сайтів для популяризації та рекламування своєї діяльності. Тому позиціонування сайту на перших сходинках, що виводяться пошуковими системами, дозволить привернути увагу більшої кількості представників цільової аудиторії, залучити абітурієнтів. Для просування web-ресурсу факультету прикладної математики у мережі Internet застосовано методи пошукової оптимізації.

На першому етапі виконано внутрішню оптимізацію ресурсу: проведено докладний аналіз семантичного ядра, обрано типи ключових запитів до ресурсу та виконано їх кластеризацію за цільовими сторінками сайту, проведено оцінювання частоти звернень за запитами. Оскільки метою навчання на факультеті прикладної математики є отримання ІТ-спеціальності, то у якості найбільш поширених запитів є такі: «де отримати ІТ-освіту», «яку ІТ-професію обрати», «як навчитися програмуванню». Контент у подальшому створюється з метою відповіді на ці запитання, ключові слова зустрічаються у заголовках та у тексті сторінок як мінімум 3-4 рази. Оформлення сторінок має відповідний стиль, заголовки виділено жирним шрифтом, виконано оптимізацію картинок з урахуванням вимог пошукових систем, поліпшено структуру та навігацію.

На другому етапі виконано зовнішню оптимізацію, на сайт залучено посилання з сайтів ІТ-компаній, розташовано тематичні статті. Враховано, що соціальні мережі є джерелом збільшення кількості відвідувачів сайту, сайт пов'язано з відповідними групами у соціальних мережах.

В рамках підтримки і супроводу сайту проводиться періодичний моніторинг ресурсу і оцінювання актуальності розміщеної інформації, конкурентоспроможності, розробляються нові унікальні можливості ресурсу.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СУЧАСНИХ ФОРМАХ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Долгов В.М., valeriy.dolgov@i.ua

Дніпровський національний університет ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

В Україні, незважаючи на економічні труднощі, підтримується потреба в висококваліфікованих спеціалістах. Вища освіта виступає як найважливіший компонент культурного і соціально-економічного розвитку людини.

Ця догма продовжує існування на фоні цілої низки проблем, які ускладнюють ситуацію. Серед них головною є зниження мотивації до навчання, особливо серед студентів старших курсів, які скоріше прагнуть до формального підтвердження певного освітньо-професійного рівня у вигляді диплому відповідного рівня, ніж до отримання якісних знань, в тому числі і з фундаментальних дисциплін. Зменшення аудиторного навантаження, перенос акценту на самостійну роботу до якої більшість студентів не готові, втрата контакту між викладачами та студентами, графіки навчального процесу та розклади занять типу «дві години на тиждень через тиждень», які не відповідають аніяким педагогічним принципам і, як відповідь на це студентів у вигляді невідвідування занять. Сумний перелік проблем можна продовжувати і врешті решт дійти висновку, що спостерігаються ознаки деградації вищої освіти.

Власно кажучи, існують два полюси в організації навчального процесу. «Класичний», який передбачає безпосередній контакт викладачів та студентів, багато аудиторних занять, плавне доведення студентів до певного рівня оволодіння необхідними компетенціями і дистанційна освіта, ознаками якої є використання сучасних технічних засобів зв'язку і передачі інформації і представляє собою комплекс освітніх послуг, який дозволяє забезпечити гнучкість, доступність, модульний принцип, спеціалізований контроль якості навчання, Дистанційна освіта спрямована на розширення

освітнього середовища, на найбільш повне задоволення потреб і прав людини в галузі освіти. Для того, щоб пройти ДО, від слухача вимагається виняткова самоорганізація, працьовитість і певний стартовий рівень освіти.

Така освіта усуває головний бар'єр, який утримує часто зайнятих людей від продовження освіти, - позбавляє їх від необхідності ходити на заняття за розкладом. Ті, хто навчається дистанційно, самі можуть вибрати зручний для них час навчання згідно власного розкладу.

З погляду доповідача, треба знайти певний баланс між зазначеними двома технологіями, що найкраще зробити шляхом імітаційного моделювання.

Для моделювання обрана багатоланкова система з трьома базовими підсистемами: блоком студента, блоком викладача і блоком навчального плану. При моделюванні використано середовище програмування MATLAB та інструмент для моделювання Simulink.

Була побудована модель засвоєння знань студентами з різними здібностями, графічно відображені характерні форми поведінки для цієї моделі – було виявлено зростання часу засвоєння у нетворчих особистостей за рахунок багаторазового повторення матеріалу і те ж саме зростання часу у творчих студентів внаслідок своєї неорганізованості.

Під час побудови основної моделі, споріднені дисципліни групувалися у блоки, зворотні зв'язки відображали ставлення студента до предмета. Виявлено, що при певних умовах у студента може виникати хаотичне засвоєння матеріалу, що є небажаним.

В ході моделювання, при різних підходах до організації навчання (студент з фіксованим навчальним планом і студент з вільним вибором дисциплін) було виявлено, що засвоєння навчального матеріалу студентом, якому надана можливість використання елементів відкритої освіти – з індивідуальним графіком навчання - стає періодичним і передбачуваним.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАБОРА ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

Евдокименко Н.С., nik.evdik@mail.ru

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

Работа посвящена исследованию аспектов применения LDA к решению задачи классификации текстов естественных языков или, другими словами, объединению в группы текстов со смежной тематикой.

LDA (Латентное размещение Дирихле) [1] — это иерархическая байесовская модель. LDA отличается от других вероятностных моделей тем, что каждый документ рассматривается как набор из нескольких тем. Распределение этих тем представляет собой распределение Дирихле. Если объектом наблюдения являются слова, собранные в документы, то каждый документ представляет собой смесь некоторого количества тем, и наличие каждого слова связано с одной из этих тем.

Алгоритм LDA принимает на вход коллекцию документов и общее число тем. Как результат работы мы получаем вектор распределения по темам для каждого документа и коллекцию слов, где каждое слово относится к определенной теме.

LDA работает только со словами, игнорируя пунктуацию и связь между ними. Поэтому все слова были приведены в нижний регистр и удалена пунктуация. Также из документа нужно удалить все stop-words. Это могут быть предлоги, местоимения и другие слова которые не несут никакой тематической нагрузки [2].

В документах могут встречаться слова, которые не относятся к stop-words, но присутствуют в большинстве документов исходной коллекции. Такие слова либо не несут никакой значимости для распределения тем, либо она чрезвычайно мала. Для задания весов таким словам хорошо подойдет TF-IDF (Term Frequency – inverse Document Frequency) [3].

После этих модификаций исходной коллекции, документы находятся в подходящем виде для обучения модели.

По завершению работы, LDA формирует векторы распределения тем в каждом документе, и векторы распределения слов в тех или иных темах. Другими словами - LDA позволяет получить для каждого документа перечень встречающихся в нём тем, а для каждой темы – перечень характерных для нее слов.

Как правило, модель обучают на 80% от общего объема коллекции документов, а тестируют на 20%. Для оценки качества построенной модели алгоритм применяется к тестовой коллекции. После этого проводится анализ полученных распределений документов и их реальных принадлежностях к темам, которые были приложены к документам.

На выходе LDA не дает логических названий темам и однозначно соотнести темы указанные для каждого документа к полученному распределению тем нетривиальная задача. Но мы можем принять гипотезу, что модель распределила темы правильно, и соотнести темы документа к самым вероятным темам из вектора распределения для этого документа. Тогда высокое качество распознавания подтвердит, что гипотеза была принята верно.

Библиографические ссылки

1. **Blei D.M.** Latent Dirichlet Allocation / D.M. Blei, A.Y. Ng, M.I. Jordan // Journal of Machine Learning Research 3: сб. статей. – 2003. – С. 993-1022.
2. Хабрахабр [Электронный ресурс]: Информационно новостной ресурс. – Рекомендательные системы: LDA. – режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/surfingbird/blog/150607/>
3. **Chemudugunta C.** Modeling general and specific aspects of documents with a probabilistic topic model / Chemudugunta C., Smyth P., Steyvers M. – MIT Press, 2007. – С. 241–248.

МОДЕЛЬ ЗМІНИ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРО- ТА ТУРБОГЕНЕРАТОРАХ

Зайцев Є.О., zaitsev@i.ua

Інститут електродинаміки НАН України

Важливим аспектом забезпечення надійності роботи гідро та турбогенераторів, що входять до електроенергетичного комплексу України є контроль їх механічних параметрів [4]. Одним із найважливіших механічних параметрів в гідрогенераторі - є величина повітряного зазору, в якому механічна енергія обертання перетворюється в електричну енергію [3].

Для моделювання та дослідження зміни повітряного зазору d_{vz} між умовною лінією полюсів ротора та поверхнею розточки сердечника статора розроблена модель, яка в ідеальному випадку (рис.1) описується виразом

$$d_{vz}(t, \theta) = d_x(t, \theta) + \Delta \quad (1)$$

де θ – кут повороту ротора за час t .

В реальному випадку нерівномірність геометричних параметрів ротора та статора буде спотворювати форму повітряного зазору і відповідно до [2] в поперечному перерізі відносно вісі статора може бути визначена як

$$d_{vz}(t, \theta) = d_x(t) \cdot [1 + f_m(t, \theta)] + \Delta \quad (2)$$

де f_m – модуляційна функція, що відповідає за спотворення форми обвідної полюсів ротора. В ідеальному випадку: $f_m = 0$.

Модуляційна функція f_m

$$f_m(t, \theta) = f_{mse}(\theta) + f_{mde}(\theta - \omega_p t) + f_{mp}(\theta) \quad (3)$$

де $f_{mse}(\theta) = \varepsilon_s \cos(\theta)$ – функція, яка обумовлена значенням статичного ексцентриситету; $f_{mde}(\theta - \omega_p t) = \varepsilon_d \cos(\theta - \omega_p t)$ – функція, яка обумовлена значенням динамічного ексцентриситету; $f_{mp}(\theta)$ – модуляційна функція, яка обумовлена нерівномірністю геометричних параметрів полюсів ротора. В реальному випадку нерівномірність геометричних параметрів полюсів ротора, як показано в [1] має нормальний закон розподілу.

Отже, з урахуванням (2)-(3) формула (1) може бути записана як

$$d_{vz}(t, \theta) = d_x (1 + f_{mse}(\theta) + f_{mde}(\theta - \omega_p t) + f_{mp}(\theta)) + \Delta \quad (5)$$

На рис. 2 приведено результат моделювання зміни повітряного зазору відповідно до виразу (5).

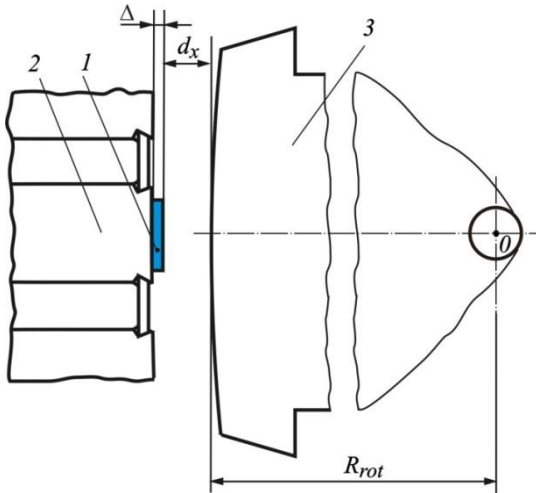


Рис. 1 – Схема визначення значення повітряного зазору: 1 – сенсор, 2 – статор, 3 – полюс ротора

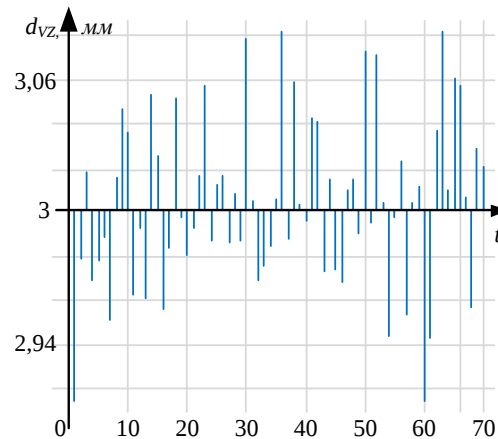


Рис. 2 – Результат моделювання нерівномірності розподілу повітряного зазору

Перелік використаних джерел:

1. **Муравлев О.П., Стрельбицкий Э.К.** Определение неравномерности воздушного зазора в асинхронных двигателях по данным ОТК о числе задеваний ротора за статор// Известия Томского политехнического института. - 1966. – с. 121-127.
2. **Besnerais J.Le** Effect of lamination asymmetries on magnetic vibrations and acoustic noise in synchronous machines // 18th International conference on electrical machines and systems (ICEMS), Oct. 25-28, 2015, Pattaya City, Thailand – 2015. – P. 1729-1733
3. **Grišchenko M.** Air gap monitoring unit generator to advance vibration diagnostic procedure: Summary of the Doctoral Thesis: Summary of the Doctoral Thesis. R.: RTU, 2015. – 20 p.
4. **Zaitsev I.O., Levytskyi A.S., Kromplyas B.A.** Characteristic of capacitive sensor for the air gap control system in the hydrogenerator // 2017 IEEE First Ukraine Conference On Electrical And Computer Engineering (UKRCON) May 29 – June 2, 2017 Kyiv, Ukraine – 2017. – P.390 – 394.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕТСКИЙ КЛУБ»

Земляной А.Д., belzevol@gmail.com, ДНУ им.О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Разработана автоматизированная система «Детский клуб», выполняющая следующие функции:

- добавление, редактирование и удаление, фильтрация, просмотр содержимого таблиц базы данных;
- построение отчетов;
- вычисление зарплаты преподавателям и дохода клуба в зависимости от проданных абонементов;
- прогнозирование будущих посещений клуба на основе адаптивных методов прогнозирования.

Предоставлена возможность анализировать накопленные посещения клиентов и прогнозировать будущие значения. Прогнозирование выполняется на основе трех адаптивных методов: модели линейного роста, Тейла-Вейджа и линейного роста с аддитивной сезонностью.

Для количественного анализа качества прогнозирования используются оценки относительного отклонения и среднеквадратического отклонения. Отдавать следует предпочтение тому методу прогнозирования, которому соответствует наименьшее значение этих оценок.

Рассмотрим пример анализа данных о посещениях (рис.1). Сформируем выборку с равномерным шагом по времени. В качестве шага выбран один месяц. Получено 29 значений. Значение посещений за каждый месяц отражаются в таблице и на графике. Сводные данные по фамилиям также приводятся на круговой диаграмме.

Далее нужно провести исследования сезонности. В нашем примере вид коррелограммы свидетельствует о наличии сезонной составляющей, а период ряда равен 12 месяцам, то есть 1 году.

Далее настраиваем данные для адаптивных методов прогнозирования.

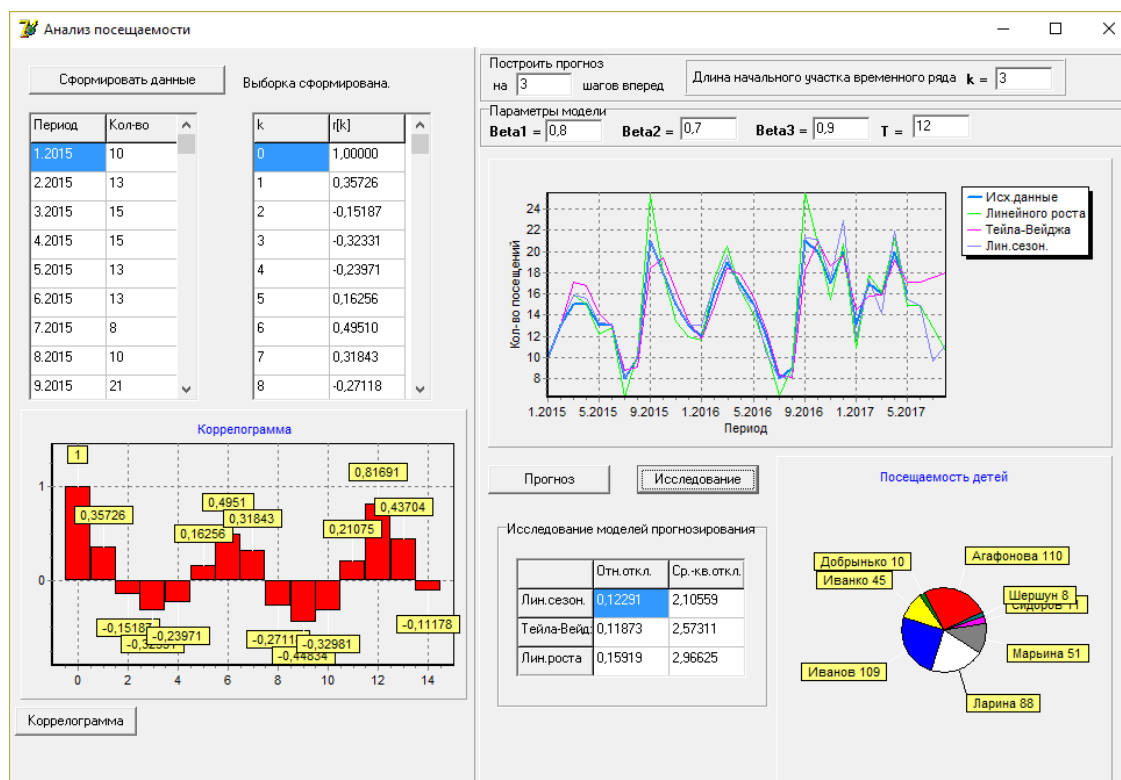


Рисунок 1 – Анализ посещений

В нашем примере будем строить прогноз на 3 шага вперед, поскольку длина временного ряда равна 29, а допустимое количество шагов прогноза – это 20% от длины ряда, то есть не более 5 шагов. Начальный участок ряда, который будет неизменным, составляет 3 элемента. Выбираем значения коэффициентов модели, принимая значения по умолчанию, и вводим длину периода. После этого нажимаем на кнопку «Прогноз». После выполнения вычислений по трем методам: линейного роста, Тейла-Вейджа и линейного роста с аддитивной сезонностью, увидим результаты построения адаптационных линий и прогнозов рядом с исходным временным рядом. Визуальный анализ этого графика позволяет сделать первичные выводы о наиболее удачном прогнозе.

Для количественного анализа качества прогнозирования нужно нажать кнопку «Исследование». В нашем примере предпочтение следует отдать методу Тейла-Вейджа по значению относительного отклонения, и методу линейного роста с аддитивной сезонностью – по значению среднеквадратического отклонения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫХ ГРАММАТИК ПРИ НАПИСАНИИ ТРАНСЛЯТОРА ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RНР В GO

Карпов И.А., Лесной В.И., Антоненко С.В.

ДНУ им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Необходимо написать транслятор языков программирования для перевода кода с языка программирования RНР в Go.

Первый шаг в конструировании транслятора – это разработка лексического анализатора.

В информатике лексический анализ – процесс аналитического разбора входной последовательности символов (например, такой как исходный код на языке программирования RНР) с целью получения на выходе последовательности символов, называемых «лексемами».

После написания лексического анализатора следующим шагом в конструировании транслятора будет разработка синтаксического анализатора.

Синтаксический анализ – процесс сопоставления линейной последовательности лексем естественного или формального языка с его формальной грамматикой. Результатом обычно является дерево разбора (синтаксическое дерево). Обычно применяется совместно с лексическим анализатором.

Синтаксический анализатор – это программа или часть программы, выполняющая синтаксический анализ.

Синтаксический разбор будет осуществляться при помощи одного из самых популярных методов и легких для самостоятельной реализации – рекурсивного спуска.

Метод рекурсивного спуска – алгоритм нисходящего синтаксического анализа, реализуемый путем взаимного вызова процедур, где каждая процедура соответствует одному из правил контекстно-свободной грамматики или формы Бэкуса-Наура (БНФ). Применения правил последовательно, слева-направо поглощают лексемы, полученные от лексического анализатора.

На практике для каждого языка программирования реализуются свои грамматики, и если их использовать напрямую для реализации транслятора, то это будет не очень удобно и достаточно сложно. Так как у каждой грамматики свои идентификаторы, то пришлось бы реализовывать парсер грамматик. Чтобы облегчить процесс, были созданы однотипные грамматики, которые позволяют строить синтаксическое дерево по коду на языке программирования RНР и переводить его в код на языке программирования Go.

Рассмотрим части грамматики объявления переменной для языков RНР и Go.

Грамматика для языка программирования RНР:

```
variable_definition      =          variable_definition_autotype
variable_definition_typed      =          variable_definition_autotype
variable_definition_autotype = variable_name "=" variable_value statement_end
variable_assignment      = variable_name "="      expr      statement_end |
variable_definition_autotype
variable_name            =          "$"          [a-zA-Z][a-zA-Z0-9_]+
variable_type            =
```

```

variable_type_array_of_sized = variable_name "[" array_size "]"
array_size = [0-9]+
variable_type_array_of = variable_name "[" "]"
variable_type_int =
variable_type_byte_sizes =
variable_type_arch =
variable_type_float =
variable_type_string =
variable_type_bool =

```

Грамматика для языка программирования Go:

```

variable_definition = variable_definition_typed |
variable_definition_autotype | variable_definition_with_assignment
variable_definition_typed = "var" " " variable_name variable_type |
variable_definition_with_assignment
variable_definition_with_assignment = variable_type variable_name "="
variable_value statement_end
variable_definition_autotype = variable_name ":=" expr statement_end
variable_assignment = variable_name "=" expr statement_end |
variable_definition_autotype
variable_name = /[a-zA-Z][a-zA-Z0-9_]+/
variable_value = expr
variable_type = variable_type_int | variable_type_float |
variable_type_string | variable_type bool | variable_type_array_of
variable_type_array_of_sized = variable_name "[" array_size "]"
array_size = /[0-9]+/
variable_type_array_of = variable_name "[" "]"
variable_type_int = "int" | "int" variable_type_byte_sizes
variable_type_byte_sizes = "8" | "16" | "32" | "64"
variable_type_arch = "32" | "64"
variable_type_float = "float" variable_type_arch | "float" variable_type_arch
variable_type_string = "string"
variable_type_bool = "bool"

```

Например, код на языке программирования PHP: `$a = 5` можно преобразовать следующий в код на Go: `a := 5`.

Пример использования дерева разбора кода на PHP для построения кода на Go показан на рисунке 1.

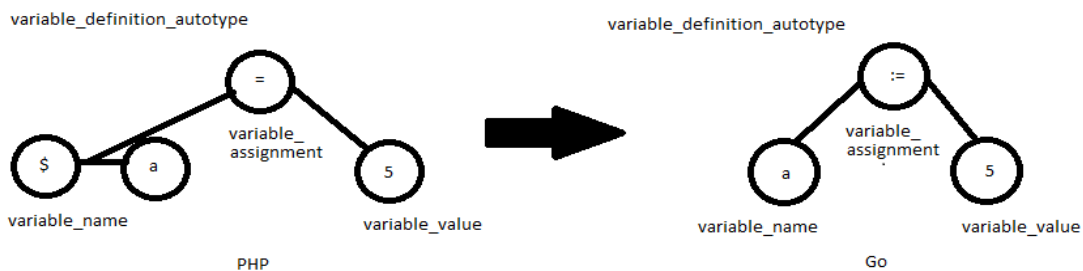


Рисунок 1 – Использование дерева разбора кода на PHP для построения кода на Go

Использование однотипных грамматик – простой и эффективный способ в конструировании транслятора языков программирования. Если бы грамматики для языков программирования PHP и Go не были однотипными, то после построения дерева разбора кода на языке PHP, в процессе преобразования кода на Go пришлось бы тратить время на парсер различий между двумя грамматиками, что является сложной задачей и делает код более сложным, а само приложение менее производительным. Однотипность грамматик позволяет пропустить этот шаг и начать построение нового кода на языке Go по уже имеющемуся дереву разбора кода на PHP.

ОБ ОДНОМ КЛАСЕ ЗАДАЧ РАВНОВЕСНОЙ УПАКОВКИ С УЧЕТОМ ЗОН ЗАПРЕТА

Карташов А.В., Коробчинский К.П., Яковлев С.В.
alexeykartashov@gmail.com, kirill.korobchinskiy@gmail.com,
svsyak7@gmail.com

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

В докладе описывается постановка и метод решения следующей задачи равновесной упаковки. Рассмотрим в пространстве R^3 шар S_0 радиуса r_0 с центром в точке $p^0 = (0, 0, 0)$ и совокупность n шаров $S_i, i \in J_n$, радиусы r_i и массы μ_i которых заданы. Упаковку шаров $S_i, i \in J_n$ в шаре S_0 назовем равновесной, если центр тяжести семейства шаров совпадает с центром шара S_0 . Положение шаров S_i в пространстве задается параметрами размещения $p^i = (x_i, y_i, z_i), i \in J_n$, совпадающими с координатами их центров в R^3 . Зафиксируем параметры размещения $p^{0i} = (x_{0i}, y_{0i}, z_{0i})$ шаров $S_i, i \in J_k, k < n$. Требуется найти такие параметры размещения $p^i = (x_i, y_i, z_i), i \in J_n/J_k$, которые обеспечивают равновесную упаковку шаров $S_i, i \in J_n$ в шаре S_0 минимального радиуса r_0 . Нетрудно видеть, что такая задача может рассматриваться как задача равновесной упаковки при наличии зон запрета.

Математическая постановка задачи имеет вид

$$r_0 \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях

$$x_{0i}^2 + y_{0i}^2 + z_{0i}^2 \leq (r_0 - r_{0i})^2, i \in J_k, \quad (2)$$

$$x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 \leq (r_0 - r_i)^2, i \in J_n/J_k \quad (3)$$

$$(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2 \geq (r_i - r_j)^2, i, j \in J_n/J_k, i < j, \quad (4)$$

$$(x_i - x_{0j})^2 + (y_i - y_{0j})^2 + (z_i - z_{0j})^2 \geq (r_i - r_{0j})^2, i \in J_n/J_k, j \in J_k, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^k x_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n x_i u_i = 0, \quad \sum_{i=1}^k y_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n y_i u_i = 0, \\ \sum_{i=1}^k z_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n z_i u_i = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Условия (2) и (3) описывают принадлежность шару S_0 областей запрета $S_i, i \in J_k$ и размещаемых шаров $S_i, i \in J_n/J_k$. Условия (4) и (5) задают условия попарного непересечения размещаемых шаров между собой и с областями запрета. Равенства (6) описывают условия равновесной упаковки.

Таким образом, имеем задачу математического программирования с $3(n-k)+1$ переменными $r_0, x_i, y_i, z_i, i \in J_n/J_k$. В приведенной постановке радиусы $r_i, i \in J_n$ и массы $u_i, i \in J_n$ шаров являются константами. Зафиксируем $r_i^0 = r_i, u_i^0 = u_i, i \in J_n/J_k$ и, не теряя общности, положим, что радиусы упорядочены по возрастанию.

В соответствии с методом расширения пространства [1] ослабим ограничения на радиусы шаров $r_i, i \in J_n/J_k$ и будем считать их независимыми переменными. Построим такой интерполяционный полином $u = f(r)$ (в общем случае $(n-1)$ -ой степени), что для пар точек (r_i^0, u_i^0) будут выполняться условия

$$u_i^0 = f(r_i^0), \quad i \in J_n/J_k. \quad (7)$$

Сформируем систему ограничений

$$\sum_{i=k+1}^n r_i = \sum_{i=k+1}^n r_i^0, \quad (8)$$

$$\sum_{i \in \Omega} r_i \geq \sum_{i=1}^{|\Omega|} r_{k+i}^0, \quad \forall \Omega \subset J_n/J_k, \quad (9)$$

$$\sum_{i=k+1}^n (r_i - \tau)^2 = \sum_{i=k+1}^n (r_i^0 - \tau)^2, \quad (10)$$

$$\text{где } \tau = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n r_i^0.$$

Система уравнений и неравенств (7)-(10) описывает множество всевозможных перестановок из чисел $\{r_{k+1}^0, r_{k+2}^0, \dots, r_n^0\}$. Таким образом, метод искусственного расширения пространства позволил сформировать задачу (1)-(10) в пространстве переменных $r_0, x_i, y_i, z_i, r_i, u_i, i \in J_n/J_k$.

Существенным достоинством формализации задачи равновесной упаковки шаров в виде (1) - (10) является тот факт, что задача является квадратичной. Однако количество линейных ограничений в системе (8), (9) равно 2^{n-k} . Поэтому реализация классических методов нелинейной оптимизации ограничивается размерностью задачи. Вместе с тем учет свойств линейных и квадратичных функций на комбинаторных многогранниках позволяет в ряде случаев обходить возникающие трудности [2].

Задачи равновесной упаковки имеет широкое практическое приложение и достаточно широко исследуются в современной литературе [3,4]. Заметим, что использование радиусов как независимых переменных в рамках иного концептуального подхода к решению некоторых классов задач упаковки рассмотрены в [5] и подтвердили перспективность указанного направления.

1. **Yakovlev S.V.** The method of artificial space dilation in problems of optimal packing of geometric objects // Cybernetics and Systems Analysis. – 2017. – **53**(5). – P. 725-732.
2. **Pichugina O.S., Yakovlev S.V.** Continuous Representations and Functional Extensions in Combinatorial Optimization // Cybernetics and Systems Analysis. - 2016. - **52**(6). - P. 921–930.
3. **Fasano G.** Optimized Packings and Their Applications / G. Fasano, J. D. Pintér (Eds.). – Springer Opt. and its Appl. **105**, 2015.
4. **Stetsyuk P.I., Romanova T.E., Scheithauer G.** On the global minimum in a balanced circular packing problem // Optimization Letters. – 2015. – **10** (6). – P. 1347–1360.
5. **Stoyan Yu.G., Scheithauer G., Yaskov G.N.** Packing Unequal Spheres into Various Containers // Cybernetics and Systems Analysis.- 2016. - **52**(3). –P. 419–426.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕМОЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ ЛЮДИНИ ПРИ ПЕРЕГЛЯДІ ЗОБРАЖЕНЬ

Кириленко Р. В., roma.kyrylenko@gmail.com, **Гук Н. А.**
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Підвищення ефективності рекламної продукції та просування товарів на ринку ґрунтується на концепції сенсорного маркетингу. Інформація про товар, яка отримується людиною через канали сенсорного сприйняття, використовується при прийнятті рішення про покупку. Тому важливою є задача оцінки привабливості зображень, які використовуються в рекламі товару. Застосування сучасних технічних засобів дозволяє знімати фотографію обличчя людини безпосередньо при перегляді зображень, тому розробка методів аналізу емоційної реакції людини при перегляді зображень по фотографії обличчя є актуальною задачею.

Задача полягає у розпізнаванні психологічної реакції людини на зображення, яке демонструється. В якості вхідних даних виступають фотографічне зображення обличчя людини в момент перегляду. На виході потрібно оцінити яку емоційну реакцію людини викликає об'єкт перегляду – «позитивну», або «негативну». Поставлену задачу можна розглядати як задачу класифікації зображень.

Сучасні методи машинного навчання пропонують декілька підходів до розв'язання задачі класифікації зображень: дерево рішень, наївний байесов класифікатор, метод найближчих сусідів та інші. Однак найбільш результативним та найпопулярнішим є підхід, який базується на побудові та навчанні згорткових штучних нейронних мереж.

Особливість архітектури згорткових нейронних мереж полягає у чергуванні згорткових (C-layers) та субдискретизуючих прошарків (S-layers), а також наявності повнозв'язаних прошарків (F-layer) на виході мережі. Така архітектура містить в собі три основних парадигми: локальне сприйняття, розподільні ваги і субдискретизацію.

Локальне сприйняття передбачає, що на вхід одного нейрона подається не все зображення (або виходи попереднього шару), а лише деяка його частина (поле сприйняття). Такий підхід дозволяє зберігати топологію зображення від шару до шару. Концепція розподільних ваг припускає, що для великої кількості зв'язків використовується дуже невеликий набір ваг. Тобто при отриманні на вхід мережі зображення розміром $N \times N$ кожен нейрон наступного шару приймає на вхід невелику ділянку ($K \times K$, $K < N$) цього зображення. Таке штучно введене обмеження на ваги покращує узагальнюючі властивості мережі, що в результаті позитивно впливає на здатність мережі знаходити інваріанти в зображенні і реагувати головним чином на них, не враховуючи наявний шум.

Процес поширення сигналу в С-шарі полягає в тому, що кожен фрагмент зображення помножується на невелику матрицю ваг (ядро), результат підсумовується. Ця сума є пікселем вихідного зображення, яке називається картою ознак. Суть субдискретизації та S-шарів полягає в зменшенні просторової розмірності зображення. Тобто вхідне зображення грубо (шляхом усереднення) зменшується в задану кількість разів. Субдискретизація потрібна для забезпечення інваріантності до масштабу.

Для навчання мережі використовувався алгоритм навчання з вчителем за методом зворотного поширення помилки. За тренувальні дані було взято великий об'єм промаркованих зображень. Для оптимізації роботи системи вхідні зображення додатково обробляються.

Наводяться результати обчислювальних експериментів.

Бібліографічні посилання

1. Ciresan, U. Meier, J. Masci, L. M. Gambardella, J. Schmidhuber. Flexible, High Performance Convolutional Neural Networks for Image Classification // Proceedings of the Twenty-Second international joint conference on Artificial Intelligence. – 2011. – P. 1237–1242.
2. Le Cunn Y., Bottou L., Haffner P. Gradient Based Learning Applied to Document Recognition, IEEE Press. – 1998 – P. 4 – 12.
3. Shesagiri, T. End-to-End Text Recognition with Convolutional Neural Networks / T. Shesagiri, N. Upadhayaya, G.VijayaKumari // International Journal of Latest Research in Science and Technology. –2012.– Vol. 1.–Issue 2. P.132-136

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ r -АЛГОРИТМУ

Кісельова О.М., Булавка О.С., bulavka.aleksey@gmail.com

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

Для візуалізації роботи r -алгоритму [1] перш за все потрібна візуалізація функції, щодо якої розв'язується задача оптимізації. Одним із способів зображення функцій багатьох аргументів на площині (папір, екран комп'ютера, тощо) є побудова ліній рівня функції. Саме такий спосіб був застосований у роботі. Розроблений алгоритм для візуалізації ліній рівня функції знаходить значення цієї функції у вузлах наперед заданої сітки. Для кожної з двовимірних проекцій функції вузли об'єднуються у групи за значенням функції у цих вузлах. Для знаходження послідовності точок, що лежать зовні знайденої групи, використовується бібліотека Hull.js JavaScript, яка створює увігнуту оболонку за набором точок.

Через те, що r -алгоритм використовує велику кількість операцій з матрицями [2], має сенс звернути додаткову увагу на ефективність обчислень операцій над матрицями. Для цього я використовую бібліотеку Sushi2.

Sushi2 – це матрична бібліотека для JavaScript. Вона працює з сучасними веб-браузерами та середовищем JavaScript на серверній сторінці node.js. Використовуючи технологію WebGL, оболонка OpenCL, матричні операції значно прискорюються за рахунок потужності графічного процесора. Навіть за відсутності підтримки WebGL, більшість функцій Sushi2 працює.

Розроблене програмне забезпечення для візуалізації r -алгоритму дозволяє досліджувати роботу алгоритму на кожній ітерації, знаходити слабкі та неефективні ділянки алгоритму, завдяки чому покращувати та підвищувати ефективність роботи r -алгоритму.

Література

1. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложение / Н.З. Шор – К.: Наукова Думка. – 1979. – 199с.
2. Киселева Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств и r -алгоритмы: Монография / Е.М. Киселева, Л.С. Коряшкина. – К.: Наукова думка, 2015. – 400 с.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СІТКОВИХ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛІПТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ

Кісельова О.М., Гарт Л.Л., Довгай П.О.

Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара (www.dnu.dp.ua)

Складні, швидко протікаючі та енергоємні процеси в сучасній техніці і економіці нерозривно пов'язані з системами автоматичного керування. Існують такі процеси, які в принципі не можуть протікати без відповідної системи керування, так як за своєю природою є нестійкими. У зв'язку з цим виникають питання про керування процесом найкращим (оптимальним) чином, про застосування для цих цілей спеціальних математичних методів, про аналіз складності та ефективності застосованих методів і алгоритмів [1, 2].

Дана робота присвячена аналізу ефективності застосування сіткових алгоритмів (в тому числі на послідовності сіток за проекційно-ітераційним принципом [3-6]) до розв'язування такої задачі оптимального керування системою еліптичного типу [7]: мінімізувати функціонал

$$J(u) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (y(x) - z(x))^2 dx + \frac{r}{2} \int_{\Omega} u^2(x) dx \quad (1)$$

за умов

$$\Delta y(x) = u(x), \quad x \in \Omega; \quad y(x)|_{x \in \Gamma} = 0, \quad (2)$$

$$Y = \{y \in H_0^1(\Omega) : \int_{\Omega} y(x) dx \leq 1\}, \quad U = \{u \in L_2(\Omega) : \|u(x)\| \leq 1\}, \quad (3)$$

де $u \equiv u(x)$ – функція керування, $y \equiv y(x) \equiv y(x, u)$ – функція стану системи, визначені на множині $\overline{\Omega} = \Omega + \Gamma = \{x = (x_1, x_2) : 0 \leq x_1 \leq \ell_1, 0 \leq x_2 \leq \ell_2\}$; $z \in L_2(\Omega)$ – задана функція, $r > 0$ – задана стала.

Для апроксимації еліптичної крайової задачі (2) використовувались методи скінченних різниць та прямих, для апроксимації інтегралів в (1), (3) – метод скінченних сум. Побудовані обґрунтовані проекційно-ітераційні

обчислювальні схеми для розв'язання задачі (1)-(3), основані на методі регуляризації Тихонова з використанням допоміжних ітераційних процедур скінченновимірної оптимізації. Розроблено програмний продукт, реалізуючий запропоновані обчислювальні схеми, виконано аналіз складності та ефективності відповідних чисельних алгоритмів на прикладі розв'язання модельних задач.

Бібліографічні посилання

1. Немировский А. С. Сложность задач и эффективность методов оптимизации [Текст] / А. С. Немировский, Д. Б. Юдин. – М.: Наука, 1979. – 384 с.
2. Кузюрин Н. Н. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений [Текст] / Н. Н. Кузюрин, С. А. Фомин. – М.: МФТИ, 2007. – 313 с.
3. Кісельова О. М. Використання ефективних ітераційних алгоритмів розв'язання неперервних задач оптимального розбиття множин з обмеженнями в формі рівностей [Текст] / О. М. Кісельова, Л. Л. Гарт, П. О. Довгай // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 104-112.
4. Гарт Л. Л. Застосування проекційно-ітераційного підходу, основаного на методі прямих, до розв'язування нелінійної еліптичної крайової задачі [Текст] / Л. Л. Гарт, М. В. Поляков // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2005. – С. 68-77.
5. Гарт Л. Л. Применение проекционно-итерационного метода к решению задач оптимального управления колебательными процессами [Текст] / Л. Л. Гарт, Н. В. Поляков // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2010. – С. 71-80.
6. Киселева Е. М. К вопросу о численном моделировании производной дискретного временного ряда с приближенными данными [Текст] / Е. М. Киселева, Л. Л. Гарт, П. А. Довгай // Междунар. научно-техн. журнал “Проблемы управления и информатики”. – 2015. – № 6. – С. 89-104.
7. Лапін А. В. Задача оптимального керування правою частиною еліптичного рівняння з обмеженнями на стан [Текст] / А. В. Лапін, М. Г. Хасанов // Вчені записки Казанського університету. – Т. 152. – № 4. – 2010. – 13 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ПОШУКУ ПО ДЕФОРМОВАНОМУ БАГАТОГРАННИКУ

Кісельова О.М., Мальцев М.Я., nikitamalcev1@gmail.com

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

У роботі досліджується проблема розв'язання оптимізаційних задач, обговорюються та порівнюються методи оптимізації, які не використовують похідні, насамперед, метод пошуку по деформованому багатограннику (метод Нелдера-Міда). Створення інтерактивного зображення роботи алгоритму пошуку по деформованому багатограннику представляє великий інтерес при вивченні і дослідженні властивостей оптимізаційного методу, його переваг та недоліків.

