Дніпропетровський національний університет
ім. Олеся Гончара

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»
МОН України та НАН України

Київський національний університет ім. Т. Шевченка

ТОВ ІІ "Ай Ес Ді"
(Товариство з обмеженною відповідальністю та іноземними інвестиціями "Ай Ес Ді")

XII міжнародна науково-практична конференція

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MPZIS-2014)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

19-21 листопада 2014 року

Дніпропетровськ

Україна

Надруковано за партнерської підктримки ТОВ ІІ "Ай Эс Ди" http://www.isd.dp.ua"

Адреса Оргкомітету:
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики
пр. Гагаріна,72, Дніпропетровськ, 49010, Україна
телефон: +**38056 7451411**
e-mail: **info@mpzis.dp.ua**
URL : **www.mpzis.dp.ua**

XII міжнародна науково-практична конференція
МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MPZIS-2014)

м.Дніпропетровськ, 19-21 листопада 2014 р.

Міжнародний науковий комітет:

І.В. Сергієнко	– академік НАН України, Україна
М.З. Згуровський	– академік НАН України, Україна
Ю.Г. Кривонос	– академік НАН України, Україна
А.О. Чикрій	– чл.-кор. НАН України, Україна
Н.Д. Панкратова	– професор, Україна
Ю.В. Крак	– професор, Україна
Я.А. Ваграменко	– президент Академии информ.образ., Россия
В.Г. Дейнеко	– професор, Англія
О.О. Кочубей	– професор, Україна
А.М. Пасічник	– професор, Україна
P. Pardalos	– професор, США
A.F. del Moral Bueno	– професор, Испанія

Оргкомітет:

співголови	**Поляков Микола Вікторович** – ректор Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, д.ф.-м.н.; **Кісельова Олена Михайлівна** – декан факультету прикладної математики ДНУ, д.ф.-м.н.
вчений секретар	**Коряшкіна Лариса Сергіївна**, к.ф.-м.н.
члени	Н.І. Ободан – д.т.н.; О.Г. Байбуз – д.ф.-м.н.; Л.І. Лозовська – к.ф.-м.н.; Л.Л.Гарт – к.ф.-м.н.; Н.Є. Сегеда − ст.викладач; О.М. Притоманова – к.е.н.; О.О. Кузенков – с.н.с.; Т.О. Шевченко − м.н.с.; Н.В. Балейко – пров. інж.

Секції

1. Нейронечіткі технології
2. Експертні системи та системи, що навчають
3. Математичне і програмне забезпечення систем штучного інтелекту
4. Інтелектуальні системи прийняття рішень і системи підтримки прийняття рішень у технічних і економічних системах управління та у бізнесі
5. Інженерія знань
6. Розпізнавання образів
7. Використання інтелектуальних систем у навчальному процесі
8. Інформаційні технології обробки даних для прийняття рішень
9. Системний аналіз складних систем різної природи
10. Інформаційні технології в органах державної влади та місцевого самоврядування

© Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, 2014

ПЕРЕДМОВА

Дванадцятий рік поспіль на базі Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара проводиться Міжнародна науково-практична конференція „Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем" (МПЗІС) – форум фахівців з прикладної математики, інтелектуальних систем прийняття рішень, системного аналізу, новітніх інформаційних технологій. Цього року до організаторів конференції – ДНУ ім. Олеся Гончара, Інституту кібернетики НАН України ім. В.М. Глушкова та НТУУ «КПІ» – приєднався Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Основні цілі конференції: обговорення актуальних питань, пов'язаних з розробкою і дослідженням складних систем різної природи в умовах невизначеності та багатофакторних ризиків, розробкою прогресивних інформаційних технологій і їх застосуванням в науці, промисловості, економіці; інтеграція наукових знань і практики; визначення актуальних і перспективних напрямків наукових досліджень та практичних розробок; підвищення ролі вищих навчальних закладів і наукових організацій у формуванні інформаційно-освітнього середовища; координація і концентрація зусиль дослідників в галузі розробки та створення інтелектуальних систем і алгоритмів нового покоління.

Програма XII науково-практичної конференції включає 135 доповідей з різних країн. Тематика доповідей охоплює проблеми ідентифікації складних систем, застосування нейрокомп'ютерних мереж, нейронних інформаційних технологій, нейронечітких моделей представлення та обробки знань; теоретичні та прикладні питання системного аналізу, використання сучасних інформаційних технологій в органах державної влади та місцевого самоврядування. Велика кількість доповідей присвячена проблемам моделювання, алгоритмізації, теорії функцій, статистики, моніторингу, експертних систем програмування, оптимізації. Представлені наукові результати свідчать про зростання рівня фундаментальних та прикладних досліджень і розробок в напрямку штучного інтелекту, а також в суміжних з ним областях.

Оргкомітет бажає всім учасникам конференції цікавих доповідей, плідних дискусій, професійних зустрічей.

Оргкомітет

АГРЕГАТИВНА МОДЕЛЬ КЛАСТЕР-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Акулов М.Г., *Akylov@i.ua*
Хмельницький національний університет

Мезорівневі кластер-логістичні системи (КЛС) виявляються надто складними, щоб їх можна було описати з використанням вже пропонованих типових математичних схем. Тоді реальний об'єкт слід розчленувати на елементи, чисельність яких є необов'язково малою, проте кожний елемент доступний для опису однієї з типових математичних схем. Схожі елементи КЛС можуть виявитися представленими як різні математичні схеми: один як скінчений автомат, другий - як система масового обслуговування, третій – як імовірнісний автомат, і т. д. Кластер-логістичні системи, елементи яких описані настільки різнорідно, навряд чи можна досліджувати, використовуючи єдиний метод. Тому для опису КЛС, які складаються з великого числа елементів, намагаються вибрати для формалізації останніх універсальні математичні схеми, які охоплюють вищезгадані системи як окремі випадки. Найбільш ефективною схемою моделювання КЛС в такому випадку є агрегат. Для агрегатів КЛС будуються зручні імітаційні моделі, а для одного з класів – кусково-лінійних агрегатів також аналітичні методи, які базуються на апараті теорії випадкових процесів. В даній статті пропонується математична модель для опису елементів кластер-логістичної системи у вигляді агрегатів, а також для спряження елементів у єдину складну систему.

Агрегат кластер-логістичної системи – це загальна математична модель елементів складної системи, яка дає можливість на єдиній мові зобразити опис детерміністичних та стохастичних об'єктів, які функціонують в неперервному та дискретному часі (мезорівневих промислових кластерів з логістичними принципами функціонування) В кінцевому підсумку моделі широкого класу складних систем описуються композицією спряжених агрегатів.

Агрегат КЛС, як уніфікований елемент характеризується множинами моментів часу *T*, станів в кожний момент часу *Z*, вхідних *X* та вихідних *Y* сигналів. Стан агрегату в момент $(t+0)$ позначимо $z(t+0)$. Вважатимемо, що із стану $z(t)$ до стану $z(t+0)$ агрегат приходить протягом малого інтервалу часу. Перехід агрегату із стану $z(t_1)$ до $z(t_2), t_2 \rangle t_1$, визначається динамічними властивостями самого агрегату та вхідними сигналами. Припустимо, що поведінка моделі у випадку дії вхідного сигналу x_n описується оператором V.

Тоді стан $z(t_n + 0)$, де t_n - момент надходження до агрегату вхідного сигналу $x_n, t_n \in T$, можна визначити з виразу (1)

$$z(t_n + 0) = V[t_n, z(t_n), x_n]. \quad (1)$$

Надалі півінтервал часу $t_1 \langle t \le t_2$ позначатимемо $(t_1, t_2]$, а півінтервал $t_1 \langle t \le t_2$ як $[t_1, t_2)$. Якщо інтервал (t_n, t_{n+1}) не містить жодного моменту надходження сигналів, то для $t \in (t_n, t_{n+1}]$ стан агрегату визначається оператором (2):

$$z(t) = U[t, t_n, z(t_n + 0)]. \quad (2)$$

Сукупність операторів V та U розглядається як оператор переходів агрегату до нового стану. В множині станів Z доцільно виділити підмножину $Z^{(Y)}$, таку, що якщо $z(t^*)$ досягає $Z^{(Y)}$, яка є моментом видачі вихідного сигналу, який визначається оператором виходів (3)

$$y = G[t^*, z(t^*)]. \quad (3)$$

Впорядкована сукупність розглянутих множин $T, X, Z, Z^{(Y)}, Y$ та випадкових операторів V, U, G повністю задає агрегат як динамічну систему. Таким чином, процес функціонування агрегату складається із стрибків стану в моменти надходження вхідних сигналів (оператор V) та змін стану між цими моментами (оператор U). На оператор U не накладається жодних обмежень, тому припустимими є стрибки стану в певні моменти часу, які не є моментами надходження вхідних сигналів. За умови практичного використання агрегатів часто такими моментами є моменти видачі вихідних сигналів (виходу стану на границю підмножини $Z^{(Y)}$) та деякі інші. Надалі моменти стрибків називатимемо «особливими» моментами часу. Для опису стрибків стану в особливі моменти часу t^*, що не є моментами надходження вхідних сигналів, використаємо оператори (4)

$$z(t^* + 0) = W[t^*, z(t^*)], \quad (4)$$

які представляють собою окремі випадки оператора U. Позначення U залишимо для оператора, який визначає поведінку агрегату КЛС в інтервалах часу між особливими моментами.

Література:

1. Акулов М. Г., Юрчишена Л. В., Помірча О. М., Євась Т. В. Кластерні трансформації мезологістичних систем. Монографія / Під редакцією М.Г.Акулова. – Вінниця: ВФЕУ, 2013. - 439 с.

2. Кузьменко Б.В., Чайковська О.А. Моделювання систем. Навчальний посібник. - К.: 2008, - 135 с.

ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАННІ ДЕРЖАВНИХ СЛУЖБОВЦІВ

Антоненко А.М., amantonenko@i.ua,

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

За останні роки розвиток інформаційних технологій зробив актуальною проблему модернізації системи освіти. Суть такої модернізації найбільше відбилася в концепції дистанційної освіти. Дистанційне навчання здійснюється шляхом одержання навчальних матеріалів і завдань, і всі інші питання, пов'язані з комунікацією, проходять заочно. Проміжна й підсумкова атестація здійснюється також за допомогою пересилання й перевірки матеріалів. Як свідчать практика, тенденція навчання розвивається в напрямку змішаного навчання (blended learning) шляхом об'єднання формальних засобів навчання з неформальними. Змішана форма навчання органічно з'єднує в собі як денні, так і дистанційні форми навчання.

Автором розроблено дистанційний навчальний посібник для слухачів магістратури за спеціальністю “Державна служба”, розміщений на платформі MOODLE (http://amantonen.mdl2.com).

Зазначений посібник дозволяє не тільки управляти самостійною роботою слухачів, але й забезпечує можливість поточного контролю за виконання навчальних завдань та автоматичного їх оцінювання. Матеріал успішно пройшов випробування за участі групи магістрантів. Внесені необхідні правки та доповнення.

ВЛИЯНИЕ УДАЛЕНИЯ «МЕРТВЫХ» НЕЙРОНОВ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ СЕГМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ КАРТЫ КОХОНЕНА

Ахметшина Л. А., akhmlu@mail.ru, **Егоров А.А.**, egorov@mayak.dp.ua
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

Введение. Одной из часто решаемых задач при обработке изображений является сегментации, которая может быть осуществлена на основе визуализации результатов процесса кластеризации. При этом способ выполнения визуализации оказывает существенное влияние на достоверность последующего анализа. Достаточно часто для осуществления кластеризации применяются нейронные сети, среди которых особое место занимает самоорганизующаяся карта Кохонена (SOM), благодаря ее относительной простоте и отсутствию необходимости в обучающих выборках. В работе [1] было предложено выполнение визуализации результатов кластеризации SOM на основе сравнения с исходными данными.

Постановка задачи. В этой работе описывается модификация этого метода визуализации на основе удаления «мертвых» нейронов.

Решение задачи. Алгоритм модифицированного метода визуализации выглядит следующим образом:

1. Удаление «мертвых» нейронов (нейронов, для которых количество относящихся к ним исходным данным равно 0).

2. Вычисление матрицы Евклидовых расстояний D^e для каждой пары нейронов и экземпляров исходных данных X.

3. Получение «функции принадлежности» для каждого экземпляра исходных данных к каждому нейрону:

$$U_{k,i} = D^e_{k,i} / d_k^{max}, (\forall k \in [1,..,N_n], \forall i \in [1,..,n]), \quad (1)$$

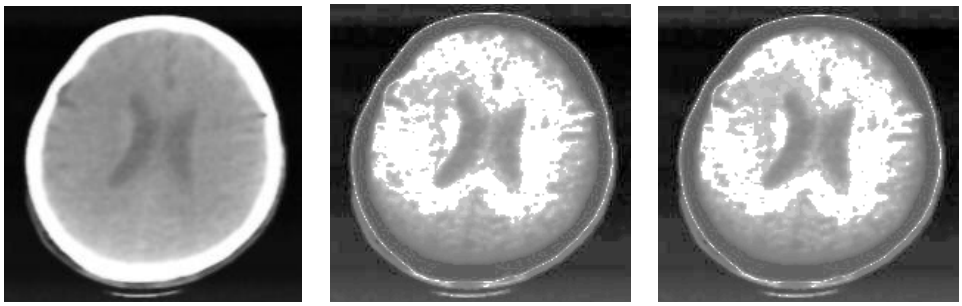
где d_k^{max} – максимум каждой строки матрицы D^e, n – количество экземпляров исходных данных, а N_n – количество нейронов.

4. Формирование выходного полутонового изображения по формуле:

$$I_{x,y}^{out} = \sqrt{\sum_{j=1}^{q} \left(X_{i,j}\right)^2} - \sum_{k=1}^{N_n} \left(\sqrt{\sum_{j=1}^{q} \left(v_{k,j}\right)^2} \cdot U_{k,i} \right), (\forall i \in \{1,...,n\}), \qquad (2)$$

где q – количество цветовых компонент исходного изображения, а v – матрица весов нейронов.

Экспериментальные результаты были получены при обработке различных низкоконтрастных медицинских изображений, примером которых служит томограмма мозга (рис. 1 а), выполненная с целью диагностики наличия гематомы и выделения области ее влияния. Визуализация результатов его кластеризации исходным и модифицированным методами представлена на рис. 1 б – в. Применение модифицированного метода (рис. 1 в) позволяет точнее выделить область влияния гематомы.



а б в

Рис. 1. Кластеризация томограммы: а – исходное изображение; визуализация ее результатов на основе: б – исходного и в – модифицированного методов сравнения с исходными данными

Литература

1. Ахметшина Л.Г. Визуализация результатов кластеризации картой Кохонена на основе сравнения с исходными данными / Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: міжнародна науково-практична конф., 20-22 листопада 2013 р., Дніпропетровськ. – С. 5 – 6.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНВЕЙЕРНОГО ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Бабенко[1] Ю.В., Кирия[2] Р.В., Михалёв[1] А.И.

JULIA9389@UKR.NET

[1]Национальная металлургическая академия Украины

[2]Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,

Сложная система подземного конвейерного транспорта, состоящего из большого количества конвейерных линий, бункеров и различных узлов перегрузки, приводит к невозможности проведения натурных экспериментов. Это связано, прежде всего, с тем, что остановка системы подземного конвейерного транспорта (СПКТ) даже на короткое время ведет к большим убыткам.

Существующие математические модели СПКТ не всегда возможно применять на практике. Это связано с отсутствием необходимого программного обеспечения, которое позволило бы не только следить за работой системы, но и оптимизировать процесс ее работы. В этой связи разработка имитационных моделей СПКТ, для которых в реальных условиях сложно провести эксперимент, является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка имитационной модели функционирования СПКТ, которая позволит не только проследить за поведением СПКТ в различных, в том числе и аварийных, условиях, но и исследовать влияние параметров отдельных элементов СПКТ на ее работу.

В данной работе имплементирована имитационная модель функционирования СПКТ при наличии аккумулирующих бункеров. Здесь

аккумулирующие бункера применяются для повышения надежности и пропускной способности системы подземного конвейерного транспорта, а также в качестве временного резервирования, которых можно воспользоваться в аварийной ситуации. Кроме того, скорости питателей бункеров выступаю в качестве одного из параметров при оптимизации работы всей СПКТ.

Разработанная имитационная модель позволяет следить за работой всей СПКТ одновременно, вести учет количества транспортируемого груза и энергозатрат на его транспортировку, среднего грузопотока в единицу времени. У пользователя имеется возможность идентифицировать причину остановки конвейерной линии (поломка конвейерной линии или переполнение бункера), варьировать скорость отгружаемого грузопотока. Благодаря разработанной имитационной модели появилась возможность детальнее исследовать процесс функционирования СПКТ без значительных материальных затрат.

Список литературы

1. Кирия Р.В. Определение критерия эффективности функционирования систем подземного конвейерного транспорта угольных шахт / Р.В. Кирия, Т. Ф. Мищенко, Ю. В. Бабенко //Системные технологии. Рег. межвуз. сб. научн. работ. – Выпуск 3 (90). – Днепропетровск: НМетАУ, 2014. – С. 152-161.

2. Кирия Р.В. Математические модели функционирования систем конвейерного транспорта угольных шахт / Наукові вісті. Сучасні проблеми металургії, - №16, - 2013. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. - С. 85-96.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ЭНТРОПИИ В СИСТЕМАХ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВЫСОКОРАЗМЕРНЫХ ДАННЫХ

Бабичев С.А., Стрелковская Л.А., Ткачев А.М., Ткачева И.Ф.
bsa63@mail.ru
Херсонский национальный технический университет
Херсонская государственная морская академия

При создании систем кластеризации высокоразмерных данных возникает необходимость в сокращении размерности исследуемого признакового пространства. Одним из наиболее распространенных методов сокращения размерности является метод главных компонент, главным недостатком которого является высокая чувствительность к методам предобработки, одним из которых является нормализация исходных данных. Блок схема процесса обработки высокоразмерных данных для выбора оптимального метода нормализации на этапе предобработки с целью повышения точности кластеризации представлена на рис. 1.