Ця робота є актуальною насамперед для учнів та студентів, які вивчають методи оптимізації, оскільки результат цієї роботи допомагає зрозуміти як саме працює метод Нелдера-Міда.

Результатом роботи є комп'ютерна програма, яка дозволяє знаходити розв'язок оптимізаційної задачі методом Нелдера-Міда та графічно відображати роботу методу на кожному кроці роботи алгоритму. На рис. 1-2 представлено результати роботи методу пошуку по деформованому багатограннику на k -ій та $(k+1)$ -ій ітераціях алгоритму, що реалізує досліджуваний метод.

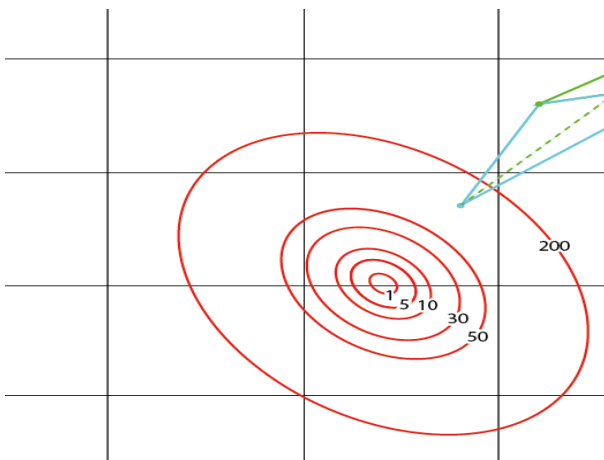


Рис. 1. k -та ітерація алгоритму методу пошуку по деформованому багатограннику

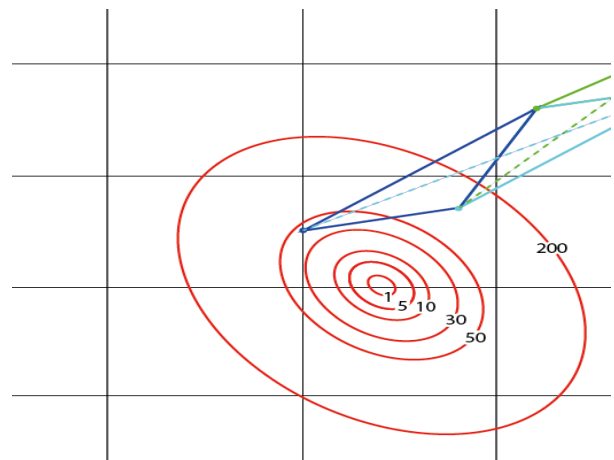


Рис. 2. $(k+1)$ -а ітерація алгоритму методу пошуку по деформованому багатограннику

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ-РОЗБИТТЯ

Кісельова О.М., Матяш В.В., matyash.vladislav@gmail.com

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

За останнє десятиліття з'явилося багато різноманітних можливостей збору точних та своєчасних даних про ринкові потреби в багатьох галузях промисловості. Наприклад, дані про розміщення каси, яка використовується в роздрібній торгівлі, - це рівень деталізації раніше недоступний. Паралельні розробки інструментів візуалізації, такі як географічні інформаційні системи, дозволяють позначити на карті необхідні дані, ідентифікуючи їх відповідними адресами. В результаті, ми маємо можливість фіксувати просторовий розподіл ринкових потреб з високим рівнем деталізації. Визначення розміщень носить в собі стратегічний характер, так як часто вони пов'язані з великими капіталовкладеннями. Дані розв'язки повинні супроводжуватися множиною варіантів розбиття, які обумовлюють обслуговування сервісних регіонів кожним з підприємств.

Проблема розміщення-розбиття полягає в тому, щоб розташувати масив підприємств так, щоб вартість транспортування від підприємства до клієнтів зводилась до мінімуму, а оптимальна кількість підприємств, повинна бути такою, щоб задовольняти попит клієнтів.

Розглядається ринкова область M з таким цільовим функціоналом:

$$\underset{A_i, p_i, i=1, \dots, n}{\text{Minimize}} Z = \sum_{i=1}^n z_i = \sum_{i=1}^n F_i + C_i$$

A_i – підмножина ринкової області M .

p_i – точка розміщення i -ого підприємства

F_i – затрати на вироблення продукції

C_i – затрати на транспортування продукції до клієнта.

Було розглянуто два алгоритми для порівняльного аналізу. Перший заснований на вершинному ітеруванні [1], другий на евристичному алгоритм

узагальнених псевдоградієнтів з розтягуванням простору, близький до r -алгоритму Шора [2].

В рамках виконаної роботи було розглянуто та досліджено класичну модель для задачі розміщення-розбиття та розроблено програмний продукт для її розв'язання у нелінійному випадку за допомогою алгоритму, заснованому на вершинному ітеруванні, коли попит представлено у вигляді нелінійної функції, що є неперервною на всій ринковій області.

При розв'язанні даної задачі більший пріоритет надається задачі розбиття та лише потім – розміщення. Цей підхід відрізняється від типового методу розв'язання задачі розміщення-розбиття, коли першочергово розв'язувалась задача розміщення. З огляду на те, що на практиці кінцеві місця розташування об'єктів визначаються за рахунок суб'єктивного прийняття рішень на основі якісних і кількісних факторів, доцільно розглянути питання про якийсь рівень зміни в остаточній реалізації. Таким чином, одним із способів приведення цієї невизначеності або зменшення її впливу на оптимальність є надання пріоритетності розв'язкам розподілу.

Можна зазначити мінуси вершинного підходу такі як: неможливість застосування алгоритму на більшій розмірності простору; необхідність задавати початкові координати розташування центрів, тоді як у другому алгоритмі цього можна не робити; неможливість використання іншої міри для границь розбиття.

Бібліографічні посилання

1. Murat A. (2009) A Continuous analysis framework for the solution of location-allocation problems with dense demand. / A. Murat, V. Verter, G. Laporte // Computers & Operations Research.
2. Киселева Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств и r -алгоритмы: монография / Е.М. Киселева, Л.С. Коряшкина. – К.: Наукова думка, 2015. – 400 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПОРТНИХ ВІДНОСИН МІЖ УКРАЇНОЮ ТА КИТАЄМ НА ОСНОВІ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Падалко В.Г.

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

У роботі з позицій системного аналізу запропоновано і обґрунтовано підхід до побудови моделей аналізу та прогнозу тенденцій українського експорту товарів до Китаю із застосуванням нейронечітких технологій, який має певні переваги перед класичним економетричним підходом.

Для побудови моделі впливу основних макроекономічних показників на обсяги експорту товарів України до Китаю враховувалась теорія міжнародної торгівлі, особливості зовнішньої торгівлі України з Китаєм, а також існуючий досвід розробки моделей зовнішньої торгівлі. Виходячи з цього, основними макроекономічними факторами (вхідними змінними), що найбільш впливають на експорт товарів (вихідну змінну *EXP*) обрано такі показники: індекс реальної промислової продукції України, валова продукція сільського господарства України в поточних цінах, урожайність соняшника, урожайність кукурудзи в Україні.

Далі, відома статистична інформація про обрані макроекономічні фактори формалізується у вигляді нечіткої продукційної бази знань, в якій відображена експертно-лінгвістична інформація про закономірності і зв'язки в існуючих даних. Для цього діапазони, в яких змінюються вхідні змінні, розбиваються на п'ять частин (що відповідають лінгвістичним оцінкам: низький (Н), нижчий за середнє (НС), середній (С), вищий за середнє (ВС), високий (В)), і вихідна – на сім ($D_1, D_2, \dots, D_7$).

Нечітка база знань являє собою сукупність нечітких правил (лінгвістичних висловлювань) типу **ЯКЩО-ТО**. Наприклад, **ЯКЩО** <індекс реальної промислової продукції України - *низький*> **ТА** <рівень урожайності соняшника – *середній*> **ТА** <рівень урожайності кукурудзи - *низький*> **ТО** <експорт - *середній*>.

Лінгвістичні оцінки, отримані на основі відомої реальної статистичної інформації, за допомогою функцій належності перетворюються в кількісну форму. Функції належності задаються в наступному вигляді:

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2}, \text{ де } \mu^T(x) - \text{число у діапазоні } [0,1], \text{ яке характеризує}$$

суб'єктивну міру відповідності значення x нечіткому терму T , b та c - параметри функції належності.

Таким чином, нейронечітка модель для аналізу впливу основних макроекономічних показників на експорт товарів України до Китаю має наступний вигляд:

$$EXP = \frac{\sum_{k=1}^7 d_k \mu(EXP_k)}{\sum_{k=1}^7 \mu(EXP_k)}, \quad (1)$$

де EXP_k - значення змінної EXP у проміжку D_k , $k=1, \dots, 7$, d_k - середина проміжку D_k , функції $\mu(EXP_k)$ залежать від функцій належності макроекономічних показників. Вид цієї залежності визначається побудованою базою знань.

В тих випадках, коли необхідно одержати модель (1) достатньо близьку до експериментальних даних, проводять настройку, яка являє собою підбір таких параметрів b і c , що забезпечують мінімум відстані між модельними й експериментальними даними.

Побудована нейронечітка модель може бути використана для розрахунку прогностного значення обсягу експорту товарів для будь-якої сукупності вхідних змінних, визначення оптимальних значень макроекономічних показників, аналізу тенденцій впливу зміни макроекономічних показників на обсяги експорту товарів з урахуванням тенденцій розвитку економік України та Китаю, прогнозування тенденцій росту обсягів експорту товарів для різних сценаріїв зміни основних макроекономічних показників та ін.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

Кісельова О.М., kiseleva47@ukr.net, ДНУ ім. Олесь Гончара (www.dnu.dp.ua)
Строєва В.О., vikastroeva@ukr.net,
Дніпровський державний технічний університет

Успіх більшості управлінських завдань залежить від найкращого способу використання ресурсів. У загальному випадку ця проблема зводиться до задач оптимального розподілу ресурсів. Задачами такого типу можуть бути задачі оптимального розміщення туристичних комплексів на заданій території, яка є привабливою в сенсі туристичної індустрії. У цьому випадку розглядають моделі функціонування і розвитку туристично-рекреаційних систем, які можуть бути використані для аналізу та прогнозування індустрії туризму, як на регіональному так і на державному та міжнародному рівнях.

У роботі [1] досліджено задачу оптимального розподілу рекреаційних ресурсів, розв'язання якої може бути цікавим у сенсі розвитку рекреації та туризму. Побудовано математичну модель поставленої задачі, яку адаптовано до неперервної нелінійної багатопродуктової задачі оптимального розбиття множин при обмеженнях із заданими координатами центрів підмножин та отримано аналітичний розв'язок досліджуваної задачі.

Метою цієї роботи – є розробка і програмна реалізація алгоритму розв'язання задачі оптимального розподілу рекреаційних ресурсів, проведення чисельних досліджень ряду прикладних задач та аналіз отриманих результатів.

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.

MULTICRITERIA OPTIMISATION BALANCE PACKING PROBLEM**Kovalenko A., Urniaieva I., Shekhovtsov S.**

tarom7@yahoo.com

Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine

Optimisation balance packing problems have a wide spectrum of practical applications. In particular, these problems arise in space engineering for rocketry design. Their distinctive feature consists of taking into account behaviour constraints (equilibrium, inertia, and stability) of a satellite system.

In the research we consider the packing problem in the following statement: pack 3D-objects in a container taking into account special placement and behaviour constraints so that the objective function attains its extreme value.

Many publications analyse problems of the equipment layout in modules of spacecraft or satellites (see, e.g. [1]). These problems are NP-hard. Paper [2] studies 3D balance layout problem taking into account minimum and maximum allowable distances. An exact mathematical model of the problem in the form of NLP-problem is provided.

The aim of this study is to develop a general mathematical model of 3D packing optimisation problem taking into account behavior constraints in the form of multicriteria optimisation problem. To describe placement constraints (non-overlapping of objects, containment of objects into a container with regard for the given allowable distances) analytically we employ phi-function technique [3].

Depending on the different combinations of objective functions some variants of the general mathematical model can be generated. The most frequently occurring objective functions found in related publications are the following: size of a container; deviation of the center of mass of system from a given point; moments of inertia of system.

1. Fasano, G., Pinte'r, J. (Eds.): Modeling and Optimisation in Space Engineering. Series: Springer Opt. and Its Appl. 73, XII. 404 (2013).
2. Stoyan Yu., Romanova T., Pankratov A., Kovalenko A., Stetsyuk P. (2016) Modeling and Optimization of Balance Layout Problems. Chapter (pp. 177-208) in contributed book Space Engineering. Modeling and Optimization with Case Studies/ Springer Optimization and its Applications, Editors G. Fasano and J.Pintér, Vol. 114, XV, 487 p.
3. Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova T.: Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Comput. Geom.: Theory and Appl. 43(5), 533-553 (2010).

WEB MINING СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП

Колотило Н. М., Стовпченко І. В., introtheintro@gmail.com

Національна металургічна академія України

На протяжении последних десятилетий весь мир стремительно развивается в направлении информационного общества, в которой жизнь людей все больше зависит, в первую очередь, от информации. Стремительно развиваются и технологии, все больше людей используют в повседневной жизни Интернет и возможности, которые он предоставляет (интернет-магазины, социальные сети, доступ к практически любой информации). В связи с этим сформировались новые социальные группы, которые установили между собой связи и общие интересы благодаря Интернету. С точки зрения социальных исследований, интернет-технологии позволяют ускорить сбор информации и статистики для анализа социальных процессов.

К сожалению, далеко не все социальные сети предоставляют подробную статистику и информацию стандартными способами, на основе которых можно проводить подробные исследования, но это позволяет сделать социальный Web Mining.

Web Mining – это поиск зависимостей и знаний во Всемирной паутине при помощи алгоритмов Data Mining.

Пользователи на различных условиях могут просматривать всевозможные документы, аудио- и видеофайлы. Однако это многообразие данных скрывает в себе проблемы, которые могут возникнуть при анализе информации в Интернете.

1. Проблема поиска нужной информации связана с тем, что пользователь не всегда сразу может найти необходимые ему ресурсы.

Лишь небольшой процент ссылок среди предложенных поисковыми системами приводит к требуемым документам.

2. Проблема обнаружения новых знаний. Даже если найдено множество информации, для пользователя извлечение полезных знаний является довольно трудоемкой и непростой задачей. Сюда же можно и отнести сложности, связанные с осмыслением сведений, пониманием тех идей, которые были вложены авторами.
3. Проблема изучения потребителей связана с предоставлением пользователю информации, которая оказалась бы ему интересна. Это особенно актуально для электронных торговых порталов, которые могли бы "подсказывать" пользователю при выборе товара.

Youtube - самая популярная видеохостинговая социальная сеть, где миллионы пользователей смотрят и выкладывают тысячи видеозаписей абсолютно разной направленности и содержания. В нашей работе мы проводим исследование социальных групп на данном ресурсе с целью определить уровень вовлеченности пользователей и реакцию на внешние события, выявить зависимость между географическим положением и популярностью каналов и т.д.

Список литературных источников

1. Д. Макленнен, Ч. Танг, Б. Криват. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining — интеллектуальный анализ данных
2. А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ

Комяк В.М., vkomyak@ukr.net, Данилин А.Н.

Университет гражданской защиты Украины

Эффективность эвакуации людей из зданий при чрезвычайных ситуациях зависит от выборов путей и средств эвакуации, среди которых рассматриваются основные пути движения людей по коридорам и лестницам. При моделировании движения людей по сети коридоров и лестниц используются, в основном, модели, оценивающие поток по средне-статистическим данным, не анализируя индивидуальные характеристики индивидов потока, что важно при движении людей с ограниченными физическими возможностями в потоке смешанного состава и в зданиях со сложной инфраструктурой. В связи с этим работа, которая посвящена математическому моделированию индивидуально-поточного движения людей, является актуальной.

В работе [1] сформулирована и построена математическая модель индивидуально-поточного движения людей, которые аппроксимируются набором эллипсов. Показано, что рассматриваемая задача может быть сведена к задаче их плотной упаковки с разной плотностью. Разная плотность возникает в связи с учетом разных минимально допустимых расстояний между людьми. Соблюдение минимально допустимых расстояний вызвано учетом ряда ограничений, среди которых можно выделить движение людей с разной скоростью, учетом их мобильности, комфортности и т.д.

Основные этапы моделирования движения людей можно представить в следующем виде. Для каждого из индивидов, поступивших в область движения, на каждом шаге (с заданным временным интервалом, например, 1 сек.) определяется основное направление, после чего (возможно) вносятся небольшие индивидуальные изменения характеристик (скорости,

направления, ускорения и т.п.). Угол поворота эллипса определяется между перпендикуляром к большой полуоси и вектором основного направления движения. В качестве целевой функции рассматривается максимум совокупного движения (пройденного всеми индивидуумами суммарного расстояния), а в качестве ограничений – условие непересечения эллипсов, условия размещения их в области с учетом минимально-допустимых расстояний, а также ограничение на угол поворота в рамках маневренности людей.

Одним из методов [2] строится начальная точка. По координатам начальной точки генерируется подобласть допустимых решений, содержащая эту точку, для чего составляются системы неравенств, обеспечивающие как непересечение всех эллипсов, моделирующих индивидов, так и их принадлежность области движения [3]. Начиная с начальной точки, находим локальный максимум целевой функции на подобласти, решая полученную задачу нелинейного программирования, например, при помощи программы IPOPT [2]. Процесс является итерационным и завершается после выхода индивидуумов из заданной области.

Осуществлено компьютерное моделирование индивидуально-поточного движения индивидов, аппроксимированных эллипсами, количество которых не превышает 150.

Литература

1. **Данилин А.Н.** Математическая модель индивидуально-поточного движения людских и транспортных потоков / А.Н. Данилин, В.В. Комяк, В.М. Комяк, А.В. Панкратов, А.Н. Соболев // Вестник Херсонского Национального Технического Университета, Херсон: ХНТУ. – 2016. – №3(58). – С.501 – 505.
2. **Pankratov A. V.** Optimal packaging ellipses given allowable distance / A. V. Pankratov, T. E. Romanova, I. A. Subota // Journal of computing mathematics. – 2014. – Vol. 1. – P. 27 – 42.
3. **Данилин А.Н.** Упаковка эллипсов в прямоугольник минимальных размеров / А.Н. Данилин, В.В. Комяк, В.М.Комяк, А.В.Панкратов // УСМ, К.,2016, – №5, – С.5 – 9.

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИНВАРИАНТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Корчинский В.М., korchins50k@i.ua

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

В настоящее время одним из основных способов получения данных о физическом состоянии окружающей среды является анализ многоспектральных изображений дистанционного зондирования Земли с аэрокосмических носителей (геоинформатика, состояние атмосферы и т. п.) [1]. Одна из перспективных, но полностью не решенных проблем интерпретации таких видовых данных состоит в их идентификации, инвариантной к искажениям, обусловленным неизбежными в реальных условиях съемки нестабильностям позиционных условий формообразования изображений и пространственного разрешения изображений, полученных в различных спектральных каналах зондирования [2].

В данной работе предложена система интегральных информационных признаков многоспектральных изображений, которая обеспечивает анализ всего множества изображений спектральных каналов, образующего единый геометрический объект – многоспектральное изображение (МСИ), и инвариантных к его аффинным преобразованиям. В качестве основы многомерного координатного описания распределений яркости МСИ принято предложенное в работе основу [3] их представление матрицами $\mathbf{M}_{nm \times k}$ 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 столбцам / строкам растра; элементы массива $\mathbf{M}_{nm \times k}$ представляют уровни яркости соответствующих ячеек растра.

Собственно инвариантные информационные признаки МСИ определяются на множестве безразмерных семиинвариантов указанных

матричных представлений $S_{p,q}$ (p, q – натуральные числа, $N = p + q$ – порядок семиинварианта) и имеют вид квадратик в евклидовом пространстве $\mathbf{R}^N$, где N – порядок семиинварианта (четное число)

$$I_N = z_{N/2-1}^2 - 2 \sum_{k=0}^{N/2-1} (-1)^k \frac{\left(\frac{N}{2}\right)! \left(\frac{N}{2}\right)!}{\left(\frac{N}{2} - k - 1\right)! \left(\frac{N}{2} + k + 1\right)!} \cdot z_{N/2-k} z_{N/2+k+2},$$

где $z_i = S_{i-1, N+1-i} \exp\left(-\frac{NS_{0,0}}{2}\right)$, $i = \overline{1, N+1}$.

Многочисленные вычислительные эксперименты применительно к изображениям с различным пространственными и радиометрическими разрешениями, зафиксированным в разных спектральных диапазонах зондирования, подтвердили высокий уровень стабильности предложенных информационных признаков при аффинных преобразованиях распределений яркости МСИ.

1.Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: Пер. с англ. / Р.А.Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

2. Flusser J 2D and 3D image analysis by moments / J.Flusser, Suk T., Zitova B. – N.-Y., London : J.Wiley , 2017. – 530 p.

3. 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.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІГРОВОГО АГЕНТА ВИБОРУ ВАРІАНТІВ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Кравець П.О., kpro@i.ua

Національний університет „Львівська політехніка”

Перспективним підходом до розв’язування задач вибору варіантів рішень у розподілених системах з параметричною невизначеністю є застосування колективу інтелектуальних агентів. Залежно від поставлених цілей у таких системах виникають стани кооперації або конкуренції дій агентів. Колективні стани агентів в умовах невизначеності вивчаються теорією стохастичних ігор [1]. Метою цієї роботи є побудова математичної моделі ігрового агента прийняття рішень в умовах невизначеності.

Нехай задана множина, що складається з двох або більше агентів D , кожен з яких $i \in D$ здійснює у дискретні моменти часу $n = 1, 2, \dots$ незалежний вибір однієї з власних чистих стратегій $u_n^i = u^i \in U^i = (u^i(1), u^i(2), \dots, u^i(N_i))$ і до моменту часу $n+1$ отримує обмежений випадковий поточний програш $\xi_n^i = \xi_n^i(u_n^{D_i})$, що є функцією спільних стратегій $u^{D_i} \in U^{D_i} = \times_{j \in D_i} U^j$ агентів з локальної підмножини $D_i \subseteq D, D_i \neq \emptyset \forall i \in D$.

Послідовності обраних варіантів $\{u_t^{D_i} | t = 1..n\}$ оцінюються поточними середніми програшами:

$$\Xi_n^i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \xi_t^i.$$

Метою кожного агента є мінімізація його функції середніх програшів:

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \Xi_n^i \rightarrow \min_{u_n^i}.$$

Вибір чистих стратегій u_n^i здійснюється агентами незалежно на основі імовірнісних розподілів, побудованих на динамічних векторах змішаних стратегій $p_n^i = (p_n^i(1), p_n^i(2), \dots, p_n^i(N_i))$:

$$u_n^i = \left\{ u^i(j) | j = \arg \min_j \sum_{k=1}^j p_n^i(k) > \omega \ (j = 1..N_i) \right\}, \quad (1)$$

де $\omega \in [0,1]$ – випадкова величина з рівномірним розподілом.

Значення змішаних стратегій змінюються у часі за рекурентним методом:

$$p_{n+1}^i = \pi_{\varepsilon_{n+1}}^{N_i} \left\{ p_n^i - \gamma_n R(u_n^i, \xi_n^i, p_n^i) \right\}, \quad (2)$$

де $\pi_{\varepsilon_{n+1}}^{N_i}$ – проектор на одиничний ε -симплекс; $\varepsilon_n > 0$, $\gamma_n > 0$ – параметри навчання методу, монотонно спадні додатні величини; $R(u_n^i, \xi_n^i, p_n^i)$ – крок методу, який у загальному є стохастично апроксимованим псевдоградієнтом, що визначає напрям руху до точок рівноваги відповідної детермінованої матричної гри (Неша, Парето, Слейтера, Джофріона або іншого) [2].

Якщо $R(u_n^i, \xi_n^i, p_n^i) = \xi_n^i e(u_n^i) / e^T(u_n^i) p_n^i$, де $e(u_n^i)$ – одиничний вектор-індикатор вибору чистої стратегії $u_n^i = u^i$, а $e^T(u_n^i)$ – вектор-стовпець, то маємо градієнтний метод стохастичної оптимізації.

Збіжність змішаних стратегій (2) до оптимальних значень визначається співвідношеннями параметрів γ_n та ε_n , які повинні задовольняти фундаментальні умови стохастичної апроксимації. Ці параметри можуть бути обчислені так:

$$\gamma_n = \gamma n^{-\alpha}, \quad \varepsilon_n = \varepsilon n^{-\beta}, \quad (3)$$

де $\gamma > 0$; $\alpha > 0$, $\varepsilon > 0$; $\beta > 0$.

Вирази (1) – (3) визначають функціональну компоненту моделі ігрового агента. Крім того, формування поточних втрат входить до сенсорної, а реалізація поточних рішень – до ефекторної компонент моделі агента.

Розглянуту математичну модель ігрового агента можна використати для побудови мультиагентних систем різного призначення.

1. **Кравець П.О.** Ігрове прийняття рішень в мультиагентних системах / П.О. Кравець // Комп'ютерні науки та інформаційні технології: Вісник НУ “Львівська політехніка”. – 2008. – № 629. – С. 73 – 80.
2. **Назин А.В.** Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы / А.В. Назин, А.С. Позняк. – М., 1986.

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ ВВЕДЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ЦИФРОВІ ПРИСТРОЇ

Крак¹ Ю.В., Бармак² О.В., krak@univ.kiev.ua

¹*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

²*Хмельницький національний університет*

Сучасний розвиток засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій (ІТ) дозволяє суттєво розвинути засоби комунікації на базі складних технічних пристроїв. Запропонована ІТ для реалізації альтернативних підходів до спілкування [1]. Ключовим моментом запропонованої ІТ є інтелектуалізація введення інформації за допомогою системи прискореного введення тексту у цифрові пристрої. Для реалізації запропонованої ІТ запропоновано модель корпусу розмовної української мови. Інформаційна система, що реалізує запропоновану ІТ використовує меншу кількість команд для введення букв і прогнозує варіанти слів, базуючись на даних корпусу слів і словосполучень для спілкування.

Дослідження і моделювання системи введення тексту з прогнозуванням базувалось на формуванні множини (корпусу) слів (словосполучень) української мови (обмеженого словами для повсякденного спілкування) з побудовою відповідної моделі для можливості прогнозування наступних слів в словосполученні та на групуванні (з відповідним кодуванням) множини букв українського алфавіту в певному порядку проходження: алфавітний, клавіатурний («qwerty»), за частотою використання тощо.

Для формування корпусу слів запропоновано використовувати експертний підхід. Це обумовлено тим, що потрібно підібрати слова і словосполучення, що використовуються в повсякденному спілкуванні. Для цього використано джерела з контенту україномовних сайтів, періодичної преси, словників-розмовників тощо.

Для моделювання отриманого обсягу текстової множини з метою подальшого прогнозування слів в словосполученнях запропоновано отримані

речення з діалогів розбити на N-грами - юніграми, біграми і триграми [2]. Метою побудови N-грамних моделей є визначення ймовірності використання заданої фрази (словосполучення). Цю ймовірність можна задати формально як ймовірність виникнення послідовності слів у деякому корпусі (наборі текстів). Для оцінки цих ймовірностей потрібен відповідний метод. Самим простим та найбільш інтуїтивним способом оцінки ймовірності є метод максимальної подібності [2]. Запропонована адаптована технологія для введення інформації меншою кількістю клавіш [3]. Вона передбачає для введення використовувати блоки, що складаються із згрупованих букв українського алфавіту в певному порядку слідування: алфавітний, клавіатурний («qwerty»), за частотою використання тощо. Технологія передбачає, що одним натисканням буде вибрана не конкретна буква, а набір букв, що залежить від поточної розкладки символів по блокам. Введене таким чином слово є умовним кодом, отриманим для поточної розкладки символів на клавіатурі. Далі цей код порівнюється з внутрішнім словником, що містить слова або словосполучення (N-грами) і пропонується найбільш ймовірне слово.

Подальші дослідження спрямовані на реалізацію запропонованого способу альтернативного спілкування за допомогою стандартних пристроїв (планшети, телефони тощо) з метою використання для організації діалогів з людьми, у яких тимчасово відсутній або ускладнений канал основний вербальної комунікації.

1. **Кривонос Ю.Г.** Новые средства альтернативной коммуникации для людей с ограниченными возможностями / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак [та ін.] // Кибернетика и системный анализ – 2016. том 52, – № 5. – С.3–13.
2. **Jurafsky D.** Speech and Language Processing / D. Jurafsky, J.H. Martin – Second edition. – Pearson Prentice Hall, 2009. – 988 p.
3. **Крак Ю.В.** Система ввода текста для альтернативной коммуникации / Ю.В. Крак, А.В. Бармак, Р.А. Багрий // Проблемы управления и информатики – 2017. – № 3. – С.5–13.

ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ ДЛЯ ФЛЕКТИВНИХ МОВ

Крак Ю.В., Голік А.О., Касьянюк В.С., Стеля І.О., krak@univ.kiev.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Запропоновано підхід та здійснена алгоритмічна та програмна реалізація технології автоматизованого перекладу з флективних мов на відповідні аналоги жестових мов [1,2] на прикладі української мови. З цією метою було розроблено інфологічну модель словника української мови як набору інфінітивів, флексій і параметрів словозміни та інфологічну модель жестової мови як сукупність жестів та їх характеристик. Для роботи з даними моделями запропоновано та реалізовано алгоритми створення послідовності слів та послідовності жестів, створення структури речення та структури жестового речення, отримання номера структури речення для речення українською мовою та отримання відповідного номера структури жестового речення за номером структури речення українською мовою. Припускається, що вхідні речення українською мовою мають просту структуру з одним предикативним зв'язком, або вхідне речення автоматизованого розбивається на послідовність простих речень. Запропоновано метод подання зв'язків між словами української мови та жестами мови жестів у вигляді узагальнених граматичних конструкцій та зв'язків між жестами та словами. Для проведення експериментальних досліджень та перевірки ефективності розроблених методів, було створено інформаційну технологію для автоматизованого перекладу з розмовної на жестову мову за допомогою отриманих моделей. Тестування показало перспективність та ефективність запропонованого підходу для вирішення даної проблеми.

1. **Barmak O.** Text to gestures translation for inflected languages / O.Barmak, Iu. Krak, S.Romanyshyn. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 100p.
2. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: трансформація тексту в жести / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, О.В.Бармак, С.О.Романишин – Київ: Наук. думка, 2016. – 231 с.

МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД В ІМІТАЦІЙНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БДЖОЛИНОЇ КОЛОНІЇ

Кривонос О.Д., Кузенков О.О., sahlet@yandex.ru

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

Ключові слова: моделювання бджолиної колонії; мультиагентний підхід; агент.

Існує клас систем, розроблені моделі яких не підходять для проведення результативних обчислювальних експериментів або взагалі не розроблені. У цьому випадку математичну (аналітичну) модель можна замінити імітаційною.

Імітаційне моделювання – [1] це окремий випадок математичного моделювання, завдяки якому можна імітувати модельований процес. До переваг імітаційної моделі можна віднести можливість багаторазового використання без постанови натурного, а у деяких випадках і комп'ютерного експерименту.

Одним з основних підходів імітаційного моделювання є мультиагентне моделювання.

Мультиагентна система – [3] це системи, утворена декількома автономними інтелектуальними агентами, що взаємодіють один з одним і середовищем, в якому агенти існують і на яке можуть впливати. Мультиагентні системи можуть бути використані для вирішення таких проблем, які складно або неможливо вирішити за допомогою одного агента або монолітної системи. Для розробки мультиагентної системами використовують мультиагентне моделювання.

Мультиагентні моделі є децентралізованими. В процесі побудови такої моделі не визначається поведінка системи в цілому, визначається поведінку агентів на індивідуальному рівні, а динаміка системи виникає як результат діяльності багатьох агентів. До переваг мультиагентного моделювання можна віднести те, що розробка моделі можлива без знання про глобальні

залежності: потрібно визначати індивідуальну логіку поведінки учасників процесу для того, щоб побудувати мультиагентну модель і вивести з неї глобальну поведінку. Мультиагентну модель простіше підтримувати: уточнення зазвичай робляться на локальному рівні і не вимагають глобальних змін. Мультиагентну модель можна реалізувати клітковим автоматом.

Бджолина колонія є мультиагентною системою, тому для її моделювання підходить мультиагентний підхід. Модель бджолої колонії можна використовувати для короткочасних і довготривалих прогнозів поведінки конкретної колонії бджіл. Для цього потрібно періодично корегувати параметри моделі щоб вони співпадали з вже відомими параметрами колонії. Щоб зробити процес корегування швидким і зручним можна створити систему для зберігання і аналізу даних.

Побудова імітаційної моделі бджолої колонії на основі мультиагентного підходу і створення системи зберігання та аналізу даних є метою роботи.

Бібліографічні посилання

- 1. Карпов Ю.Г.** Имитационное моделирование систем. – БХВ-Петербург, 2005.
- 2. Кельтон Д.В.** Имитационное моделирование. – Питер, 2004.
- 3. Кудрявцев Е.М.** Основы имитационного моделирования. – М., 2004.
- 4. Рыжиков Ю.И.** Имитационное моделирование: Теория и технологии. – М., 2004.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ОНЛАЙН-СЕРВІС ПІДБОРУ КАВОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Крикун Л.О., klo685kn@gmail.com

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Експертна система (ЕС) – це програмний засіб, що використовує експертні знання для забезпечення високоефективного рішення неформалізованих задач у вузькій предметній області. Основу ЕС складає база знань (БЗ) про предметну область, яка накопичується в процесі побудови та експлуатації ЕС. Накопичення і організація знань – найважливіша властивість усіх ЕС.

Метою роботи є створення експертної системи інтернет-магазину для еспрессо-бару «BezBrendu». Експертна система повинна надавати користувачеві зручний інтерфейс, коректні варіанти для відповідей, а також повну інформацію про еспрессо-бар, його продукти і контакти. Використання ЕС дозволить підвищити ефективність роботи інтернет-магазину за рахунок автоматизації пошуку клієнтом товару за певним набором характеристик.

Основу ЕС складає підсистема логічного висновку, яка використовує інформацію з бази знань (БЗ), генерує рекомендації щодо вирішення завдання. Для представлення знань в ЕС використовується системи продукцій і семантичні мережі. БЗ складається з фактів і правил (якщо <посилка> то <висновок>). Якщо ЕС визначає, що посилка вірна, то правило визнається відповідним для даної консультації і воно запускається в дію. Запуск правила означає прийняття укладення даного правила в якості складової частини процесу консультації. Обов'язковими частинами ЕС є також модуль придбання знань і модуль відображення і пояснення рішень. У більшості випадків, реальні ЕС в промисловій експлуатації працюють також на основі баз даних (БД).

Процес спілкування користувача і експертної систем (ЕС), що розроблена, індивідуальний: система обчислює пріоритети користувача і в

залежності від них видає результати пошуку. Пошук необхідного об'єкта відбувається поетапно: система задає наступне питання виходячи з попередніх відповідей користувача, який веде з нею діалог. ЕС самостійно визначає параметри та пріоритети пошуку: нерелевантні питання не задаються, не даються і нерелевантні варіанти відповідей.

БЗ містить факти і правила, які використовуються для побудови системи. База знань містить 13 країн-експортерів кави і 15 фактів, які можуть описати той чи інший сорт кави (смак, ціна).

1. **Егорошин, О.** Тенденції в світі сайтобудування: [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://site-sait.ru/about/publications/sajtostroenie>.

2. **Гаєвський, А.** Створення web-сторінок і web-сайтів. HTML і Javascript [Текст] / А.Гаєвський, В.Романовський. – Б.: БВХ, 2008. – 537 с.

3. **Джарратано, Д.** Експертні системи: принципи розробки та програмування [Текст] / Д.Джарратано, Г.Райли. – Х.: ХНАМГ, 2006. – 384 с.

ЗАСТОСУВАННЯ СУФІКСНИХ МАСИВІВ У РЯДКОВИХ ЗАДАЧАХ

Крищик Є. П., Лозовська Л. І., evgeniya.knm@gmail.com,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Суфіксний масив – структура даних, що розроблена Джином Майерсом та Уді Манбер для оптимального за часом розв’язання великої кількості рядкових задач. Далі розглянуті можливі застосування суфіксних масивів у рядкових задачах.

Порівняння двох підрядків рядка. Використовуючи проміжні масиви, які отримані підчас побудови суфіксного масиву, можна порівнювати довільні підрядки довжини рівної ступеню двійки. Для цього достатньо порівняти номери їх класів еквівалентності з відповідної стадії.

Побудова масиву найбільших спільних префіксів. Для побудови масиву найбільших спільних префіксів, або lcp застосуємо метод, який буде виконувати попередню обробку рядка за $O(n \log n)$ часу та використовувати при цьому $O(n)$ пам'яті, де n – довжина рядку. Результатом цієї обробки буде масив (який сам по собі є важливим джерелом інформації про рядок, і тому використовуватися для вирішення інших завдань).

Пошук підрядка в рядку. Шуканий підрядок повинен бути префіксом певного суфікса t . Оскільки суфікси вже впорядковані (це дає суфіксний масив), то підрядок s можна шукати бінарним пошуком по суфіксам рядка s . На кожному кроці бінарного пошуку порівнювати шуканий рядок і поточний суфікс будемо безпосередньо за n – довжину рядка. Таким чином маємо складність пошуку $O(n \log n)$, де $O(\log n)$ – складність бінарного пошуку.

Підрахунок кількості різних підрядків. Будемо іти по масиву суфіксів. Беремо черговий в порядку сортування суфікс і дивимося, які його префікси дають нові підрядки. Всі крім тих, що співпадають з префіксами попереднього. Будемо додавати до результату кількість нових отриманих підрядків для кожного префіксу. Отримана сума і буде загальною кількістю різних підрядків у рядку.

КЛАСИФІКАЦІЙНА СИСТЕМА ФАЗОВИХ ПОРТРЕТІВ СИСТЕМИ ТРЬОХ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

**Кузенков О.О., Терещенко Є.С., je.tereshchenko@gmail.com,
ДНУ ім. О. Гончара, (www.dnu.dp.ua)**

Більшість математичних моделей реальних процесів описують динаміку окремих груп особин та у окремих випадках принципи взаємодії таких груп між собою. Очевидно, що складовими складних систем є не тільки пари груп, а більш складні їх поєднання. Здебільшого математичний апарат, що використовується орієнтований на найпростіше поєднання груп та не може описати взаємопов'язану динаміку груп кількості яких >2 .

Робота присвячено дослідженню питання класифікації фазового простору систем трьох лінійних диференціальних рівнянь [1].