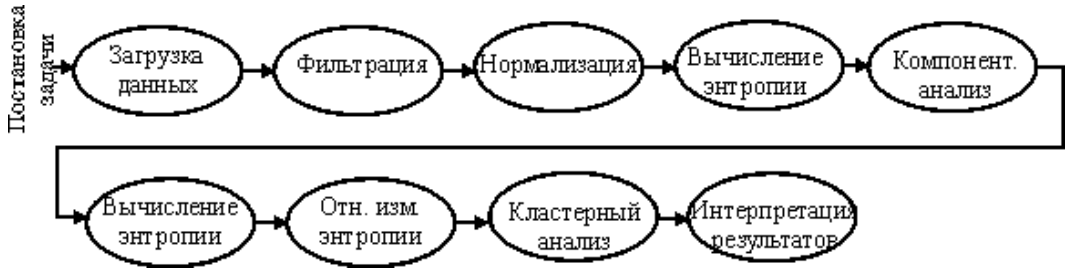


Рис.1. Блок-схема процесса обработки информации

В качестве экспериментальной базы для проведения исследований использовалась база данных больных лейкемией (Голуб и др., 1999), представляющей собой массив размером 72×7131. Каждая строка содержит информацию об уровне экспрессии генов больных клеток отдельного человека. Нормализация данных осуществлялась следующими методами: минимаксный, линейный, нелинейный с использованием логистической передаточной функции, десятичное шкалирование, Z-шкалирование, метод контрастов, квантильная нормализация. Оценка качества обработки данных осуществлялась с использованием критерия энтропия Шеннона, а количество теряемой в процессе трансформации информации при помощи относительного изменения

энтропии до и после компонентного анализа. Кластеризация исследуемых объектов осуществлялась нечетким методом fuzzy C-means. Результаты исследований представлены на рис. 2.

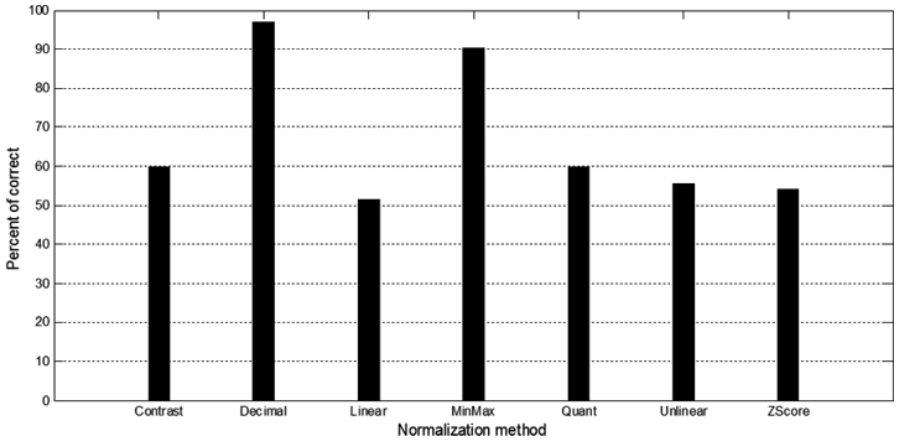


Рис. 2. Диаграмма распределения процентов корректно распределённых по кластерам объектов в зависимости от метода нормализации

На рис. 3 представлены графики относительного изменения энтропии в процессе трансформации данных.

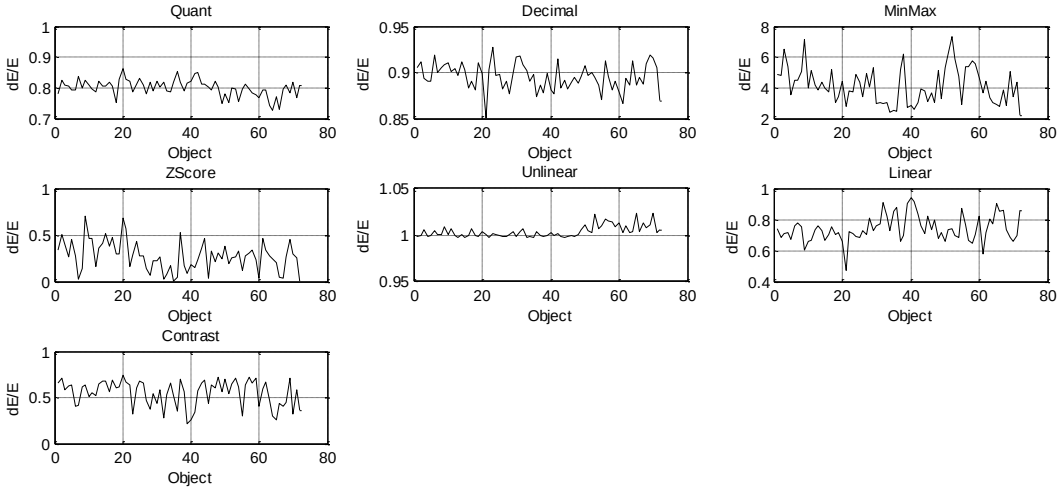


Рис.3. Графики относительного изменения энтропии при использовании различных методов нормализации

Анализ результатов экспериментов показал, что минимальную энтропию имеют данные, нормализованные методом десятичного шкалирования, при этом относительное изменение энтропии лежит в пределах допустимого диапазона. При этом, как следует из рис. 2, использование метода нормализации «десятичное шкалирование» дает наивысшую точность кластеризации исследуемых объектов.

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ПИТНИХ ВОД

Байбуз О.Г., Архангельська Ю. М., yulia1978@ua.fm

Дніпропетровський Національний Університет ім. О. Гончара

В Україні, зокрема на території Придніпров'я, в умовах розвиненої промислової та сільськогоподарської діяльності постає завдання своєчасного та якісного аналізу стану питної води (ПВ) техногенно навантажених регіонів. Тому актуальним є створення нової інформаційної технології (ІТ) обробки даних про забруднення підземних питних для підтримки прийняття рішень про стан ПВ на території, що досліджується.

Розроблена ІТ обробки даних про забруднення підземних питних вод містить методи статистичного аналізу, теорії марковських процесів, адаптивних методів прогнозування та регресійного аналізу з використанням сплайн-операторів. На основі методів сплайн обробки даних створено обчислювальні схеми та алгоритми для їх подальшої практичної реалізації при обробці екологічної інформації, які в сукупності ввійшли у геоінформаційну технологію оцінки техногенного впливу на довкілля шкідливими речовинами. Вказана геоінформаційна технологія має інструментарій у вигляді локальної геоінформаційної системи «AquaGIS», що призначена для збирання, зберігання, аналізу, обробки та видачі картографічної, графічної й текстової інформації, що відображає соціально-гігієнічну обстановку, а також вплив шкідливих факторів навколишнього середовища на якість питної води. Розроблена локальна геоінформаційна система «AquaGIS» дозволяє вирішувати такі задачі, як: оперативний аналіз рядів за гідрохімічними показниками, побудова мап розповсюдження контрольованих з'єднань у воді з вказівкою рівнів забруднення, прогнозу виходу процесу за рівень гранично-допустимої концентрації. До функціональних можливостей базової системи «GISThreeD», на основі якої розроблено систему «AquaGIS», було додано ряд нових можливостей: формування та оновлювання бази даних місць водозабору, просторової інформації, проб води за гідрохімічними показниками; забезпечення можливості обробки великих об'ємів інформації; ведення та

аналіз довідників різного типу; ведення та пошук точок забору проб води по мапі місцевості; відображення тематичних мап та просторової інформації; відображення інформації про гідрохімічні показники ПВ в точках забору; проведення часового аналізу змін вмісту концентрацій речовин у точках забору води; оцінка стану ПВ за інтегральними показниками; визначення кількості точок забору води для раціонального проведення моніторингу; формування звітності та відображення на мапі точок забору води з перевищенням норми гранично-допустимої концентрації; формування довідок про якість питної води у точці забору на заданий період(рис.1).

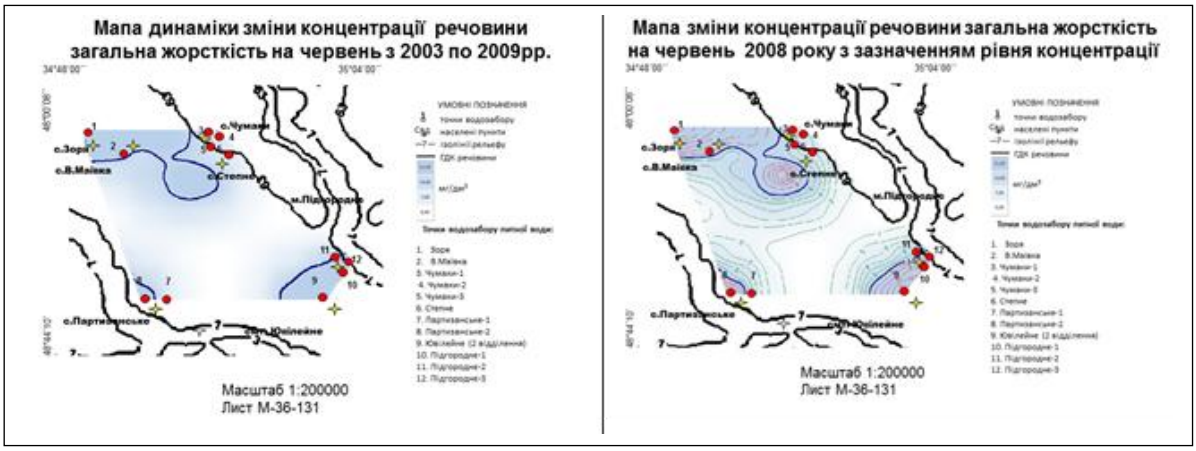


Рис.1 Побудова тематичних мап розповсюдження хімічних елементів.

Інформаційна технологія вирішує проблеми регіонального характеру згідно законодавчим рішенням, а саме: закону України Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки та закону України «Про питну воду та питне водопостачання» та дозволяє підвищити достовірність вирішення задач аналізу даних гідрохімічного моніторингу питної води на локальних ділянках та використовувати її результати для формування екологічних заходів для підвищення якості питної води, що забезпечить зниження захворюваності населення.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИХ ПРОЕКТУ «РОЗКЛАД ФПМ»

Бардачов К.Д., bkd121@rambler.ru, **Земляна С.В.**, szemlyanaya@mail.ru

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Метою виконання даної роботи є розробка сайту для полегшення процесу створення розкладу. Сайт повинен бути інтуїтивно зрозумілим та простим в користуванні. При розробці враховуються потреби та побажання робітників деканату, які будуть безпосередньо використовувати даний сайт.

Функціонально сайт можна розділити на дві частини: адміністративна (мають доступ лише робітники деканату або особи, які відповідають за складання розкладу) та клієнтська (має доступ будь-яка особа).

В адміністративній частині можна додати/редагувати інформацію про викладачів, предмети, групи, вчену ступінь викладачів, аудиторії, факультети, спеціальності. Було ретельно розроблено архітектуру бази даних для збереження сутностей, які використовуються при складанні розкладу. Виконується валідація введених даних.

Основою розробки розкладу є робочі навчальні плани груп, які подаються в форматі Excel. Однією з основних задач є завантаження цих файлів для кожної групи. Для завантажених файлів виконується парсинг, а отримані дані зберігаються в таблицях бази даних. Алгоритм парсингу дозволяє деякі відхилення від базового формату файла з робочим навчальним планом.

Для розробки сайта використано контейнер сервлетів Apache Tomcat. Для реалізації стеку технологій Java EE обрано Spring. Інтерфейс проекту реалізовується за допомогою шаблонізаторів для веб-додатків Apache Tiles. Для роботи з базою даних використовується ORM-бібліотека Hibernate.

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ BRAIN EDUCATION

Басин В.И., vladbasin@gmail.com,

БрГУ имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Дистанционное обучение – одна из наиболее эффективных и перспективных систем подготовки специалистов. Разработанная автором дистанционная система обучения предоставляет инструменты для организации процесса обучения посредством создания специальных учебных курсов с возможностью публикации дидактических материалов, поиска необходимой информации, обсуждения возникающих в процессе обучения вопросов, обратной связи организаторов курса с обучающимися, контроля знаний и др. Особенностью данной системы является наличие компонента проверки алгоритмов, написанных на современных языках программирования, на корректность и эффективность. Всё это обуславливает наличие сложного набора ассоциативных связей в базе данных дистанционной системы и существованию интеллектуальных алгоритмов для обучения IT-специалистов.

Тестирование алгоритмов – вычислительно ёмкий процесс. Для эффективной проверки программного кода разработаны специальные механизмы, позволяющие использовать несколько машин для распределения нагрузки. Этим распределением занимается отдельный компонент системы – менеджер тестирования. Менеджер обладает информацией о существующей сети серверных машин, на которых можно производить тестирование и осуществляет решает какая из них займётся проверкой следующего в очереди алгоритма. Распределение основывается на статистических данных полученных при предыдущем тестировании алгоритмов, решающих подобную задачу, производительности тестирующих машин, их загруженности и доступности. Специальные инструменты системы Brain Education (http://www.brtrg.by) позволяют обеспечить надёжное тестирование даже при выходе из строя некоторых компонентов системы в целом.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛУ ПОКАЗНИКІВ АБІТУРІЄНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Бахрушин В.Є., Vladimir.Bakhrushin@gmail.com, *КПУ*
Дудко І.О., Ivan8Dudko@gmail.com, *КПУ*

При аналізі різноманітних статистичних даних часто постає проблема ідентифікації закону їх розподілу, тобто визначення його математичної моделі. У багатьох випадках це є необхідною передумовою постановки наступних завдань аналізу і обрання його методики. Ідентифікація розподілу передбачає такі основні етапи [1]:

- формулювання нульової гіпотези про модель розподілу;
- оцінювання параметрів обраної моделі;
- перевірка адекватності отриманої моделі за допомогою статистичних критеріїв.

Вказана схема була апробована нами шляхом ідентифікації моделей розподілу результатів ЗНО абітурієнтів КНУ ім. Т. Шевченка, НТУУ «КПІ» та ЗНТУ. Обсяги досліджених вибірок перебували у межах від 30 до 439 елементів.

На етапі формулювання гіпотези з'ясували, що для КНУ ім. Т. Шевченка та НТУУ «КПІ» розподіли є неоднорідними, тому для них були використані моделі сумішей нормальних та усічених нормальних розподілів. Для ЗНТУ використовували моделі однорідних розподілів. На етапі оцінювання параметрів моделей як початкові значення брали вибіркові середні та дисперсії вибірок або кластерів. На етапі перевірки адекватності моделі використовували критерій типу Колмогорова-Смирнова. З метою покращення вихідної моделі застосували процедуру мінімізації розрахункового значення статистичного критерію. Проблема вибору критичних значень для цього випадку була вирішена в роботі [2].

Як приклад, на рисунку наведено результати для вибірки абітурієнтів КНУ ім. Шевченка (напрям "Філологія"). Вихідну вибірку даних, згідно з [3], було поділено на три кластери, оцінено вибіркові середні та дисперсії цих кластерів. Отримали модель розподілу:

$$F(x) = 0{,}09\,N(153{,}5;\ 7{,}6) + 0{,}52\,N(173{,}7;\ 8{,}3) + 0{,}38\,N_C(194{,}3;\ 7{,}7;\ 200),$$

де N − функція нормального розподілу, N_C − функція усіченого нормального розподілу.

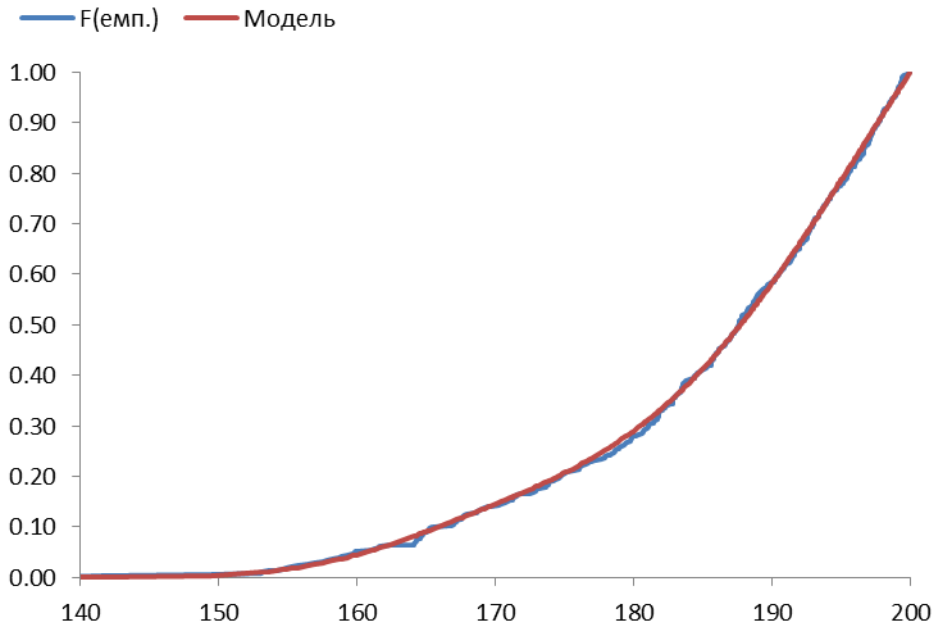


Рисунок − Емпірична функція і модель розподілу результатів ЗНО

Розрахункове значення критерію Колмогорова-Смирнова $\lambda^* = 0{,}446$, що менше ніж критичне $\lambda^*_{cr} = 0{,}617$ на рівні значущості 0,05. Тому побудовану модель розподілу $F(x)$ результатів ЗНО абітурієнтів можна вважати адекватною.

Бібліографічні посилання

1. **Бахрушин В.Е.** Проблемы идентификации моделей распределения случайных величин с применением современного программного обеспечения / В.Є. Бахрушин // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 11. – С. 50 – 54.
2. **Бахрушин В.Є.** Визначення критичних значень критерію типу Колмогорова-Смирнова для деяких типів розподілу методом Монте-Карло/ В.Є. Бахрушин, І.О. Дудко // Системні технології. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – С. 53 – 59.
3. **Бахрушин В.Є.** Використання методу k-середніх для ідентифікації моделей неоднорідних розподілів випадкових величин / В.Є. Бахрушин, І.О. Дудко // Вісник НТУ "ХПІ". Сер. Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – № 62 (968). – С. 52 – 57.

ПОБУДОВА НЕЯВНОГО ДИСКРЕТНОГО ХАОТИЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ДЛЯ 3D КВАДРАТИЧНИХ СИСТЕМ

Білозьоров В. Є., Мищенко О. С., olga_thebstfsh@mail.ru,
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

В багатьох нелінійних квадратичних системах диференціальних рівнянь хаотична поведінка викликана наявністю в цих системах дискретних процесів. Тому головною метою досліджень таких систем є побудова дискретних процесів, що відповідають за хаотичну поведінку.