Вперше класифікація особливих точок систем диференціальних рівнянь другого порядку була запропонована А. Пуанкаре. В роботах А.М. Самойленко, М.О. Перестюка [2] не тільки подано повну класифікаційну систему точок рівноваги, але й наведено визначення топологічної еквівалентності систем лінійних диференціальних рівнянь у цілому. У роботі В.В. Немицького та В.В. Степанова детально досліджено питання поведінки інтегральних кривих при різних коренях характеристичного рівняння системи. Серед публікацій зарубіжних авторів це питання досліджували С. Лефшец, Ф. Трикоми, Р. Дефт, С. David Levermore, С. Eugene Wayne та ін.. В роботі описано 31 тип топології фазового простору у тому числі робастні типи, та вироджені типи ковимірності 1,2 та 3.

Бібліографічні посилання:

1. Кузенков О.О. Класифікаційна система точок рівноваги лінійної системи диференціальних рівнянь третього порядку/ О.О. Кузенков // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Сер. "фіз.-мат. науки".-К.,2011.-№3. С.123-127.
2. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння: підручн. / А.М. Самойленко, М.О. Перестюк, І.О. Парасюк. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2003. – 600с.

СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ СХОЖИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ

Кузнєцов К.А. kgoblink@ukr.net,

Мартиненко В.В., vyacheslavmartynenko@gmail.com,

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

Для мобільних платформ на даний момент актуальна проблема пошуку та виявлення схожих додатків. Необхідність одержання більш точних та адекватних результатів, а також необхідність автоматизації цього процесу, призвело до створення гнучкої системи пошуку.

Тому ставиться задача створення системи пошуку, яка буде швидко і якісно оброблювати велику кількість текстової інформації.

Вирішення цієї проблеми проведено для додатків, розроблених для мобільної платформи IOS, які є у вільному доступі на офіційному магазині цієї платформи. Для вирішення поставленої задачі було розглянуто сімейство алгоритмів для «Пошуку найближчого сусіда».

Отож, дане програмне забезпечення - це бібліотека, створена на мові програмування Java, яка містить набір алгоритмів, що найкраще працюють для пошуку найближчого сусіда та системи для автоматичного вибору найкращого алгоритму.

За результатами роботи системи на екран виводиться список схожих додатків, інформація про кожний із додатків, показники, що характеризують степінь схожості та час роботи алгоритму

Тестування реалізованого програмного забезпечення було проведено на сформованому наборі даних, за допомогою API мобільної платформи IOS. Його результати підтвердили, що дана система дозволяє достовірно знаходити схожі додатки. При цьому вона може працювати з великими об'ємами інформації, забезпечуючи високу швидкість обробки даних під час пошуку.

Бібліографічні посилання

1. **Барсегян А.** Анализ данных и процессов: Учеб. пособ. / Барсегян А., Куприянов М. М. Э. – СПб.: Издательство “БХВ-Петербург”, 2009. – 512 с.

РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ З УМОВАМИ НЕЙМАНА

Кузьменко В.І., Букша Д.С.

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

Відомо, що у разі однорідної задачі Неймана для рівняння

$$\Delta u = f \quad (1)$$

в області D розв'язок існує лише за умови

$$\int_D f dD = 0. \quad (2)$$

За числового розв'язання значення функції f обчислюються наближено, що призводить до порушення умови (2) та розбіжності ітераційних процесів. Таку ситуацію будемо тлумачити як некоректність за третьою умовою Адамара.

Перейдемо до екстремального формулювання задачі:

$$\inf_{v \in V} \{J(v)\} = \frac{1}{2} \int_D \left[\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right] dD - \int_D f v dD,$$

де $V \equiv W_2^{(1)}(\Omega)$.

Застосуємо метод регуляризації Тихонова, обираючи стабілізатор у вигляді

$$\Omega(v) = \int_D v^2 dD$$

і розглядаючи екстремальну задачу

$$\inf_{v \in V} \{T(v) = J(v) + \alpha \Omega(v)\}, \quad (3)$$

де α – параметр регуляризації.

Показано, що розв'язок задачі існує та буде єдиним.

Числове розв'язання ґрунтується на скінченно-різницеvй апроксимації та методі верхньої релаксації. Параметр α обирається шляхом обчислювального експерименту.

МНОГОЭЛЕМЕНТНОЕ МНОЖЕСТВО ОРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И МЕТОДЫ ЕГО АНАЛИЗА

Лабуткина Т.В., Серпокpыл В.Ю., Котюк А.А., Алхимов В.М.
tvlabut@ukr.net,

Днипровский национальный университет им. О.Гончара

Число орбитальных объектов в околоземном космосе весьма значительно. Задачи анализа совокупного движения многоэлементных множеств орбитальных объектов становятся все более актуальными. Например, представляет интерес выявление интервалов времени, когда орбитальные объекты сближаются на расстояние, меньшее заданного граничного значения, в частности, на расстояние механических конфликтов (столкновений) между орбитальными объектами. Методы исследований многоэлементных множеств орбитальных объектов и методы их анализа для решения текущих практических задач (например, для прогноза возможных опасных сближений орбитальных тел) можно разделить на два класса. Методы первого класса предполагают моделирование движения элементов системы и анализ текущих мгновенных композиций расположения этих элементов на каждом шаге моделирования. Эти методы обеспечивают высокую точность, но требуют существенных затрат времени. Методы второго класса базируются на моделировании эволюции траекторий орбитальных объектов (эволюции орбитальных параметров, определяющих эти траектории), которая происходит существенно медленнее, чем движение орбитальных тел по этим траекториям. В методах второго класса можно выделить две составляющие. Первая – это собственно моделирование траекторий и анализ их расположения друг относительно друга для выявления участков траекторий, находящихся друг от друга на опасном расстоянии. Вторая составляющая связана с выявлением интервалов времени одновременного сближения объектов на опасно близких участках траекторий. При значительном числе траекторий орбитальных объектов анализ их расположения в совокупном множестве этих траекторий и

выявление интересующих исследователя ситуаций одновременного прохождения объектами определенных участков траекторий – достаточно сложная задача, которая, хоть и выигрывает по затратам времени на ее решение по сравнению с прямым моделированием, может потребовать существенных затрат времени. Ускорение поиска решения, повышение его точности и наглядности требует применения методов, которые позволяют достаточно легко «увидеть» (выделить) решение в имеющемся множестве вариантов, которые предполагалось бы рассматривать без использования этих методов. Назовем такие методы «интеллектуальными». Для анализа многоэлементного множества орбитальных объектов интеллектуальные методы предполагают следующее: 1) использование «моделей-клише» или «ситуаций-клише», на проверку соответствия которым проверяются группы объектов; 2) учет квазирегулярности и квазисимметричности расположения орбитальных объектов, траекторий или участков траекторий, определенных по заданным признакам; 3) учет квазипериодической составляющей в вековых изменениях орбитальных параметров и квазипериодичности движения орбитальных объектов по орбитам, 4) использование математический аппарат теории групп.

Разработан комплекс интеллектуальных методов, позволяющие «видеть» пары (или группы) опасных участков траекторий, при движении по которым создается возможность конфликтной (или поликонфликтной) ситуации. Методы позволяют без существенных затрат времени рассчитывать характеристики групп опасных участков траекторий. Разработаны методы, позволяющие прогнозировать для пары объектов единичные ситуации сближения на паре опасных участков траекторий для одного витка орбитального тела, ситуации последовательности сближений на этих участках на нескольких соседних витках, а также методы расчета характеристик описанных сближения. Предложены методы, позволяющие прогнозировать периодичность и характеристики серии опасных сближений.

АНАЛІЗ ІНТЕРАКТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ «СТУДЕНТИ ОЧИМА ВИКЛАДАЧІВ» ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Лісейцов Д.В.*, Зайцева Т.А.*, Шишканова Г.А., Сірик С.Ф.***

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

***Запорізький національний технічний університет*

Процес інформатизації сучасного суспільства зумовив необхідність розробки нової моделі системи освіти, заснованої на застосуванні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Система оцінювання навчальних досягнень студентів – це складне багатогранне поняття, яке охоплює види оцінювання, функції оцінювання (мотиваційну, інформаційну, соціальну, виховну тощо), шкалу оцінювання, суб'єктів оцінювання тощо.

Для сучасної людини характерне прагнення до візуального сприйняття інформації. Із проникненням інформаційних технологій в усі сфери життя, бажано мати швидкий, достовірний та найлегший доступ до різноманітної інформації. Web-ресурс «Студенти очима викладачів» допомагає розширити можливості діагностики рівня засвоєння інформації студентами, демонструє успішність та відставання від навчальної програми, дозволяє батькам студентів мати змогу спілкуватися безпосередньо з викладачами у двосторонньому порядку та швидко реагувати в разі потреби, допомагає всім батькам стати ближчим до процесу навчання своєї дитини, а саме дозволяє миттєво, через Інтернет (за наявності прав перегляду) знайти відомості про свою дитину, яка навчається.

Актуальність розробки web-ресурсу «Студенти очима викладачів»:

- на сьогодні web-ресурс унікальний;
- викладачі мають бажання донести до студентів, а також їх батьків інформацію в сучасній формі. Так як, журнал вже застарів, і не у всіх зацікавлених осіб є можливість приїхати в навчальний заклад, і подивитися його, то web-ресурс є більш зручною альтернативою.

Створення Web-ресурсу «Студенти очима викладачів» - це спроба пошуку нових форм спілкування між студентами, викладачами, батьками та іншими зацікавленими особами.

Для розв'язку поставленої задачі було обрано наступне середовище розробки Notepad++, мова програмування HTML, PHP. Дане програмне забезпечення містить у собі ряд інструментів, які полегшують роботу з написанням коду та його налагодженням.

Для налагодження сайту в локальному доступі використовувався XAMPP, для створення двох баз даних PHPmyAdmin та для написання запитів для неї Notepad++.

Зараз ведеться розширення функціоналу сайту:

- введення звітності по атестації студентів;
- введення звітності успішності на екзаменаційній сесії;
- електронна залікова книжка;
- додавання форм для коментарів та дискусій щодо контрольних робіт та їх виконання;
- ведення нової сторінки сайту задля змоги студентів виявляти свою творчість, ділитися інтересами та вподобаннями;
- аналіз роботи сайту за допомогою статистичних методів задля розуміння його ефективності:
 1. аналіз відвідуваності сайту (батьками, студентами, викладачами);
 2. аналіз змін успішності серед студентів які користувались ресурсом та ні;
 3. аналіз найбільш популярних сторінок сайту та чому;
 4. опитування серед користувачів на предмет використання ресурсу, його необхідності та пропозицій щодо змін.

На сьогодні Web-ресурс «Студенти очима викладачів» знаходиться на стадії тестування та апробації.

РОЗРОБКА СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВІКТОРИН WHICHONE

Лобода В.В., vla.loboda@gmail.com, **Антоненко С.В.**

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

За останнє десятиліття соціальні мережі стали невід'ємною частиною сучасного життя, саме тому з'явилась ідея створити мобільний додаток «WhichOne». Він представляє собою платформу, до якої люди можуть завантажувати різноманітні опитування. Головна ціль додатка полягає в тому, щоб допомогти людям приймати повсякденні рішення, такі як: «Який фільм подивитись?», «Яка сорочка ліпша?». Цей додаток може допомогти отримати незалежну та цілком анонімну думку людей у таких питаннях: «Який дизайн кращий?», «Який логотип більш привабливий?», «Яку б оцінку ви поставили цьому товару?» і т.ін.

Додаток зпроектовано на основі клієнт-серверної архітектури, окремо було написано серверну та клієнтську частини.

При розробці додатку було використано сучасні технології мобільної розробки, такі як:

- патерн MVP(Model-View-Presenter) – це шаблон проектування, похідний від MVC, що відділяє візуальне відображення та поведінку обробки подій у різні класи.
- Retrofit – бібліотека для роботи з REST API.
- ORMLite – технологія програмування, яка зв'язує бази даних з концепціями об'єктно-орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних».
- RxJava – бібліотека, яка реалізує реактивний підхід до програмування.
- Dagger – реалізація патерна Dependency Injection, що є необхідним для надання зовнішньої залежності будь-якому програмному компоненту.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ЦЕНТРАМИ ДОСТАВКИ

Лозовська¹ Л.І., Караваєв² К.Д., karavaiev_k@fpm.dnulive.dp.ua

¹Національна металургійна академія України,

²Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Багато практично важливих задач оптимізації та задач з інших розділів прикладних наук зводиться до задачі розбиття заданої множини визначеної структури на її неперетинні підмножини з метою мінімізації деякого критерію якості розбиття [1].

Мета нашої роботи – розробити програмне забезпечення для розв'язання задачі оптимального розбиття множин з додатковими центрами доставки на основі модифікованої математичної моделі.

Для досягнення поставленої мети нами сформульована та досліджена математична модель задачі на основі моделі однопродуктової задачі оптимального розбиття множин [1]. Під задачею оптимального розбиття множини Ω з E_n на її неперетинні підмножини $\Omega_{11}, \dots, \Omega_{N1}, \dots, \Omega_{NM}$ без обмежень з заданими координатами центрів виклику $\overline{\tau}_1, \dots, \overline{\tau}_N$ та центрів доставки $\overline{\tau}_1, \dots, \overline{\tau}_M$, будемо розуміти наступну задачу:

$$\min_{\{\Omega_{11}, \dots, \Omega_{NM}\} \in \Sigma_{\Omega}^{NM}} F(\{\Omega_{11}, \dots, \Omega_{N1}, \dots, \Omega_{NM}\}),$$

де

$$F(\{\Omega_{11}, \dots, \Omega_{N1}, \dots, \Omega_{NM}\}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \int_{\Omega_{ij}} (c(x, \overline{\tau}_i) + \overline{a}_i + c(x, \overline{\tau}_j) + \overline{a}_j) \rho(x) dx,$$

$$\Sigma_{\Omega}^{NM} = \{(\Omega_{11}, \dots, \Omega_{NM}): \bigcup_{i=1}^N \bigcup_{j=1}^M \Omega_{ij} = \Omega, \text{ mes}(\Omega_{ik} \cap \Omega_{jl}) = 0, i \neq j, k \neq l,$$

$i, j = 1, 2, \dots, N, k, l = 1, \dots, M\}$, $\text{mes}(\cdot)$ – означає міру Лебега;

функції $c(x, \overline{\tau}_i)$, $c(x, \overline{\tau}_j)$ – дійсні, обмежені, визначені на $\Omega \times \Omega$, вимірні

за x при будь-якому фіксованому $\overline{\tau}_i = (\overline{\tau}_i^{(1)}, \dots, \overline{\tau}_i^{(n)})$ з Ω для всіх $i = 1, 2, \dots, N$ і $\overline{\tau}_j$

$= (\overline{\tau_j^{(1)}}, \dots, \overline{\tau_j^{(n)}}) \in \Omega$ для всіх $j = 1, 2, \dots, M$ відповідно; $\rho(x)$ – обмежена, вимірна, невід’ємна на Ω функція; тут інтеграли розуміються у сенсі Лебега;

$$x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)}) \in \Omega, \quad \bar{\tau} = (\bar{\tau}_1, \dots, \bar{\tau}_N) \in \Omega^N, \quad \bar{\tau}_i = (\bar{\tau}_i^{(1)}, \dots, \bar{\tau}_i^{(n)}),$$

$$\bar{\tau} = (\bar{\tau}_1, \dots, \bar{\tau}_M) \in \Omega^M, \quad \bar{\tau}_j = (\bar{\tau}_j^{(1)}, \dots, \bar{\tau}_j^{(n)}),$$

$$\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_N, \bar{a}_1, \dots, \bar{a}_M \text{ – задані невід’ємні числа.}$$

Розбиття $\{\Omega_{11}^*, \dots, \Omega_{N1}^*, \dots, \Omega_{NM}^*\}$, яке є розв’язком задачі, назовемо оптимальним.

Запропоновано алгоритм розв’язання розглянутої задачі, який реалізовано у програмному забезпеченні засобами мови програмування C#. Програма дозволяє розв’язувати задачі з розбиття для прямокутних областей заданих розмірів, а також задачі з розташуванням центрів виклику. Задачі розв’язуються з використанням у цільовому функціоналі однієї з трьох базових норм: норми Чебишева, манхетенської або евклідової норми. За допомогою оригінального програмного забезпечення проведені експериментальні вимірювання, зроблені висновки про структуру розв’язків та відповідність теоретичним міркуванням, отриманим під час дослідження математичної моделі задачі, і результатам досліджень інших авторів [1].

Отримані результати можна застосовувати для розв’язання прикладних задач, серед яких: оптимальне розбиття міста на райони обслуговування деякими службами (наприклад екстреної медичної допомоги), мінімізація витрат на облаштування мережі рогоху-серверів, тощо.

В подальших дослідженнях планується до розробленої математичної моделі: додання обмежень на розмір підмножин; зміна форми області, що розбивається; врахування неоднорідної щільності області розбиття, обмеженої потужності центрів виклику та доставки.

Бібліографічні посилання

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

КВАДРАТИЧНІ ЗАДАЧІ ПАРЕТО-ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Ломага М.М.¹, Семенова Н.В.²

mariia.lomaha@uzhnu.edu.ua, nvsemenova@meta.ua

¹ ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна

² Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

Парето-лексикографічна згортка порядків виникає в тому випадку, якщо рівноважливі порядки строго ранжирувані.

Нехай $F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x))$ – складена згортка критеріїв $f_k(x) = (f_{k1}(x), \dots, f_{kl_k}(x))$, $k = 1, 2, \dots, l$, в субординації попарної рівноважливості, кожен з яких є векторною згорткою опуклих квадратичних функцій критеріїв $f_{ki}(x)$, $i = 1, 2, \dots, l_k$ у субординації строгого ранжирування.

Розглядається і досліджується задача парето-лексикографічної максимізації

$$\max^{PL} \{F(x) \mid x \in X\}, \quad (1)$$

де $X \subset R^n$ – допустима множина, яка задана системою лінійних рівнянь та нерівностей. Якщо $l = 1$, то маємо задачу лексикографічної оптимізації, якщо для всіх $1 \leq k \leq l$, $l_k = 1$, то маємо задачу паретівської оптимізації.

Знаходження оптимальних розв'язків задачі (1) можна звести до задач лексикографічної максимізації.

Припустимо, всі векторні функції $f_k(x)$, $k = 1, 2, \dots, l$, мають однакове число компонент. Нехай $Z(F(x)) = \sum_{i=1}^l \alpha_i f_i(x)$, де $\alpha_i > 0$, $i = 1, 2, \dots, l$,

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i = 1.$$

Розглянемо задачу лексикографічної максимізації

$$\max^L \{Z(F(x)) \mid x \in X\}. \quad (2)$$

Нехай $PL(F, X)$ – множина оптимальних розв’язків парето-лексикографічної задачі (1), $L(Z, X)$ – множина оптимальних розв’язків оптимізаційної лексикографічної задачі (2).

Справедлива теорема [1]

Теорема 1. Оптимальний розв’язок задачі (2) є оптимальним розв’язком парето-лексикографічної задачі (1).

Наслідок. $L(Z, X) \subset PL(F, X)$.

Якщо задача (2) має розв’язки, то серед них є оптимальні розв’язки, які є крайніми точками множини X [2,3].

Нехай $PL^V(F, X)$, $L^V(Z, X)$ відповідно множини оптимальних розв’язків задач (1) і (2), які є крайніми точками множини X . Тоді має місце теорема

Теорема 2. $PL^V(F, X) \neq \emptyset$.

Розв’язок лексикографічної задачі (2) можна знайти шляхом зведення її до скалярної з функціоналом, який є згортою часткових критеріїв [2], або за схемою скаляризації [1], або наближеним алгоритмом розв’язування лексикографічних задач з опуклими функціями критеріїв [4].

Бібліографічні посилання

1. **Червак Ю.Ю.** Оптимізація. Непокращуваний вибір / Ю.Ю. Червак. – Ужгород: Ужгородський національний університет, 2002. – 312 с.
2. **Подиновский В.В.** Парето-оптимальные решения многокритериальных задач./ В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – 2-е изд., испр.и доп. – М., 2007.
3. **Ломага М.М.** Квадратичні задачі лексикографічної оптимізації: властивості та розв’язання / М.М. Ломага, В.В. Семенов // Комп’ютерна математика. – 2013. – № 2. – С. 134-143.
4. **Семенова Н.** Алгоритм решения многокритериальных задач лексикографической оптимизации с выпуклыми функциями критериев / Н. Семенова, М. Ломага, В. Семенов // International Journal “Information Theories and Applications”, Vol. 21, Number 3, 2014. P.254-262.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРАВОЙ ЧАСТИ В УРАВНЕНИЯХ ТИПА КАРМАНА

Магас А.С.

olexiy.magas@gmail.com

Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара (www.dnu.dp.ua)

Рассматривается задача определения правой части нелинейного эллиптического уравнения типа Кармана по результатам наблюдения за откликами системы на внешние воздействия [1].

Предлагается нейроэволюционный подход для построения нейросетевых аппроксимаций, описывающих решения в случае определения неизвестных функций «полосового», «ветрового» и «косинусоидного» вида правых частей. Для определения количества нейронов и видов связи между ними используется алгоритм, основанный на процедуре NEAT [2]. Представлены результаты итераций генетического алгоритма при конструировании сети.

Установлена зависимость структуры сети от характера изменяемости решения. Представлены значения погрешностей восстановления функций правых частей, полученных при восстановлении с использованием нейронной сети и нейронной сети в сочетании с генетическим алгоритмом. Представлены результаты восстановления на зашумленных данных.

Показано, что нейронная сеть, построенная с помощью генетического алгоритма, дает меньшую погрешность восстановления параметров функции нагрузки по сравнению с обычной нейронной сетью. Предложенный подход может быть использован при решении других задач диагностики по наблюдаемым откликам системы.

Библиографические ссылки

1. **Ободан Н.І.** Обернена задача визначення зовнішніх навантажень при деформації тонкостінних оболонок / Н.І. Ободан, Н.А. Гук // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2011. – № 1. – С. 47–50.
2. **Kenneth O. Stanley, Risto Miikkulainen** Evolving Neural Networks Through Augmenting Topologies // Evolutionary Computation – 2002 – №10 (2) – С. 99–127.

АКТУАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Малюк В. В.

valeriimaliuk@gmail.com

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

На сьогоднішній день мобільна розробка дуже популярна, тому і конкуренція у ній велика. Складним питанням є вибір мобільної платформи для продукту, як з точки зору розробки, так і маркетингу. На сьогоднішній день лідерами є iOS від компанії Apple та Android від Google.

На своєму досвіді я розробив декілька додатків під обидві платформи, тому обрав найважливіші аспекти розробки для порівняння платформ. Основні критерії для порівняння це:

- мова програмування
- швидкість розробки
- доступність і якість API
- ринок додатків

Для Android використовується багатьом знайома мова програмування Java, яка вже давно зарекомендувала себе, як зручний і надійний засіб для розробки. Для iOS використовується молода і стрімко розвиваючися багатопарадигмова мова Swift, вона пропонує безліч сучасних методів програмування, таких як замикання, лямбда-вирази, кортежі і словникові типи, швидкі операції над колекціями, елементи функціонального програмування.

У Android велика кількість виробників, відповідно і конфігурацій апаратів – це ускладнює розробку, яка буде охоплювати всю аудиторію. Для пристроїв Apple треба підтримувати 5-6 варіантів телефонів, що поповнюються лише 1 раз на рік. До того ж інтегрована до середовища розробки XCode система автоматизації інтерфейсу користувача Storyboard значно полегшує і прискорює реалізацію дизайну у додатку.

Обидві платформи мають сучасний і добре задокументований API, який має усі базові необхідні розробникові інтерфейси для взаємодії з сервісами смартфона: геолокація, push-notifications, камера, інтеграція з іншими додатками. До того ж на WWDC 2017 Apple представила ARKit – це засоби для розробки додатків доповненої реальності (Augmented Reality), що відкриває абсолютно нові горизонти можливостей для розробників.

Майже усі додатки націлені на монетизацію і тут існують великі відмінності. Користувачі Apple зазвичай купують додатки, а у Play Store від Google більшість додатків безкоштовна, але монетизуються за допомогою реклами або внутрішніх покупок.

З огляду на поширеність обох платформ на перших етапах розробки для покриття більшої аудиторії можна розглянути розробку гібридних додатків, які працюють на обох платформах. Основні напрямки це: Xamarin(мова C#) від Microsoft та безліч технологій на Web основі, де розробка ведеться на мові JavaScript, що значно спрощує і скорочує час розробки. Хоча у таких додатків є обмеження у доступі до деяких сервісів смартфона, таких як, камера.

На основі проведеного порівняння можна зробити висновок, що за деякими показниками розробка для платформи iOS виявляється більш зручна і вигідна, хоча з огляду на останні роки розвитку мобільної індустрії, позиція лідера може швидко змінитися з представленням нових технологій, тому найкращим варіантом є підтримка і розробка системи на обох розглянутих платформах.

1. **Усов В. А.** – Swift. Основи розробки мобільних додатків. – 2016, 304с.
2. **С. Хашимі, С. Коматінені, Д. Маклін** – Розробка додатків для Android. – 2011, 736с.
3. **Apple inc.** – The Swift programming Language – 2016.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТАНУ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ МАРКОСЬКИХ МОДЕЛЕЙ

Манойло К.О., manoylok@gmail.com, Булана Т.М.

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

В час інформаційних технологій, широкого застосування набуває аналіз користувачів, які користуються інтернет ресурсами. Існує багато методів та методик аналізу користувачів. Метою роботи є розробка інформаційної технології яка дозволить побудувати марковську модель для аналізу зміни стану користувача на основі змін в профайлі. А саме для визначення в якому стані зміни роботи знаходиться користувач.

Для побудови моделі будемо використовувати приховану марковську модель (ПММ). Ґрунтуючись на проблемі поставленої задачі було виділено такі стани для ПММ: в активному пошуку, в пасивному пошуку, незацікавлений в зміні роботи. Так як, в нашому випадку ми маємо ситуацію де користувач з будь-якого свого стану може перейти в будь-який, то таку модель можна описати як ергодичну ПММ, рис.1. **Ергодичною** називається нерозкладна і нециклічна марковська модель. Для такої для такої є можливість визначити стаціонарну вірогідність (тобто ймовірності подій при часу, прямуючому до незкінченності (або кількості кроків моделювання, які прямують до незкінченності). Вірогідність цих статків не залежать від ймовірностей системи в початковий момент.

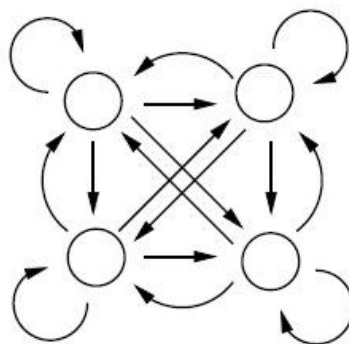


Рис.1. Ергодична ПММ

Якщо ланцюг є не розкладним і неперіодичним (ергодичним), то для нього існує граничний розподіл ймовірностей при $n \rightarrow \infty$, де n -число кроків моделювання. Тобто

$$\pi_j = \lim_{n \rightarrow \infty} \pi_j^{(n)}$$

де j -номер стану ланцюга Маркова.

π_j -ймовірність того, що система знаходиться в j -му стані.

π_j не залежить від початкового стану, з якого починається імітаційне моделювання (фінальні ймовірності).

ЛІТЕРАТУРА

1. Baum, L. E.; Petrie T. (1966). Statistical Inference for Probabilistic Functions of Finite State Markov Chains. The Annals of Mathematical Statistics 37 (6). с. 1554–1563. doi:10.1214/aoms/1177699147.
2. Baum, L. E.; Eagon J. A. (1967). An inequality with applications to statistical estimation for probabilistic functions of Markov processes and to a model for ecology. Bulletin of the American Mathematical Society[en] 73 (3). с. 360. Zbl 0157.11101. doi:10.1090/S0002-9904-1967-11751-8. (англ.)
3. Baum, L. E.; Sell G. R. (1968). Growth transformations for functions on manifolds. Pacific Journal of Mathematics 27 (2). с. 211–227. doi:10.2140/pjm.1968.27.211.

КОЛОРИЗАЦІЯ ЧОРНО-БІЛИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Мацишин Є. О., djet@djet-hub.com

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

Колоризація зображень має широке практичне застосування. Її можна використовувати у великому спектрі задач, як то відновлення чорно-білих фото чи відео, покращення зображень та інших дослідженнях, пов'язаних з комп'ютерним зором. При цьому актуальною залишається проблема вибору найкращого рішення для колоризації.

Одним з перспективних способів розв'язання задачі колоризації вважається її зведення до задачі класифікації зображень і використання згорткових нейронних мереж (CNN). Згорткові нейронні мережі стали вже стандартом де-факто для вирішення задач класифікації зображень. Вони відзначаються високою здатністю до навчання і розпізнавання кольорів, візерунків та форм у зображеннях та здатністю асоціювати їх з класами об'єктів.

У роботі розглянуто застосування моделі на основі глибоких згорткових нейронних мереж до задачі колоризації зображень. Передавальною функцією штучного нейрона було обрано $f(x) = \max(0, x)$ через те, що вона значно прискорює конвергенцію навчання. Цільовою функцією обрано функцію втрат Хубера, бо вона менш чутлива до викидів, аніж квадратична помилка.

Для проведення обчислювальних експериментів було створено програмне забезпечення на мові Python у середовищі Jupyter Notebook. Для навчання нейронної мережі було використано бібліотеку для глибокого навчання `caffe2` та дані ImageNet.

Одержані результати засвідчили ефективність і потенціал використання глибоких згорткових нейронних мереж для колоризації чорно-білих зображень за умови контрольованого навчання.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРВИННОЇ ІНВАЛІДНОСТІ В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Мацуга О.М., molgan@ua.fm,

Татарченко Д.О., tatarchenkodaria@gmail.com,

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

Існуючий моніторинг інвалідності в Україні дозволяє отримувати дані щодо первинної інвалідності на 10 тис. населення в розрізі адміністративних територій, класів хвороб, верств населення тощо. Запропонована раніше технологія прогнозування первинної інвалідності [1] базується на адаптивних методах і дозволяє проводити прогнозування для певної адміністративної території, використовуючи дані за попередні роки лише цієї території.

У даній роботі запропоновано використовувати регресійний підхід, який дає можливість враховувати дані сусідніх адміністративних територій. Пропонована обчислювальна схема прогнозування містить чотири етапи:

1. Вибір максимальної кількості адміністративних територій для включення у модель прогнозування.
2. Вибір максимальної кількості попередніх років, на базі яких можна проводити прогнозування на наступний рік.
3. Побудова моделі прогнозування, яка враховує первинну інвалідність в даній та сусідніх територіях за попередні роки. Модель будується шляхом відновлення регресії покроковим методом.
4. Перевірка адекватності побудованої моделі прогнозування.

Програмне забезпечення, що реалізує зазначену схему, створено у середовищі Visual Studio 2017. Результати прогнозування на базі запропонованої обчислювальної схеми порівняно з тими, які дають адаптивні методи прогнозування.

Бібліографічні посилання

1. Мацуга О.М. Інформаційна технологія короткострокового прогнозування первинної інвалідності в Україні / О.М Мацуга, І.В. Дроздова // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. Зб. наук. пр. – Д.: Вид-во Дніпр. ун-ту. – 2013. – Т.17. – С. 30-41.

ВОЗМОЖНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Меньшиков Ю.Л., men0605ude@gmail.com

Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Пусть физический процесс характеризуется в общем случае некоторым числом переменных $x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)$ (переменными состояниями), зависящими от бесконечного числа начальных параметров процесса. Выбор характеристик физического процесса определяется конечными целями исследования.

Предположим, что переменные $x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)$ удовлетворяют некоторой системе линейных обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\dot{x} = Ax + Bz, \quad (1)$$

где $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_n(t))^T$ есть векторная функция внешних действий, A, B есть матрицы с постоянными коэффициентами соответствующей размерности, непрерывно зависящими от вектора параметров p (например, массы элементов, жесткости упругих элементов и т.д.). Структура системы (1), ее параметры и внешние воздействия определяются свойствами отдельного физического процесса.

Чтобы построить прогноз движения физического процесса методами математического моделирования, необходимо иметь адекватное математическое описание в будущем [1]. Прогноз движения какого-либо физического процесса в традиционном смысле невозможно получить, поскольку даже адекватное математическое описание не обладает свойством адекватности в будущем состоянии физического процесса [1]. Кроме того, использование неадекватного математического описания в математическом моделировании прогноза не позволяет получить достоверную информацию о прогнозе. Для преодоления этих трудностей необходимо изменить формулировку задачи прогнозирования.

Пусть между компонентами вектора параметров p и действительными физическими элементами существует взаимно однозначное соответствие. Это важное соответствие будет называться основным соответствием (ОС).

Допустим, что каждая компонента p может принимать значения из известной замкнутой области D . Разброс таких параметров определяется возможными изменениями этих параметров в будущем. Каждому вектору p соответствуют некоторые матрицы в уравнении (1).

Возможный алгоритм синтеза специального адекватного математического описания для целей прогнозирования:

- определяется возможный или желаемый разброс параметров математической модели динамической системы p для будущих условий, внешнее влияние не изменяется;
- синтезируется стабильное адекватное математическое описание для каждого варианта возможных изменений параметров математической модели динамической системы p в будущем;
- с использованием такого адекватного описания исследуется некоторая характеристика переменной состояния для каждого варианта возможных изменений параметров математической модели динамической системы, например, максимального отклонения этой переменной от нуля;
- затем среди полученных характеристик определяется, например, наибольшее и соответствующий этой характеристике параметр $p_{\max}$;
- для получения гарантированного прогноза поведения выбранной характеристики динамической системы выполняется математическое моделирование с использованием адекватного математического описания с вектором параметров $p_{\max}$.

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.

РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Мітяєв О.М., alex.n.mityaev@gmail.com

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

Лінійне програмування - наука про методи дослідження та пошуку екстремальних (найбільших і найменших) значень лінійної функції, на змінні якої накладено лінійні обмеження. Актуальність і значимість лінійного програмування полягає в його здатності вирішити широке коло питань і проблем економіки з пошуку найкращого рішення даних проблем. Зокрема лінійне програмування використовується в таких сферах, як планування товаропостачання міста (району), планування виробництва підприємства, планування товарообігу, оптимального навантаження устаткування і так далі.

При розробці веб-застосунків основним інструментом виступила мова програмування JavaScript, яка є однією із найпопулярніших на сьогоднішній день. Крім того JavaScript дозволяє досягти високої швидкості в роботі, в тому числі при вирішенні задач обчислювального характеру.

В ході роботи було створено веб-застосунок у вигляді електронних таблиць, які можна відкрити у будь-якому сучасному браузері, ввести деякі початкові данні та розв'язати задачу лінійного програмування одним із запропонованих методів. Були реалізовані симплекс-метод, метод еліпсоїдів та метод внутрішньої точки.

Такий застосунок не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення, адже розрахунки проходять в режимі онлайн. Використовувати його можна, наприклад, для навчальних цілей у ВНЗ.

Тестові приклади вирішені за допомогою даного застосунку дали вірні результати для всіх реалізованих методів, що підтверджує правильність виконаної роботи.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОБРАЗОВАНИИ

Наконечная Т.В., naktanya@ukr.net, ДНУ им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)
Никулин А.В., Днепропетровский ГТУ

Для обеспечения решений проблем развития экономики и общества необходимо усилить внимание к когнитивности и креативности деятельности специалистов, повышению требований к качеству их труда, требований к оценке результатов деятельности, к профессионализму инженерного и управленческого персонала и научной обоснованности в принятии решений. Инновационный менеджмент предполагает необходимость развития соответствующего (инновационного) мышления будущих специалистов различных уровней. Курс высшей математики является одной из фундаментальных дисциплин инженерного и экономического образования. Экспертные оценки подчеркивают важную роль математической подготовки в развитии рационального и, в особенности, логического мышления обучаемых, передачи базисных знаний и аппарата изучения профильных и специальных дисциплин [1]. Поэтому от эффективности математической подготовки зависит успешность будущей профессиональной деятельности.

Инновационное мышление — это способность к принятию решений, выходящих за рамки предложенных или существующих аналогий и способов, разработке и освоению новых методов для разрешения поставленной проблемы и соответствующих задач.

Проектирование и реализацию программы развития инновационных умений и навыков следует рассматривать как развитие образовательных компетенций. Необходимо повысить уверенность каждого обучаемого в своих силах, включив в эти программы следующие элементы:

1. Обучение творческому мышлению, благодаря которому каждый студент приобретает умение обнаруживать тенденции, отыскивать альтернативные подходы и устанавливать новые причинно-следственные связи.

2. Обучение основам стратегического мышления, которые дают учаемому основные навыки, необходимые для имплементации творческих идей в стратегию, способную дать предприятию или организации нечто ценное.

3. Приобщение к трансформационному мышлению, позволяющему обрести лучшее понимание взаимосвязи своих позиций, поведения и деятельности, чтобы отыскать новые способы поддержки инноваций на различных уровнях сотрудничества и руководства.

Продолжая декомпозицию для случая дидактики высшей математики, можно выделить внешние и внутренние составляющие реформирования математической подготовки.

Разные виды мышления, в частности, инновационное мышление, можно рассматривать как процесс, результаты и итоги интеллектуальной деятельности. Поэтому выработку инновационного мышления естественно определить как составляющую всего процесса обучения в высшем учебном заведении, а при освоении курса высшей математики целесообразно начать его формирование с некоторых важнейших элементов. Для принятой концепции используется понимание инновации как новой разработки, дающей прагматический результат.

В курсе высшей математики и родственных математических дисциплин существуют вопросы и проблемы, которые отличаются известной сложностью и даже некоторой незавершенностью результатов. Более точное и завершённое их разрешение принято рассматривать в последующих разделах математики с привлечением новых понятий и результатов. Если же использовать методы активизации мышления, расширение связей между темами курса и другие “нестандартные” для высшей математики приемы, то новые практические результаты получаются в границах (при сохранении уровня строгости) высшей математики. Все это укладывается в схему “увидеть новое в комбинации известного” и рассматривается в данной работе как примеры применения инновационного мышления в математике.

В качестве иллюстративного примера развития такого мышления рассматриваются использование обратного хода при численном решении задачи Коши для оценки точности приближения, методика распространения метода частных значений при разложении рациональных функций в сумму элементарных дробей на случай комплексных корней знаменателя. Эффективность предложенных алгоритмов проверена на типовых примерах из распространенных пособий по высшей математике. На основании полученных результатов можно рекомендовать использование методов на практических занятиях по высшей математике для активизации инновационного мышления.

Не смотря на то, что сами предложенные решения имеют ограниченную новизну, они показывают, что, оставаясь в пределах выбранных постановок и критериев, можно продолжить исследование сущности решаемой проблемы и раскрыть ее новые аспекты. Некоторые из таких аспектов имеют прагматическое значение применительно к аксиологии решаемого класса задач. Это позволяет определять найденные решения как инновационные. Их рассмотрение и использование способствует развитию инновационного мышления студентов [2].

Библиографические ссылки

1. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підручник / З.І. Слєпкань. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища школа. – 2006. – 582 с.
2. Кластерные решения проблем в металлургии, энергетике и образовании: Монография / под общ. ред. акад. А. П. Огурцова. – Днепропетровск: ЛИРА, 2014. – 242 с.

АНАЛІЗ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ КОНТЕКСТУ

Нефьодова А.О., Беспалова В.О.

nefodova_anna@ukr.net, vibespalova@meta.ua

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

Сьогодні інтелектуальний аналіз тексту є одним з основних підходів до аналізу текстової інформації. Результати такого підходу дозволять виявити причини, можливо неявні навіть для людини, що передують або впливають на будь-яку подію.

Вже багато сучасних організацій усвідомили користь від впровадження аналітичних інструментів до текстової інформації для підтримки прийняття рішень. Така аналітика дозволила отримати користь від знань даних про поведінку клієнтів, що вчасно виявило можливі загрози для бізнесу і надало змоги оперативно реагувати на них. Включення в аналіз додаткової неструктурованої текстової інформації дозволило вивести аналітику на новий рівень.

Розроблено програмне забезпечення, яке виконує перетворення текстової інформації у векторну модель TF-IDF. За векторною моделлю програма визнає основні за змістом речення кожного документа, головні тематики та виконує кластеризацію заданої колекції. Для обчислення ваг TF-IDF для кожного документа в колекції потрібно виконати: токенизацію (розбиття на лексеми); створити векторну модель; обчислити ваги TF-IDF для кожного документа.

У роботі запропоновано технологію кластерного аналізу з метою вилучення актуальної інформації з колекції текстових документів. Колекція документів розбивається на підмножини так, щоб кожен кластер складався з документів схожих за тематикою, а теми різних кластерів істотно відрізнялися. Для розв'язання цієї задачі був обраний один із розпоширених методів кластеризації - метод к-середніх. Даними для кластеризації є вже розраховані ваги слів за алгоритмом TF-IDF, кількість кластерів, на які необхідно утворити задається користувачем програми.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МОРЩИН В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ СО СВЯЗЯМИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ

Ободан Н. И., Адлущкий В. Я.

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

Рассматривается упругая система, состоящая из двух слоев с отличающимися механическими характеристиками. Первый слой из изотропного однородного материала находится под действием собственного веса (сила тяжести направлена вдоль слоя). Материал второго слоя полагается невесомым анизотропным однородным с коэффициентом Юнга в направлении вдоль слоя, являющимся нелинейной функцией деформации в этом же направлении, нулевой жесткостью на сдвиг и на растяжение-сжатие в ортогональном направлении. Слои скреплены вдоль совместной границы. Все внешние границы жестко зашпелены кроме продольной границы весомого слоя, являющейся свободной. В процессе деформирования в зависимости от соотношения жесткостей слоев возможно волнообразование первого слоя вследствие потери устойчивости его первоначально прямолинейной формы. В качестве параметра нагружения используется величина ускорения свободного падения в продольном направлении, изменяющаяся от нуля до стандартного значения $g = 9.8 \frac{m}{c^2}$.

Задача рассматривается как задача теории упругости о плоской деформации в геометрически нелинейной постановке с использованием лагранжева формализма в предположении о малости удлинений и сдвигов по сравнению с углами поворота и решается с помощью МКЭ.

Из полученных данных следует, что в двухслойных системах, один из слоев которых обладает падающей жесткостной характеристикой, критические формы другого слоя, деформируемого под действием собственного веса, могут существенно отличаться от классической низшей формы потери устойчивости. Возникновение при этом новых форм, имеющих несколько волн, трактуется как морщинообразование. Его вид существенно зависит от сочетания жесткостных характеристик обоих слоев.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МОРЩИНООБРАЗОВАНИЯ

Ободан Н. И., Коваленко Е.А.

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

Рассматривается модель двухслойной системы, у которой слои скреплены таким образом, что возможно ослабление указанного сцепления. В таком случае под действием собственного веса наружный тонкий слой системы может изменять свою форму с прямолинейной на криволинейную с образованием морщин.

Модель такой системы описывается плоской задачей теории упругости в геометрически нелинейной постановке для двух слоев с отличающимися механическими характеристиками, при этом первый слой находится под действием собственного веса и имеет постоянный модуль Юнга, а второй слой имеет модуль Юнга, нелинейно зависящий от деформации $F((E_0, E_1)\varepsilon)$, где E_0, E_1 , константы и невесомый.

В качестве условия, определяющего значения E_0, E_1 таким образом, чтобы не происходило морщинообразование, выбираем минимум значения среднеквадратичного отклонения действительной разницы перемещений от малой заданной величины

$$\begin{aligned} E &= \arg \min_{E \in \bar{E}} J(E), \\ J &= \int_{\Omega} (U - \varepsilon)^2 d\Omega, \end{aligned} \tag{1}$$

где $E = [E_0, E_1]^T$, $\bar{E}$ – множество возможных значений вектора E , U – функция, описывающая перемещения, ε – малое число, Ω – область, занятая системой.

Для определения перемещений U использовался метод конечных элементов в сочетании с методом продолжения по параметру при заданной аппроксимации $F(\varepsilon, (E_0, E_1))$, для решения задачи оптимизации (1) используется метод Ньютона. Проведенный численный эксперимент, показывает, что поведение системы весьма чувствительно к изменению параметров E_0, E_1 , их «критические значения», приводящие к морщинообразованию, сильно зависят от модуля Юнга второго слоя и удельного веса первого.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Панкратова Н.Д., natalidmp@gmail.com

Панкратов В.А., pankratov.volodya@gmail.com

Институт прикладного системного анализа КПИ им. Игоря Сикорского

Задача разработки стратегии инновационного развития социально экономических систем относится к классу слабоструктурированных задач, в которых цели, структура и условия известны лишь частично и характеризуются неточностью, неполнотой, неопределенностью, нечеткостью данных, описывающих объект. При построении стратегии инновационного развития крупных социально экономических систем с высоким статусом зарекомендовала себя методология предвидения, согласно которой на последнем этапе процесса принятия решения ЛПР предлагаются 3-4 альтернативы сценариев, которые, в общем случае, являются сложными слабоструктурированными проблемами [1]. Для обоснованной реализации той или иной альтернативы сценария, полученной на этапе решения задачи предвидения, целесообразно привлекать когнитивное моделирование, которое позволяет на основании знания и опыта построить причинно-следственные связи, восполнить недостатки количественной информации, выявить наиболее существенные факторы, понять и проанализировать поведение сложной системы и предложить заказчику научно обоснованную стратегию реализации приоритетного сценария [2]. В данной работе предлагается использовать методологии предвидения и когнитивного моделирования совместно: на первом этапе применять методологию предвидения и полученные результаты использовать в качестве исходных данных на втором этапе - для когнитивного моделирования, что позволяет предложить научно обоснованную стратегию реализации приоритетной альтернативы сценария развития социально-экономических систем различной природы.

Когнитивная модель представляется в виде параметрического векторного взвешенного графа. Формальная когнитивная карта - это граф $G = \langle V, E \rangle$, в котором: $V = \{v_i \mid v_i \in V, i = 1, 2, \dots, k\}$ множество вершин, которые являются элементами исследуемой системы; E - множество дуг, дуги $e_{ij} \in E, i, j = 1, 2, \dots, N$ отражают взаимосвязь между вершинами V_i и V_j . Когнитивная карта G , кроме графического изображения графа, может быть представлена матрицей смежности A_G . Матрица A_G - это квадратная матрица, строки и столбцы которой обозначены вершинами графа G , а на пересечении i -строки, j -столбца стоят (или нет) весовые коэффициенты, если существует (не существует) отношения между элементами V_i и V_j . В случае нечеткой когнитивной карты (НKK) весовые коэффициенты могут принимать значения из отрезка $[-1, 1]$. Матрица смежности НKK отличается от матрицы смежности обычной когнитивной карты тем, что на позиции ij расположено число, поставленное в соответствие ребру, которое соединяет вершины с индексами i и j . Если $x_i(k)$ значение i -й вершины в дискретный момент времени k ; A - матрица смежности размерности n , a_{ij} ее элемент на позиции ij , то в каждый последующий момент времени значение $x_i(k+1)$ может определяться из соотношения $x_i(k+1) = f\left(\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j(k)\right)$ [3], где в качестве функции активации f выбирается сигмоида $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}$.

В качестве примера рассматривается проблема высшего образования в Украине с использованием нечеткой когнитивной модели.

Литература

1. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. – Киев, 2011.
2. Горелова Г.В. Инновационное развитие социо-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / Горелова Г.В., Панкратова Н.Д. – Киев, 2015.
3. Stylios C. D. Mathematical formulation of fuzzy cognitive maps / C.D Stylios, P. P. Groumpos // Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Control and Automation. – 1999. – pp. 2251-2261.

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ

Пасічник А. М. *, Мороз Б. І. *, Пасічник В. А. **, Заброда А. О. *

**Університет митної справи та фінансів*

**Дніпровський національний університет ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)*

Вся зростаюча роль автотранспорту в житті суспільства вимагає створення необхідних умов для забезпечення ефективності та якості функціонування систем управління транспортними потоками міських та магістральних перевезень пасажирів та вантажів. При цьому автомобільний транспорт є найбільш небезпечним порівняно з іншими видами транспорту. Щорічно в світі гине 300 тисяч чоловік, у 30 разів більше отримують травми. Тому розробка нових моделей та методів удосконалення системи світлофорного регулювання транспортних потоків стає особливо актуальною для оптимізації функціонування міських транспортних мереж. Для цього необхідно постійно проводити оснащення вулично-дорожньої мережі сучасними програмно-технічними засобами організації дорожнього руху.

На сьогоднішній день в системах світлофорного регулювання транспортних потоків здійснюється на основі сталих фаз пропуску автомобільних транспортних засобів в різних напрямках, розрахованих на основі технічних параметрів, вихідних та статистичних даних. Основні параметри, від яких залежить робота системи світлофорного регулювання, визначають час роботи (горіння) дозволяючого сигналу світлофора для кожного напрямку, рівень завантаження, інтенсивність потоку та пропускну спроможність перехрестя. Пропускна спроможність магістралі в перетині стоп-лінії визначається пропускну спроможністю однієї смуги, кількістю смуг руху, організацією руху у вузлі, режимом регулювання.

Залежно від умов і організації руху максимальна кількість транспортних засобів, що проходять по смузі (через стоп-лінію) протягом 1 год в одному напрямку при дотриманні умов безпеки руху – це пропускна спроможність смуг вулиць і доріг регульованого руху. Пропускна

спроможність визначає частка часу від тривалості циклу, через яку виражаються умови організації руху.

Для розрахунку пропускної спроможності перехрестя застосовуються різні математичні моделі, які у більшості випадків складаються з трьох складових частин: моделей прибуття транспортного засобу, очікування і вибуття з черги протягом дії зеленого сигналу. В системах управління дорожнім рухом найбільше розповсюдження має модель Вебстера, за якою тривалість основного такту в i -й фазі регулювання розраховується за формулою:

$$T_{ij} = (T_{ij} - T_n) Y_{ij} / Y, \quad (1)$$

де Y_{ij} – фазовий коефіцієнт j -го напрямку руху в i -й фазі регулювання; T_u – час циклу світлофорного регулювання, с; T_n – сума тривалості проміжних тактів, с.; Y – сума розрахункових фазових коефіцієнтів.

Для підвищення пропускної спроможності на перехресті пропонується час циклу світлофорного регулювання розраховувати в залежності від кількості автомобілів у черзі на проходження перехрестя в кожному із можливих напрямків руху, що визначається за допомогою спеціально встановлених відео реєстраторів транспортних засобів. При цьому враховуються загальноприйняті обмеження на час циклу світлофорного регулювання від 25 до 120 с, а відповідно тривалість часу проміжних тактів визначати в залежності від кількості транспортних засобів на проходження перехресті у певному напрямку.

Результати проведених розрахунків модельної задачі показують, що застосування запропонованого методу динамічного визначення тривалості проміжних тактів та циклу світлофорного регулювання дозволяє збільшити пропускну спроможність перехрестя на 16 % (з 446 до 519 авт./год).

ДОДАТОК З ОБРОБКИ МЕДІАФАЙЛІВ. ПОШУК ДУБЛІКАТІВ ФАЙЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АУДІО ВІДБИТКУ

Педан Я.Л., ryal626kn@gmail.com

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

У даній роботі розглядається проблема пошуку дублікатів медіа файлів на прикладі по роботі з аудіо доріжками (також дане рішення підходить і для роботи з відео доріжками).

Для реалізації даного алгоритму необхідно виділити щось унікальне, неповторне для кожного файлу, наприклад - аудіо відбиток (як приклад: відбитки пальців людини). Аудіо відбиток - це зображення спектру аудіо доріжки.

Для коректної роботи алгоритму для кожного з файлу необхідно виділити свій відбиток (а при роботі з відео спочатку виділити аудіо файл, а потім до нього вже будувати спектр).

Вирішено дану задачу було за допомогою дискретного перетворення Фур'є, даний метод був обраний як швидкодіючий метод для побудови спектру.



Рис. 1. Робота алгоритму (порівняння спектру двох подібних аудіо файлів).



Рис. 2. Робота алгоритму (порівняння спектру двох різних аудіо файлів).

Є різні види перетворення Фур'є, але тільки дискретне перетворення дає змогу без великих апаратних затрат виконати перетворення, так як можна вказати частоту дискретизації. Дискретизація – перетворення неперервних змінних функцій у функції дискретних змінних із заданою точністю.

При застосуванні даного методу формується спектр кожного медіа файлу, після чого вони порівнюються між собою і видаляються ті що мають дуже великий збіг, який складає не менше 95% (відсоток збігу можна вибрати різний, експериментально був вибраний 95, так як деякі шуми в різних композиціях можуть трохи впливати на спектр).

1. **Вельш І.Е.** Дослідження та експертиза медіа файлів // Способи представлення звуку. т.2 с.112-115, 2014.
2. **Мячін О.Л.** Цифрові фільтри і обробка звуку. Перетворення Фур'є. [електронний ресурс] – режим доступу: <http://myachin.com/dft.htm>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ПО ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Пикуза П.А., Тонкошкур И.С., tonkoshkuris@i.ua

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

В работе рассмотрена задача о течении вязкой жидкости по поверхности твердого тела, вращающегося вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью. Предполагается, что ось тела расположена вертикально, а течение жидкости – стационарное, безволновое и осесимметричное. Вводится криволинейная ортогональная система координат (ξ, η, ζ) , связанная с поверхностью тела: ξ – координата вдоль образующей тела, η – полярный угол в плоскости, перпендикулярной к оси тела вращения, ζ – расстояние по нормали к поверхности.

Система уравнений, описывающая течение вязкой жидкости, в векторной форме имеет вид

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \bar{V} &= 0, \\ \rho \frac{d\bar{V}}{dt} &= -\operatorname{grad} p + \operatorname{Div} \bar{\tau} + \rho \bar{g}. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $\bar{V}$ – вектор скорости движения жидкости, p – давление, ρ – плотность жидкости, $\bar{\tau}$ – тензор вязких напряжений, $\bar{g}$ – интенсивность силы тяжести. В качестве граничных условий используются условия прилипания на поверхности твердого тела, а также условия непрерывности напряжений и нормальной составляющей вектора скорости – на свободной поверхности, разделяющей жидкость и газ. Для замыкания системы уравнений (1) используется степенной реологический закон.

Задача решается в приближении пограничного слоя. Система уравнений в частных производных с помощью автомодельных переменных сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение одномерной краевой задачи находилось численно, с использованием математического пакета Maple. Проведены расчеты течений жидкости около вращающегося диска при различных значениях физических параметров.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СФЕРЕ СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЫ

Пилипенко Т. О., tanjar1994@gmail.com

Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара (www.dnu.dp.ua)

Современный этап развития общества отличается проникновением информационных технологий во все сферы жизни человека, поэтому одним из направлений государственной политики Украины в области медицины является совершенствование информационного пространства.

Разработано программное обеспечение, названное, PatientCard - карточка пациента, в соответствии с формой первичной учетной документации № 003-3/о, утвержденной приказом Министерства здравоохранения Украины от 14 февраля 2012 года, которое автоматизирует работу врачей в медицинском учреждении г. Днепра (Днепропетровская областная больница). Программную реализацию осуществлено с помощью языка C# в среде разработки Visual Studio 2010 и Microsoft Access 2010.

Структура программного продукта включает:

- форму авторизации, разработанную для защиты данных от несанкционированного доступа;
- главную форму с информацией о пациентах;
- дополнительную форму для добавления и редактирования информации;

Разработанное приложение обладает следующими функциями: добавление и редактирование информации о новом пациенте; идентификация пациента с персональным номером медицинской карты; быстрый доступ к заведенным медицинским картам; возможность фильтрации и поиска карточки пациента с ФИО больного, номером индивидуальной карты и фамилией врача; печать формы первичной учетной документации.

Разработанная медицинская информационная система имеет практический опыт успешного применения в Днепропетровской областной больнице.

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ОБ'ЄКТІВ

Підгорний П.Є. podgpavel@gmail.com,
Сидорова М.Г. sidorova.m.g@gmail.com,

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

Мобільність є ключовим поняттям в сучасному світі, де все перебуває у стані постійного руху. Останні технічні досягнення дозволяють майже безперервно відстежувати переміщення об'єктів в просторі та часі. Як наслідок – різними мобільними пристроями або спеціальними трекерами щодня генерується величезний обсяг інформації, що містить у собі траєкторії пересування рухомих об'єктів.

Метою роботи є розробка та реалізація алгоритму пошуку «точок інтересу» на основі кластерного аналізу та виявлення закономірностей у досліджуваних траєкторіях переміщення об'єктів на основі алгоритму пошуку асоціативних правил. Це може бути корисним для надання персоналізованої інформації, вирішення бізнес та маркетингових задач тощо.

В рамках цієї роботи розглядалися данні, що представлені у вигляді множини об'єктів спостереження $X = \{X_i; i = \overline{1, N}\}$, $X_i = \{t_{ij}, lat_{ij}, long_{ij}; j = \overline{1, T}\}$, де lat_{ij} , $long_{ij}$ – відповідно значення широти та довготи місцезнаходження об'єкта X_i у момент часу t_{ij} .

Першочерговим завданням є пошук «точок інтересу» для кожного з об'єктів. На їх основі можна скласти певний «портрет», що є дуже важливим при наданні персональних рекомендацій. Для цієї задачі було використано щільнісний алгоритм кластеризації просторових даних з присутністю шуму DBSCAN. Маючи справу з геопозиційними координатами, класичні міри відстані можуть бути не адаптованими під розглянуту задачу. Тому у якості міри відстані було використано модифіковану формулу гаверсинусів. Також, для доповнення інформації про кожну зі знайдених «точок інтересів» застосовувалися відкриті картографічні та довідкові джерела.

Наступним кроком є пошук закономірностей щодо отриманого набору «точок інтересів» для кожного з об'єктів. Позначимо відвідування «точки інтересу» як подію. Тоді ми отримуємо класичну задачу пошуку асоціативних правил, для вирішення якої було використано алгоритм Apriori. В ролі елементів транзакції може виступати адреса або тип закладу (якщо це може бути застосовано до точки інтересу).

В ході роботи було розроблено програмний комплекс, що складався з двох частин. Перша – програмне забезпечення безпосередньо для реалізації обчислювальних схем та проведення аналізу даних. Представлений у вигляді настільного додатку написаного на мові Java з використанням графічної бібліотеки JavaFX а також принципів MVC патерну. Друга частина дозволяє створювати штучні модельні траєкторії з метою тестування на цих даних розроблених алгоритмів. Представлена у вигляді веб-додатку з використанням мови JavaScript, оскільки передбачає взаємодію з інструментарієм відкритого картографічного сервісу Google Maps.

Бібліографічні посилання

1. Discovering Relative Motion Patterns in Groups of Moving Point Objects / P. Laube, S. Imfeld., 2009. – 34 с.
2. Finding Popular Places / M. Benkert, B. Djordjevic, J. Gudmundsson, T. Wolle., 2007. – 15 с.
3. Tan P., Steinbach M., Kumar V. Introduction to Data Mining. / Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar, 2006. – 769 с.
4. Agrawal R., Imielinski T., Swami A. Mining association rules between sets of items in large databases. / Agrawal R., Imielinski T., Swami A., 1993. – 216 с.
5. Cao H., Wolfson O., Trajcevski G. Spatio-temporal data reduction with deterministic error bounds. / Cao H., Wolfson O., Trajcevski G., 2006. – 236 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ РИС ОБЛИЧЧЯ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ БАЗОВИХ КОМПОНЕНТ ТА ПОШУКУ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК

Повстяний Г.В., Кузенков О.О.

gpovstyany@gmail.com, kuzenkov1986@gmail.com

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

Розпізнавання образів — це розділ теорії штучного інтелекту, що вивчає методи класифікації об'єктів. Об'єкт, що піддається класифікації, називається образом. Образом може бути цифрова фотографія (розпізнавання зображень), буква, або цифра (розпізнавання символів), запис мови (розпізнавання мови) тощо. У даній роботі розв'язується проблема автоматичної класифікації рис обличчя, що знаходить своє використання у таких сферах як автоматична ідентифікація, криміналістика, автоматизація прийняття рішень та ін.

У рамках проблеми, що розглядається, необхідно:

- розробити схему контрольних точок обличчя (контрольні точки обрати таким чином, щоб закономірності їх розміщення дозволяли проводити класифікацію та порівняння рис обличчя різних людей);
- створити програмний компонент, який, за допомогою математичних методів, буде виконувати автоматичне розпізнавання та пошук контрольних точок певного елемента обличчя.

При розв'язанні поставленої задачі враховується той факт, що даючи характеристику певним рисам обличчя, людина орієнтується на сукупність ознак, загальну картину обличчя. У загальному випадку, задачі класифікації поділяють на 2 типи: класифікація з вчителем, класифікація без вчителя. *Задача класифікації з вчителем* полягає у тому, щоб за множиною прецедентів (навчальна вибірка) побудувати таке вирішальне правило $\hat{g}$, при якому кількість помилок класифікації буде мінімальною. *Задача класифікації без вчителя* базується на тому, що вибірка образів $x_j, j = 1, 2, \dots, N$ розбивається на підмножини, що не перетинаються і складаються із схожих

один на одного об'єктів, причому вимагається, щоб елементи з різних кластерів істотно відрізнялися.

Для розв'язання означеної проблеми використовується метод *пошуку за допомогою множини класифікаторів*, які будуються за допомогою вчителя. Використання цього метода дає можливість локалізувати елементи обличчя на зображенні. Принцип полягає у побудові множини класифікаторів, завдяки яким можна проводити послідовну класифікацію зон зображення. Класифікатор будується на основі принципу поступового покращення результату. У результаті, на кожній ітерації формується простий 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.

Пошук контрольних точок на зображеннях з локалізованими елементами обличчя відбувається за допомогою евристичних алгоритмів. Результуюча точність автоматичної ідентифікації контрольних точок обличчя склала 81% на тестуючій вибірці, яка містить типові фотографії обличч людей без попередньої обробки та фільтрації. Загальна точність локалізації елементів обличчя складає 90-96%.

Таким чином, розроблена схема контрольних точок, у комбінації з програмним компонентом, для їх автоматичної ідентифікації, може бути використана для якісної класифікації форми елементів обличчя.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДО РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІОННОЇ СИСТЕМИ «КВАЛІФІКА- ЦІЙНА МАПА УКРАЇНИ»

Притоманова О.М., olgmp@ua.fm, Корольов О.М.

Дніпровський національний університет ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Проект «Кваліфікаційна мапа України» спрямований на підтримку сучасного курсу децентралізації влади в Україні. Децентралізація влади в Україні ставить перед місцевими органами влади нові завдання і виклики, пов'язані із ефективним розвитком області. Одним з таких викликів є управління системою підготовки професійних кадрів для потреб держави, в цілому, і області, зокрема, на базі обласної мережі закладів професійно-технічної освіти, передача фінансування яких з 2016р. передана на місцеві бюджети. Місцеві органи влади мають приймати виважені, обґрунтовані рішення щодо обсягів підготовки кваліфікованих фахівців, їх географічного розміщення на території області, щодо обсягів фінансування регіонального замовлення на підготовку кваліфікованих робітничих кадрів на відповідний рік.

Проект «Кваліфікаційна мапа України» є унікальним ресурсом, основними завданнями якого є кількісний та якісний аналіз, з одного боку, структури зайнятого населення в економіці регіону, потребу в заміщенні робітничих кадрів, що вибувають з підприємств, структуру незайнятого населення, що звертається до служби зайнятості, а з другого боку, структури випуску робітничих кадрів усіма професійно-технічними навчальними закладами області. Результатом такого аналізу повинно бути обґрунтування відповідності кожної професії потребам ринку праці та можливостям підготовки кадрів системою професійно-технічної освіти області, а також обґрунтування регіонального державного замовлення на фінансування підготовки робітничих кадрів у мережі професійно-технічних навчальних закладів області.

Таким чином, проект «Кваліфікаційна мапа України» є унікальним ресурсом, функціонування якого неможливо без застосування для його розробки методів системного аналізу.

Інформаційна система «Кваліфікаційна мапа України» повинна бути представлена як інформаційний портал освітніх можливостей регіонів України у мережі Internet. Інформаційна модель для автоматизації роботи інформаційного порталу освітніх можливостей регіонів України та потреби в робочій силі по кожній професії повинна включати велику кількість різноманітної інформації, систематизація та структуризація якої приводить до розробки відповідної бази даних.

Інформаційна система «Кваліфікаційна мапа України», що розробляється на основі даної інформаційної моделі повинна забезпечувати такі основні функції: автоматичне оновлення інформації на сайті при оновленні даних в інформаційній системі; графічне відображення інформації; пошук та відображення інформації on-line за складними запитамі; побудову трендів для часових рядів; порівняльний аналіз по кожній посаді: підготовка фахівців, фактичні робочі місця, вакансії та ін.; можливість поповнення новими функціями без суттєвих змін у програмному забезпеченні.

Пропонується для розробки бази даних застосувати MySQL. Перевагами застосовуваної СУБД є швидкість, яка досягається спрощенням стандартів, та масштабованість, що дозволяє працювати з великими обсягами даних. СУБД підтримує велику кількість функцій, які забезпечують безпеку даних.

Для роботи з інформаційним порталом у мережі Internet пропонується застосувати фреймворк Angular. Головною перевагою фреймворку є двостороннє зв'язування даних, що звільняє сервер від роботи з шаблонами. Зникає необхідність маніпулювання DOM, полегшується ініціалізація веб-сайту.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ПРИНЦИПУ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗАДЕ ДО ЗАДАЧ АНАЛІТИКО-ЛІНГВІСТИЧНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ

Притоманова О.М., olgmp@ua.fm, Селіщев В.

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

Під аналітико-лінгвістичною апроксимацією розуміється апроксимація нелінійних залежностей шляхом комбінації аналітичних та лінгвістичних моделей. У роботі розглядається модифікований принцип узагальнення Заде для аналітичних моделей, який дозволяє представляти аналітичні моделі таким чином, щоб у якості їх параметрів можна було використовувати нечіткі числа.

Для побудови аналітико-лінгвістичної моделі потрібно: представити нечіткі параметри даної аналітичної залежності у вигляді баз знань, які урахують фактори, що впливають на нечіткі параметри залежності, та узагальнити аналітичну залежність на нечіткий випадок.

Відомо, що для визначення нечіткого числа $\tilde{y}$ по принципу узагальнення Заде, якщо $\tilde{y} = f(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n)$ - функція від n нечітких аргументів $\tilde{x}_i$, кожний з яких задається функцією належності у k точках універсальної множини

$$\tilde{x}_i = \sum_{j=1}^k \mu_{\tilde{x}_i}(x_{ij}) / x_{ij}, i = 1, \dots, n,$$

необхідно перебрати $N = k^n$ варіантів. Для розв'язання практичних задач пропонується застосувати модифікований принцип узагальнення, який не потребує великої кількості обчислень. При його реалізації використовують для представлення невизначеного параметра p (нечіткого числа $\tilde{p}$) l -форму: $\langle p_{\min}, p_{\max}, l \rangle$, де $p_{\min}$ ($p_{\max}$) - нижня (верхня) границі зміни параметра p ; l - лінгвістична оцінка параметра p ($l \in L = \{l_1, \dots, l_m\}$).

Нехай функція $y = f(x_1, \dots, x_n)$ задовольняє таким умовам:

- область визначення кожного аргументу неперервна,
- на області визначення функція диференційовна,

- множину аргументів $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ можна представити об'єднанням не більше ніж трьох підмножин $X = X_1 \cup X_2 \cup X_3$ причому:

$$X_1 \cap X_2 = X_1 \cap X_3 = X_2 \cap X_3 = \emptyset,$$

$$X_1 = \left\{ x_r : \frac{\partial y}{\partial x_r} \geq 0 \right\} (r = \overline{1, p_1}), \quad X_2 = \left\{ x_s : \frac{\partial y}{\partial x_s} \leq 0 \right\} (s = \overline{1, p_2}),$$

$$X_3 = \left\{ x_l : \text{sign} \left(\frac{\partial y}{\partial x_l} \right) = h_l(x_r, \partial x_s) \right\} (l = \overline{1, p_3}; p_1 + p_2 + p_3 = n).$$

Тоді алгоритм нечіткого узагальнення аналітичної моделі $y = f(x_1, \dots, x_n)$ із застосуванням модифікованого принципу узагальнення можна подати так:

1. Задати границі визначення аргументів: $x_i = [x_{\min i}, x_{\max i}]$, $i = \overline{1, n}$.
2. Знайти частинні похідні $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ ($i = \overline{1, n}$).
3. Позначити: x_r - аргументи, для яких $\frac{\partial y}{\partial x_r} \geq 0$, x_s - аргументи, для яких $\frac{\partial y}{\partial x_s} \leq 0$, x_l - аргументи, для яких $\frac{\partial y}{\partial x_l}$ є знакозмінною функцією та її знак залежить лише від значень аргументів x_r та x_s , тобто $\frac{\partial y}{\partial x_l} = g_l(x_r, x_s)$.
4. Записати нечітку математичну модель $\tilde{y} = f(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n)$ у вигляді:

$$\tilde{y} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} \left\{ f(x_{\min r_\alpha}, x_{\max r_\alpha}, x_{l_\alpha}^I), f(x_{\min r_\alpha}, x_{\max r_\alpha}, x_{l_\alpha}^{II}) \right\}$$

де

$$x_{l_\alpha}^I = \begin{cases} x_{\min l_\alpha}, g_l(x_{\min r}, x_{\max s}) \geq 0 \\ x_{\max l_\alpha}, g_l(x_{\min r}, x_{\max s}) < 0 \end{cases}, \quad x_{l_\alpha}^{II} = \begin{cases} x_{\max l_\alpha}, g_l(x_{\max r}, x_{\min s}) \geq 0 \\ x_{\min l_\alpha}, g_l(x_{\max r}, x_{\min s}) < 0 \end{cases}.$$

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЧІТКИХ ІЄРАРХІЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Притоманова О. М., Танасієнко Д. О., dtanasienko@outlook.com

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

Актуальність роботи полягає в тому, що розроблене програмне забезпечення дозволяє створювати нечіткі ієрархічні моделі, які в наявних математичних пакетах, наприклад, MatLab, не можуть бути побудовані.

При розробці даного програмного забезпечення було використано мову програмування C# та технологію Windows Presentation Foundation (WPF). Програма дозволяє:

- створювати моделі з різними типами функцій належності, реалізації нечітких логічних операцій, методів дефазифікації;
- генерувати правила за вибіркою та редагувати правила в базі знань.

Ієрархічна структура задається за допомогою “рівнів”. Кожний блок правил має свій рівень в ієрархії, який більший за одиницю. Всі вхідні змінні мають нульовий рівень. Значення рівнів впливають на порядок обчислення блоків правил. На рис.1 наведено приклад побудови ієрархічної моделі.

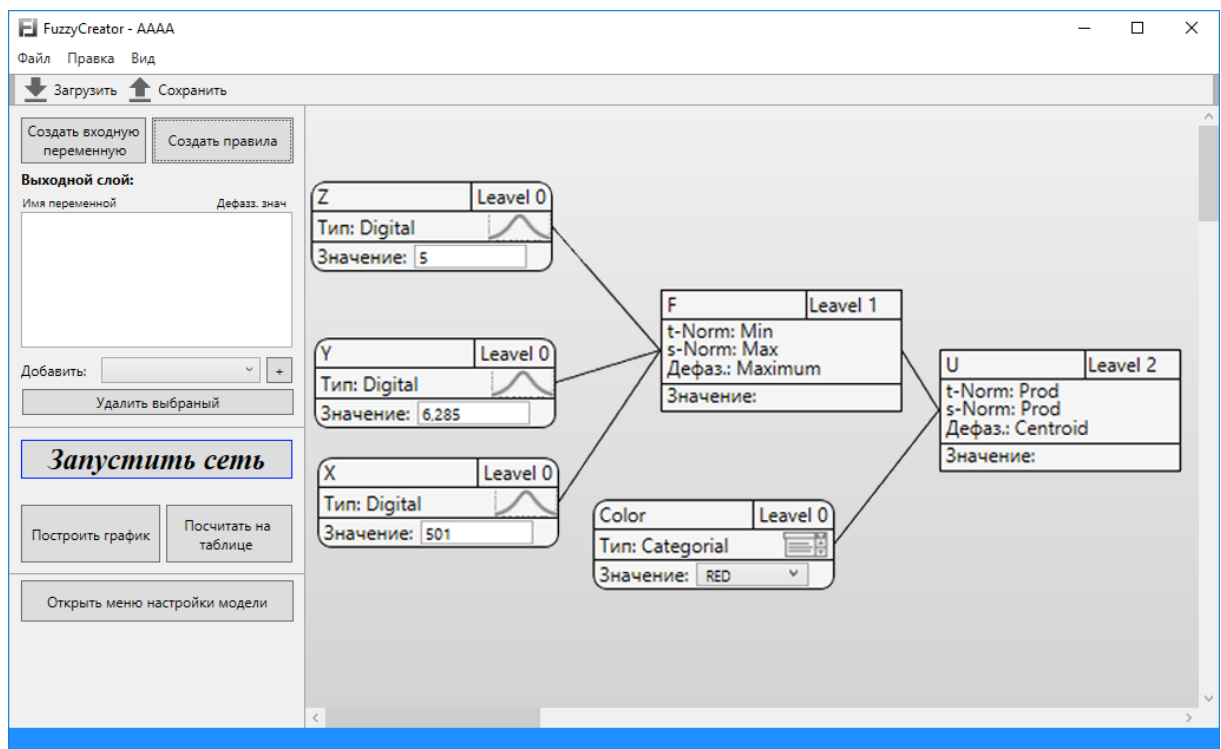


Рис. 1. Головне вікно програми з побудованою ієрархічною моделлю

АЛГОРИМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ЦЕНТРАМИ ДОСТАВКИ

Притоманова О. М., Шаравара В. В., vovasharavara@gmail.com

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

До задач розбиття множин можна віднести велику кількість практичних задач, оптимальне розв'язання яких може не тільки заощадити велику кількість витрачаємих коштів в перспективі розвитку деякої системи, а й навіть врятувати людські життя.

Розглянемо неперервну лінійну однопродуктову задачу оптимального розбиття множин з n -вимірною евклідовою простору E_n на підмножини із обмеженнями у формі рівностей та нерівностей з відшукуванням координат центрів підмножин. Постановка задачі має наступний вигляд [1]:

Нехай Ω – обмежена, замкнута, вимірною за Лебегом множина в n -вимірному евклідовому просторі E_n . Необхідно знайти N вимірних за Лебегом підмножин (можливо порожніх) та розмістити центри $\tau_1; \dots; \tau_N$ цих підмножин так, щоб

$$\text{mes}(\Omega_i \cap \Omega_k) = 0, \quad i \neq k, \quad i, k = 1, \dots, N \quad (1)$$

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, \quad (2)$$

$$\int_{\Omega_i} \rho(x) dx = b_i, \quad i = 1, \dots, p, \quad \int_{\Omega_i} \rho(x) dx \leq b_i, \quad i = p + 1, \dots, N \quad (3)$$

і при цьому функціонал

$$F(\{\Omega_1; \dots; \Omega_N\}, \{\tau_1; \dots; \tau_N\}) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) dx \quad (4)$$

досягав мінімального значення.

Функції $c(x, \tau_i)$ – дійсні, обмежені, визначені на $\Omega \times \Omega$, вимірні по x при будь-якому фіксованому $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \dots, \tau_i^{(n)}) \in \Omega$ для всіх $i = 1, \dots, N$.

Функції $\rho(x)$ – обмежені, вимірні, невід'ємні на Ω ,

$(\tau_i^{(1)}, \dots, \tau_i^{(n)})$ – координати центра $\tau_i, i = 1, \dots, N$,

$a_1, \dots, a_N, b_1, \dots, b_N$ – задані невід’ємні числа.

Розглянемо тепер практичну задачу розміщення центрів швидкої допомоги та лікарень. Нехай положення лікарень у місті уже задані. Кожна лікарня має обмеження на кількість пацієнтів, тобто обмеження у вигляді рівності або нерівності. Необхідно знайти оптимальне розміщення центрів швидкої допомоги. Оскільки “продукцією” швидкої допомоги є пацієнти, то вважаємо, що швидка допомога після того як забере пацієнта поїде до найближчої лікарні.

Умова цієї задачі виглядатиме майже так само як і попередня, окрім функціоналу (4) та додаткових обмежень. Новий функціонал матиме вигляд:

$$F(\{\Omega_1; \dots; \Omega_N\}, \{\tau_1; \dots; \tau_N\}) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} (c(x, \tau_i) + a_i) \rho(x) dx + \sum_{j=1}^M \int_{\bar{\Omega}_j} (c(x, \bar{\tau}_j) + \bar{a}_j) \rho(x) dx \quad (5)$$

Додаткові обмеження (6) – (7):

$$\int_{\bar{\Omega}_j} \rho(x) dx = \bar{b}_j, \quad j = 1, \dots, p, \quad (6)$$

$$\int_{\bar{\Omega}_j} \rho(x) dx \leq \bar{b}_j, \quad j = p + 1, \dots, M \quad (7)$$

де $\bar{\tau}_j$ – координати лікарні $\bar{\tau}_j, j = 1, \dots, M$, $\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_M, \bar{b}_1, \dots, \bar{b}_m$ – задані невід’ємні числа.

Отриману задачу оптимального розбиття множини з додатковими центрами доставки можна розв’язати використовуючи метод декомпозиції на складові частини. Розв’язавши складові частини, ми отримаємо два розбиття $\Omega_1; \dots; \Omega_N$ та $\bar{\Omega}_1; \dots; \bar{\Omega}_M$. Наклавши їх одне на одне, отримаємо “мапу” за допомогою якої можна легко зорієнтуватися при розв’язанні задачі доставки.

Бібліографічні посилання:

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

НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗЛИЧЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Прокопчук Ю.А.¹, itk3@ukr.net, Белецкий А.С.²

¹*Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,*

²*Украинский государственный химико-технологический университет*

За последние 15 лет получены четыре Нобелевские премии по экономике за разработку проблематики «ограниченной рациональности» при принятии решений (Ричард Талер – 2017г., Роберт Шиллер – 2013 г., Израэль Ауман – 2005 г., Даниэль Канеман – 2002 г.). Данные премии присуждены за изучение экономического поведения и за понимание того, какую роль психология играет в экономике. Это отражает растущее среди специалистов понимание того факта, что люди далеко не всегда действуют рационально, поэтому господствовавшие среди экономистов в течение долгих десятилетий теории рационального выбора и эффективного рынка нуждаются в серьезной корректировке. Следствием этого стал неуклонно растущий интерес к натуралистическим, интуитивным методам принятия решений [1, 2]. В более широком контексте активно обсуждаются вопросы создания «Unified Theory of Cognition» и даже «Standard Model of the Mind».