Розглянемо тривимірну систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = ax(t) + b_{11}y^2(t) + b_{22}z^2(t) \\ \dot{y}(t) = a_{21}x(t) + by(t) + cz(t) + px(t)y(t) \\ \dot{z}(t) = a_{31}x(t) - cy(t) + bz(t) + px(t)z(t) \end{cases} \quad (1)$$

Побудуємо для системи (1) дискретну систему на основі відомої теореми Діксона – Перко, яка стверджує, що усі траєкторії квадратичної системи

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = a_{11}x(t) + a_{12}y(t) + y^2(t) \\ \dot{y}(t) = a_{21}x(t) + a_{22}y(t) - x(t)y(t) + c_{22}y^2(t) \end{cases} \quad (2)$$

обмежені для $t \geq 0$, якщо $a_{11} < 0, |c_{22}| < 2.$

Основний результат базується на аналізі двовимірної системи у полярних координатах, яка має вигляд

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = ax(t) + (s + d \cdot \sin(2\varphi + \alpha))\rho^2 \\ \dot{\rho}(t) = (a_{21}\cos\varphi + a_{31}\sin\varphi)x + b\rho + px\rho \\ \dot{\varphi}(t) = -c - q(\sin(\beta + \varphi))x/\rho \end{cases} \quad (3)$$

де, $q = \sqrt{a_{21}^2 + a_{31}^2}, \sin\beta = -a_{31}/\sqrt{a_{21}^2 + a_{31}^2}, \cos\beta = a_{21}/\sqrt{a_{21}^2 + a_{31}^2}.$

За допомогою методу варіаційних сталих можна отримати із системи (2) дискретне одновимірне відображення виду:

$$x_{k+1} = x_k \exp(\lambda - \alpha_0 x_k - \alpha_1 x_{k+1}), k = 0,1,2,....$$

Каскад біфуркацій неперервної тривимірної системи починається з біфуркації граничного циклу. Було показано, що при $q \in (1.7;1.75)$ $\lambda > 0, \alpha_0 > 0, \alpha_1 > 0$ динаміка процесу дискретного відображення є хаотичним.

Приклад.

Розглянемо систему:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = -2x(t) + 7y^2(t) + 13z^2(t) \\ \dot{y}(t) = qx(t) + 7y(t) + 10z(t) - 3x(t)y(t) \\ \dot{z}(t) = -10y(t) + 7z(t) - 3x(t)z(t) \end{cases} \quad (4)$$

Побудуємо процес Фейгенбаума для системи (4).

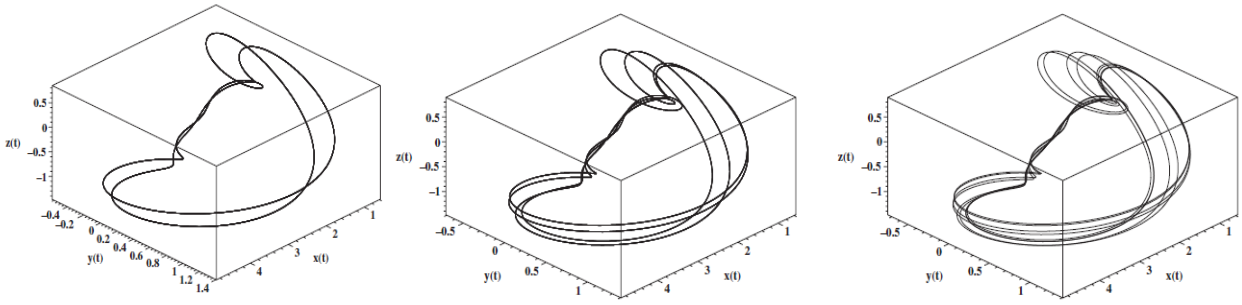


Рис. 1. Фазовий портрет при $q = 1.7$, $q = 1.71$, $q = 1.713$

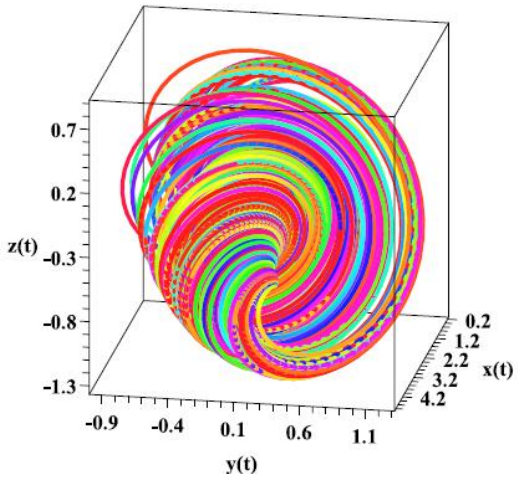


Рис. 2. Фазовий портрет системи при $q = 1.781$

Розглянутий метод дозволяє для відомої квадратичної тривимірної системи побудувати одновимірне хаотичне дискретне відображення.

Бібліографічні посилання

1. **Belozyorov, V. Ye**.. General method of construction of implicit discrete maps generating chaos in 3D quadratic systems differential equations //International Journal Bifurcation and Chaos, –2014. – Vol. 24. – 23 P.
2. **Dickson R. J., Perko L. M.**. Bounded Quadratic Systems in the Plane // Journal of Differential Equations. –1970. – Vol. 7, – P. 251-273.

ON LONGITUDINAL MULTIMARKER ANALYSIS FOR OVARIAN CANCER DIAGNOSIS

Blyuss O., Zaikin A.

Institute for Women's Health, University College London

Cancer of the ovary is the disease with one of the poorest prognosis among gynaecological cancers. Currently there are no clear screening programs for early diagnosis of this disease, and a five-year survival rate for all stages of ovarian cancer is 47%.

Two different techniques are now used for ovarian cancer detection, and both of them are based on using measurements of CA125, a biomarker most often associated with ovarian cancer. One of the available methods is to use a threshold for CA125 value, while another approach (Risk of Ovarian Cancer Algorithm) looks for a change point in serial measurements, taking into account all the time series for every patient. At the same time since it is known that only about 85% of women who develop ovarian cancer produce extra CA125, all techniques based on this biomarker have the following limitation: they cannot provide a sensitivity (percentage of detected cases among all women with ovarian cancer) of higher than 0.85 on average. Therefore, we suggest that in order to be able to improve the sensitivity of ovarian cancer detection algorithm, one needs to take into account a number of different biomarkers.

A new approach called MMD was developed and tested by us, which estimates average dynamics of a biomarker's change over time. This allows for simultaneous use of multiple biomarkers by just entering the values characterizing each time series together into the logistic regression. This approach looks promising from the practical point of view, and further investigations are going to be directed on its validation on a substantial existing dataset.

ПРИМЕНЕНИЕ r-АЛГОРИТМА ШОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПОЛЯ ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКОВ В ОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Блюсс О.Б., Коряшкина Л.С., Гранкина Н.А.
obsz@rambler.ru, koryashkinals@mail.ru, grankinanatalia@gmail.com
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Часто на практике возникают задачи оптимального размещения конечного числа объектов некоторой инфраструктуры (социальной, рыночной, инновационной), которые в совокупности создают территориальное «поле обслуживания» для «клиентов», находящихся в данном ареале. Размещаемыми объектами могут быть «пункты обслуживания», такие как склады, магазины, социальные службы, ремонтные мастерские и др., а задача размещения может состоять в том, чтобы максимально приблизить эти пункты к «клиентам».

Непрерывные задачи оптимального размещения возникают при математическом описании реальных процессов, в которых потребители (клиенты) почти непрерывно заполняют некоторую область. В таких задачах критерием качества часто выступает как можно большая однородность поля действия размещаемых источников.

Примером непрерывных задач размещения является, например, приведенная в [1] задача оптимального планирования лучевой терапии злокачественных новообразований, в которой требуется распределить заданное число источников облучения внутри (на) пораженной области так, чтобы дозовое поле (совокупный эффект действия источников) было как можно более однородным.

В данной работе представлена математическая модель задачи размещения источников облучения в (на) области, которая является модификацией модели, предложенной в [1], и учитывает так называемый «спрос» на дозовое поле (требуемый уровень поля действия) в каждой точке заданной области. Предполагается, что в заданной области существуют «центры поражения» – точки, в которых болезнь зарождается, ярко выражена и распространяется на

некоторую часть соседних клеток так, что чем дальше находится клетка от центра, тем меньше степень ее заражения.

Представим далее математическую формулировку задачи. Пусть Ω – ограниченное множество из пространства $E^n, n=1,2,3$; $\theta_i=\left(\theta_i^1,...,\theta_i^n\right)\in\Omega, i=\overline{1,\mathrm{M}}$, – «центры поражения», влияние каждого из которых в точке $x\in\Omega$ можно описать функцией:

$$\rho_i(\|x-\theta_i\|)=B_i exp(-\beta_i\|x-\theta_i\|^2), i=\overline{1,M}, \quad (1)$$

где B_i – степень поражения -го центра, β_i – параметр, показывающий насколько «сильна» способность i-го центра к разрастанию и распространению заражения на соседей , $\|\cdot\|$ – евклидова норма.

Тогда совокупная степень заражения $\mathrm{P}(\theta,x)$ в точке $x\in\Omega$ выражается формулой:

$$\mathrm{P}(\theta,x)=\sum_{i=1}^{M}\rho_i(\|x-\theta_i\|). \quad (2)$$

Пусть $\tau_i=\left(\tau_i^1,\tau_i^2,...,\tau_i^n\right)\in\Omega,\ i=\overline{1,N},$ источники, которые необходимо разместить. Влияние каждого источника на точку $x\in\Omega$ описывается функцией

$$d_i(r_i)=d_i(\|x-\tau_i\|),\ i=\overline{1,N}. \quad (3)$$

Совокупный эффект воздействия всех источников $\tau_i, i=\overline{1,N},$ в точке $x\in\Omega$ образует поле обслуживания $D(\tau,x)$, определяемое выражением:

$$D(\tau,x)=\sum_{i=1}^{N}d_i(\|x-\tau_i\|). \quad (4)$$

Будем считать, что чем больше степень поражения точки $x\in\Omega$, тем ближе к этой точке должны быть расположены источники воздействия на них, то есть тем большим должно быть дозовое поле в ее окрестности.