Несмотря на высокую исследовательскую активность в области изучения натуралистических методов познания и принятия решений, фундаментальные природные механизмы, которые лежат в основе данных феноменов, остаются, во многом, нераскрытыми. Рассмотрению этой проблемы посвящена книга [2]. Новая парадигма построения естественной логики различения, принятия решений и управления должна быть направлена на поиск возможной природы и фундаментальных закономерностей информационного синтеза в процессе познания, восприятия и творчества. Она должна учитывать множественность описания и множественность путей влияния разных факторов на любой параметр. Кроме того, новая парадигма должна обеспечить естественный синтез знаковых моделей, формируемых на основе онтологий, и эволюционно возникающих интуитивных авто/гетеро-ассоциативных моделей знаний. На первый взгляд, выдвигаемые требования

кажутся противоречивыми, однако парадигма предельных обобщений (ППО) показывает эффективный путь интеграции разных подходов [2].

В рамках ППО к первичным сущностям ментальной (смысловой) сферы, играющих важную роль в природных механизмах интуиции и глобальной когерентности, можно отнести [2]: орграфы значений и доменов тестов (квалиа), орграфы набросков образов, орграфы переходов между значениями тестов и набросками образов (теория двойного кодирования), канонические орграфы (результат девербализации орграфов значений и доменов – важнейшая операция бессознательного мышления), орграфы метаморфозов, системопаттерны, идеальные закономерности и предвестники, задачно-индукторное пространство, пространство событий, «коннектом» структурную энергию.

В работе [2] описан процесс автоматического и имплицитного формирования «искусственного коннектома» на основе банка тестов и потока данных (термином «коннектом» обозначили полное описание структуры связей в нервной системе человека). «Искусственный коннектом», как и био-коннектом, иллюстрирует авто/гетеро-ассоциативность, распределенность, робастность и активность памяти. Задачи «вшиты» в «коннектом» и генерируются автоматически (аналог «подсознательной» активности мозга).

Естественная логика имплицитного порождения и решения задач различения приводит к зарождению рациональности как адаптивного инструмента, который не идентичен правилам формальной логики или вероятностного исчисления. Представленные модели и алгоритмы позволяют приблизиться к целостному пониманию в теории интеллекта фундаментальных процессов объединения, синтеза и появления новой (субъективной) информации, которая и обуславливает действие механизмов интуиции при принятии решений.

1. Klein G. A naturalistic decision making perspective on studying intuitive decision making / G. Klein // *Journal of Applied Research in Memory and Cognition* 4, 2015. - P. 164–168.
2. Прокопчук, Ю. А. Набросок формальной теории творчества / Ю. А. Прокопчук. – Днепр : ПГАСА, 2017. – 452 с.

«БЕЛЫЕ» И «ЧЕРНЫЕ» МЕТОДЫ SEO ОПТИМИЗАЦИИ

Прокудин Г.В., chudilo_1@mail.ru, **Волошко Л.В.**, lyubov@voloshko.com,
ДНУ им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

После создания сервиса или приложения наступает необходимость его распространения в интернете (популяризации). Этим занимаются SEO-компании при помощи следующих двух SEO подходов: так называемые, «белые» — использование которых не нарушает советы по обеспечению качества от Google; и нарушающие их — «черные».

Есть представление, что «белые» способы — это внутреннее продвижение (разработка высококачественного вебсайта и его заполнение релевантным и свежим контентом), а «черные» же — это наружное продвижение (или распространение ссылок на личный ресурс). Впрочем, это неверное мнение.

Рассмотрим отличия между ними более подробно. Внутренние способы, как и наружные, возможно еще поделить на «черные» и «белые» (Таблица 1).

Таблица 1

«Белые» и «черные» методы SEO оптимизации

«Белые»	«Черные»
• Контент для клиентов, а не для поисковых систем. • Качественный веб-сайт (удобная структура). • Техническая часть (скорость загрузки, работоспособность).	• Оптимизация страниц под сканирующих роботов. • Прозрачный текст. • Генерированный контент. • Не уникальный текст. • Дубликаты страниц.

Продолжение таблицы 1

• Не обманывать пользователя про истинные цели работы сайта.	• Переадресация на сайты с другим наполнением.
--	--

Непросто достичь стоящих результатов только «белыми» способами, поэтому почти все также используют «черные». Автоматизированное программное обеспечение и биржи ссылок уже не дают хороших результатов, в следствие этого появляется угроза совмещения фильтров.

Самое главное для поисковой системы — это достойное качество контента, а не его численность. Одна ссылка, по которой приходит настоящий трафик, приносит намного больше, чем десятки тысяч других ссылок на не активных веб-сайтах.

При создании этих ссылок не нужно использовать биржи ссылок, не стоит платить за публикации. Создание высококачественного контента — лучший способ. Благодаря этому получится реальный тематический трафик, продажи и позиции.

Список используемой литературы

1. **Ашманов И. В.** Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах – М., 2013
2. **Севостьянов И. П.** Поисковая оптимизация. Практическое руководство по продвижению сайта в Интернете – М., 2014

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ ТЕХНІК

Радченко Є.В., evgeniy94@gmail.com; Кузнєцов К.А.

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

Метою роботи є розробка системи автоматичної диспетчеризації мережі автозаправок зрідженого газу. В основі системи лежить оригінальна задача комбінаторної оптимізації, основні компоненти якої наведено нижче.

Доставка на заправки мережі здійснюється парком однотипних газовозів безпосередньо з заводу з виробництва зрідженого газу. Кожна заправка має сховище для зберігання газу відомого об'єму. Добові витрати продукту на заправці вважаються сталою величиною. При вимушеній зупинці заправки через відсутність на ній продукту нараховується штраф, пропорційний обсягу нереалізованого продукту.

Витрати на транспортування продукту залежать виключно від часу руху газовозу. Маршрут газовозу починається та закінчується на заводі і повинен містити одну або декілька заправок. Кожний газовоз вважається повністю заповненим на початку маршруту і пустим на фініші. Час старту маршруту є відомим. Необхідно визначити об'єм газу, який газовоз доставляє на кожен заправку і порядок обходу заправок в маршруті. Якщо запланований об'єм для заправки перевищує вільне місце у її сховищі на момент прибуття, то газовоз очікує його звільнення. Кожна заправка входить не більш ніж в один маршрут.

Необхідно скласти план заводу, щоб мінімізувати сумарні втрати від вимушеного простою заправок в рамках деякого горизонту прогнозу та витрати на транспортування продукту.

Наведена математична модель має суттєві спрощення реально існуючого процесу доставки (декілька заводів, більш складні шаблони прямування газовозів, варіативність добових і навіть часових витрат продукту, тощо), але може вважатися доброю стартовою точкою для дослідження.

Розглянута задача, очевидно, є NP-трудною. Пропонується будувати її розв'язок з використанням сучасних метаевристичних технік, адже такі методи дозволяють за розумний час знайти субоптимальніший розв'язок.

Розв'язок S даної задачі було визначено як набір станцій для кожної вантажівки, які вона має відвідати, з указанням для кожної станції на шляху об'єму доставленого газу. Фітнес-функція $F(S)$ для кожної перестановки станцій для кожної з вантажівок обчислює збитки за доставку з урахуванням штрафу за відсутність газу на станціях та обирає перестановку з мінімальними збитками. Суть сучасних метаевристичних технік полягає у переборі певних точок пошукового простору за певним алгоритмом з метою знаходження такої точки S_{best} , що $F(S_{best}) \rightarrow \min$.

Після вибору випадкової точки з пошукового простору було реалізовано Hill Climbing алгоритм. Для цього використовується поняття -околу точки S з пошукового простору. У рамках даної задачі -оکیل визначається як точки отримані з S за допомогою перенесення K одиниць продукту з однієї заправки на іншу. Суть Hill Climbing алгоритму полягає у тому, щоб спочатку обрати випадкову точку S з пошукового простору як поточну, а потім заздалегідь визначену кількість разів повторити наступні кроки: 1) обрати випадкову S_e з -околу точки S ; 2) якщо $F(S_e) < F(S)$, то $S = S_e$.

Multistart Hill Climbing – запуск Hill Climbing алгоритму декілька разів. Аналіз результатів Multistart Hill Climbing алгоритму показав, що пошуковий простір задачі є багатоекстремальним, оскільки різні запуски мали $F(sol)$, де sol - знайдений розв'язок, що суттєво відрізнялись. Це свідчить про те, що використання більш складних метаевристичних технік з високою імовірністю дасть змогу знаходити кращі розв'язки. Тому у подальшому буде реалізовано Particle Swarm та Gravitational Search алгоритми.

PACKING ELLIPSES IN A DISCONNECTED POLYGONAL DOMAIN

T. Romanova¹, A. Pankratov¹, G. Yaskov¹, G. Scheithauer²¹e-mail: sherom@kharkov.ua, *Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems, National Academy of Sciences of Ukraine*²e-mail: guntram.scheithauer@tu-dresden.de, *Dresden University of Technology, Dresden, Germany*

The problem of packing ellipses (circles) has a wide spectrum of applications, in particular, in additive manufacturing for optimisation of product's topology [1]. In the paper we consider the problem of packing of ellipses, which allow continuous translations and rotations, in a disconnected polygonal domain, described by the union of a finite number of disjoint convex polygons.

We define a polygonal domain in the form: $\Omega = \bigcap_{q=1}^Q P_q$, $P_q \cap P_s = \emptyset$, $p, q \in I_Q = \{1, 2, \dots, Q\}$, $p < q$, where P_q is a convex polygon. Let K types of ellipses with semi-axes a_k, b_k , be given, $k \in I_K = \{1, 2, \dots, K\}$. Our agenda is to generate Q ellipse subsets $\mathbf{E}^q, q \in I_Q$, that can be fully arranged without overlapping inside the appropriate convex polygons $P_q, q \in I_Q$, with the maximum packing factor.

We denote the number of ellipses of the k -th type that can be fully arranged inside P_q by $n_k^q \leq n^*$, $k \in I_K$, and generate a tuple $t^q = (n_1^q, n_2^q, \dots, n_K^q)$ for $q \in I_Q$. Each tuple t^q has to involve at least one nonzero element $n_k^q, k \in I_K$. We denote a set of possible tuples t^q by T^q . The cardinality of T^q is $(n^* + 1)^K - 1$.

We form a subset $\mathbf{E}^q$ of ellipses $E_i, i \in J^q = \{1, \dots, n^q\}$, with respect to the tuple $t^q = (n_1^q, n_2^q, \dots, n_K^q)$ for all $q \in I_Q$, $n^q = \sum_{k=1}^K n_k^q$. A subset $\mathbf{E}^q$ of moving ellipses is denoted by $\mathbf{E}^q(v) = \{E_i(v_i), i \in J^q\}$, where $v = (v_1, v_2, \dots, v_{n^q}) \in \mathbf{R}^{3n^q}$ is a vector of placement parameters of ellipses $E_i(v_i), i \in J^q$, $v_i = (x_i, y_i, \theta_i)$, (x_i, y_i) is a translation vector, θ_i is a rotation angle of E_i .

In addition, a minimum allowable distance d between each pair of ellipses E_i and E_j is given, i.e. $\text{dist}(E_i, E_j) \geq d$, $i, j \in J^q, i > j$.

Problem. Find such subsets of ellipses $\mathbf{E}^q(v^*)$, $q \in I_Q$, that can be fully arranged within the appropriate convex polygons P_q , $q \in I_Q$, with the maximum packing factor, taking into account the minimum allowable distance between the ellipses.

The problem can be reduced to a sequence of problems for all $q \in I_Q$:

$$F_q^* = F_q(v^*, \tau^*, t^{*q}) = \max_{t^q \in T^q} \sum_{i \in J^q} a_i \cdot b_i, \text{ s.t. } (v, \tau, t^q) \in W_q \subset \mathbf{R}^{3n^q + \sigma} \times T^q, \quad (1)$$

$$W_q = \{(v, \tau, t^q) : \widehat{\Phi}_{ij}^q(v_i, v_j, \theta_i, \theta_j, \tau_{ij}) \geq 0, i, j \in J^q, i > j, \Phi_i^q(v_i, \theta_i) \geq 0, i \in J^q\}, \quad (2)$$

where $\Phi_i^q(v_i, \theta_i)$ is a phi-function for $E_i \in \mathbf{E}^q$ and the object $P_q^* = \mathbf{R}^2 \setminus \text{int } P_q$; $\widehat{\Phi}_{ij}^q(v_i, v_j, \theta_i, \theta_j, \tau_{ij})$ is an adjusted quasi-phi-function for E_i and E_j [2], $\tau = (\tau_{ij}, i, j \in J^q, i > j) \in \mathbf{R}^\sigma$ is a vector of extra variables, $\sigma = 2n^q(n^q - 1)$. We note, that $\widehat{\Phi}_{ij}^q \geq 0 \Rightarrow \text{dist}(E_i, E_j) \geq d$, $i, j \in J^q, i > j$, and $\Phi_i^q \geq 0 \Leftrightarrow E_i \subset P_q, i \in J^q$.

When we deal with circles the number of variables in (1)-(2) is considerably reduced at the expense of removal of rotation angles and extra variables.

We propose a solution algorithm based on the multistart strategy and the optimisation procedure to grow microcopies of ellipses $E_i^q(v_i)$, $i \in J^q$, to its original sizes in order to generate the subsets $\mathbf{E}^q(v)$, $q \in I_Q$.

A value $F^* = \sum_{q=1}^Q F_q^*$ is taken as a solution of the problem of maximum filling of the whole disconnected domain Ω .

References

1. M. Leary, L. Merli, F. Torti, M. Mazur, M. Brandt/ Optimal topology for additive manufacture: A method for enabling additive manufacture of support-free optimal structures// Materials and Design. – 2014. – Vol. 63. – P. 678–690.
2. Y. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova/ Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses// Journal of Global Optimization. – 2016. – Vol. 65(2). – P. 283–307.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ

Руденко С. Д., turtlesamigo@gmail.com;
Антоненко С. В., szemlyanaya@gmail.com;
Верба О. В., olvi_ver@ukr.net,

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

Оскільки об'єм потоків інформації збільшується, виникає все більша необхідність її подання в читабельному форматі. Прикладом такого подання є документація. Процес створення документації без програмного забезпечення є надзвичайно складним і потребує багато часу. Різні текстові редактори полегшують завдання. Проте дуже часто вхідних даних дуже багато, і вони мають спеціальний формат, як, наприклад, в навчальному відділі ВНЗ. В таких випадках саме їх обробка займає більшість часу тоді, коли цим займається людина. Тому, якщо створити спеціальне програмне забезпечення, що буде займатися обробкою вхідних даних, і, як результат, створюватиме необхідну документацію, можна зекономити велику кількість часу.

Метою роботи була розробка програмного забезпечення, яке на вході прийматиме файли робочих планів, аналізуватиме їх та видаватиме результати аналізу у вигляді документації.

Спочатку програма зчитує інформацію про навчальні плани. Ця інформація зберігається у файлах з розширенням .xls у певному форматі. При цьому важливим етапом зчитування є перевірка, чи відповідають файли цьому формату. У випадку невідповідності програма попереджає користувача про знайдені помилки. Після цього користувач може обрати типи файлів документації, що є результатами аналізу, які він хоче отримати. В результаті програма аналізує інформацію, отриману з файлів навчальних планів, і створює файли обраного типу. Крім того, користувач має широкий вибір параметрів налагодження роботи програми.

ВВА-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОВІДКИ СТУДЕНТА

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm

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

Складання академічної довідки студента є досить трудомістким та формалізованим процесом, який передбачає можливість автоматизації її формування та в значній мірі її заповнення. Інструментом створення такого документа природним чином є VBA-технології, тому що базовими шаблонами наповнення академічної довідки є файли форматів .docx та .xlsx. Основні з них: безпосередньо структура документа, робочі навчальні плани та файл з назвами дисциплін англійською мовою. Особисті дані студента та інформацію щодо відповідного наказу на даний момент доречно заносити вручну.

Прискорення та спрощення процесу формування документу засобами VBA Excel базується на використанні механізму автоматизації. «Автоматизация – это стандартная технология, посредством которой приложения открывают свои объекты для других приложений, работающих в системе.» [1] Мови програмування, що подібні до Visual Basic for Application, здібні розпізнавати або маніпулювати об'єктами інших прикладок шляхом застосування методів та встановлення властивостей. У VBA Excel в наявності є три методики, які можливо використовувати для доступу до об'єктів прикладки-сервера: можливо звертатись напрямку, за допомогою функції створення `CreatObject` або функції доступу `GetObject`. Це надає великі переваги у виконанні формалізованих операцій з використанням даних з файлів різного формату через Windows. Практика підтверджує, що «Ничто так не экономит время, как автоматизация...»[2]

Бібліографічні посилання

1. Харрис, Мэтью. Освой самостоятельно программирование для Microsoft Excel 2000 за 21 день. : Пер. с англ. : Уч. пос. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 880 с. : ил. – Парал. тит. англ.
2. http://orenstudent.ru/allAvtomatizac_portal.htm

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОСТІ РОЗГАЛУЖЕНИХ СИСТЕМ

Сидор А.Р., sydor@polynet.lviv.ua,
Національний університет «Львівська політехніка»

З позицій системного підходу до проектування складних розгалужених систем інтегральною мірою правильності прийняття рішень є ефективність функціонування системи. Однією із складових ефективності функціонування є структурна надійність системи, що враховує структуру взаємозв'язку елементів у системі.

Основними характеристиками надійності розгалужених систем є наступні: середня тривалість роботи системи до відмови T_c , імовірність безвідмовної роботи $P(t)$, імовірність відмови $Q(t)$, густина розподілу відмов $a(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$.

Розглянемо систему, в якій елементу 0-го рівня підпорядковуються a_1 елементів 1-го рівня, а кожному елементу 1-го рівня – a_2 елементів 2-го рівня (рис. 1), де a_1 – коефіцієнт розгалуження до 1-го рівня, a_2 – коефіцієнт розгалуження до 2-го рівня.

Рівні 0

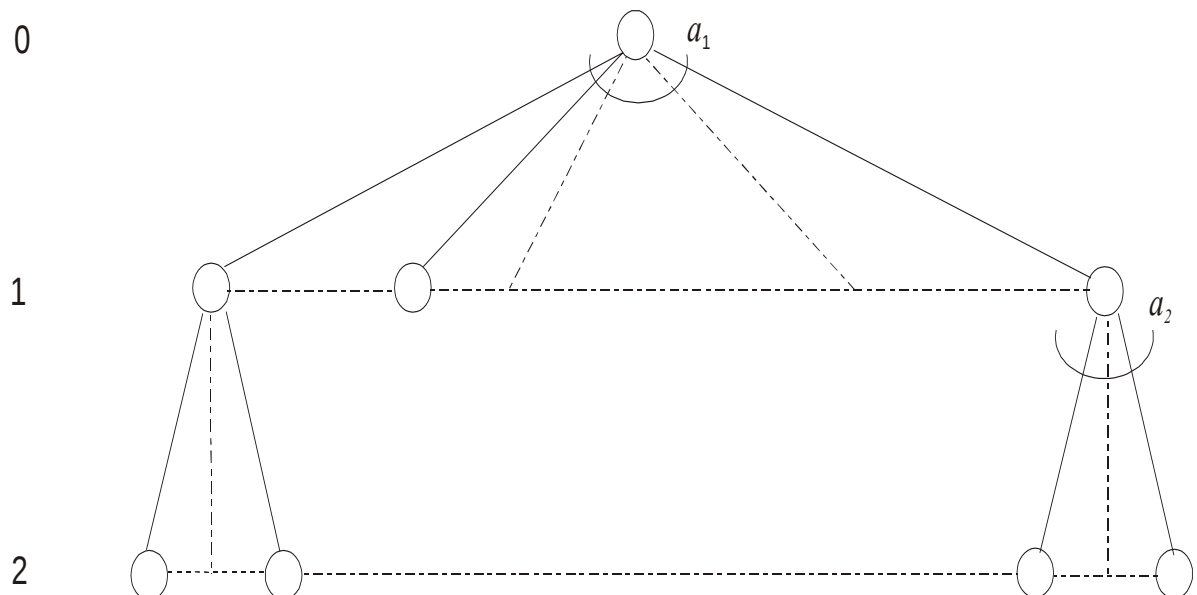


Рис. 1. Симетрична система, розгалужена до 2-го рівня

Позначимо через $Q_{2R}(k,t)$ імовірність відмови системи за заданого стану

готовності k , де $0 < k \leq a_1 a_2$, за умови, що ймовірність безвідмовної роботи вихідних елементів описується законом Релея. На основі [1] одержимо:

$$Q_{2R}(k, t) = 1 - e^{-\lambda_0 t} \sum_{x_2=k}^{a_1 a_2} \sum_{x_1=\text{ceil}\left(\frac{x_2}{a_2}\right)}^{a_1} C_{a_1}^{x_1} e^{-\lambda_1 x_1 t} (1 - e^{-\lambda_1 t})^{a_1 - x_1} C_{a_2 x_1}^{x_2} e^{-\frac{x_2 t^2}{2\sigma_2^2}} \left(1 - e^{-\frac{t^2}{2\sigma_2^2}}\right)^{a_2 x_1 - x_2} \cdot (1)$$

Позначимо через $a_{2R}(k, t)$ частоту відмов системи за заданого стану готовності k , де $0 < k \leq a_1 a_2$, за умови, що ймовірність безвідмовної роботи вихідних елементів описується законом Релея. $a_{2R}(k, t)$ дорівнює похідній від імовірності відмови $Q_{2R}(k, t)$. Позначимо через $\lambda_{2R}(k, t)$ інтенсивність відмов системи за заданого стану готовності k , де $0 < k \leq a_1 a_2$, за умови, що ймовірність безвідмовної роботи вихідних елементів описується законом Релея. $\lambda_{2R}(k, t)$ визначається як результат ділення частоти відмов $a_{2R}(k, t)$ на коефіцієнт готовності.

При проектуванні розгалужених систем на основі цих результатів здійснюється прийняття рішення про структуру системи та планування виділення коштів для підтримання системи у працездатному стані. Розрахунок інтенсивності відмов комплексу технічних засобів розгалуженої системи дозволяє передбачити вихід з ладу обладнання, що важливо для вчасного проведення планових і профілактичних ремонтів.

Загалом дослідження надійнісних характеристик розгалужених систем є новою тематикою, хоча таких об'єктів є дуже багато, в тому числі серед управлінських процесів. Особливу роль прогнозування надійності відіграє у плануванні технічних оглядів і профілактичних ремонтів. Превентивні дії в підходах до надійності та якості здобули велику популярність.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Sydor A. "Valuing time reliability parameters of composite electromagnetic systems", Proceedings of the XX th International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED-2015). Lviv, 2015, pp. 165-167.

СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ

Сич М.Д., mdsych@gmail.com, Мацуга О.М., molgan@ua.fm
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розповсюдження систем відеоспостереження за навколишнім середовищем викликає необхідність в автоматизації обробки відео, і однією з актуальних задач є виділення окремих об'єктів у неперервному відеопотоці.

Відеопотік являє собою послідовність окремих зображень (кадрів). Тому для створення системи пошуку об'єктів у відеопотоці необхідно реалізувати функціонал виділення окремих об'єктів на окремому зображенні, який потім застосовувати до кадрів. Потреба в обробці кожного кадру відеопотоку диктується тим, наскільки швидко об'єкти зникають з кадру.

У роботі було створено систему «FramesSegmentation», в якій для пошуку об'єктів на кадрах відеопотоку реалізовано наступну процедуру [1]. Кожен об'єкт на зображенні розглядається як окрема текстура. Для виділення текстур будуються гістограми відносних частот для кожної кольорової складової. За допомогою алгоритму Hill Climbing шукаються моди гістограм, на основі яких здійснюється виділення окремих текстур. Дану процедуру було реалізовано для двох кольорових моделей: RGB та HSV.

Систему реалізовано на мові програмування Scala з використанням бібліотеки ScalaFX для створення графічного інтерфейсу.

Тестування було проведено на реальних відеофрагментах, відзнятих дроном під час польоту над полями. Результати тестування показали, що використання кольорової моделі RGB доцільне у випадку, коли у кадрі знаходяться текстури з різною яскравістю. Якщо ж кадр зайнятий текстурами, яскравість яких дуже подібна, то використання кольорової моделі HSV є більш доцільне.

Бібліографічні посилання

1. **Prystavka P.** The mathematical foundations of foreign object recognition in the video from unmanned aircraft / P. Prystavka, A. Rogatyuk. // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №3 (64). – P. 133-139.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «IMAGE PROCESSING» КАТАЛОГІЗАЦІЇ, ПОШУКУ ТА МОДИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Сінєгіна Ю.Д., juliasinegina@gmail.com, Сінєгіна А.Д.,
nastia.sinegina@gmail.com, Сидорова М.Г. sidorova.m.g@gmail.com
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Останнім часом спостерігається тенденція накопичення великої кількості графічної інформації. Необхідність її ефективної систематизації, обробки та редагування робить актуальною задачу розробки відповідних програмних засобів. Метою даної роботи було створення програмного забезпечення каталогізації, пошуку та модифікації зображень з урахуванням їх змістовного наповнення.

Пошук схожих та ідентичних зображень (дублікатів) з їх видаленням за потребою користувача здійснюється на основі перцептуальних хеш-алгоритмів (Average hash, Perceptive hash, Difference hash, Gradient hash). Класичні криптографічні хеш-алгоритми (напр. MD5 або SHA-1) працюють таким чином, щоб для різних вхідних даних, як мало б вони не відрізнялися один від одного, в результаті виходили максимально відмінні хеш-значення. На відміну від класичних хеш-функцій, перцептуальні хеш-алгоритми генерують хеші, призначені для порівняння вхідних даних. Хеш-значення таких алгоритмів тим ближче, чим більш схожі були вхідні дані. Таким чином, завдання порівняння зображень зводиться до обчислення хеш-значень цих зображень, і обчисленню відстані Геммінга між ними. Чим менше відстань Геммінга, тим більше схожі дані зображення, відстань 0, наприклад означає, що зображення, швидше за все, є повністю ідентичними, і навпаки.

Для каталогізації колекції зображень за схожим змістовним наповненням реалізовано ієрархічний агломеративний метод кластеризації на основі середнього зв'язку з можливістю побудови дендрограми.

Для додавання нових файлів у існуючу систему каталогів реалізовано алгоритм класифікації STOLP, який дозволяє для нового зображення знайти каталог з найбільш схожим контентом.

Програма також дозволяє модифікувати зображення, реалізуючи таку функціональність: збільшення та зменшення розміру зображення, враховуючи його зміст, видалення зайвих об'єктів, захист важливих об'єктів від деформації під час зміни розміру зображення, обчислення градієнтних функцій енергії та оператора Собеля з побудовою карти енергії на його основі.

Стандартне масштабування зображення не аналізує вмісту зображення. Більш ефективна зміна розміру зображення може бути досягнута завдяки врахуванню того, що на ньому зображено. Тому було реалізовано алгоритм Seam carving, що представляє собою підхід зміни розміру зображення, що усвідомлено видаляє чи додає пікселі неважливих частин зображення. Цей метод використовує функцію енергії, яка визначає важливість кожного пікселя. «Сім» – це з'єднаний шлях пікселів з низькою енергією, що проходить крізь зображення зверху донизу (вертикальний) чи зліва направо (горизонтальний). Послідовно видаляючи чи вставляючи «сіми» як збільшити, так і зменшити розмір зображення в обох напрямках.

Реалізацію Seam carving здійснено на основі такої схеми:

1. Обчислення енергії кожного пікселя. Функція енергії визначається наступним чином: $e(I) = \left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right|$, де I - це зображення.

2. Визначення кумулятивної енергії кожного пікселя, яка визначається так: $M(i, j) = e(i, j) + \min (M(i - 1, j - 1), M(i - 1, j), M(i - 1, j + 1))$.

3. Визначення оптимального «сіму». Це робиться наступним чином: спочатку знаходиться піксель в останньому рядку (для вертикального «сіму») з мінімальною кумулятивною енергією, і він використовується як відправна точка – останній піксель шуканого «сіму». Далі з трьох сусідніх пікселів вище обирається один з мінімальною кумулятивною енергією і так далі.

4. Маніпулювання з оптимальним «сімом». Для зменшення розміру зображення його потрібно видалити, для збільшення – дублювати.

Розроблене програмне забезпечення зручне у використанні та може бути застосоване до різних форматів графічних даних (.jpg, .bmp, .png).

ПРОГРАМУВАННЯ - ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Сірик С.Ф.

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

Коли йдеться мова про велику кількість пристроїв, котрі настроєні за єдиним шаблоном, то адміністрування мережного обладнання засобами CLI призводить до великої кропіткої та непродуктивної роботи. Перевірка конфігурації маршрутизаторів на відповідність деяким правилам як підрахунок кількості включених портів на комутаторах – це один із аспектів завдань, які неможливо вирішувати без автоматизації процесу.

Об'єктно-орієнтовна мова Пітон, яка є вдосконаленням PHP, дає змогу створювати великі програмні комплекси, навіть такий, як пошукова система Google.

Зазначимо переваги мови Пітон над іншими мовами програмування:

- це простота вивчення мови, яка дозволяє вирішувати велике коло задач, наприклад, здійснювати перевірку маршрутизаторів, які мають однакову конфігурацію, змінювати конфігурацію маршрутизатора;
- виробники мережного обладнання Cisco, Huawei здійснюють підтримку Пітон при експлуатації обладнання, яке надають для обслуговування комп'ютерних мереж.

Недоліками Пітона є те, що швидкість виконання програм не дуже висока відносно інших мов програмування. Але порівняно з такими мовами як C++, Java, мова Пітон не вимагає опису змінних, вони створюються на кроці ініціалізації, тим самим мова Пітон нагадує мову Basic. Також має вбудовані в саму мову структури тьюплі(tuple), списки(list), словники(dictionary), ці структури також називають картами(map).

Завдяки простоті та рішенню великій кількості задач, мова Пітон може бути корисна спеціалістам мережного обладнання, діяльність яких не пов'язана з програмуванням.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОЛОРИЗАЦІЇ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Сокол, О.О., Сердюк, М.Є., me_serdyuk@i.ua

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

Колоризація – це процес додавання кольору до напівтонових зображень чи відео. Колоризація чорно-білих зображень має значний потенціал як галузь постобробки фото та фільмів. Додатковими факторами, що спонукають до вивчення проблем колоризації, є те, що вони тісно пов’язані з проблемами комп’ютерного зору, що зараз використовується в багатьох галузях.

Основною проблемою колоризації є те, що не існує взаємно однозначної відповідності між відтінком сірого та кольором. Усі методи колоризації можна розділити на три групи за необхідністю втручання людини: повністю автоматичні методи, напівавтоматичні та неавтоматичні, які потребують значної участі людини.

Програмне забезпечення для ручної колоризації статичних зображень надає користувачу можливість використовувати багато різних пензлів та палітр кольорів, проте задача сегментації, що часом є досить важкою, повністю лягає на плечі користувача. Перевагою такого методу є повний контроль над процесом передачі кольору. Приклад – VlcMagic від MediaTek. Серед методів напівавтоматичної колоризації можна виділити методи з використанням додаткової інформації про кольори деяких пікселів. В роботі [1] досліджено алгоритми, що використовують для колоризації надані користувачем зразки кольору у певних регіонах зображення. Зокрема, вибір кольору базується на положенні, що сусідні пікселі у просторі-часі зі схожою яскравістю мають бути схожими за кольором. Формалізація даного твердження з використанням квадратичної функції дозволила отримати задачу оптимізації, яку можна ефективно розв’язати стандартними способами. Інша група напівавтоматичних методів використовує додаткову інформацію про колір схожих зображень. В роботі [2] запропонований

напівавтоматичний метод, що дозволяє колоризувати напівтонове зображення переносом інформації стосовно кольору з довідкового зображення. Для вибору кольору пікселя перевіряється яскравість пікселів, розташованих поруч із цільовим пікселем. Якщо їх яскравість співпадає, у шуканий піксель переносяться кольори відповідного сусіднього. Таким чином користувачеві надається частковий контроль над процесом, зменшується час, необхідний для колоризації зображень, але можливі результати колоризації обмежені наданими зразками зображень.

Існують повністю автоматичні методи, які базуються на використанні нейронних мереж. На основі обробки великих об'ємів даних будується нейронна мережа, що дає відповідність між відтінком сірого та кольором у просторі CIE Lab. В роботі [3] для тренування такої нейронної мережі використовують функцію мінімізації помилки між монотонним зображенням та його кольоровою версією. Отримана система може генерувати привабливі кольорові зображення з наданих чорно-білих.

Кожен з розглянутих методів має певні недоліки, проте найбільш перспективними є автоматичні методи, що використовують нейронні мережі, оскільки для генерації реалістичного зображення вони потребують найменшої взаємодії з боку користувача. Недоліком таких алгоритмів є невизначеність границь кольору у складних для аналізу випадках. Для вирішення такої невизначеності необхідно дослідити вплив різних функцій похибок на реалістичність згенерованих зображень та, порівнявши отримані результати з наявними, зробити висновки про ефективність системи.

Бібліографічні посилання

1. **Anat Levin, Dani Lischinski, Yair Weiss.** Colorization using Optimization. School of Computer Science and Engineering. The Hebrew University of Jerusalem. [Electronic resource] – Access mode: <http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~levina/papers/colorization-siggraph04.pdf>.
2. **Welsh, T.** Transferring color to greyscale images/ T. Welsh, M. Ashikhmin, K. Mueller. ACM Transactions on Graphics 21, 3 (July). 2002. – P. 277–280.
3. **Richard Zhang, Phillip Isola, Alexei A. Efros.** Colorful Image Colorization. [Electronic resource] – Access mode: <https://arxiv.org/abs/1603.08511>.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ РЕКЛАМНИХ БАНЕРІВ

Сологуб К.М.

ekaterina.solohub@gmail.com

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

Мета роботи полягає в розробці програмного забезпечення для оптимального розміщення банерів. Задача забезпечення – знайти місця, де розташування рекламних банерів буде найефективнішим та розрахувати їхню кількість.

Маємо вибірку елементів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, яку здобули з бази даних соціальної мережі Foursquare. Необхідно розбити вибірку на k неперетинних множин так, щоб кожен кластер складався з об'єктів близьких за метрикою $\rho(x, x')$, а інші кластери суттєво відрізнялися.

Для розв'язання поставленої задачі використано метод К-середніх та метод середніх здвигів.

Координати місць розташування рекламних банерів та відстань до торговельної точки з координатами $[50.505649^\circ, 30.483150^\circ]$, здобуті за методом середніх здвигів, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результат роботи системи для методу середніх здвигів

	Координати центру	Відстань до ТТ
1 кластер	$[50.5079^\circ, 30.49861^\circ]$	1.13 км.
2 кластер	$[50.5083^\circ, 30.5100^\circ]$	1.93 км.
3 кластер	$[50.4869^\circ, 30.5190^\circ]$	3.27 км.

Координати місць розташування рекламних банерів та відстань до торговельної точки з координатами $[50.505649^\circ, 30.483150^\circ]$, здобуті за методом К-середніх, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Результат роботи системи для методу К-середніх (K=5)

	Координати центру	Відстань до ТТ
1 кластер	[50.5090°, 30.4986°]	1.61 км.
2 кластер	[50.5093°, 30.5113°]	2.04 км.
3 кластер	[50.4879°, 30.5191°]	3.12 км.
4 кластер	[50.5002°, 30.5164°]	2.43 км.
5 кластер	[50.5012°, 30.4996°]	1.28 км.

Програмне забезпечення розміщення рекламних банерів можна застосовувати для покращення ефективності реклами торгівельних мереж.

Література:

1. **Dorin Comaniciu and Peter Meer**, Mean Shift : A Robust approach towards feature space analysis, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence vol 24 No 5 May 2002.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЇХ ЗОБРАЖЕННЯМ

Сорокіна А. І., Сердюк М.Є.

prostotak.nastya@gmail.com, me_serdyuk@i.ua

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

Ідентифікація об'єктів за їх зображенням – це одна з провідних задач автоматизованого аналізу візуальної інформації. Незважаючи на те, що для ідентифікації об'єктів розроблено чимало методів, подальший розвиток і вдосконалення технологій розпізнавання зображень досі є актуальними.

Метою даної роботи є порівняльний аналіз базових принципів, методів і підходів до розпізнавання образів задля їх використання в програмному забезпеченні з ідентифікації об'єктів рослинного походження за зображенням.

Задача розпізнавання образів – це задача встановлення відмінностей між вхідними даними, шляхом ототожнення із сукупностями образів [1]. Описати та розділити класи образів можна за наступними принципами. Принцип приналежності переліку характеризується тим, що після звернення до системи з новим образом система по чергово порівнює його з еталонами. Принцип спільних властивостей базується на порівнянні характерних ознак нового образу з ознаками образів із пам'яті. Згідно з принципом кластеризації, група образів, близьких за своїми характеристиками, буде створювати у просторі ознак компакту область – кластер.

Розрізняють такі групи методів розпізнавання образів: порівняння зі зразком, статистичні методи, використання нейронної мережі [2]. Порівняння зі зразком базується на описаних вище принципах. Зокрема, один із таких методів – класифікація за найближчим середнім значенням. Виявлення належності об'єкта до класу відбувається через пошук мінімальної відстані від об'єкта до якогось із векторів математичних сподівань для еталонних зразків кожного класу. Даний метод є простим, але не може бути

використаний для множин еталонних значень, що перетинаються, розтягнуті за певною віссю координат, мають розриви тощо.

Інший метод – класифікація за відстанню до найближчого сусіда – передбачає визначення, до якого з еталонів відстань від цільового об'єкта є найменшою. Даний метод дозволяє класифікувати об'єкти навіть у випадку, коли кластери еталонних значень мають перетини або складну форму, дозволяє додавання нових образів у будь-який момент роботи, проте він має ціною втрату точності результату, коли кількість класів зростає.

Статистичні методи для вирішення задачі розпізнавання використовують статистичну інформацію. Належність нового об'єкта до певного класу визначається, спираючись на імовірність цієї належності. Метод є складним у реалізації та вимагає значної бази даних.

Використання нейронної мережі має своєю найголовнішою перевагою здатність до навчання, в результаті чого точність визначення результату ідентифікації зростає. Недоліком є необхідність тривалого налаштування штучної мережі та встановлення зв'язків між її внутрішніми елементами і неоднозначна передбачуваність поведінки нейронної мережі.

Для реалізації даних принципів і методів ідентифікації виділяють три методологічні підходи. Евристичний підхід має за основу особистий досвід людини, математичний – математичні правила класифікації та принципи спільних властивостей і кластеризації, лінгвістичний – класифікацію ієрархічну, подібну до синтаксичної структури мови.

Для досягнення оптимального результату в кожній специфічній задачі доцільним є одночасне використання декількох підходів. В основу алгоритму розв'язання задачі ідентифікації об'єктів рослинного походження за їх зображенням покладені методи порівняння зі зразком в поєднанні з евристичним та математичним підходами.

Бібліографічні посилання

1. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л.Шапиро, Дж. Стокман – М.:Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 752 с.
2. Методы распознавания образов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://oxozle.com/2015/03/29/metody-raspoznvaniya-obrazov-chast-1>

ЗНАЧИМІ МЕТРИКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОВЕДІНКИ ВЕБ-КОРИСТУВАЧІВ НА СТОРІНОКАХ БЛОГА

Стебко М. К. , m.stebko@gmail.com,

Волошко Л. В., lyubov@voloshko.com,

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

Все більшої популярності набуває ведення електронних журналів — блогів. Блог — це веб-сайт, змістом якого є записи, що регулярно додаються, розташовуються в хронологічному порядку і можуть містити текст, зображення, мультимедіа. Як правило, кожен блог має певну тематику. Тобто, при публікації чергового запису, відомі інтереси та основні характеристики фокус-групи.