Действие всех источников на точку пораженной области Ω будем описывать следующим образом:

$$DP(\tau,x)=\frac{1}{\mathrm{P}(\theta,x)}\sum_{i=1}^{N}d_i(\|x-\tau_i\|). \quad (4)$$

Задача состоит в размещении в области Ω источников $\tau_i,\ i = \overline{1,N},$ так, чтобы максимизировать минимальный уровень поля действия $DP(\tau, x)$ в рассматриваемой области Ω, то есть:

$$\min_{x \in \Omega} DP(\tau, x) \to \max_{\tau \in \Omega^N}. \quad (5)$$

С учетом того, что целевая функция задачи (5) не является дифференцируемой на всей области Ω, для решения задачи предлагается применять метод обобщенного градиентного спуска с растяжением пространства в направлении разности двух последовательных значений градиента для решения задачи (5). Эффективность всех субградиентного методов существенным образом зависит от обусловленности оптимизируемой функции. Поэтому, чтобы увеличить скорость сходимости, можно попробовать осуществить преобразование координат (замену метрики) с целью улучшения обусловленности. Именно эта идея лежит в основе r-алгоритма, сочетающего принципы субградиентного методов и методов с переменной метрикой [2].

Анализ результатов вычислительных экспериментов позволил сделать следующий вывод: методы недифференцируемой оптимизации, по сравнению с приближенным алгоритмом Клеппера, адаптированным к приведенной выше модели, являются более «чувствительными» к наличию центров заражения в области и позволяют при одной и той же точности вычислений найти места расположения источников, обеспечивающие большее значение целевой функции.

Литература

1. **Клеппер Л.Я.** Оптимизация поля действия конечного числа источников в непрерывной среде // Экономика и математические методы. – 2009. – № 2. – С. 113-119.

2. **Шор Н.З.** Методы недифференцируемой оптимизации / Н.З. Шор. – К.: Наук. думка, 1979. – 200 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБКЕ С ЭЛАСТИЧНЫМИ СТЕНКАМИ

Бобров С.В., Тонкошкур И.С., tonkoshkuris@mail.ru
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

Математическое моделирование течений вязкой жидкости в трубах и каналах представляет значительный интерес, так как такие течения широко распространены в различных технологических, биологических и природных процессах.

В настоящей работе рассматривается задача о нестационарном течении жидкости в сосуде, представляющем собой трубку с эластичной стенкой. Для описания течения жидкости используется модель, основанная на законах сохранения массы и импульса. Задача решается в квазиодномерном приближении. В этом случае течение в сосуде описывается следующей системой нелинейных уравнений в частных производных:

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial us}{\partial x}=0, \qquad 0<x<L, \quad t>0,$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{u^2}{2}+\frac{p}{\rho}\right)=\frac{F}{\rho},$$

где L – длина сосуда, x – продольная координата, t – время, $S(x, t)$ – площадь поперечного сечения сосуда, $u(x, t)$ – скорость течения жидкости вдоль оси сосуда, $p(x,t)$ – давление, ρ – плотность жидкости, $F(x,t)$ – объемная плотность внешних сил.

Для замыкания системы дифференциальных уравнений, кроме соответствующих начальных и граничных условий, используется полуэмпирическая зависимость площади поперечного сечения от давления в потоке $S = S(p)$[1]. Для решения данной краевой задачи применяется конечно-разностный метод. Проведены расчеты течений жидкости при различных значениях физических параметров.

1. **Астраханцева Е.В.** Математическое моделирование гемодинамики крупных кровеносных сосудов / Е.В. Астраханцева, В.Ю. Гидаспов, Д.Л. Ревизников // Математическое моделирование, 2005, Т. 17, № 8, – С. 61-80.

FRACTAL GRAPHS, GRAPHS OF DIVISORS AND GRAPHS OF HANOI: RECOGNITION OF AN OPTIMAL HAMILTONIAN CICLE

Bobyl'ova Olena
Centre of information and the recovery of school years "MUSA" (Italy)

The theory of graph is a branch of mathematics that keep a very important place in scientific research. It found application in various fields of economics, sociology, biology, chemistry, physics, and so on. This can be explained by the fact that many natural processes and processes of real life can be represented and described more simple and transparent using the graph-theoretical models. As a result there is the problem of discovering new types of graphs and restudy already known for deepen their application in the construction of mathematical models. In this paper, the author demonstrates the close link between the graphs fractals, graphs of divisors and graphs of Hanoi, which have been studied separately in earlier work, proposes a polynomial algorithm for the recognition of optimale Hamiltonian cycle in the each type of graphs.

The graph of divisors is the graph $G_{div}=(V_{div},E_{div})$ in which the set of vertices V_{div} is formed by all divisors of given number $n \in N$, the set Ediv is the set of the edges that connect two divisors of the set V_{div} if those are in the relationship of divisibility [1]. The other type of graphs are graphs of Hanoi: the graphs that describe the classic game Tower of Hanoi. The set of vertices representes the possible moves of the player, the edges - the link between the movement of the discs. And at the end it's graphs fractal - graphs which have all characteristics of a fractal, are generated from a given graph or a set of graphs. The process of its construction similar to the construction of a fractal.

In this work the author shows that the fractal graphs studied in [2] are subgraphs of the graphs of divisors with the same set of vertices. The problem is announced thus: given the fractal graph G = (V, E), and $|V| = n^L$, where n - number of vertices of the graph from which was generated the graph G, L - the degree of the graph. We must build the set of natural numbers K, each element of which has n^L dividers. We construct the algorithm which for each element $k \in K$ number the vertices of the graph G, representing all its divisors and it is shown that the fractal graph can be the subgraph of different graphs of dividers.

In [1, 2] has been shown that both types of graphs (graphs fractal and graphs of dividers) are Hamiltonian. However, proposed algorithms of construction of a

Hamiltonian cycle provide that the edges don't have the weights. We consider that to each edge of the fractal graph G = (V, E) has been contributed a weight w (x, y) = x / y, where x, y∈V and are accidents among them. We propose a polynomial algorithm α of construction of a Hamiltonian cycle of minimal (maximum) length in the graph G. We have a given fractal graph G = (V, E) on each edge e∈E of which is contributed the weight w (e) = x / y> 0. The possible solution for recognition of a Hamiltonian cycle in G is any Hamiltonian cycle h=(V, $\bar{E}$), $\bar{E}$⊂E. H=H(G)={h} - set of all possible solutions. F(h)=$\sum_{e\in\bar{E}} w(e) \to min$ is the object function defined on the set of possible solutions. We need to find the optimal solution h_0∈H such that F(h_0)=$\min_{h\in H} F(h)$ (F(h_0)=$\max F(h)$).

The algorithm of construction of the Hamiltonian cycle in the graph of divisors using the codes Grey [1] was applied on graphs of divisors with weights. From the comparison of the results obtained from the application of both algorithms has been inferred, that the algorithm α is more effective.

By the time it was studied the classic game "Tower of Hanoi" with 3 pegs and 8 disks maximum. As the results obtained it has been shown that the representation of the game of Hanoi with 3 pegs is the "triangle of Serpinski" [1, 4], that is, using the terminology of graph,a graph fractal canonical generated by homogeneous 3-vertex graph [5], so it is a Hamiltonian graph. We continue to study the anctique game increasing not only the number of disks, but also the number of pegs starting from 4. As a result we got, that graphs that represent the famous game with these conditions are graphs of different fractal structure.

Bibliography

1 U. Cerutti "Graphs dividers, Hamiltonian cycles, Gray codes and the Tower of Hanoi". - Blog Matematico, -Torino, 2011. 30 p.

2. O.V. Bobylova "The Methods and Algorithms of Recognition of the Graphs on the Prefractal and their Application." The manuscript. Dnepropetrovsk, Dnepropetrovsk National University. 2005 – 19 p.

3. Andreas M. Hinz, Daniele Parisse - On the Planarity of Hanoi Graphs -Expositiones Mathematicae, 20, 2002, pp. 263-268.

4. Sandi Klavara, Uro Milutinovi, Ciril Petrb "Hanoi graphs and some classical numbers - Expositiones Mathematicae," 23, 2005, pp. 371 378.

5. O.V. Bobylova "The algorithm of recognition of the Prefractal Graphs" Problems of applied mathematics and mathematical modeling. Dnepropetrovsk. National University of Dnepropetrovsk. 2003. - P.9 -15

ПРО КОМП'ЮТЕРНУ ПРОГРАМУ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЗАДАЧІ ВИБОРУ СКЛАДУ ДОМЕННОЇ ШИХТИ

[1]Бойко Л.Т., [2]Тогобицька Д.М., [2]Белькова А.І., [1]Промишлянська В.М.
[1]Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
[2]Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова НАН України

Для виплавки чавуну потрібної якості дуже важливо подати в доменну піч такий склад та маси шихтових матеріалів, щоб забезпечити потрібні фізико-хімічні властивості шлакового розплаву. Задача контролю та вибору такого складу доменної шихти, який би забезпечував якісний шлаковий режим, є особливо актуальною.