Часто ці дані не є обґрунтованими, не дають повного розуміння про інтереси читача і його реакцію на матеріали. До того ж, блог — це нагідне місце, яке можна вдало монетизувати. Щоб зробити це максимально вигідно, необхідно мати заздалегідь відомий портрет аудиторії. Тому, важливо займатися не лише наповненням блогу, а й вивчати звички та характер його читачів.

Аналіз поведінки користувача визначається множиною метрик, важливість яких кожен власник блогу визначає для самотійно. Це може бути, наприклад, кількість користувачів, які прочитали певні статті, тривалість перебування на сторінці або просто кількість натискань на певну кнопку.

У загальному випадку, для підвищення зацікавленості читачів, можна застосувати наступні рекомендації:

- Постійно наповнювати блог актуальним і доступним контентом.
- Урізноманітнювати наповнення статей зображеннями та мультимедіа — для здійснення зміни способів сприйняття інформації читачами.
- Структурувати потік інформації. В першу чергу, розбити її на окремі блоки та відділити їх один від одного візуальними способами.
- Форматувати текст у відповідності до зручності сприйняття текстової інформації читачами
- Належно колоризувати елементи блогу.
 - Використовувати темний текст на світлому фоні, так як текст «чорним по білому» сприймається простіше і швидше.

- Не використовувати занадто насичені кольори в основній палітрі.
- Надавати можливість користувачу здійснювати зв'язок з автором. Наприклад, створити форму зворотного зв'язку, забезпечити коментування записів та додати кнопки реакцій соціальних мереж.

Однак, кожний окремий блог вимагає індивідуального аналізу поведінки користувачів. Для аналізу веб-сайту важливо звертати увагу на такі показники як число користувачів, кількість переглянутих сторінок, час перебування на сайті тощо. Істотним чинником є використання пристроїв, що застосовуються для входу на сайт. В залежності від цього варто створювати найбільш зручні контрольні точки інтерфейсів.

Але перш за все власник блогу має визначити основні цілі та способи, якими їх можна вимірювати. Ціль — це завершена дія (або конверсія), від якої залежить успішність комерційної діяльності сайту. Наприклад, ціллю може бути здійснення покупки або надсилання форми з контактною інформацією.

Зазвичай, ціль задається адресою фінальної сторінки, на якій користувач опиняється в результаті певних дій. Для інтернет-магазину це може бути сторінка з інформацією про те, що замовлення прийняте. Та у випадку блога таким чином визначити ціль досить складно. Тому стандартних інструментів часто буває недостатньо для повного аналізу. Наприклад, відстеження файлів, які завантажили користувачі, глибини перегляду сторінки, взаємодії з медіа контентом. В таких випадках доводиться самостійно налаштовувати збір необхідних даних. Тому виникає необхідність у розробці набору власних інструментів для такого типу сайтів.

Бібліографічні посилання

1. **Ли Одден.** Продающий контент. — М., 2014.
2. **Павел Рюмкин.** Как заставить пользователя читать страницу до конца [Електронний ресурс] // habrahabr.ru — информ.-довідковий портал. URL: <https://habrahabr.ru/post/72140/> (дата звертання: 13.10.2017).
3. **А. Кошик.** Веб-аналитика 2.0 на практике. Тонкости и лучшие методики — 2011. — Ч. 3-5.
4. **И. О. Севастьянов.** 999 способов увеличения продаж: в Интернете и не только. — П., 2014

МЕТОД ЭЛЛИПСОИДОВ С БЕРЕГОВ ДНЕПРА

Стецюк П.И., stetsyukp@gmail.com

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

Метод эллипсоидов предложили Юдин Д.Б., Немировский А.С. [1] и независимо от них – Шор Н.З. [2]. Два из трех авторов метода эллипсоидов родились на берегах Днепра. Давид Борисович Юдин родился 21 мая 1919 года в г. Екатеринослав (сегодня – г. Днепр), в 1941 году закончил Днепропетровский университет. Наум Зуселевич Шор родился 1 января 1937 года в г. Киев, в 1958 году закончил Киевский университет.

Мировую известность методу эллипсоидов принесли полученные на его основе полиномиальные алгоритмы для решения задачи линейного программирования с рациональными коэффициентами (Хачиян Л.Г., 1979) и ряда комбинаторных задач (Grötschel M., Lovasz L., Schrijver A., 1981). XI симпозиум по математическому программированию (Бонн, 1982) был посвящен методу эллипсоидов и его приложениям. В избранных трудах симпозиума [3] опубликован обзорный доклад Н.З. Шора "Generalized gradient methods of nondifferentiable optimization employing space dilatation operations", где описаны методы негладкой оптимизации, разработанные в Институте кибернетики.

В докладе речь пойдет об истории создания метода эллипсоидов, его центральной идее и основных приложениях, а также новых способах обоснования методов эллипсоидов с ускоренной сходимостью [4].

Список литературы

1. **Юдин Д.Б.** Информационная сложность и эффективные методы решения выпуклых экстремальных задач / Д.Б. Юдин, А.С. Немировский // Экономика и мат. методы. – 1976. – Вып. 2. – С. 357–369.
2. **Шор Н.З.** Метод отсечения с растяжением пространства для решения задач выпуклого программирования / Н.З. Шор // Кибернетика. – 1977. – № 1. – С. 94–95.
3. **Mathematical Programming: the state of art, Bonn, 1982** / Bachem A., Grötschel M., Korte B. (eds.) – Berlin: Springer-Verlag, 1983. – 655 p.
4. **Стецюк П.И.** Методы эллипсоидов и r -алгоритмы / П.И.Стецюк. – Кишинэу: Эврика, 2014. – 488 с.

AMPL-РЕАЛІЗАЦІЯ ДВОЕТАПНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

Стецюк^{1,2} П.І., Мазютинець² Г.В., Мілешовський² Б.І.
gabbimaz@gmail.com

¹Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

²Ужгородський національний університет

Вступ. При формулюванні класичної двоетапної транспортної задачі [1] мається на увазі, що вантаж перевозиться від постачальників до споживачів тільки через проміжні пункти. Схема функціонування перевезень вантажу наведена на рис. 1. В якості проміжних пунктів можуть виступати посередницькі фірми та різного роду сховища (склади).

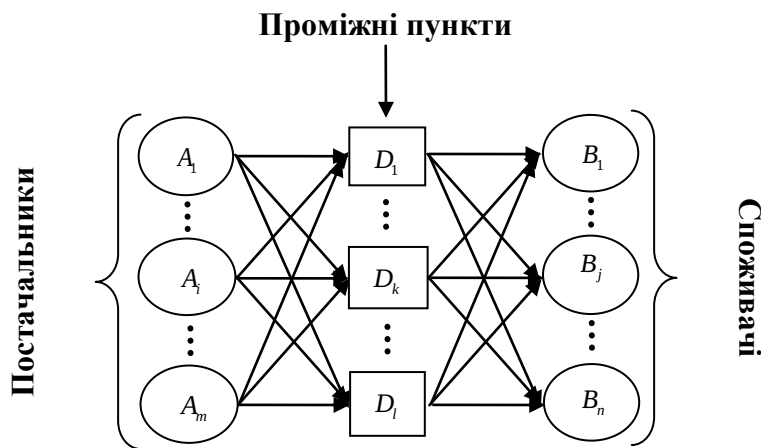


Рисунок 1. Система «постачальники – проміжні пункти – споживачі» у двоетапній транспортній задачі

Для розв'язання двоетапної транспортної задачі застосовують різного роду спеціалізовані алгоритми [1,2]. У статті розглянемо універсальний спосіб розв'язання двоетапної транспортної задачі з використанням сучасного програмного забезпечення. Цей спосіб використовує опис задачі на мові моделювання AMPL [3] та залежить тільки від того, яка із відомих програм буде використовуватися для розв'язання задачі лінійного програмування.

Матеріал роботи викладено в такому порядку. У розділі 1 описано формулювання двоетапної транспортної задачі та наведено її властивості. У розділі 2 наведено опис задачі на мові моделювання AMPL [3] та результати розрахунків для тестового прикладу.

1. Двоетапна транспортна задача та її властивості. Нехай в m пунктах постачання $A_1, \dots, A_m \in a_1, \dots, a_m$ одиниць продукції, яку потрібно перевезти до n споживачів $B_1, \dots, B_n$, задовольнивши їх потреби $b_1, \dots, b_n$. Для транспортування продукції від постачальників до споживачів можна задіяти l проміжних пунктів $D_1, \dots, D_l$. Витрати на перевезення одиниці продукції з пункту постачання A_i до проміжного пункту D_k позначимо c_{ik} , з проміжного пункту D_k до споживача B_j – c_{kj} . Кількість продукції, яка перевозиться від постачальника A_i до проміжного пункту D_k , позначимо x_{ik} , кількість продукції від проміжного пункту до споживача – y_{kj} .

Двоетапна транспортна задача має такий вигляд: знайти

$$f^* = \min_{x,y} \left\{ f(x,y) = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l c_{ik} x_{ik} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n c_{kj} y_{kj} \right\} \quad (1)$$

за обмежень

$$\sum_{k=1}^l x_{ik} = a_i, \quad i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^l y_{kj} = b_j, \quad j = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ik} - \sum_{j=1}^n y_{kj} = 0, \quad k = 1, \dots, l, \quad (4)$$

$$x_{ik} \geq 0, y_{kj} \geq 0, \quad i = 1, \dots, m, k = 1, \dots, l, j = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Задача (1)–(5) є задачею лінійного програмування, яка містить $m \times l + l \times n$ змінних x_{ik} , y_{kj} та $m + n + l$ обмежень загального виду, не враховуючи обмежень (5) – умов на невід’ємність усіх змінних. Цільова функція (1) задає сумарні витрати на транспортування продукції від постачальників до споживачів через проміжні пункти. Обмеження (2) означають транспортування усієї продукції $a_1, \dots, a_m$ із пунктів постачання до проміжних пунктів, а обмеження (3) – що споживачам потрібно доставити необхідну продукцію $b_1, \dots, b_n$ з проміжних пунктів. Обмеження (4) задають умови на те, щоб вся продукція яка приходить від постачальників до кожного проміжного пункту, була обов’язково відправлена споживачам. Це визначає

умови на сумісність системи обмежень (2)–(5) – системи лінійних рівностей та лінійних нерівностей. Звідси випливає наступне твердження.

Лема 1. Система обмежень (2)–(5) є несумісною, якщо $\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$.

Доведення. Доведення проведемо методом від супротивного. Приймемо, що існують такі $\bar{x} = \{\bar{x}_{ik}, i=1, \dots, m, k=1, \dots, l\}$ та $\bar{y} = \{\bar{y}_{kj}, k=1, \dots, l, j=1, \dots, n\}$, які задовільняють систему обмежень (2)–(5).

Якщо всі рівності із (2) просумувати за індексом $i=1, \dots, m$, а всі рівності із (3) просумувати за індексом $j=1, \dots, n$, то отримаємо такі рівності

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l \bar{x}_{ik} = \sum_{i=1}^m a_i, \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l \bar{y}_{jk} = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (7)$$

Віднявши від рівності (6) рівність (7) та змінивши порядок індексів в сумах, отримаємо наступну рівність

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik} - \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \bar{y}_{jk} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j. \quad (8)$$

Якщо всі рівності із (4) просумувати за індексом $k=1, \dots, l$, то отримаємо таку рівність

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik} - \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \bar{y}_{kj} = 0. \quad (9)$$

За умови $\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$ із рівності (8) випливає $\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik} - \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \bar{y}_{jk} \neq 0$, що протирічить рівності (9). Це протиріччя доводить, що вектори $\bar{x}$ та $\bar{y}$ не можуть бути допустимими для обмежень (2)–(4), а значить при виконанні умови $\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$ система обмежень (2)–(5) є несумісною. **Лема доведена.**

2. AMPL-реалізація задачі (1)–(5). AMPL-код для опису двоетапної транспортної задачі (1)–(5) має наступний вигляд:

```

param m>=2; #Кількість постачальників
param l>=1; #Кількість проміжних пунктів
param n>=2; #Кількість споживачів
#Вартості перевезення одиниці продукції:
param cik{i in 1..m, k in 1..l} >= 0; #від A до D
param ckj{k in 1..l, j in 1..n} >= 0; #від D до B
#Інші дані
param a{i in 1..m} >= 0; #Продукція в A
param b{j in 1..n} >= 0; #Потреби B
check: sum{i in 1..m} a[i] = sum{j in 1..n} b[j]; # лема 1
#Невідомі (продукція, яку потрібно перевезти)
var x{i in 1..m, k in 1..l} >=0; #від A до D
var y{k in 1..l, j in 1..n} >=0; #від D до B
minimize f_opt: #Мінімізувати витрати на перевезення продукції:
sum{i in 1..m, k in 1..l} cik[i,k]*x[i,k]+ #від A до D
sum{k in 1..l, j in 1..n} ckj[k,j]*y[k,j]; #від D до B
subject to #за обмежень
con2 {i in 1..m}: #перевезення продукції з A до D
    sum{k in 1..l} x[i,k] = a[i];
con3 {j in 1..n}: #задоволення потреб B з D
    sum{k in 1..l} y[k,j] = b[j];
con4 {k in 1..l}: #всю продукцію потрібно доставити в B
    sum{i in 1..m} x[i,k]-sum{j in 1..n} y[k,j]=0;

```

Тут оператор **param** використано для опису розмірів та даних задачі; оператор **var** – для опису змінних задачі, де враховано їх невід’ємність; оператор **check** – для перевірки сумісності обмежень (2)–(5), яка визначається лемою 1 та вимагає, щоб уся продукція постачальників була відправлена споживачам.

Якщо цей AMPL-код доповнити необхідними даними для конкретної задачі, то його можна використовувати для розв’язання двоетапних транспортних задач за допомогою стандартного програмного забезпечення для розв’язання задач лінійного програмування. Це можна зробити як за допомогою тих програм NEOS-сервера [4] із розділу «Linear Programming», для яких підтримуються вхідні формати даних на AMPL, так і за допомогою комерційних або з вільним доступом версій AMPL*.

* Безкоштовні версії програми знаходяться за посиланням: <http://ampl.com/try-ampl/download-a-free-demo/>

Тестовий приклад. Виробниче об'єднання складається з трьох філіалів: A_1, A_2, A_3 , які виготовляють однорідну продукцію в обсягах відповідно 1000, 1500 та 1200 одиниць на місяць. Ця продукція відправляється на два склади D_1 і D_2 , а потім – до п'яти споживачів $B_1, B_2, \dots, B_5$, попит яких становить відповідно 900, 700, 1000, 500 і 600 одиниць. Вартості перевезень одиниці продукції (в умовних одиницях) від виробників на склади, а потім – зі складів до споживачів наведені в наступних таблицях:

$A \setminus D$	D_1	D_2
A_1	2	8
A_2	3	5
A_3	1	4

$D \setminus B$	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
D_1	1	3	8	5	4
D_2	2	4	5	3	1

Для цього прикладу опис вхідних даних задачі (1)–(5) реалізує AMPL-код:

```
data; #Блок вхідних даних, де задаємо:
param m := 3; #Кількість постачальників A
param l := 2; #Кількість проміжних пунктів D
param n := 5; #Кількість споживачів B
#Витрати на перевезення одиниці продукції:
param cik: 1 2 := #від A (↓) до D (→)
          1 2 8
          2 3 5
          3 1 4;
param skj: 1 2 3 4 5 := #від D (↓) до B (→)
          1 1 3 8 5 4
          2 2 4 5 3 1;
param a:= #Продукція в A
1 1000 2 1500 3 1200; #A_1, A_2, A_3
param b:= #Потреби B
1 900 2 700 3 1000 #B_1, B_2, B_3
4 500 5 600; #B_4, B_5
solve; #Розв'язати задачу (1)–(5)
#Роздрукувати значення цільової функції та час розв'язання
display f_opt, _solve_time;
#Роздрукувати значення оптимальних змінних
display x; display y;
```

Розв'язок задачі (1) – (5) для тестового прикладу представлений на рис. 2. Для нього значення цільової функції дорівнює 22100 умовних одиниць, склад D_1 завантажений на 2200 одиниць, а склад D_2 – на 1500 одиниць.

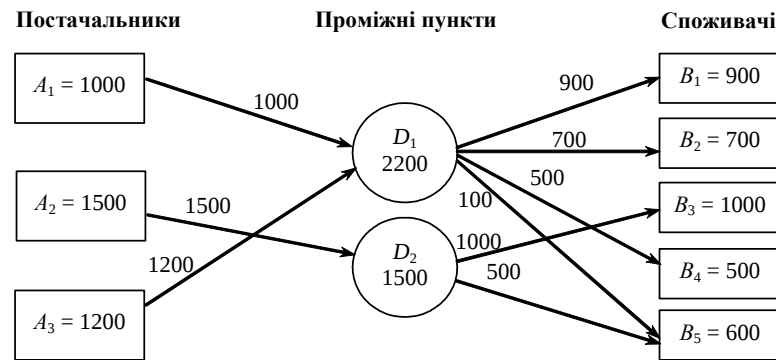


Рисунок 2. Оптимальний план перевезень продукції

Висновки. У даній роботі описано двоетапну транспортну задачу та наведено AMPL-код для її розв'язання за допомогою сучасного програмного забезпечення для задач лінійного програмування. Наведено демонстраційний приклад з результатами розрахунку. Розроблений AMPL-код планується використати при вивченні навчальної дисципліни «Мережеві задачі оптимізації» магістрантами спеціальностей 8.122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» та 8.121 «Інженерія програмного забезпечення» ДВНЗ «Ужгородський національний університет» [5].

Модифікації двоетапної транспортної задачі (1)–(5) можуть бути використані студентами вищих навчальних закладів для розробки власних програмних проектів, пов'язаних з теорією та методами оптимізації. Так, наприклад, якщо обмеження (5) замінити на обмеження, які враховують нижні та верхні межі на кількість продукції, що перевозиться, то описаний метод не зміниться, а спеціалізовані алгоритми будуть вимагати значної корекції.

Бібліографічні посилання

1. Карагодова О.О. Дослідження операцій: Навч. посіб. / О.О. Карагодова, В.Р. Кігель, В.Д. Рожок – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 256 с.
2. Наконечний С.І. Математичне програмування: Навч. посіб. / С.І. Наконечний, С.С. Савіна – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.
3. Fourer, R. AMPL, A Modeling Language for Mathematical Programming / R. Fourer, D. Gay, B. Kernighan. – Belmont: Duxbury Press, 2003. – 517 p.
4. NEOS Solver [Electronic resource]: <https://neos-server.org/neos/solvers/>.
5. Стецюк П.І. Мережні інформаційні технології: методичні рекомендації до вивчення курсу / П.І. Стецюк., О.В. Міца., В.І. Пецко. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2014. – 65 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ НА ГРАФАХ З ОБМЕЖЕННЯМИ

**Стовпченко І.В., Фесенко О.Г., lilsmileuef@gmail.com,
Національна металургійна академія України**

У сучасному житті задача побудови оптимального маршруту для об'їзду декількох точок є досить актуальною. У багатьох з наявних навігаційних програмах є можливості побудови маршруту послідовно, але найчастіше не враховуються важливі деталі (наприклад, те, що деякі точки знаходяться в різних кінцях міста, а інші поруч). У реальних умовах це може призвести до зайвих витрат часу та фінансових збитків. Саме тому побудова оптимальних маршрутів є важливою та актуальною задачею.

Даний проект – інформаційна система, створена для туристичної галузі, що буде розраховувати маршрут та оптимальну послідовність відвідування точок (місць, які користувач хоче відвідати) з урахуванням вподобань, враховуючи приблизний час. Туристи, що приїжджають до іншої країни чи міста частіше не знають усі місця, що хочуть побачити, де вони знаходяться, та у якій послідовності їх краще відвідати, тому витрачають зайвий час та кошти на транспорт. Питання маршруту встає безпосередньо на місці, але не завжди є можливість виходу до доступу в інтернет.

У проекті користувач заздалегідь обирає місця для відвідування (ручне введення за назвою чи адресою або обирає з бази на сайті) та час, який має на подорож, а програма прораховує найоптимальнішу послідовність. Результатом стає оптимальний маршрут подорожі містом, що містить інформацію про час і транспорт.

Задача комівояжера – одна з основних задач комбінаторної оптимізації, що має широке прикладне застосування [1,2]. Існує багато алгоритмів, що забезпечують одержання якісних розв'язків задачі комівояжера, особливо при малих часових затратах [3]. На сьогодні існує велика кількість алгоритмів щодо її вирішення.

Результатом дослідження був визначений оптимальний алгоритм для розробки програми, в основі якої буде побудова оптимального маршруту з урахуванням відстані між об'єктами з обмеженнями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Geunes J. Operations Planning: Mixed Integer Optimization Models (Operations Research Series). CRC Press, 2014. P. 167–172.
2. Левитин А.В. Глава 3. Метод грубой силы: Задача коммивояжёра // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 159–160. — 576 с.
3. В.И. Мудров. Задача о коммивояжёре. — М.: «Знание», 1969. — С. 62.
4. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. Москва: Вильямс, 2006.

ЗАДАЧІ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ У АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Стоян Ю.Г., Романова Т.Є., Чугай А.М., Панкратов О.В.

stoyan@ipmach.kharkov.ua, chugay.andrey80@gmail.com,

pankratov2001@yahoo.com, sherom@kharkov.ua

*Інститут проблем машибудування ім. А.М. Підгорного
НАН України*

Актуальною задачею для сучасних підприємств є оптимізація матеріальних і фінансових ресурсів, підвищення ефективності виробництва та зміна в цілому світогляді промислового виробництва. Прискорити процеси проектування, розробки та виготовлення конструкторських деталей сьогодні дозволяють адитивні технології (3D-друк). В останні 10 років технології 3D-друку бурхливо розвиваються (основні споживачі – аерокосмічна промисловість, оснащення та інструмент, прес-форми, медицина, енергетика, автомобільна промисловість): з'являються нові, удосконалюються існуючі, виникають перспективні напрями використання сучасних технологій (SLS, SLM, FDM та інші)[1].

Слід відзначити, що основною перешкодою для широкого впровадження адитивних технологій у виробництво є їх висока вартість, обумовлена витратами на закупівлю, супровід та експлуатацію 3D-принтеру. За оцінками європейських вчених навіть невеликі зміни в структурі упаковки можуть значно впливати на ціну виробу. Наприклад, зменшення висоти зайнятої частини робочої камери SLM-принтеру всього на 1 мм зменшує вартість деталі на 11%.

Процедура 3D-друку з використанням SLS-технології є досить тривалою за часом та потребує великих фінансових витрат, пов'язаних із запуском принтеру, нагрівом камери та стабілізацією температури. Необхідно відзначити, що час, необхідний для спікання порошку, є значно меншим, ніж час, необхідний для підготовки кожного шару порошку.

Метою даного дослідження є розробка інформаційних технологій, які дозволять суттєво зменшити фінансові витрати та вдосконалити процес про-

мислового виробництва, який використовує сучасні адитивні технології, за рахунок економії часу та енергії. Економію часу та енергії можна досягти завдяки максимізації кількості виробів, що одночасно виготовляються, та мінімізації кількості шарів друку за один робочий цикл 3D-принтеру.

Досягти поставленої мети пропонується за допомогою використання теорії геометричного проектування, задачі якої полягають у пошуку оптимального розміщення скінченної множини геометричних об'єктів.

Для того, щоб мінімізувати час, який використовується для створення виробів за допомогою SLS-технології, об'єкти повинні бути розташовані якомога щільніше та кількість шарів повинна бути мінімізована. Тому проблема мінімізації шарів формулюється як задача упаковки геометричних об'єктів довільної просторової форми у контейнер (робочу камеру принтера) мінімальної висоти з урахуванням технологічних обмежень (таких як, мінімально допустимі відстані між виробами, обмеження на можливі орієнтації виробів) [2,3].

Запропоновано математичну модель оптимізаційної задачі упаковки геометричних об'єктів у вигляді задачі нелінійного програмування із застосуванням методу ϕ -функцій [4]. Розроблено стратегію розв'язку, яка включає в себе швидкий алгоритм пошуку допустимих початкових точок та оптимізаційну процедуру пошуку локальних екстремумів. Наводяться результати чисельних експериментів.

1. **Ramya A.** 3D printing technologies in various applications /A. Ramya, Sai Vanapalli // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 7(3), 2016. – P.396–409.
2. **Stoyan Yu.** Optimized object packings using quasi-phi-functions/ Yu. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova, A. Chugay//chapter in book Optimized Packings and Their Applications. Editors/ G. Fasano and J.Pintér/Springer Optimization and its Applications. – 2015. – P. 265-291.
3. **Pankratov A.** Optimal packing of convex polytopes using quasi phi-functions / A. Pankratov, T. Romanova, A. Chugay//Journal of Mechanical Engineering, – 18 (2), 2015. – P.55-64.
4. **Chernov N.** Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem / N. Chernov, Yu. Stoyan, T. Romanova //Computational Geometry, – 43(5), 2010. –P. 535-553.

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Строєва В.О., vikastroeva@ukr.net,

Дніпровський державний технічний університет

Строєва Г.В., stroeva_anna@ukr.net, ДНУ ім. Олесь Гончара (www.dnu.dp.ua)

Комп'ютерні технології стали невід'ємною частиною методів навчання. Використання ЕОМ для проведення демонстрації навчального матеріалу, обробки даних і поточного контролю знань студентів – є сучасними засобами покращення якості, підвищення активності та забезпечення індивідуалізації навчання. Крім того, обмеження режиму аудиторного навчання, концепція безперервності та глобалізації освіти вимагають впровадження дистанційного навчання і контролю, забезпечення реальної комунікації та мобільності викладачів і студентів.

Саме цим зумовлена розробка навчально-тестового комплексу з дисципліни “Теорія ймовірностей та математична статистика”. У навчальній частині представлені основні теоретичні відомості, які супроводжуються чисельними прикладами. За кожною темою дисципліни запропоновані індивідуальні завдання для самостійного виконання. Тестова частина комплексу містить різні форми завдань:

- відкритого типу, які потребують доповнення;
- закритого типу, де необхідно обрати альтернативну відповідь із декілька запропонованих;
- завдання на встановлення правильної послідовності;
- завдання для встановлення відповідностей.

Застосування розробленого комплексу передбачає використання дистанційного режиму, доповнює інші методи навчання, допомагає оперативно та технологічно виявити досягнення і недоліки рівня знань студентів, сприяє динаміці навчання.

ВИБІР КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ ПІД ЧАС КЛАСТЕРИЗАЦІЇ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ЩІЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ

Тапчевська Н.О., nataliya.tapchevskaya@gmail.com,

Мацуга О.М., molgan@ua.fm,

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

В роботі розглядається ЕМ-алгоритм та його модифікація SEM-алгоритм для відновлення сумішей нормальних розподілів як інструменти для розв'язання задачі кластеризації. Їх класичні реалізації розв'язують цю задачу при фіксованій кількості кластерів.

З метою визначення найкращого способу оцінки оптимальної кількості кластерів під час застосування ЕМ та SEM-алгоритмів у роботі були розглянуті такі критерії [1, 2]: інформаційний критерій Акаїке, Байєсівський інформаційний критерій, принцип мінімальної довжини опису та універсальні індекси: Calinski-Harabasz, Davies-Bouldin, C, Dunn, Silhouette. Також була розглянута версія SEM-алгоритму, яка в ході своєї роботи підбирає оптимальну кількість кластерів.

Для проведення експериментів по визначенню найкращого способу оцінки оптимальної кількості кластерів було створене програмне забезпечення на мові C# у середовищі Microsoft Visual Studio 2012 Ultimate, яке реалізує всі зазначені алгоритми та критерії. Тестування програми було проведене на штучних даних, одержаних шляхом імітаційного моделювання. Найкращий результат щодо оцінки кількості кластерів був отриманий за допомогою Dunn індекса, принципу мінімальної довжини опису та при застосуванні модифікації SEM-алгоритму з автоматичним підбором кількості кластерів. Найменш точний результат дав інформаційний критерій Акаїке.

Бібліографічні посилання

1. **Королёв В.Ю.** ЕМ-алгоритм, его модификации и их применение к задаче разделения смесей вероятностных распределений. Теоретический обзор / В.Ю. Королёв. – М.: ИПИРАН, 2007. – 94 с.
2. **Desgraupes B.** Clustering Indices [Електронний ресурс] / B. Desgraupes. – Режим доступу: <https://cran.r-project.org/web/packages/clusterCrit/vignettes/clusterCrit.pdf>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАЕВРІСТИК В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИБОРУ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ

Терешко Я.В., Козін І.В.

nsteronua@gmail.com, ainc00@gmail.com

ДВНЗ «ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Для пошуку наближених розв'язків багатьох складних прикладних задач використовуються метаевристики різних типів. Суттєвою особливістю методів, заснованих на метаевристиках є використання генераторів випадкових (або псевдовипадкових) чисел. Цікавим є питання: як впливають особливості генерації випадкових чисел на ефективність того чи іншого методу.

Для дослідження цієї залежності була розглянута складна дискретна задача рівномірного розміщення вантажу на обмеженій плоскій платформі. В процесі пошуку наближених розв'язків задачі використовувався один і той же генетичний алгоритм [1], але з різними типами генераторів псевдовипадкових чисел (ГПСЧ).

Наведемо короткий опис модельної задачі [2].

Наявний однорідний вантаж, знаходиться у прямокутних коробках (Рис. 1). Коробки складаються з одних і тих же матеріалів, мають одні і ті ж габарити, однак відрізняються за масою. Необхідно розмістити їх у обмежених територіальних умовах таким чином, аби координати центру мас були якомога ближчими до центру мас плоскої платформи, яка обмежує розміщення коробок, задля кращого балансу системи за масою.

Прямокутна платформа, на якій розміщується вантаж передбачається однорідною по щільності, отже її центр мас знаходиться на перетині діагоналей. Це твердження буде вірним і для кожної коробки на відповідних позиціях (Рис.1). Для того аби система була остійною – необхідно аби центр мас системи був якомога ближче до геометричного центру обмежувальної фігури.

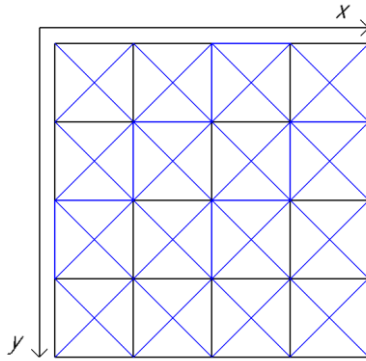


Рис.1. Розміщені прямокутні об'єкти і розміщення їх центрів мас

Тестування проводилося для наступних типів ГПВЧ:

1. Вбудований ГПВЧ мови програмування Python.
2. Історичний ГПВЧ «серединних квадратів».
3. Тестовий ГПВЧ, заснований на звуку, отриманому з мікрофону.
4. ГПВЧ, заснований на методі вибору випадкового системного біту.

Експерименти, проведені на багатій кількості тестових індивідуальних задач дозволили визначити деякі системні відмінності у результатах при використанні різних типів ГПВЧ.

Література:

1. Козин И. В. Фрагментарные структуры и эволюционные алгоритмы / И. В. Козин // Питання прикладної математики і математичного моделювання : зб. наук. праць / [ред. кол.: О. М. Кисельова (головний редактор) та ін.]. – 2008. – С. 138-146.
2. Терешко Я.В. Розміщення прямокутних об'єктів з критерієм рівноваги в обмежених кордонах з використанням фрагментарного та еволюційного алгоритмів /Терешко Я.В.// Сб. Математичне та комп'ютерне моделювання Серія Фізико-математичні науки. – 2017. – Вип. 15. Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, С.232-235.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИКАТОРУ MACD В ЗАДАЧАХ КУПІВЛІ ТА ПРОДАЖУ АКЦІЙ

Тиводар О. В., ksenya_tyvodar@yahoo.com

Національний авіаційний університет

Розроблено автоматизовану систему на основі індикатора MACD для прийняття рішень про купівлю або продаж матеріальних цінностей.

Нехай задано часовий ряд, спостереження якого містять інформацію про деяку вартість. Необхідно визначити моменти часу, коли оптимальним є купівля, або продаж носіїв такої вартості (акцій, матеріальних цінностей, тощо). В розробленій системі реалізовано схему індикатора MACD [1].

Проведено експеримент суть якого полягала у тестуванні у режимі реального часу значимості точки купівлі або продажу на різних періодах. Тобто, для точок купівлі визначалося чи через N днів значення ряду виростуть, для продажу – впадуть. Тестова вибірка складалася з 25 торгованих на біржі фондів ETF [2], в яку ввійшли дати з 1 січня 2012 року.

Результати експерименту з часткою вдалих операцій наведено в таблиці (табл. 1).

Таблиця. 1

Потужність (частка правильних рішень) для точок купівлі та продажу

Горизонт інвестування	1	5	10	15	20	25	35	45	65
Купівля	0,875	0,887	0,897	0,901	0,902	0,901	0,901	0,901	0,901
Продаж	0,917	0,916	0,91	0,913	0,907	0,901	0,901	0,903	0,901

З аналізу наведених результатів, можна зробити висновок, що індикатор MACD має високу ймовірність прийняття правильного рішення, що скоріш за все обумовлене тим, що грошові потоки великих інвесторів впливають на тенденцію на ринку, тому є виправданим використання моделей із запізненням.

Література

1. Мэрфи, Джон Дж. Технический анализ фьючерсных рынков: Теория и практика / Джон Дж. Мэрфи; [Пер. с англ.: Новицкая О., Сидоров В.] 2 99-30/165-5
2. Exchange-Traded Fund // Investopedia. URL: <http://www.investopedia.com/terms/e/etf.asp>

РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЕВРИСТИЧНИМИ АЛГОРИТМАМИ

Тимофієва Н.К., TymNad@gmail.com
МННЦ ІТiС НАН та МОН України

Під евристичними алгоритмами, як правило, розуміють способи прийняття рішень подібні до того, як це робить людина, та побудовані на інтуїтивних міркуваннях, що спираються на попередній досвід. В них неявно моделюється функція зору людини. До них відносять підходи, які складно формалізувати та неможливо довести їхню точність. Використання евристичних алгоритмів дуже поширене в задачах обчислювального інтелекту різної природи. Для багатьох практичних проблем ці алгоритми чи не єдино можливий шлях для отримання задовільного рішення в реальному часі. Іноді такий алгоритм може бути точним, тобто він знаходить дійсно найкраще рішення, але його називають евристичним із-за неможливості довести їхню точність. Ці методи ефективні за швидкістю, але досить часто результат, одержаний за їхньою допомогою, далекий від оптимального.

До обчислювального інтелекту, як правило, відносять задачі, пов'язані з розпізнаванням образів, звукових (мовленнєвих) сигналів тощо. Аналіз методів, які використовують в обчислювальному інтелекті показує, що вони розділяються на такі основні підходи: а) ітераційні методи та алгоритми, що ґрунтуються на частковому переборі варіантів, б) методи та алгоритми, що ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації. До ітераційних відносяться як універсальні методи математичного програмування, так і спеціальні, які ураховують специфіку даної проблеми (точні та наближені). Метод найближчого сусіда, "жадібний" алгоритм, метод північно-західного кута, деякі алгоритми розв'язання задач із штучного інтелекту, в яких використано розповсюдження обмеження, ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідних даних. Саме такі підходи називають евристичними, такими, в яких моделюються правила вибору оптимального рішення людини в ручному режимі.

На точність та швидкодію алгоритмів впливає також і різна обробка вхідних даних при обчисленні цільової функції. В ітераційних методах, як правило, використовують кореляційні методи. В методах, які ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації, аргумент цільової функції будується в процесі розпізнавання елементів множини вхідних даних, завдяки чому між ними встановлюється функціональна зв'язаність.

Наприклад, метод структурно-алфавітного пошуку ґрунтується на розпізнаванні структури вхідної інформації та заданому впорядкуванні комбінаторних конфігурацій [1]. В ньому аргумент будується в процесі розв'язання задачі. Тому він характеризується величезною швидкістю та дозволяє поліноміально знаходити глобальний або наближений до нього розв'язок. Для сегментації мовленнєвого сигналу на майже періодичні та неперіодичні ділянки використовують метод динамічного програмування з кореляційним способом обчислення цільової функції. Оскільки в цьому алгоритмі не розпізнається конфігурація сигналу, то для двох сусідніх ділянок для певного відліку вибирається оптимальне значення із обчислених в цій точці значень часткової цільової функції незалежно від подібності ділянок, тобто будь-який сигнал він розпізнає як майже періодичний. Методи, в яких розпізнається конфігурація сигналу коректно розв'язують поставлену задачу та за їх допомогою поставлена проблема для великих розмірностей вирішується в реальному часі.

Висновки. Як показала програмна реалізація методів та алгоритмів, що ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації (евристичні алгоритми) при розв'язанні прикладних задач великих розмірностей з урахуванням певних їхніх властивостей дозволяють знаходити наближений до глобального або і глобальний результат поліноміально.

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..

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТАЦИОНАРНОЙ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ КАК ОСНОВЫ ИСППР ПО ПРОБЛЕМАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Титяпкин А.С., Волков В.Э.

tityapkin@ukr.net, viktor@te.net.ua

Одесская национальная академия пищевых технологий

Одной из важных задач прикладного анализа является решение нелинейных уравнений с одним неизвестным. Подавляющее большинство таких уравнений решаются только численными методами, из которых наиболее распространены на практике – дихотомии, секущих (хорд), касательных (Ньютона), Мюллера и т.д. Все они имеют свои известные преимущества и недостатки, скорости сходимости, модификации, часть методов может работать в области комплексных чисел.

Теоретические исследования устойчивости плоской стационарной детонационной волны (ДВ) в газовых смесях производились неоднократно [1, 2]. Результаты такого исследования позволяют оценить основные внутренние характеристические масштабы пульсационной структуры ДВ и служат основой для разрабатываемой ИСППР по проблемам детонации газовых систем и взрывобезопасности.

Рассматривается модель Зельдовича-Неймана, которая представляет ДВ в идеальном газе в виде стационарного комплекса, состоящего из ударной волны и следующей за ней на определенном расстоянии L фронт воспламенения (мгновенно протекающей химической реакции) с характерным временем индукции (задержки) τ . В системе координат, связанной с ДВ в стационарном состоянии, образуются три области течения: исходная газовая смесь, ударно-сжатый газ и продукты детонации. Если при каких-либо случайных причинах возникнут малые возмущения (например, химических неоднородностях, шероховатости канала), то они будут искривлять ДВ и изменять ее толщину. В данной модели это сводится к одновременному возмущению ударного фронта и фронта воспламенения.

Предполагается, что при наличии малых возмущений, наложенных на основное течение, химическая реакция идет до конца. Задача сводится к линеаризации законов непрерывности массы, импульса и энергии относительно произвольного разрыва. Подстановка частных решений линеаризованных газодинамических уравнений основного течения в линеаризованные законы сохранения совместно с уравнением обратной связи, определяющим возмущенную толщину зоны индукции, приводит к линейной однородной системе девяти уравнений. Условие нетривиальности ее решения приводит к характеристическому уравнению для собственных значений безразмерной частоты $z = -i\omega\tau$, полученного в виде определителя матрицы 9-го порядка. Раскрывая определитель, что является достаточно трудоемкой задачей, можно получить громоздкое уравнение, содержащее трансцендентности с алгебраическими коэффициентами типа многочленов и радикалов [2]. Поэтому, предлагается подход, суть которого – численное нахождение по заданному начальному приближению собственного числа z любым из численных методов решения нелинейного уравнения, работающим в области комплексных чисел (например, метод хорд или Мюллера), где в качестве функции будет выступать собственно определитель матрицы с комплексными значениями, который в свою очередь также считается численными методами (например, методом Гаусса).

Описанный подход применялся для вышеуказанной задачи, которая является основой для разрабатываемой ИСППР по проблемам детонации газовых систем и взрывобезопасности. Расчеты проводились для ряда газовых смесей при различных начальных условиях. Отмечается хорошее количественное совпадение расчета с экспериментом.

Библиографические ссылки:

1. **Асланов С.К.** Исследование газодинамической устойчивости детонационной волны в газовой смеси // Прикладная механика – 1967. – Т. 3, в.3 – С. 107–115.
2. **Малорян В.Л.** Метод расчета элементов пульсационной структуры газовой детонации // Материалы науч. конф. молодых ученых ОГУ – 1984, Одесса – С. 89–96.

КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ

Турчин Є.В., evgturchyn@gmail.com,

Сафонюк Б., bohdansafoniuk@gmail.com

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

Є дані про результати ЗНО з математики по Дніпропетровській області за 2016 рік у вигляді наступних “гістограм” – для кожної школи наведено кількість учнів з школи, що складала тест, і процент учнів, що не склали ЗНО та процент учнів, для яких бал ЗНО потрапив у проміжок $[100;120)$, $[120;140)$, $[140;160)$, $[160;180)$, $[180;200]$. Наша мета – об’єднати у кластери школи, близькі за результатами ЗНО. Головне для нас – адекватно виділити кластери шкіл з “добрими” і “дуже добрими” результатами.

Щоб уникнути сумнівних результатів, залишимо у нашій вибірці лише ті школи, в яких математику складало більше 10 чоловік. Перетворимо гістограму результатів ЗНО на гістограму з трьох стовпчиків: x_{low} – відсоток учнів, бали яких попали у проміжок $[100;140)$, x_{med} – у проміжок $[140;180)$, x_{high} – у проміжок $[180;200]$.

Було використано такі алгоритми кластерного аналізу: K-means, K-medoids та ієрархічна класифікація (див. [1]). Найоптимальнішим алгоритмом (з точки зору виділення класу шкіл з добрими результатами на ЗНО) виявився алгоритм ієрархічної класифікації. Результати класифікації за допомогою цього алгоритму (у координатах (x_{med}, x_{high})) наведені на рис. 1.

Розглянемо детально структуру кластерів, які ми отримали ієрархічною класифікацією.

1) Кластер з двох “найкращих” шкіл (елементи кластера – два хрестика у верхньому лівому куту рис. 1). До цього кластера входять два ліцеї фізико-математичного напрямку – це Дніпропетровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю і Ліцей інформаційних технологій. Ці ліцеї грають роль викидів за рахунок того, що результати їх учнів на ЗНО суттєво

кращі результатів учнів інших шкіл з кластера “добрих” шкіл (не кажучи вже про інші кластери).

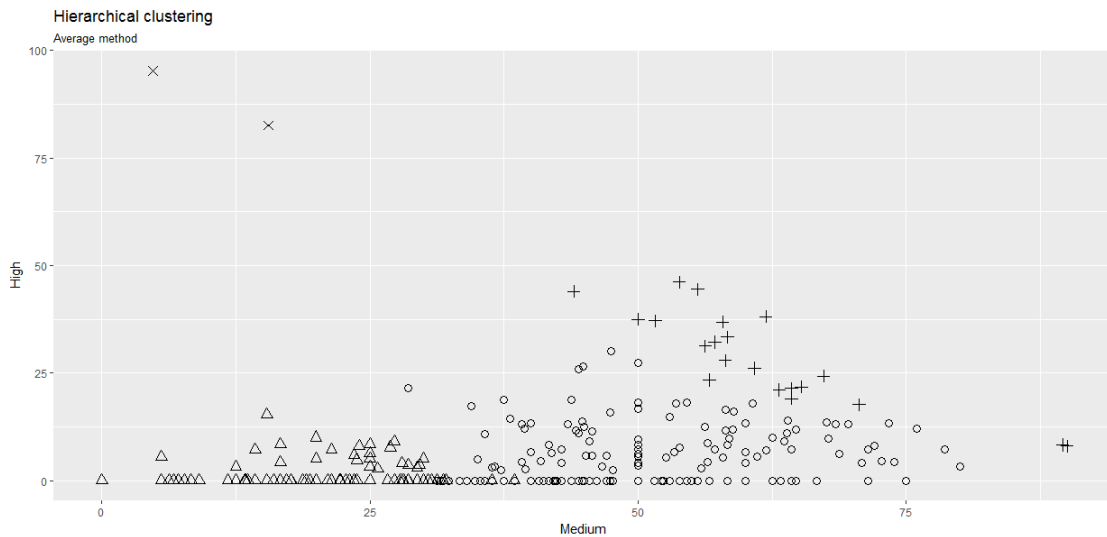


Рис. 1

2) Кластер “добрих” шкіл (його елементи позначені плюсами на рис. 9). Це досить невеликий кластер, для більшості шкіл, що у ньому знаходяться, $x_{high} > 25$.

3) Кластер “посередніх” шкіл (його елементи позначені кружками на рис. 9). Це відносно широкий клас, який включає як школи із порівняно непоганими результатами на ЗНО, так і школи з досить низькими балами учнів.

4) Кластер “слабких” шкіл (на рис. 1 його елементи позначені трикутниками). Тут результати дуже невтішні – $x_{high} = 0$ для багатьох шкіл, і для всіх шкіл значення координати x_{med} досить мале.

Резюмуючи: хоча якість кластеризації “в цілому” не дуже добра (зокрема, кластери “посередніх” і “слабких” шкіл відділені один від одного погано), за допомогою ієрархічної класифікації нам вдалося досить впевнено виділити кластери “найкращих” і “добрих” шкіл.

Бібліографічні посилання

1. **Everitt B.S.** Cluster Analysis / B.S. Everitt, S. Landau, M. Leese, D. Stahl – London: Wiley, 2011.

ЗАВСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ

Турчина В.А., Губенко М.В., mary.gubenko@gmail.com,

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

Задача розпізнавання мови – це задача парсингу сигналів у набір логічних мовних конструкцій. Сигнал може бути як звуковим (вокальна мова), так і візуальним (мова жестів). При цьому хоч і можливо розбити звуковий сигнал на дискретні слова чи фонеми, а повідомлення, передане жестами, на окремі жести, задача ця досить нетривіальна. Інформація, що підлягає розпізнаванню на вході представляє собою неперервний потік. Для побудови моделі в задачі розпізнавання необхідно спочатку обрати математичне представлення слів (вербальних та жестових). Кожне слово має бути однозначно представлене набором чисел. У випадку звукової мови, кожному слову буде відповідати його осцилограма. На практиці прийнято розбивати осцилограму на обрану кількість рівних інтервалів (обирається експериментально) та до кожного інтервалу застосовується дискретне перетворення Фур'є.

Виділяють такі класи алгоритмів реалізації розпізнавання мови: динамічне програмування, нейронні мережі, сховані марківські моделі та постійне автоматичне розпізнавання мови (гібридні системи розпізнавання мов, що включають CNNs з прихованими марківськими моделями / гаусові моделі сумішей (HMMs / GMMs)).

Сховані марківські моделі (СММ) представляють собою динамічні системи дискретної природи, які, як передбачається, керуються ланцюгом Маркова і видають послідовність спостережуваних виходів. Під марківським припущенням також передбачається, що останній випуск залежить лише від поточного стану системи. Такі стани часто не відомі спостерігачеві, коли спостерігаються лише вихідні значення.

Для вирішення задачі методом СММ застосовуються такі алгоритми:

1. Алгоритм прямого-зворотного ходу: дані параметри моделі і послідовність, потрібно обчислити ймовірність появи цієї послідовності.
2. Алгоритм Вітербі: дані параметри моделі, потрібно визначити найбільш підходящу послідовність прихованих вузлів, найбільш точно описує дану модель.
3. Алгоритм Баума-Велша: дана вихідна послідовність (або кілька) з дискретними значеннями, потрібно «тренувати» СММ на даному виході. Для реалізації в даній роботі був обраний алгоритм схованих марковських моделей через його універсальність та застосування до різних типів задач. Розглядаються можливості оптимізації даного алгоритму шляхом скорочення перебору допустимої множини.

Список використаної літератури

1. A. Rahimim, “An erratum for: A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition”, World Wide Web. Available in: <http://xenia.media.mit.edu/rahimi/rabiner/rabiner-errata/rabiner-errata.html>.
2. Кривонос Ю. Г. Обробка та розпізнавання інформації для створення нових засобів комунікації людей з обмеженнями / Кривонос Ю. Г., Крак Ю. В., Бармак О. В., Багрій Р. О. // Автоматика-2015: матеріали 22-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління, 10-11 вересні 2015 – Одеса.: Вид-во ОДПУ, 2015. – С. 182-184.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПАРАЛЕЛІЗМУ ДЛЯ СХЕМ НАПРАВЛЕНОГО ПЕРЕБОРУ

Турчина В.А., Сидорук Ю.О., julia.sydoruk.95@gmail.com,

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

Одним із підходів до знаходження точних розв'язків задач дискретної оптимізації (ДО) є підхід, заснований на схемах направленої перебору. Найбільш відомим з цих методів є метод гілок та меж (МГМ), який можна вважати класичним точним методом. Для розв'язання реальних практичних задач, моделями яких є задачі ДО, застосування цього методу може бути обґрунтованим лише в разі розумної організації самого направленої перебору і, зокрема, оптимізації перебору вершин дерева варіантів, який ілюструє роботу МГМ. При реалізації цього перебору доцільно виявити внутрішній паралелізм [1] в паралельній формі даного алгоритму. Тобто, вилучаючи гілки дерева варіантів, ми повинні домогтися того, щоб алгоритм був чисельно стійким.

В даній роботі такий внутрішній паралелізм досліджується для МГМ та схеми направленої перебору, що реалізує алгоритм пошуку розв'язків діафантового рівняння

$$\sum_{k=1}^n kx_k = n,$$

де $x_k \in \{0; 1\}$. Пошук розв'язку цього рівняння зручно організувати ілюструючи схему направленої перебору деревом варіантів. Автори пропонують спосіб знаходження в цьому дереві таких підмножин, наявність яких дозволяє стверджувати про присутність внутрішнього паралелізму.

Будуючи дерево варіантів, що відповідає схемі перебору методу гілок та меж, ми можемо обхід дерева варіантів виконувати як в глибину, так і в ширину (при умові рівності поміток вершин). Для деяких задач при обході в ширину можна виявити деякі гілки дерева, які розвивати недоцільно. Таких гілок може бути декілька. Якщо вони виявлені, то будемо говорити про наявний внутрішній паралелізм. Виявлення внутрішнього паралелізму дозволяє раціонально використовувати обчислювальні ресурси, на яких реалізуються відповідні алгоритми.

Література

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления. / В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.

НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Фирсов А.Д., phirsof@mail.ru, УМСФ

Рост загруженности автомобильных дорог приводит к необходимости коррекции существующих моделей дорожного движения, а также разработке новых моделей с учетом новых возможностей управления транспортными единицами и новыми задачами, возникающими с учетом этих возможностей. Фактически можно рассматривать две базовые проблемы: перемещение одной транспортной единицы в режиме активного взаимодействия с дорожной инфраструктурой и управление транспортным потоком с целью повышения эффективности внешних параметров таких как пассажирооборот, экономичность и экологичность. Далее возникает задача управления одной транспортной единицей или их группой в рамках управления транспортным потоком в режиме включения перемещающихся транспортных единиц в единый поток и соответственно изъятия из потока.

Ключевым недостатком существующих гидродинамических моделей как раз и является невозможность учета поведения транспортной единицы, тем более обладающей индивидуальными особенностями в виде параметров и характеристик. В то же время модели построенные на транспортных клеточных автоматах являются более приближенными к описанию транспортного потока с учетом поведения каждой единицы. К проблемам моделирования при помощи клеточных автоматов можно отнести следующие:

- высокая вычислительная трудоемкость;
- отсутствие проработанного математического аппарата;
- парадигма автомата как устройства меняющего состояния.

Первая проблема фактически возникает из общей идеи детализации, присущей и задачам из других предметных областей и решается только ростом производительности вычислительной системы с возможным ускорением за счет распараллеливания.

Вторая проблема с одной стороны поддерживается теорией конечных автоматов с другой же решается конструктивным обоснованием используемых эвристик.

Основная проблема построения наиболее близких к реальности моделей транспортных потоков лежит как раз в парадигме клеточного автомата, а именно, в ограничениях накладываемых методологией применения на возможность учета индивидуальных характеристик каждой транспортной единицы и учета непрерывности процесса движения.

Таким образом приходим к необходимости построения моделей, учитывающих локальные характеристики присущие транспортным единицам и интегральные характеристики всего потока на маршрутной сети.

Эффективными показали себя мультиагентные модели, предел возможностей которых фактически лежит в рамках возможностей вычислительной техники и детализации параметров и поведения самих агентов.

Моделирование транспортного потока при таком подходе является численным, а это означает прямую зависимость между формальным описанием модели и ее программной реализацией. И, соответственно, возникает необходимость использования аппарата объектно ориентированного проектирования для оформления функциональности модели.

Отдельно следует отметить необходимость учета взаимодействия транспортной единицы и потока в целом с дорожно-транспортной инфраструктурой, которая в современных условиях также становится активным элементом.

АВТОМАТИЧНА ФОРМАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПРАВИЛЬНОСТІ СТУДЕНСЬКИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАВДАНЬ З ПРОГРАМУВАННЯ

Хижа О.Л., alkhizha@gmail.com,

Високопоясний І.Г., harrytallbelt@gmail.com,

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

Дана робота описує підхід до навчання програмуванню, що базується на формальних специфікаціях, та презентує розроблену авторами систему, що здійснює автоматичну статичну верифікацію програмного коду.

Розширена формальна специфікація програми містить предикат передумови, предикат постумови та пару «інваріант» – «обмежувальна функція» для кожного циклу в програмі. Ми називаємо програму правильною, якщо вона: 1) синтаксично правильна (відповідає формальній граматиці мови програмування) і 2) семантично правильна (відповідає заданій розширеній формальній специфікації).

Наша система розташована в Інтернеті і представляє із себе клієнт-серверний (веб-)застосунок для навчання студентів написанню програмного коду на основі розширеної формальної специфікації програми. Студент звертається до системи за допомогою браузера, обирає завдання, отримує від системи сторінку з описанням завдання та його розширеною специфікацією, складає програму та відправляє її на перевірку. Серверна частина системи виконує статичну верифікацію отриманої програми та відправляє студенту її результати.

Існує велика кількість систем для автоматичної перевірки завдань з програмування, вичерпний огляд яких можна знайти в роботі [3]. З них найбільш ідейно схожою на нашу є робота [4]. В ній також використовується формальна верифікація, але не підтримуються завдання з циклами, а помилки в програмі локалізуються за допомогою перевірки моделей, а не прямого аналізу умов верифікації.

У якості мови програмування в нашій системі використовується псевдокод, визначений в [2]. Для синтаксичного розбору програм та предикатів

ми використовуємо систему ANTLR [5], за допомогою якої ми також виявляємо та локалізуємо синтаксичні помилки. Розібрані програма та специфікація подаються на вхід до нашої реалізації перетворювача предикатів WP [2], яку нами здійснено на мові JavaScript. На виході ми отримуємо набір пар «умова верифікації» – «контекст» (контекст використовується для генерації повідомлень про помилку). Умови верифікації подаються на вхід пруверу Simplify [1]. При доведенні можуть використовуватись допоміжні аксіоми, визначені викладачами при створенні завдань. Для кожної умови верифікації, яку прувер визнав спростовною, ми, на основі відповідного їй контексту, складаємо повідомлення про семантичну помилку.

Система може застосовуватись для навчання студентів програмуванню (на рівні першого курсу) або при вивченні формальних методів програмування (як приклад практичного застосування вивченої теорії). Система надається з набором із майже 30 завдань, присвячених послідовностям команд, розгалуженням, циклам та вкладеним циклам. Викладачі можуть додавати нові завдання без зміни вихідного коду системи.

Систему можна удосконалювати багатьма різними способами: від розширення діапазону завдань (поки що ми не маємо у системі завдань, що потребують декількох невикладених циклів), покращення повідомлень про помилки та інтерфейсу користувача, до використання інших мов програмування та пруверів. Апробація системи попереду, вона покаже нові шляхи розвитку системи в умовах справжнього навчального процесу.

Бібліографічні посилання

1. **Detlefs, D., Nelson G., Saxe, J.B..** Simplify: A Theorem Prover for Program Checking. – Hewlett-Packard Company, 2003. – 122 p.
2. **Gries, D.** The Science of Programming. – Schpringer-Verlag, 1981. – 366 p.
3. **Ihantola, P., Ahoniemi, T., Karavirta, V., & Seppala, O.** (2010, October). Review of recent systems for automatic assessment of programming assignments. In Proceedings of the 10th Koli calling international conference on computing education research (pp. 86-93). ACM.
4. **Quan, T. T., Nguyen, P. H., Bui, T. H., Huynh, L. V., & Do, A. T.** (2009, August). A framework for automatic verification of programing exercises. In Computer Science and Information Technology, 2009. ICCSIT 2009. 2nd IEEE International Conference on (pp. 41-45). IEEE.
5. The ANTLR Parser Generator – <http://www.antlr.org/> – An electronic resource.

МЕТОД ПОШУКУ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗКУ МНОЖИННОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Худа Ж.В., Тонконог С. Є.

*Дніпровський державний технічний університет
Одеський національний політехнічний університет*

Розглядається одна з модифікацій задачі комівояжера - множинна задача комівояжера. Проблема полягає в тому, що кожному з n споживачів, має бути доставлений вантаж в необхідній кількості з єдиного розподільного центру, який може використовувати кілька транспортних засобів різної вантажопідйомності. Передбачається, що вантаж споживачеві доставляється тільки одним транспортним засобом, який повертається на базу. Потрібно розробити маршрут руху, завдяки якому витрати на подолання всього шляху будуть мінімальними.

Вводимо на карті систему координат, центром якої є розподільний центр. Таким чином отримаємо координати місця положення кожного споживача. Відома кількість замовленого товару споживачами і вантажопідйомність машини. Маршрут постачання товару розробляється за наступним алгоритмом:

- рухаємо промінь на карті, який виходить з розподільного центру, за годинниковою стрілкою, починаючи рух від i -ого споживача. Як тільки промінь перетинає координати споживача, то у лічильник додаємо кількість товару, що замовив даний споживач;
- якщо лічильник на k -ому споживачі перевищив вантажопідйомність транспорту, то відмежовуємо сектор в який входять клієнти, починаючи від i -ого споживача (включно) до k -ого (не включно). Після цього промінь рухається далі. Наступний сектор починається з k -ого споживача;
- промінь, роблячи повний оберт, розбиває карту на сектори, в яких за допомогою звичайної задачі комівояжера розробляється маршрут для кожного сектора окремо;
- повторюємо кроки 1-3, але на першому циклі $i = 1$, а далі змінюється наступним чином: $i = i + 1$, доки $i \leq n$, де n – кількість споживачів;
- вибираємо найвигідніше розбиття карти на сектори, коли загальна довжина усіх маршрутів буде мініальною.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Царик В.Ю., tsarick.vlad@gmail.com, Михалёв А.И., maillich2@gmail.com,
Национальная металлургическая академия Украины

Структурный анализ дискретных систем с конечным множеством элементов с точки зрения меры их упорядоченности приводит к необходимости оценивания соотношений мер хаоса и порядка в данных системах. В свете синергетической теории информации такими мерами могут выступать аддитивная негэнтропия (микроинформация) и энтропия отражения [1]. При этом отношение этих показателей именуется R (Reflection) - функцией отражения, а их произведение задаёт функцию развития системы D (Develop).

$$R = \frac{I_{\Sigma}}{S} = \frac{\text{порядок}}{\text{хаос}}, \quad D = I_{\Sigma} \cdot S \quad (1)$$

Здесь I_{Σ} – аддитивная негэнтропия (мера порядка), а S – энтропия отражения (мера хаоса).

Данный подход является универсальным и может применяться для анализа любых дискретных систем с конечным множеством элементов.

Ставится задача по применению данного подхода к анализу, а впоследствии – к машинному синтезу музыкальных произведений.

Музыкальное произведение является последовательностью различных звуков либо созвучий [2]. Подобно как литературные произведения состоят из слов, а слова из букв, структурными единицами для музыки является ноты. Используя методику информационно-синергетического подхода, был проведен анализ ряда музыкальных произведений по критериям (1), результаты которого приведены в Таблице 1. Исходя из них, можно сделать вывод, что в классической музыке больше преобладает порядок над хаосом, в то время как в джазовой музыке значения критериев в большей мере характеризуют информационно-энтропийное равновесие.

Таблица 1 – Определение функций R и D для известных музыкальных произведений

№ п.п.	Название произведения	Значение R-функции	Значение D-функции
<i>Известные произведения классической музыки</i>			
1	И.С. Бах – Шутка	0,842011	18,7099
2	Л.В. Бетховен – Лунная соната	1,4631	41,1942

3	И.С. Бах – Токката и фуга ре минор	1,22881	36,629
4	Л.В. Бетховен – К Элизе	1,36537	29,7302
5	А. Вивальди – Лето	1,43519	34,4896
<i>Известные произведения джазовой и популярной музыки</i>			
6	George Gershwin – Summertime	0,780961	20,8606
7	Glenn Miller – Moonlight Serenade	0,959754	24,2
8	Duke Ellington – It don't mean a thing	1,1417	30,2478
10	Henry Mancini – Moon River	1,2275	33,9504
11	Lady Gaga – Bad Romance	1,7748	42,2856
12	Bananarama – Venus	1,9616	38,4896

Используя синергетический подход к структурному анализу музыкальных произведений, можно судить о мере хаотичности и упорядоченности музыкального произведения. Оптимальный баланс данных показателей может быть использован в виде обобщённого векторного критерия для создания (синтеза) музыки.

Список литературных источников

1. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации: общая характеристика и примеры использования. // Наука и оборонный комплекс – основные ресурсы российской модернизации. Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – С. 361-390.
2. Царик В.Ю., Михалёв А.И. Структурный подход в анализе временных рядов //Тези доповідей IX-тої Міжн. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні - ІТММ'2017» (28–30 березня 2017 р.). – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 162 с.

ТЕСТУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ПРОГРАМНОГО КОДУ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Чопей Р.С., chopey.ratybor@gmail.com,

Федасюк Д.В., fedasyuk@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Сучасний етап розвитку вбудованих систем характеризується розширенням галузей застосування, що зумовлено необхідністю створення спеціалізованої апаратури, яка визначається високою швидкістю, низьким рівнем енергоспоживання та невеликими габаритами. Використання вбудованих систем у галузях, що є критичними з точки зору безпеки передбачає потребу у висуненні більш жорстких вимог до надійності та безпеки вбудованих систем та їх забезпечення на усіх етапах розробки.

Одним зі шляхів забезпечення заданого рівня надійності є аналіз тривалості виконання програмного коду, що є ключем до прогнозованої роботи системи, а відтак і до правильності її роботи.

За останні десятиліття запропоновано багато методів для аналізу тривалості виконання програми, що базуються на статичному чи динамічному тестуванні. Незважаючи на завищені результати часового аналізу [1], статичним методам надають більшу перевагу при аналізі тривалості виконання програми вбудованих систем. Основним недоліком статичних методів є складність створення адекватних моделей поведінки апаратного забезпечення вбудованих систем, спрощення яких призводять до завищення отриманих результатів, що, водночас, призведе до надлишкового резервування ресурсів системи.

Використання динамічних методів аналізу тривалості виконання дає змогу відмовитися від розробки моделей поведінки апаратного забезпечення, а відтак, призводить до зменшення часу, витраченого на аналіз, та збільшення точності отриманих результатів. На практиці найбільш широко застосовується метод вимірювання тривалості виконання програмного коду з допомогою інтегрування додаткового програмного забезпечення. Цей метод

передбачає інтегрування у програмне забезпечення вбудованої системи, додаткового фреймворку, що вимірю тривалість виконання фрагменту програми, або надсилає відповідний сигнал до комп'ютера, який сигналізує про початок/завершення виконання певного фрагменту програмного коду [2]. Цей метод, приводить до зміни функціонал вбудованої системи в цілому, а відтак отримані результати є недостовірними.

Одним із шляхів вирішення проблем тестування тривалості виконання програмного коду є побудова методики тестування мікроконтролерної вбудованої системи у режимі відлагодження, через інтегрований у мікроконтролер модуль відлагодження ARM CoreSight Debug [3]. Використання модуля відлагодження характеризується рядом переваг:

- повний контроль над вбудованою системою у режимі реального часу;
- режим відлагодження не використовує ядро мікроконтролера, відтак не впливає на виконання програми;
- апаратне відлагодження не використовує додаткове програмне забезпечення, отже не змінює функціонал вбудованої системи;
- для використання цього методу необхідний будь-який програматор, який використовується в процесі розробки програмного забезпечення;
- розроблений метод є універсальним для усіх вбудованих систем, що працюють під управлінням мікроконтролерів з архітектурою ARM.

Список літератури

1. **Engblom J.** Structured Testing of Worst-Case Execution Time Analysis Methods / J. Engblom, A. Ermedahl, F. Stappert. // 21st IEEE Real-Time Systems Symposium. – Orlando, 2000. – P. 154–163.
2. **Kirner R.** The WCET Analysis Tool CalcWcet167 / R. Kirner // Leveraging Applications of Formal Methods, Verification and Validation. Applications and Case Studies: 5th International Symposium, Heraklion, – 2012. – P. 158-172.
3. **STM32F4 Reference Manual** [Electronic resource]. Access mode: http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/reference_manual.

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ДАНИХ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА ОБРОБКИ ІНЦИДЕНТІВ МІСТА З ВИКРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Чорний О.В., alchorny@gmail.com,
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Перехід до інформаційного суспільства веде до трансформації інститутів демократії. З середини 90-х років минулого століття електронна демократія (форма демократії, що характеризується використанням інформаційних технологій як основного засобу для колективних адміністративних процесів) почала розвиватися швидкими темпами у таких країнах як Канада, Естонія, Сінгапур, Норвегія. В Україні у цій сфері в останній час з'явилося декілька великих проєктів, таких як IGov і ProZorro, однак на шляху подальшого розвитку є багато технічних та політичних перешкод.

В роботі була розроблена система обліку та обробки інцидентів міста.

Подати заявку про інцидент можна за допомогою чат-бота, який працює у Telegram, Facebook, Skype. Для розробки чат-боту було використано технологію Microsoft Bot Framework.

Для того, щоб почати спілкування з ботом, потрібно надіслати йому опис проблеми або фото. Якщо користувач почав з фото, бот запитує, чи бажає користувач додати опис. Якщо почав з опису – запитує, чи бажає користувач додати фото. Потім бот просить надіслати інформацію про місцезнаходження (у месенджері з'являється відповідна кнопка, і користувач надсилає свої географічні координати). На наступному кроці бот просить користувача вибрати тип інциденту (комунальний, транспортний, охорона здоров'я, соціальний захист, благоустрій, інший). Якщо користувач вперше звертається до системи, зберігається інформація про його ім'я і номер телефону.

Після оформлення заявки бот повертає номер заявки. Використовуючи цей номер можна слідкувати за зміною статусу інциденту.

Було розроблено застосунок для адміністратора. Адміністратор має наступні можливості:

- Додати організацію;
- Додати користувача до організації;
- Проглянути скарги на карті міста;
- Призначити роботу по скарзі певній організації;
- Встановити рівень пріоритетності скарги: звичайна, термінова або критична;
- Додати до скарги посилання про висвітлення проблеми у ЗМІ;
- Змінити стан скарги: новий, прочитано, передано в роботу, роботи закінчено, роботи призупинено, виконано, відкрито повторно;
- Позначити скаргу як таку, що дублює іншу;
- Проглянути історію зміни станів скарги;
- Порівняти організації за швидкістю вирішення скарг одного типу.

Також карту із скаргами бачать звичайні користувачі, які таким чином можуть отримати інформацію про наявні проблеми у населеному пункті та слідкувати за процесом їх вирішення.

Для того, щоб адміністратору було легше знайти дублюючі інциденти, система автоматично шукає схожі інциденти. Для пошуку схожих інцидентів система аналізує інциденти, які зареєстровані географічно близько один від одного та мають схожі описи. Для встановлення схожості опису, спочатку відбувається видалення шумових слів і використання стеммера Портера. Потім будується інвертований індекс, і рахується косинусна відстань.

Передбачається, що система надасть наступні переваги:

- Спрощення доступу до державних послуг;
- Зниження навантаження на державних робітників;
- Надання громадянам відкритої та легкодоступної інформації про наявні проблеми та стан їх вирішення.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ПАЦІЄНТІВ КАМ'ЯНСЬКОЇ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Шаптала Ю.О., Зайцева Т.А., Фридман О.Д., Лисиця Н.М.

shaptala_yuliya@ukr.net , ztan2004@ukr.net

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

В наш стрімкоплинний час розвиток суспільства відрізняється глибоким проникненням інформаційних технологій в усі сфери життя людини. Інформаційні технології сьогодні стають невід'ємною складовою охорони здоров'я. Побудова ефективної роботи лікарні, окрім виконання основних її функцій, вимагає створення спеціальних методів та засобів обробки інформації, які б дозволили автоматизувати роботу кожного відділення закладу, а в першу чергу збір та обробку інформації про пацієнтів.

В практичній діяльності лікаря часто виникає необхідність проведення статистичних досліджень з метою отримання даних, що необхідні для розробки пропозицій з покращення медичної допомоги населенню, оцінки ефективності профілактичних заходів, для аналізу діяльності закладів та установ охорони здоров'я, тощо.

Для автоматизації потоку статистичної інформації в умовах кабінету статистики міської лікарні швидкої медичної допомоги міста Кам'янське було створено інформаційну систему для формування, аналізу та зберігання звітньо-статистичної інформації відповідно до річних звітних форм медичної статистики, отримання лікарем-дослідником статистичного ряду згідно обраним показникам, які в подальшому можуть бути передані на обробку в пакети MS Excel та STATISTICA. Стосовно показників використання матеріальних ресурсів - середня тривалість перебування; забезпеченість ліжками; рівень госпіталізації; зайнятість ліжка в році; кількість відвідувань за зміну лікаря та інше. Результати можуть бути надані у потрібному вигляді, тобто, списки, відомості, звіти, таблиці, зведені таблиці тощо. Створену базу даних було розміщено на сайті лікарні. Було обрана мова програмування HTML, PHP. Для роботи з реляційною базою даних сервер MySQL.

ВИКОРИСТАННЯ ПІРАМІДАЛЬНОГО СОРТУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОНАННЯ АЛГОРИТМУ LIAN

Шахов М. І., Shakhov.Maxym.2017@gmail.com

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

В наш час безпілотні літальні апарати (БПЛА) широко використовуються у різних галузях народного господарства. При цьому, як правило, рух безпілотного літального апарату відбувається в умовах складного рельєфу, що унеможлиблює реалізацію функції керування безпілотним літальним апаратом безпосередньо оператором. Тому актуальним напрямком досліджень є задача повної автоматизації планування оптимального маршруту польоту безпілотного літального апарату для обльоту перешкод та досягнення цілі в умовах обмеженого часу та обчислювальних ресурсів.

Для вирішення задачі пошуку оптимального шляху між двома точками на деякій місцевості введемо наступні спрощення: місцевість можна представити як квадратну сітку, а будь-яку точку на місцевості, у тому числі ціль або літальний апарат – як одну комірку у цій квадратній сітці. Також приймемо, що будь-яка комірка може бути або прохідною, тобто на ній може перебувати і через неї може рухатися будь-який об'єкт, або непрохідною, тобто вона взагалі не може бути частиною будь-якого маршруту. У такому разі за основу алгоритму навігації безпілотного літального апарату можна взяти алгоритм LIAN.

LIAN (з англ. «Limited angle») – це евристичний алгоритм пошуку найкоротшого шляху між двома точками на деякій квадратній сітці, що містить перешкоди, який враховує обмеження на кут повороту. Кут повороту – це фізична величина, що враховує динамічні характеристики БПЛА як об'єкта керування. Шлях у цьому алгоритмі представляє собою послідовність комірок квадратної сітки, не обов'язково сусідніх.

Алгоритм LIAN протягом своєї роботи зберігає в оперативній пам'яті два списки комірок: OPEN та CLOSED. Список OPEN є набором комірок, що

є потенційними кандидатами для подальшої обробки, який спочатку містить стартову комірку. Список CLOSED є набором комірок, які вже були оброблені. Алгоритм LIAN завершує своє виконання, коли цільова комірка, вилучається зі списку OPEN, але якщо список OPEN стає пустим під час пошуку, алгоритм завершує своє виконання оповіщенням про те, що шлях, який відповідає заданим обмеженням на кут повороту, не був знайдений.

Основний час при виконанні алгоритму LIAN займає операція вилучення комірки з мінімальним значенням евристичної оцінки із списку OPEN. При збільшенні деталізації квадратної сітки розмір списку OPEN збільшується, що зменшує швидкість виконання алгоритму за умови організації пошуку комірки у цьому списку методом повного перебору. Тому для оптимізації роботи алгоритму списки комірок можна реалізувати як черги з пріоритетами, що базуються на структурі даних «бінарна піраміда» та алгоритмі пірамідального сортування. У цьому випадку пошук та вилучення елементу списку з мінімальним значенням ключа та додавання нового елементу у список буде займати час $O(\log_2 N)$.

Тому запропонована оптимізація дозволяє збільшити швидкість виконання алгоритму навігації у 4-10 разів в залежності від ступеня дискретизації квадратної сітки.

Після вирішення задачі оптимізації пошуку за допомогою пірамідального сортування подальшим напрямком досліджень виступає визначення особливостей реалізації даного алгоритму з використанням методів паралельного програмування.

Бібліографічні посилання:

1. Steffen Hölldobler, Markus Krötzsch, Rafael Peñaloza, Sebastian Rudolph. KI 2015: Advances in Artificial Intelligence: 38th Annual German Conference on AI, Dresden, Germany, September 21-25, 2015, Proceedings. – с. 213–216.
2. Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Ривест, Р., Штайн, К. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е изд. – М.: «И. Д. Вильямс», 2013. – с. 179–197.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНИ МІЖ ДВОМА П'ЄЗОМАГНІТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ПІД ДІЄЮ СТИСКАЛЬНОГО ТА ЗСУВНОГО НАПРУЖЕНЬ

Шевельова А. Є., allasheveleva@i.ua, ДНУ ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

В різних областях машинобудування, автоматики, обчислювальної техніки важливе прикладне значення мають функціональні елементи з п'єзомагнетиків. П'єзомагнетики – це матеріали, які характеризуються тим, що при їх деформуванні виникає магнітне поле, пропорційне деформації [1]. Має місце також і протилежна ситуація, пов'язана з виникненням деформації під дією магнітного поля. П'єзомагнітні матеріали мають багато спільних рис із п'єзоелектричними матеріалами. Зокрема, при їх виготовленні та експлуатації мають місце тріщини в областях поділу різних компонент. Для випадку ізотропних та п'єзоелектричних матеріалів міжфазні тріщини в полі стискальних та зсувних напружень вивчались в роботах [2, 4].

Розглядається тунельна міжфазна тріщина $c \leq x_1 \leq b$, $x_3 = 0$ між двома півнескінченими п'єзомагнітними просторами $x_3 > 0$ та $x_3 < 0$. Властивості матеріалів задаються матрицями $C_{ijkl}^{(1)}$, $h_{lij}^{(1)}$, $\gamma_{ij}^{(1)}$ (для $x_3 > 0$) та $C_{ijkl}^{(2)}$, $h_{lij}^{(2)}$, $\gamma_{ij}^{(2)}$ (для $x_3 < 0$) і відповідають класу трансверсально-ізотропних п'єзомагнітних матеріалів з площиною ізоτροпії ортогональною осі x_3 . Півпростори навантажуються на нескінченності рівномірними напруженнями $\sigma_{33}^{(j)} = \sigma^\infty$, $\sigma_{13}^{(j)} = \tau^\infty$, $\sigma_{11}^{(j)} = \sigma_{xx}^\infty$ та рівномірними магнітними індукціями $B_3^{(j)} = b^\infty$, $B_1^{(j)} = B_{xj}^\infty$, які забезпечують виконання умов неперервності на границі поділу матеріалів. Оскільки навантаження не залежить від координати x_2 , то має місце плоска деформація в площині (x_1, x_3) .

Основна увага в цій задачі буде присвячена випадку зсувного в площині деформації і стискаючого нормального навантаження. Будемо вважати, що міжфазна тріщина відкрита для $x_1 \in [c, a] = L_1$ в той час як її

береги контактують без тертя для $x_1 \in (a, b) = L_2$, а положення точки a поки що будемо вважати довільним.

Вважається, що магнітний потенціал є неперервний по всій границі.

Методом комплексних потенціалів отримані представлення напружень і стрибків похідних переміщень на лінії поділу матеріалів через одну функцію комплексної змінної, яка є аналітичною в усій площині за винятком ділянки $L_1 \cup L_2$. Сформульована комбінована крайова задача Діріхле-Рімана, для якої виписано точний аналітичний розв'язок. Знайдені довжини зон відкриття та закриття тріщини, стрибки переміщень, швидкість вивільнення енергії у залежності від інтенсивності нормального та зсувного напруження на нескінченності і механічних властивостей матеріалів. Визначені коефіцієнти інтенсивності зсувного напруження k_2 в правій вершині тріщини, коефіцієнти інтенсивності напружень K_1^c та K_2^c в лівій вершині тріщини. Аналіз результатів показує, що зона розкриття тріщини має місце для всіх розглянутих навантажень, незважаючи на величину відношення стискаючого та нормального напружень на нескінченності.

1. Kaloerov S. A. Two-dimensional problems of electricity and magnetoelasticity for multiply connected domains: Monograph / S. A. Kaloerov, A. I. Baeva, O. I. Boronenko. – Donetsk, 2007. – 268 p.
2. Шевельова А. Є. Розріз між двома ізотропними різнорідними матеріалами в полі стискальних та зсувних напружень / А. Є. Шевельова // Вісник Дніпропетровського університету. Сер.: Механіка. – 2013. – Т. 21, № 5. – Вип. 17, том 1. – С. 10–18.
3. Sheveleva A. Opening and contact zones of an interface crack in a piezoelectric bimaterial under combined compressive-shear loading / A. Sheveleva, Y. Lapusta, V. Loboda // Mechanics Research Communications. – 2015 – Vol. 63. – P. 6–12.

МЕТОДЫ АНОНИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Шевелёва А.Е., Бабкин В.В., vladiksonic@gmail.com,
ДНУ им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

В наше время наблюдается активное развитие информационных технологий. Как следствие, развиваются так же и технологии, направленные на идентификацию систем - в частности местоположения, вида операционной системы, в отдельных случаях даже на установление личности пользователя. В таких условиях важным является развитие технологий, которые позволят пользователю сохранить свою анонимность.