Дослідження, проведені в Інституті чорної металургії НАН України, дозволили встановити закономірності та розробити відповідні алгоритми, які надають можливість за відомим складом шихти прогнозувати склад та властивості продуктів плавки. Основними параметрами прогнозних моделей є: Δe – фізико-хімічний еквівалент шлаку, ρ – показник стехіометрії шлаку [1]. Знаючи склад та маси шихтових матеріалів можна обчислити Δe та ρ, тобто розв'язати пряму задачу. Однак технологів цікавить обернена задача: визначити можливий масовий склад шихти по заданих значеннях Δe та ρ. Був розроблений алгоритм розв'язування цієї оберненої задачі [2].

Використання математичних методів разом із можливостями сучасних комп'ютерних технологій дозволило створити програмний продукт, який надає можливість розв'язувати як пряму, так і обернену задачі. Програма містить в собі три таких модулі: «Прогноз», «Діагностика» та «Оптимізація».

Програмний модуль «Прогноз» дозволяє спрогнозувати масу та хімічний склад чавуну та шлаку за поданими параметрами шихти, тобто розв'язує пряму задачу.

Програмний модуль «Діагностика» аналізує сукупність розрахованих параметрів; подає інформацію про ключові властивості чавуну та шлаку у зручній візуальній формі; формує оцінку ситуації, що склалася на доменній печі, та надає рекомендації щодо необхідних заходів впливу.

Якщо потрібно, то технолог може скористатися програмним модулем «Оптимізація», який розв’язує обернену задачу. В цьому модулі уточнюються, корегуються параметри шихти таким чином, щоб забезпечити необхідну якість продуктів плавки.

Всі програмні модулі поєднані у зручному інтуїтивно зрозумілому інтерфейсі, що дозволяє користувачеві швидко переміщуватися між програмними модулями. Програма написана мовою програмування Visual C# з використанням програмного середовища Microsoft Visual Studio 2012.

Програма тестувалася на реальному прикладі [2]. В якості вхідних даних використано завантаження доменної печі № 9 металургійного комбінату «Криворіжсталь».

Розроблений програмний продукт може бути використаним в якості радника для технологів, які за рекомендаціями цієї програми зможуть швидко прийняти необхідні практичні рішення щодо потрібних змін в процесі виплавки чавуну.

Бібліографічні посилання

1. Алгоритмические и программные средства системы контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки / Д. Н. Тогобицкая, А. И. Белькова, А. Ю. Гринько, Д. А. Степаненко // Системные технологии. Региональный сб. науч. тр. – Д., 2013. – Вып. 3(86). – С. 9-14.
2. Програмна система підтримки прийняття рішень в задачі вибору складу доменної шихти, який забезпечує раціональний шлаковий режим / Л.Т. Бойко, Д.М. Тогобицька, А.І. Белькова, В.М. Промишлянська // Питання прикладної математики і математичного моделювання: зб. наук. пр. ДНУ. – Д.: Вид-во «Ліра», 2014. – С. 49-54.

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ЗМІСТОМ

Бохан Є., eugeniabokhan@gmail.com, **Білобородько О.І.,** oxanab@ukr.net,
Бохан Н.С., bohan@i.ua
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Задача пошуку зображень має достатньо широку область застосування: від пошуку в мережі Інтернет до каталогізації масивів зображень за різною тематикою з метою їх впорядкування та контролю. Широко відомі два напрями пошуку зображень: через зміст (за кольором, формою об'єктів, текстурою та ін.) та за метаданими (ключовими словами, текстовим описом). Метод пошуку за метаданими достатньо легкий та ефективний, проте має ряд недоліків. Він передбачає виконання людиною опису кожного зображення з бази даних зображень, обсяг якої може бути значним. Такий метод також може спричинити збільшення проценту помилок пошуку та вірогідність не знайти необхідне зображення через багатозначність та синонімічні розбіжності. Тому будемо здійснювати пошук за змістовим критерієм.

Важливим є розробка оптимального за схожістю результатів та часом роботи алгоритму пошуку. За критерій схожості обрано зображення одного і того самого об'єкта та зображення з одного класу сцен. За основні методи опису змісту зображення для порівняння візьмемо колір та текстуру. Будемо шукати оптимальний алгоритм як комбінацію двох алгоритмів для різних характеристик.

Першим алгоритмом є перцептивний хеш-алгоритм, завдяки якому можна знаходити зображення з одного класу сцен. Його ідея полягає в тому, щоб на основі зображення обчислювати індивідуальний, але не унікальний хеш для подальшого порівняння зображень. Якщо хеші двох зображень відрізняються, тоді зображення різні. У разі якщо хеші збігаються, то і зображення, швидше за все, однакові. Оскільки існує ймовірність колізій, то однакові хеші не гарантують збігу даних.

Для швидкого подальшого порівняння з базою зображень попередньо застосовується алгоритм створення хешів для кожного зображення. Кожен хеш будується на основі масштабованого до єдиного розміру зображення

(32 × 32px). Далі відкидається колірна інформація та знаходиться середнє для усіх кольорів значення. Після цього шляхом порівняння кольору окремих пікселів з середнім значенням будується бінарний вектор.

Слід зазначити, що Хеш не змінюється при масштабуванні зображення. Зміна яскравості або контрасту, або навіть маніпуляції з кольорами теж сильно не вплине на результат. За метрику для визначення схожості двох хешів використовується відстань Хеммінга.

Для врахування другої ознаки (кольору) обрано метод когерентних кольорових векторів, який є вдосконаленням методу гістограм. Особливість методу гістограм у тому, що він надає єдину загальну оцінку по кожному кольору для одного зображення. У запропонованому методі оцінка пов'язана з областями кольорів та їх розмірами. Когерентність визначається як міра приналежності пікселів заданого кольору до досить великої області заданого кольору. Для кожного пікселя необхідно визначити до якої області він належить: когерентної чи некогерентної.

Для розрахунку вектору когерентних кольорів зображення масштабується до деякого стандартного розміру, усереднюється шляхом нанесення гауссового шуму та зменшується кількість кольорів. Далі, шляхом об'єднання в так звані «кошики», класифікуються окремі області зображення, що мають загальний колір. Якщо у пікселя в будь-якому з восьми напрямків є піксель того ж кольору, то вони об'єднуються в загальну групу і позначаються загальною числової міткою. Задаємо мінімальну довжину кошика, що містить когерентну область, та для кожного кольору визначаємо кількість пікселів з когерентних (α_i) і некогерентних (β_i) кошиків.

Для заданого зображення вектор значень когерентних кольорів має вигляд: $\{C_i(\alpha_i,\beta_i)\}$, де C_i – колір пікселів; α_i, β_i – кількість відповідно когерентних і некогерентних пікселів. Відстань між двома зображеннями для методу когерентних колірних векторів обчислюється за формулою:

$$\Delta_G = \sum_{j=1}^{n} \left| \left(\alpha_j^1 - \alpha_j^2\right) + \left(\beta_j^1 - \beta_j^2\right) \right|.$$

У результаті отримано комбінований алгоритм, що враховує різні ознаки зображення. В якості базових обрано алгоритми, що вирішують проблему компактного зберігання інформації про велику кількість даних та швидкого пошуку.

ЩЕ РАЗ ПРО ГІПОТЕЗУ ЧОТИРЬОХ КОЛЬОРІВ

Бурдюк В. Я., burdyuk.volodya@yandex.ua

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Взявши основну ідею із [1], будуємо компактне доведення. Отже, нехай S_Δ – це система розташованих на площині попарно неоднакових опуклих трикутників Δ таких, що неоднакові трикутники Δ_1 і Δ_2 із системи S_Δ не мають спільної точки, яка є внутрішньою і в Δ_1, і в Δ_2. Тоді говоримо, що система S_Δ утворює *плоский* граф P_Δ, вершини і ребра якого – це вершини і сторони всіх трикутників із системи S_Δ. Ми називаємо *тілом* плоского графа P_Δ множину всіх точок із трикутників системи S_Δ. Із плоского графа P_Δ отримуємо довільний *плоский граф* G шляхом вилучення із P_Δ деяких ребер і, можливо, деяких вершин. *Правильним пофарбуванням* вершин графа G називають надання його вершинам "кольорів" за правилом: одна вершина – один колір, але вершини, що утворюють ребро, повинні мати неоднакові кольори. *Хроматичним числом* графа G називають мінімальну кількість $\chi(G)$ кольорів для правильного пофарбування його вершин.

Потрібно довести або спростувати твердження: $\chi(G)$ $\mathbb{C}$ 4 для кожного плоского графа G.

Нам знадобиться *тріангуляція* T_Δ – зв'язний плоский граф P_Δ; *опукла тріангуляція* повинна мати опукле тіло; *зіркова тріангуляція* $^*T_\Delta$ є опуклою, має 4 вершини або більше, і будується так: починаємо із довільного опуклого трикутника Δ_1; для кожного збудованого трикутника Δ_n, де $n \ll 1, 2, \ldots$, будуємо три трикутники Δ_{n+1}, а саме, у трикутнику Δ_n довільну його внутрішню точку з'єднуємо відрізками з трьома його ж вершинами, отримуючи три трикутники Δ_{n+1}, тож кількість трикутників Δ_{n+1} дорівнює 3^n, а їх система S_Δ, налічуючи 3^n трикутників для $n \ll 1, 2, \ldots$, є зірковою тріангуляцією $^*T_\Delta$ за побудовою, і коли n – майже нескінченне, то $^*T_\Delta^\infty$ – відповідна зіркова тріангуляція – також має майже нескінченну кількість трикутників Δ. Нехай T_Δ^∞ – довільна тріангуляція з майже нескінченною кількістю трикутників Δ.