Работа посвящена исследованию вопросов анонимизации на основе открытых данных (самый яркий пример - сбор информации про публично доступные прокси-сервера).

На данный момент вопрос анонимизации на основе открытых данных не систематизирован. В частности, есть множество утилит, которые решают практические вопросы - например, сбор списков прокси серверов, проверка их доступности, установление скорости их работы, анализ поддерживаемых протоколов, и прочее. Так же существуют утилиты, которые выставляют так же оценку анонимности, однако чаще всего это делается по непонятным критериям (например, в одной из утилит оценки следующие - “прозрачный”, “анонимный”, “элитный”). Так же, в наше время возможно провести более серьёзный анализ каждого прокси-сервера на предмет изменения им передаваемых данных.

В работе будет рассмотрено создание утилиты, которая покрывает эти вопросы, а так же рассмотрен ряд связанных вопросов.

Библиографические ссылки:

1. Project PRISM. World Wide Web. Available in: [https://en.wikipedia.org/wiki/PRISM_\(surveillance_program\)](https://en.wikipedia.org/wiki/PRISM_(surveillance_program))
2. Proxy Checker. Available in: <http://www.gatherproxy.com/proxychecker>

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Шевченко А. К., lllandreyshevchenkolll@gmail.com

Національний авіаційний університет

Основним чинником прискорення сучасного ПЗ, є наявність SIMD/MIMD інструкцій векторизації у сучасних CPU [1]. Отже, стан розвитку інструментів створення/прискорення програмного забезпечення (ПЗ) можна відслідкувати за наявністю цих інструкцій (у фінальному продукті). Фірмами-лідерами серед розробників та впроваджувачів таких інструментів є: Intel, ARM, Microsoft, AMD, Apple та інші.

Ця теза/опис буде посвячена сучасним архітектурам CPU та бібліотекам/фреймворкам, що сприяють підвищенню швидкодії ПЗ у цілому. Прикладом обробки даних, великого об'єму та високої складності, є аналіз зображення. Зауважимо, що наявність у CPU/GPU/DSP SIMD інструкцій, надає можливість фінальному ПЗ обробляти більше даних за одиницю переривання. Отже актуальним є проведення огляду сучасних інструментів, що підвищують швидкодію створеного ПЗ. У (табл. 1) представлені інструменти/засоби, що призводять до підвищення швидкодії за допомогою програмного та апаратного чинника. Відповідно з цим, підвищення швидкодії ПЗ можна поділити на дві категорії:

- Апаратна: завдячуючи SIMD принципу обчислення, вихідне ПЗ обробляє данні набагато швидше;
- Програмна: різноманітні API/бібліотеки/фреймворки дозволяють інженерам використовувати можливості сучасних CPU/GPU/DSP, у комбінації з готовими оптимізованими програмними рішеннями.

Прикладом цього є бібліотека OpenCv.

Тож комбіноване використання, як наведених CPU з SIMD принципом обчислення, так API/бібліотеки/фреймворки що ефективно це використовують, сприяє підвищенню швидкодії ПЗ в цілому.

Таблиця 1.

Інструменти та засоби підвищення швидкодії ПЗ

Фірми виробники	CPU: Серія, архітектура	SIMD/MIMD	Інструменти та засоби що надають прискорення
Intel	Core i3-i7: X86-64	SSE, AVX, AVX ₂	Компілятори що ефективно векторизують вихідний код, а також мають змогу використовувати <i>intrinsic</i> та <i>Inline Assembly</i> (для наданих серій та архітектур CPU).
AMD	Ryzen 3-7: X64		
ARM	Cortex A8-A23: armeabi-v7a	ARM_NEON	
	Cortex A53-A72: arm64-v8a	A64, A32, T32 instruction sets	
Qualcom	Cortex A53: arm64-v8a. Snapdragon 625 / 635 / 835 / 825	Hexagon DSP	Особливістю даного DSP є VLIW (very long instruction word) команди асемблера (на 3 потоки). Це підвищує продуктивність алгоритмів у 4 рази, порівняно SIMD ARM_NEON.
Фірми виробники	Бібліотеки	Інструменти та засоби що надають прискорення	
The Khronos Group Inc	Open-CL	Кожен виробник апаратного забезпечення (відео карт, CPU, тощо) використовує API Open-CL для свого API. Приклади: AMD – ATI-ST; Intel – CUDA [2].	
лицензія BSD	OpenCv	Усі вище зазначених технологій, та методи оптимізації, на момент написання цієї доповіді, були задіяні для оптимізації цієї бібліотеки.	

Таким чином, створюючи ПЗ, слід врахувати наступні фактори: архітектура (CPU, GPU або DSP) та принципи обчислення що пришвидшують розрахунки (SIMD/MIMD), та ефективне використання готових програмних рішень - API/бібліотеки/фреймворки. Щодо подальших досліджень сучасних методів та засобів підвищення швидкодії ПЗ, нами було придбано мікрокомп'ютер RaspberryPi-3 Model-B, що надасть змогу дослідити швидкодію у мобільних CPU серії ARM Cortex-A53 [3].

Бібліографічні посилання:

1. M.J. Flynn. Very high speed computers / Michael J Flynn. // Proceedings of the IEEE: [Vol: 54, Issue: 12], 1966. — p. 1901 – 1909.
2. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.
3. ARM® Cortex®-A53 MPCore Processor: (технічний довідник з архітектури процесорів серії Cortex-A53 фірми ARM) [Електронний документ]: 2013—2014. — С 620. — Режим доступу: http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0500g/DDI0500G_cortex_a53_trm.pdf. – Назва з екрану

СТВОРЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЧИТАЧІВ КНИГ

Шеремет А.С., amira.sheremet@gmail.com, **Мацуга О.М.**, molgan@ua.fm
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (www.dnu.dp.ua)

Рекомендаційні системи є важливою складовою сучасних веб-сервісів. В більшості з них рекомендації будуються на основі одного з двох підходів: контентної фільтрації або колаборативної фільтрації [1]. В рамках другого підходу найбільш якісні результати забезпечують алгоритми, що базуються на матричних розкладаннях.

У даній роботі поставлено за мету створити систему «BookAdvisor», яка надає рекомендації читачам щодо книг, які можуть їм сподобатися, на базі колаборативної фільтрації.

Програмне забезпечення «BookAdvisor» створено у середовищі Visual Studio 2017. Обчислювальне ядро побудовано на сингулярному розкладанні (SVD) матриці A , яка містить рейтинги, що користувачі поставили книгам. Матриця A наближено розкладається на добуток трьох матриць: $U \times S \times V^T$, де U , V – ортогональні матриці, а S – діагональна матриця, що складається з додатних діагональних елементів. Враховуючи розрідженість матриці A , для знаходження SVD використано метод стохастичного градієнту.

Тестування та практичну апробацію програмного забезпечення здійснено на реальних даних із відкритого ресурсу, зібраних і викладених університетом Фрейнбурга [2]. Дані, окрім рейтингів, містили для кожної книги інформацію про автора, рік публікації та видавництво, а для кожного користувача – вік та країну. Ці дані були використані для надання рекомендацій як окремі фактори.

Бібліографічні посилання

1. **Billsus D.** Learning Collaborative Information Filters / D. Billsus, M.J. Pazzani // Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning, July 24-27, 1998. – 1998. – P. 46-54.
2. **Book-Crossing Dataset.** Mined by Cai-Nicolas Ziegler, DBIS Freiburg. – Режим доступу <http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~cziegler/BX/>

ОНЛАЙН-СИСТЕМА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Яковенко Д. Г., darynayak@gmail.com,
Сидорова М. Г., sidorova.m.g@gmail.com

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

Майже будь-яка галузь діяльності людини пов'язана з необхідністю приймати рішення. У різних сферах, як правило, існує декілька способів досягнення мети, тобто варіантів рішення – альтернатив. Актуальним напрямом досліджень є розробка математичних методів та програмних засобів підтримки прийняття рішень людиною на основі експертного оцінювання альтернатив.

Метою цієї роботи є розробка онлайн-системи для забезпечення швидкого та якісного формування рекомендацій особі, що приймає рішення, на основі експертних оцінок та методів колективного вибору.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє створювати та проводити експертизу щодо оцінювання альтернатив різними експертами та формування рекомендацій особі, що приймає рішення у будь-якій предметній галузі. Автор експертизи має можливість обирати експертний склад комісії, виставлені оцінки зберігаються у базі даних та використовуються як вхідні дані для колективних методів прийняття рішень. Система автоматично оновлюється при додаванні нових оцінок інших експертів, обчислюється результат з урахуванням даних, які було додано до експертизи. Математичну основу склали обчислювальні схеми на основі методів Сааті, Борда, Коупленда, плюралітарного та множинного аналізу, а також забезпечення можливості оцінювання компетентності та узгодженості експертів.

Web-додаток розроблений з використанням сучасних технологій (ASP.NET MVC Framework, PostgreSQL, Dapper, Twitter Bootstrap) має дружній інтерфейс та може застосовуватись для підтримки прийняття рішень в різних предметних галузях.

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ОПТИМИЗАЦИИ НА МНОЖЕСТВЕ ЕВКЛИДОВЫХ КОМБИНАТОРНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ

Яковлев С.В.¹, Пичугина О.С.²

svsyak7@gmail.com, oksanapichugina1@gmail.com

¹*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

²*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

В работе [1] К. Берж ввел понятие конфигурации как отображения $\chi: A \rightarrow B$ некоторого исходного множества A элементов произвольной природы в конечное абстрактное результирующее множество $B = \{b_1, \dots, b_k\}$ определенной структуры при выполнении заданного набора ограничений Ω . Хотя формально здесь не наложены ограничения на мощность множества A , фактически рассматривались конечные множества $A = \{a_1, \dots, a_n\}$. Любая конфигурация представима четверкой $\langle \psi, A, B, \Omega \rangle$, она осуществляет структурирование результирующего множества, а ее результат $\pi = [b_{j_1}, b_{j_2}, \dots, b_{j_n}]$ представляет собой упорядоченную последовательность элементов из B .

В докладе исследуются комбинаторные конфигурации в случае, когда элементами B являются числовые векторы. Выделение такого класса конфигураций связано с широким кругом практических задач, в которых объекты характеризуются определенным набором числовых. В частности, речь идет о задачах размещения геометрических объектов, имеющих ярко выраженную комбинаторную структуру [2].

Пусть множество B представляет собой совокупность векторов пространства R^m : $b_l = (b_{1l}, \dots, b_{ml})^T \in R^m$, $l \in \{1, \dots, k\}$. Тогда каждая конфигурация π будет представлять собой упорядоченную последовательность векторов из B . Поставим ей во взаимно-однозначное соответствие вектор $x = (x_1, \dots, x_N) \in R^N$, $N = mn$, компоненты которого представляют собой упорядоченный набор элементов мультимножества

$\tilde{B} = \{b_{1_{j_1}}, \dots, b_{1_{j_n}}, b_{2_{j_1}}, \dots, b_{2_{j_n}}, \dots, b_{m_{j_1}}, \dots, b_{m_{j_n}}\}$. То есть зададим биективное отображение φ , такое что $x = \varphi(\pi)$, $\pi = \varphi^{-1}(x)$ на всем множестве конфигураций.

Определение. Евклидовой комбинаторной конфигурацией назовем отображение

$$\varphi: (\chi, A, B, \Lambda) \rightarrow R^N, \quad (1)$$

где A – исходное множество, B – результирующее множество, Λ – заданная система ограничений на вид отображений χ , φ .

Сформулируем задачу оптимизации на множестве евклидовых комбинаторных конфигураций (1) в следующей постановке. Пусть на множестве E евклидовых комбинаторных конфигураций $x = (x_1, \dots, x_N)$ задана функция $f: E \rightarrow R^1$. Требуется найти

$$x^* = \arg \min_{x \in X \subseteq E} f(x), \quad (2)$$

где X – множество допустимых решений.

В докладе представлена классификация евклидовых комбинаторных конфигураций, в частности, выделены классы вершинно расположенных, сферически расположенных и перестановочных конфигураций, а также представлены подходы к решению задачи (2) в зависимости от их вида. Для вершинно расположенных и полиэдрально-сферических множеств E предлагаются методы решения, основанные на построении выпуклых продолжений функций [2] и полиэдрально-сферические методы [3] на множестве евклидовых перестановочных конфигураций.

1. **Berge C.** Principes de combinatoire. – Paris, 1968.
2. **Яковлев С.В.** Теория выпуклых продолжений в задачах комбинаторной оптимизации // Доклады НАН Украины. – 2017. – №8. – С. 20-32.
3. **Pichugina O., Yakovlev S.** Convex extensions and continuous functional representations in optimization, with their applications // J. Coupled Syst. Multiscale Dyn. – 2016. – No.2 (4). – P. 129-152.

LINEARIZATION METHODS FOR SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS ON VERTEX-LOCATED SETS

Yakovlev S.V., Yarovaya O.V.

svsyak7@gmail.com, helga.yarovaya@gmail.com

National Aerospace University «Kharkov Aviation Institute», Kharkov

We consider the optimization problem on the class of so-called vertex-located sets [1] which coincide with the set of vertices of its convex hull. For example, Euclidean combinatorial sets [2] belong to the class of vertex-located sets. In the report the class of numerical methods of discrete optimization based on a general scheme of linearization methods is considered. In this case, the properties of vertex-located sets allow, on the one hand, to increasing the efficiency of such methods, and on the other hand, to modify and generalize them to broader classes of problems under consideration.

Let $E \subset R^n$ be the vertex-located set of points of space R^n , i.e. $E = \text{vert conv } E$. Consider the following discrete optimization problem:

$$f(x) \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$g_i(x) \leq 0, \quad i \in J_k, \quad (4)$$

$$g_i(x) = 0, \quad i \in J_m \setminus J_k, \quad (5)$$

$$x \in E, \quad (6)$$

where the functions $f(x), g_i(x), i \in J_m$ are defined on E , and $J_m = \{1, \dots, m\}$.

Theorem [1]. For any function $f: E \rightarrow R^1$ there is differentiable strongly convex function $\bar{f}: \text{conv } E \rightarrow R^1$ such that $\bar{f}(x) = f(x)$ for any $x \in E$.

Thus, without loss of generality, we can assume that the functions $f(x), g_i(x), i \in J_m$ are convex in the problem (1) - (4), and $m = k$.

The linearization methods in nonlinear optimization problems of are constructed by an iterative scheme in which at each step the approach to the solution is sought by linearizing functions $f(x), g_i(x), i \in J_m$ in the vicinities of a current point with the subsequent solution of the linear programming problem.

The singularities of a wide class of Euclidean combinatorial sets make it possible to write out the solution of the linear programming problem by $\text{conv } E$ using ordering variables in accordance with the values of the linear function's coefficients. However, in the presence of additional linear constraints, the solution of such a problem will no longer be trivial. We propose a new method for solving the problem (1) - (3) under the condition $x \in \text{conv } E$, while the functions $f(x), g_i(x), i \in J_m$ are linear.

We construct the function

$$L(y, x) = \min_{x \in \text{conv } E} \left(f(x) + \sum_{i=1}^m y_i g_i(x) \right), \quad (5)$$

The minimization problem on the right-hand side of (5) for a fixed vector $y = (y_1, \dots, y_m)$ is easily solvable. In accordance with the duality theory, we shall find the exact solution of the problem by determining the maximum of the Lagrange function $L(y, x)$ on the set

$$Q = \{y \in R^m, y_i \geq 0, i = 1, \dots, k\}.$$

Let $E = S \cap \text{conv } E$, where $S = \{x \in R^m : g_{m+1}(x) = 0\}$. On the basis of such representation in the report we describe the features of the implementation of linearization methods for the solution of nonlinear optimization problem (1) - (4) generally.

1. **Yakovlev S.V.** The theory of convex continuations in problems of combinatorial optimization // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. - 2017, No. 8. - P. 20- 26.

2. **Stoyan Yu.G., Yakovlev S.V.** Mathematical models and optimization methods of geometric design. - Kiyev: Nauk. dumka, 1986. - 268 p.

ПОЛПШЕННЯ ЗБІЖНОСТІ КІНЦЕВО-РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ ДЛЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА

Ясько М.М., nyasko@homail.com

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

Диференціальні рівняння в частинних похідних, зокрема рівняння Лапласа та Пуассона, дуже часто використовуються для моделювання різних проблем у ядерній фізиці, електро- та гідродинаміці тощо. Для їх чисельного розв'язування часто застосовуються кінцево-різницеві методи.

Однією із задач чисельного аналізу є розробка ефективних методів чисельного розв'язування великих систем лінійних рівнянь, які виникають в таких задачах. У разі великого числа рівнянь найчастіше використовуються ітераційні методи (підпростору Крилова або спряжених градієнтів). Збіжність цих методів залежить від числа обумовленості відповідної матриці, чим воно більше, тим більше ітерацій потрібно. В даній роботі запропоновано модифікувати саме рівняння, ввівши додатковий член $\Delta u - \alpha u = f$, де $u(x, y, \alpha)$ — невідома функція, яка залежить від параметра α . У разі $\alpha=0$ маємо вихідне рівняння. При малих значеннях α функція u_α залежить від α безперервно, а число обумовленості матриці, яка виникає при реалізації метода сіток для такого рівняння значно менше. Основна ідея полягає в тому, щоб розв'язати задачу при двох значеннях α , а потім провести екстраполяцію для $\alpha=0$. Для перевірки ефективності даного методу було проведене розв'язування рівняння Лапласа на сітці 1000×1000 . Результати отриманої абсолютної похибки ε та витрачений час наведені в наступній таблиці.

α	Itr	ε	час(сек.)	$\frac{1}{2} \alpha$	Itr	ε	час(сек.)	$\alpha=0$	ε	час(сек.)
0.005	5164	$1.22 \cdot 10^{-4}$	115	0.0025	7100	$6.26 \cdot 10^{-5}$	158	0	$3.67 \cdot 10^{-6}$	273
0.01	5478	$2.46 \cdot 10^{-4}$	120	0.005	4989	$1.22 \cdot 10^{-4}$	108	0	$2.43 \cdot 10^{-7}$	229
0.02	4480	$4.91 \cdot 10^{-4}$	101	0.01	4307	$2.46 \cdot 10^{-4}$	96	0	$5.53 \cdot 10^{-7}$	197
0.03	4398	$7.37 \cdot 10^{-4}$	96	0.015	4842	$3.68 \cdot 10^{-4}$	105	0	$1.63 \cdot 10^{-6}$	201

Наведені результати показують високу ефективність запропонованого метода та вибрати оптимальні значення параметра α .

ПЕРЕХІД ВІД МОНОЛІТНОЇ ДО МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Яцуба І.О., ivan.yatsouba@gmail.com, **Антоненко С.В.**

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

При розробці додатків трапляється, що невеличкий за розміром сервіс, з часом, стає все більшим і складнішим. І такі сервіси стає дедалі важче підтримувати. Помилки у одній частині системи – впливають на іншу. Зорієнтуватись у кодовій базі стає складно навіть спеціалістам, що працюють над проектом з самого початку, не кажучи вже про нових членів команди. Впровадження нових бібліотек і технологій стає взагалі не можливим, бо старі рішення повністю залежать від конкретних бібліотек, або навіть їх окремих версій. На щастя, користуючись правилом «Розділяй та володарюй», розробники програмного забезпечення прийшли до мікросервісного архітектурного стилю, який вирішує вказані вище проблеми.

Метою роботи було розділити існуючий монолітний додаток на мікросервіси. Додаток уявляє собою сервіс для обміну миттєвими повідомленнями. У ньому міститься логіка з авторизації і автентифікації користувачів, обміну повідомленнями, керування списком контактів та збором аналітики. Розгортався додаток як war файл у servlet-контейнері Tomcat. Далі, на основі існуючої кодової бази, було вирішено побудувати наступні сервіси: авторизації і автентифікації, обміну повідомленнями, роботи з даними користувачів, збору аналітики. Оскільки стара кодова база була написана на мові програмування Java з використанням Spring Framework, за основу сервісів було взято Spring Boot. А також тому, що ця технологія дозволяє запускати сервіси у вбудованому servlet-контейнері.

Робота по розмежуванню монолітного додатку була проведена у декілька етапів:

1. Групування класів і пакетів за функціональним призначенням у окремі модулі. Тобто та логіка програми, що відповідала, наприклад, за роботу з даними користувача, – була перенесена в окремий модуль від логіки авторизації і автентифікації.

2. Виокремлення модулів у окремі додатки. Кожний модуль став окремим додатком, який запускався у своєму servlet-контейнері.
3. Використання HTTP протоколу для обміну даних між модулями. Якщо раніше логічні частини програми обмінювались даними через базу даних, то тепер вони пересилають їх між собою, використовуючи HTTP з'єднання. Це дозволяє краще контролювати які дані пересилаються між модулями.
4. Дані для сервісу аналітики відрізняються від решти. Тому було вирішено обрати для них окрему СУБД, яка буде працювати ефективніше з цим видом даних і не перевантажувати СУБД, що працює з основними даними.
5. Розгортання кожного сервісу у docker контейнері - для забезпечення роботи у незалежному середовищі.

В результаті цієї роботи було отримано додаток, побудований з використанням мікросервісної архітектури, що легко масштабується і дозволяє використовувати ширший набір технологій.

Література

1. Refactoring to microservices. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-refactor-microservices-bluemix-trs-1/index.html>
2. Microservices. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>

ЗМІСТ

1. Аксьонов В.С. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ ВНЗ	3
2. Антоненко С.В., Байбуз О.Г., Бегарь М.А. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ВАЛЬДА	5
3. Антоненко С.В., Павлов М. С. ЗАДАЧА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПРИ АНАЛІЗІ ДАНИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	7
4. Ахметшина Л.Г., Егоров А.А. ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СЕГМЕНТАЦИИ СЛАБОКОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА НА ОСНОВЕ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ	8
5. Байбуз О.Г., Єфімов В.М. КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ МУЗЕЮ ІСТОРІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	10
6. Байбуз О.Г., Черник Р.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСОЯНИЯ ВОДОЕМА	11
7. Бардадым Т.А., Журбенко Н.Г., Ивличев А.В., Лиховид А.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ r -АЛГОРИТМА В ЗАДАЧАХ С КРИТИЧЕСКИМИ МНОЖИТЕЛЯМИ	13
8. Басюк Т.М., Куфальська М.О. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА	14
9. Басюк Т.М., Питленко Т.Є. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ	16
10. Батурінець А. Г., Антоненко С.В. КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЯК ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ДАНИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГА	18
11. Бердник М. Г., Пашковський І.В. ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ З ВИКОРОСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ АСИНХРОННОГО ПРОГРАМУВАННЯ	19
12. Беркут В. Г., Сердюк М.Є. КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ВИДАЛЕННЯ ТУМАНУ В ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	21
13. Благун А.В., Білобородько О.І. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЦВЗ ПОБУДОВАНИХ МЕТОДАМИ ПІТАСА ТА PATCHWORK	23
14. Blyuss O., Kyrychko S.N., Firsova T., Zaikin A. ON PARENCLITIC NETWORKS IN PANCREATIC CANCER DETECTION	25
15. Божуха Л.М., Пацюк М.В. СЕРВІС СТВОРЕННЯ ТА РОЗМІЩЕННЯ ТІЗЕРНОЇ РЕКЛАМИ	26
16. Божуха Л.М., Федій О.Д. ПРО АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕННЯ НА ОСНОВІ ЕМПІРИЧНИХ МЕТОДІВ	28
17. Бойко Л.Т., Гончаров Є.М. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ	30
18. Борисенко А.Г., Сердюк М.Є. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ПІД МОБІЛЬНІ ПЛАТФОРМИ	32

19. Варех Н.В., Вольфсон О.Я., Мусаєва Г.Ф., Падалка О.А. ДОСЛІДЖЕННЯ АСИМПТОТИЧНОЇ ПОВЕДІНКИ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ	34
20. Воліков В.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ SKY WAY	36
21. Волошко В. Л. ЕФЕКТИВНИЙ РОЗВ'ЯЗОК НЕОДНОРІДНОГО БІГАРМОНІЧНОГО РІВНЯННЯ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ	38
22. Vorobel R. METHOD OF CONSTRUCTION OF HETEROGENEOUS TRIANGULAR NORMS	40
23. Vorobel R. NEW TRIANGULAR OPERATOR GENERATOR FOR FUZZY SYSTEMS	42
24. Вороненко І.В. ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМАТИКИ	44
25. Гарт Л.Л. ПРО ЗБІЖНІСТЬ ІТЕРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ОПЕРАТОРНИХ РІВНЯНЬ, ОСНОВАНИХ НА МЕТОДІ НЬЮТОНА	46
26. Геленко Л.В., Черницька О.В. АПРОКСИМАЦІЯ НЕПЕРЕРВНИХ ФУНКЦІЙ КУСКОВО-СТАЛИМИ У ПРОСТОРАХ З ІНТЕГРАЛЬНОЮ МЕТРИКОЮ	49
27. Гиль Н. И., Пацук В. Н. УСЛОВИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЛИПСА И ОБЛАСТИ, ОГРАНИЧЕННОЙ ПАРАБОЛОЙ	50
28. Гнатушенко В.В., Іванов В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	52
29. Голованов Д.А., Селівьорстова Т.В. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕКУРЕНТНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЦИФР	54
30. Гончарук О.М., Мацуга О.М. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ НА ОСНОВІ МОДИФІКАЦІЙ АЛГОРИТМУ ЛЛОЙДА	57
31. Горбенко А. В., Зайцева Т. А. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЛИТТЯ ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ ПІД ТИСКОМ	59
32. Городецкий В.Г., Осадчук Н.П. АНАЛОГИ СИСТЕМЫ ЛОРЕНЦА	60
33. Громов В. А., Локшин О. А. ВИДООБРАЗОВАНИЕ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ	62
34. Громов В. А., Мигрина А. М. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТЕКСТОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКАХ	64
35. Гук Н. А., Козакова Н. Л. ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗОНЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕЖСЛОЙНЫХ СВЯЗЕЙ	65
36. Данцев Д.В. РЕКОНСТРУКЦІЯ РІВНЯНЬ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЕПІЛЕПСІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ	66
37. Денисова Н.Ф., Карымсакова И.Б., Крак Ю.В. РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ИМПЛАНТОВ С БИОАКТИВНЫМ НАПЫЛЕНИЕМ	68
38. Дзундза В.С., Михальчук Г.Й. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	70
39. Диханов С. В., Гук Н.А. ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ WEB-РЕСУРСУ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ ІМ. О.ГОНЧАРА	72

40. Долгов В.М. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СУЧАСНИХ ФОРМАХ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ	73
41. Евдокименко Н.С. КЛАССИФИКАЦИЯ НАБОРА ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ	75
42. Зайцев Є.О. МОДЕЛЬ ЗМІНИ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРО- ТА ТУРБОГЕНЕРАТОРАХ	77
43. Земляной А.Д. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕТСКИЙ КЛУБ»	79
44. Карпов И.А., Лесной В.И., Антоненко С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫХ ГРАММАТИК ПРИ НАПИСАНИИ ТРАНСЛЯТОРА ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ RНР В GO	81
45. Карташов А.В. , Коробчинский К.П. , Яковлев С.В. ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЗАДАЧ РАВНОВЕСНОЙ УПАКОВКИ С УЧЕТОМ ЗОН ЗАПРЕТА	83
46. Кириленко Р. В., Гук Н. А. КЛАСИФІКАЦІЯ ЕМОЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ ЛЮДИНИ ПРИ ПЕРЕГЛЯДІ ЗОБРАЖЕНЬ	86
47. Кісельова О.М., Булавка О.С. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ R-АЛГОРИТМУ	88
48. Кісельова О.М., Гарт Л.Л., Довгай П.О. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СІТКОВИХ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛІПТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ	89
49. Кісельова О.М., Мальцев М.Я. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ПОШУКУ ПО ДЕФОРМОВАНОМУ БАГАТОГРАННИКУ	91
50. Кісельова О.М., Матяш В.В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ-РОЗБИТТЯ	92
51. Кісельова О.М., Притоманова О.М., Падалко В.Г. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПОРТНИХ ВІДНОСИН МІЖ УКРАЇНОЮ ТА КИТАЄМ НА ОСНОВІ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ	94
52. Кісельова О.М., Строева В.О. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ	96
53. Kovalenko A., Urniaieva I., Shekhovtsov S. MULTICRITERIA OPTIMISATION BALANCE PACKING PROBLEM	97
54. Колотило Н.М., Стовпченко І.В. WEB MINING СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП	98
55. Комяк В.М., Данилин А.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ	100
56. Корчинский В.М. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИНВАРИАНТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	102
57. Кравець П.О. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІГРОВОГО АГЕНТА ВИБОРУ ВАРІАНТІВ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	104

58. Крак Ю.В., Бармак О.В. ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ ВВЕДЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ЦИФРОВІ ПРИСТРОЇ	106
59. Крак Ю.В., Голік А.О., Касьянюк В.С., Стеля І.О. ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТУ НА ЖЕСТОВІ АНАЛОГИ ДЛЯ ФЛЕКТИВНИХ МОВ	108
60. Кривоносов О.Д. Кузенков О.О. МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД В ІМІТАЦІЙНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БДЖОЛИНОЇ КОЛОНІЇ	109
61. Крикун Л.О. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ОНЛАЙН-СЕРВІС ПІДБОРУ КАВОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	111
62. Крищик Є. П., Лозовська Л. І. ЗАСТОСУВАННЯ СУФІКСНИХ МАСИВІВ У РЯДКОВИХ ЗАДАЧАХ	113
63. Кузенков О.О., Терещенко Є.С. КЛАСИФІКАЦІЙНА СИСТЕМА ФАЗОВИХ ПОРТРЕТІВ СИСТЕМИ ТРЬОХ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	114
64. Кузнєцов К.А., Мартиненко В.В. СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ СХОЖИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ	115
65. Кузьменко В.І., Букша Д.С. РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ З УМОВАМИ НЕЙМАНА	116
66. Лабуткина Т.В., Серпокрьл В.Ю., Котюк А.А., Алхимов В.М. МНОГОЭЛЕМЕНТНОЕ МНОЖЕСТВО ОРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И МЕТОДЫ ЕГО АНАЛИЗА	117
67. Лісейцов Д.В., Зайцева Т.А., Шишканова Г.А., Сірик С.Ф. АНАЛІЗ ІНТЕРАКТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ «СТУДЕНТИ ОЧИМА ВИКЛАДАЧІВ» ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	119
68. Лобода В.В., Антоненко С.В. РОЗРОБКА СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВІКТОРИН WHICNONE	121
69. Лозовська Л.І., Караваєв К.Д. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ЦЕНТРАМИ ДОСТАВКИ	122
70. Ломага М.М., Семенова Н.В. КВАДРАТИЧНІ ЗАДАЧІ ПАРЕТО-ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	124
71. Магас А.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРАВОЙ ЧАСТИ В УРАВНЕНИЯХ ТИПА КАРМАНА	126
72. Малюк В.В. АКТУАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ	127
73. Манойло К.О., Булана Т.М. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТАНУ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ МАРКОСЬКИХ МОДЕЛЕЙ	129
74. Мацишин Є. О. КОЛОРИЗАЦІЯ ЧОРНО-БІЛИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	131
75. Мацуга О.М., Татарченко Д.О. ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРВИННОЇ ІНВАЛІДНОСТІ В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ	132
76. Меньшиков Ю.Л. ВОЗМОЖНЫЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	133
77. Мітяєв О.М. РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ	135

78. Наконечная Т.В., Никулин А.В. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОБРАЗОВАНИИ	136
79. Нефьодова А.О., Беспалова В.О. АНАЛІЗ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ КОНТЕКСТУ	139
80. Ободан Н. И., Адлуцкий В. Я. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МОРЩИН В ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЕ СО СВЯЗЯМИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ	140
81. Ободан Н. И., Коваленко Е.А. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МОРЩИНООБРАЗОВАНИЯ	141
82. Панкратова Н. Д., Панкратов В. А. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	142
83. Пасічник А. М., Мороз Б. І., Пасічник В. А., Заброта А. О. ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ	144
84. Педан Я.Л. ДОДАТОК З ОБРОБКИ МЕДІАФАЙЛІВ. ПОШУК ДУБЛІКАТІВ ФАЙЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АУДІО ВІДБИТКУ	146
85. Пикуза П.А., Тонкошкур И.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ПО ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА	148
86. Пилипенко Т. О. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СФЕРЕ СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЫ	149
87. Підгорний П.Є. Сидорова М.Г. МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ ОБ'ЄКТІВ	150
88. Повстяний Г.В., Кузенков О.О. КЛАСИФІКАЦІЯ РИС ОБЛИЧЧЯ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ БАЗОВИХ КОМПОНЕНТ ТА ПОШУКУ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК	152
89. Притоманова О.М., Корольов О.М. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДО РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІОННОЇ СИСТЕМИ «КВАЛІФІКАЦІЙНА МАПА УКРАЇНИ»	154
90. Притоманова О.М., Селіщев В. ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ПРИНЦИПУ УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗАДЕ ДО ЗАДАЧ АНАЛІТИКО-ЛІНГВІСТИЧНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ	156
91. Притоманова О. М., Танасієнко Д. О. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЧІТКИХ ІЄРАРХІЧНИХ МОДЕЛЕЙ	158
92. Притоманова О. М., Шаравара В. В. АЛГОРИМ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ЦЕНТРАМИ ДОСТАВКИ	159
93. Прокопчук Ю.А., Белецкий А.С. НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗЛИЧЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	161
94. Прокудин Г.В., Волошко Л.В. «БЕЛЫЕ» И «ЧЕРНЫЕ» МЕТОДЫ SEO ОПТИМИЗАЦИИ	163

95. Радченко Є.В., Кузнєцов К.А. ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ МЕТАЕВРИСТИЧНИХ ТЕХНІК	165
96. Romanova T., Pankratov A., Yaskov G., Scheithauer G. PACKING ELLIPSES IN A DISCONNECTED POLYGONAL DOMAIN	167
97. Руденко С. Д., Антоненко С. В., Вербa О. В. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ	169
98. Сегеда Н.Є. VBA-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОВІДКИ СТУДЕНТА	170
99. Сидор А.Р. АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОСТІ РОЗГАЛУЖЕНИХ СИСТЕМ	171
100. Сич М.Д., Мацуга О.М. СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ	173
101. Сінєгіна Ю.Д., Сінєгіна А.Д., Сидорова М.Г. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «IMAGE PROCESSING» КАТАЛОГІЗАЦІЇ, ПОШУКУ ТА МОДИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	174
102. Сірик С.Ф. ПРОГРАМУВАННЯ - ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ	176
103. Сокол, О.О., Сердюк, М.Є. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОЛОРИЗАЦІЇ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ	177
104. Сологуб К.М. ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ РЕКЛАМНИХ БАНЕРІВ	179
105. Сорокіна А. І., Сердюк М.Є. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗА ЇХ ЗОБРАЖЕННЯМ	181
106. Стебко М. К., Волошко Л. В. ЗНАЧИМІ МЕТРИКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОВЕДІНКИ ВЕБ-КОРИСТУВАЧІВ НА СТОРІНОКАХ БЛОГА	183
107. Стецюк П.И. МЕТОД ЭЛЛИПСОИДОВ С БЕРЕГОВ ДНЕПРА	185
108. Стецюк П.І., Мазютинець Г.В., Мілешовський Б.І. AMPL-РЕАЛІЗАЦІЯ ДВОЕТАПНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ	186
109. Стовпченко І.В., Фесенко О.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ НА ГРАФАХ З ОБМЕЖЕННЯМИ	192
110. Стоян Ю.Г., Романова Т.Є., Чугай А.М., Панкратов О.В. ЗАДАЧІ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ У АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	193
111. Строева В.О., Строева Г.В. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	195
112. Тапчевська Н.О., Мацуга О.М. ВИБІР КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ ПІД ЧАС КЛАСТЕРИЗАЦІЇ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ЩІЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ	196
113. Терешко Я.В., Козін І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАЕВРИСТИК В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИБОРУ ГЕНЕРАТОРА ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ	197
114. Тиводар О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИКАТОРУ MASC D В ЗАДАЧАХ КУПІВЛІ ТА ПРОДАЖУ АКЦІЙ	199
115. Тимофієва Н.К. РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ З ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЕВРИСТИЧНИМИ АЛГОРИТМАМИ	200

116.Титяпкин А.С., Волков В.Э. ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТАЦИОНАРНОЙ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ КАК ОСНОВЫ ИСППР ПО ПРОБЛЕМАМ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ	202
117.Турчин Є.В., Сафонюк Б. КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ	204
118.Турчина В.А., Губенко М.В. ЗАВСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ	206
119.Турчина В.А., Сидорук Ю.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПАРАЛЕЛІЗМУ ДЛЯ СХЕМ НАПРАВЛЕНОГО ПЕРЕБОРУ	208
120.Фирсов А.Д. НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ	209
121.Хижа О.Л., Високопоясний І.Г. АВТОМАТИЧНА ФОРМАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ПРАВИЛЬНОСТІ СТУДЕНСЬКИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАВДАНЬ З ПРОГРАМУВАННЯ	211
122.Худа Ж.В., Тонконог С. Є. МЕТОД ПОШУКУ НАБЛИЖЕННОГО РОЗВ'ЯЗКУ МНОЖИННОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА	213
123.Царик В.Ю., Михалёв А.И. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ	214
124.Чопей Р.С., Федасюк Д.В. ТЕСТУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ПРОГРАМНОГО КОДУ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	216
125.Чорний О.В. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ДАНИХ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА ОБРОБКИ ІНЦИДЕНТІВ МІСТА З ВИКРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ	218
126.Шапгала Ю.О., Зайцева Т.А., Фридман О.Д., Лисиця Н.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ПАЦІЄНТІВ КАМ'ЯНСЬКОЇ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ	220
127.Шахов М. І. ВИКОРИСТАННЯ ПІРАМІДАЛЬНОГО СОРТУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОНАННЯ АЛГОРИТМУ LIAN	221
128.Шевельова А. Є. ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИЩИНИ МІЖ ДВОМА П'ЄЗОМАГНІТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ПІД ДІЄЮ СТИСКАЛЬНОГО ТА ЗСУВНОГО НАПРУЖЕНЬ	223
129.Шевелёва А.Е., Бабкин В.В. МЕТОДЫ АНОНИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ	225
130.Шевченко А. К. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	226
131.Шеремет А.С., Мацуга О.М. СТВОРЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЧИТАЧІВ КНИГ	228
132.Яковенко Д. Г., Сидорова М. Г. ОНЛАЙН-СИСТЕМА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	229

133.Яковлев С.В., Пичугина О.С. О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К ОПТИМИЗАЦИИ НА МНОЖЕСТВЕ ЕВКЛИДОВЫХ КОМБИНАТОРНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ	230
134.Yakovlev S.V., Yarovaya O.V. LINEARIZATION METHODS FOR SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS ON VERTEX-LOCATED SETS	232
135.Ясько М.М. ПОЛПШЕННЯ ЗБІЖНОСТІ КІНЦЕВО-РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ ДЛЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА	234
136.Яцуба І.О., Антоненко С.В. ПЕРЕХІД ВІД МОНОЛІТНОЇ ДО МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ	235

Підписано до друку 13.11.17. Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий. Ум.друк.арк. 15,25. Тираж 150 пр.

Видавництво та друкарня «Ліра», вул. Наукова, 5, м. Дніпро, 49000, серія ДК №188 від 19.09.2000 р.