Теорема 1. Для всіх зіркових тріангуляцій $^*T_\Delta$, а отже, і для всіх $^*T_\Delta^\infty$, виконується $\chi(^*T_\Delta) \ll 4$.

Доведення. Щоб правильно пофарбувати вершини трикутника Δ_1, достатньо використати три кольори, скажімо, p, q та r, тож внутрішня точка

трикутника Δ_1, яку обрано для побудови трикутників Δ_2, потребує кольору s, який відрізняється від кольорів p, q, r. Але тепер вершини кожного із трикутників Δ_2 пофарбовано трьома кольорами із множини {p, q, r, s}, а тому для пофарбування внутрішньої точки трикутника Δ_2, яку обрано для побудови трикутників Δ_3, маємо "вільний" колір серед кольорів множини {p, q, r, s}, і так далі. Таким чином, маємо $\chi(*T_\Delta) \ll 4$ для кожної зіркової Ітріангуляції $*T_\Delta$, у тому числі і для $*T_\Delta^\infty$. ⇄

Ця теорема дає нам підставу для формулювання **аксіоми А**: $\chi(T_\Delta^\infty) \le 4$.

Дійсно, за теоремою 1 маємо $\chi(*T_\Delta^\infty) \ll 4$, причому у доведенні не використовується поняття майже нескінченної за кількістю трикутників Δ зіркової тріангуляції $*T_\Delta^\infty$; але довести твердження **А**, виходячи лише з аксіом для площини, не можливо, адже в цих аксіомах не зафіксовано поняття майже нескінченної множини. З іншого боку, наявність аксіоми **А** веде нас до успіху в боротьбі з *гіпотезою чотирьох кольорів*.

Теорема 2. Для кожного плоского графа G виконується $\chi(G) \le 4$.

Доведення. Достатньо довести, що для кожного зв'язного плоского графа G виконується $\chi(G) \le 4$. Але ж зв'язний плоский граф G отримують із зв'язного плоского графа P_Δ, тобто із тріангуляції T_Δ, шляхом вилучення із T_Δ деяких ребер і, можливо, деяких вершин. Згадане вилучення із T_Δ не може збільшити $\chi(G)$ у порівнянні з $\chi(T_\Delta)$, тож $\chi(G) \le \chi(T_\Delta)$. Перетворимо тріангуляцію T_Δ у тріангуляцію T_Δ^∞, взявши майже нескінченне число *n* та довільний трикутник із T_Δ в якості трикутника Δ_1 у процесі побудови на трикутнику Δ_1 зірковою тріангуляції $*T_\Delta$ з кількістю 3^n трикутників. Зрозуміло, що $\chi(T_\Delta) \le \chi(T_\Delta^\infty)$. За аксіомою **А** маємо $\chi(T_\Delta^\infty) \le 4$, а тому $\chi(G) \le \chi(T_\Delta) \le \chi(T_\Delta^\infty) \le 4$. ⇄

Бібліографічні посилання

1. **Бурдюк В. Я.** Гіпотеза чотирьох кольорів та майже нескінченні множини + переклад цієї роботи російською мовою / **В. Я. Бурдюк**, **І. В. Бурдюк** // Доповнення у книзі **Бурдюк В. Я.** Абстрактні множини (системний аналіз): монографія. Д.: "Ліра". 2012. – С. 137 – 150.

МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ІНТЕРНЕТ МАГАЗИН» ЗА ДОПОМОГОЮ ДІАГРАМ МОВИ UML

Васильєва Є.М., Бердник М.Г.

MGB2006@ukr.net

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

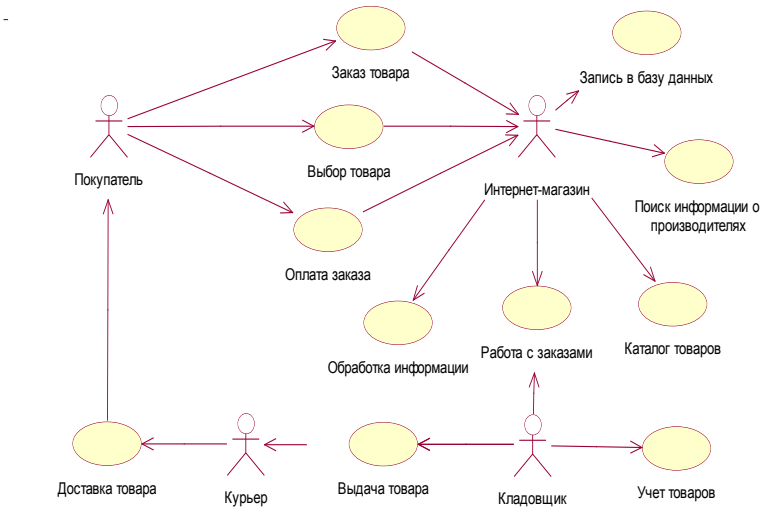
В наш час, коли об'єми інформації постійно збільшуються, а інформаційні системи ускладнюються, існує нагальна потреба моделювання структури і процесу функціонування програмних систем, до початку написання відповідного коду, щоб зменшити втрату часу та зусиль. Тому неодмінною умовою успішного створення проекту стає побудова попередньої моделі програмної системи.

Основна вимога до моделі програмної системи - вона повинна бути зрозуміла замовникові і усім фахівцям проектної групи. Ці завдання вирішуються за допомогою мови UML.

Система інтернет-магазину відноситься до інформаційно-пошукових – це автоматизована система, яка передбачає участь у процесі обробки інформації і людини, і технічних засобів. Призначена для опрацювання та зберігання різних типів даних, це фактографічна система.

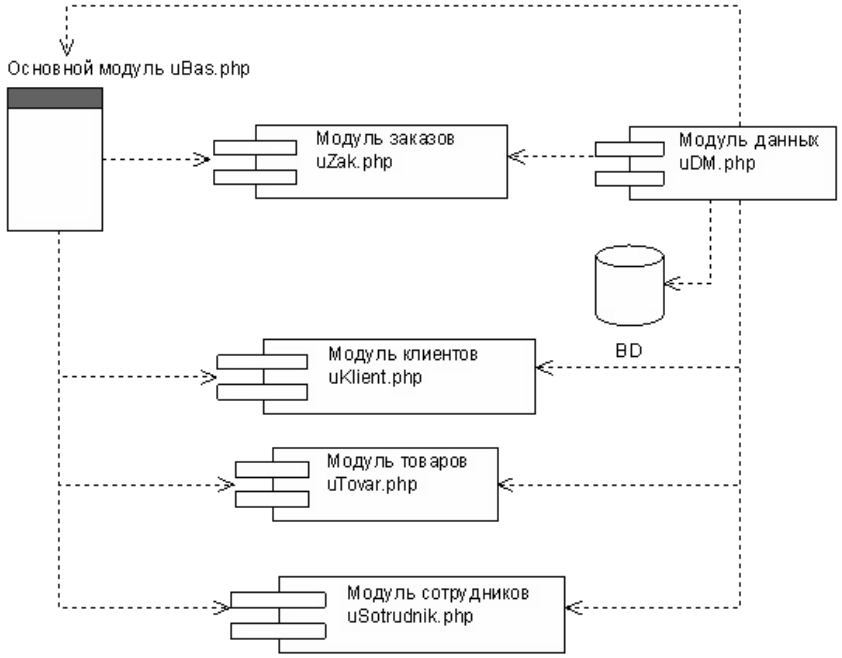
Інтегрована система інтернет-магазину використовується для автоматизації всіх функцій фірми, охоплює весь цикл робіт від планування діяльності до збуту продукції. Вона включає в себе ряд модулів (підсистем), що працюють в єдиному інформаційному просторі і виконують функції підтримки відповідних напрямів діяльності.

Моделювання процесів, як правило, виконується за допомогою Case-засобів. До таких засобів відносяться Rational Rose (Rational Software), StarUML (PLATINUM technology), Silverrun (Silverrun technology), Oracle Designer (Oracle), StarUML, BPWin, ERWin, ARIS та ін.



На основі розробленої діаграми прецедентів за допомогую Rational Rose були також побудовані Діаграма діяльності, Діаграма послідовності, Діаграма кооперації, Діаграма класів, Діаграма компонентів, Діаграма впровадження.

Побудована також діаграма компонентів наглядно показує структуру побудови інтернет магазину :



Діаграма компонент відображає залежності між компонентами програмного забезпечення, включаючи компоненти вихідних кодів, бінарні компоненти, та компоненти, що можуть виконуватись. Модуль програмного забезпечення може бути представлено в якості компоненти. Деякі компоненти існують під час компіляції, деякі — під час компонування, а деякі під час роботи програми. Діаграма компонент візуально показує програмні модулі, які необхідно створити розробнику.

Результатом проведених досліджень є побудована модель інформаційної системи «інтернет магазин», яка ілюструє можливості динамічного моделювання програмного забезпечення засобами мови UML.

Оскільки, інтернет-продажі зростають з кожним днем, можна зробити висновок, що інтернет-торгівля розвивається і буде розвиватися. Це дуже перспективний напрямок, як для бізнесу, так і для розробників програмного забезпечення.

Тому створення інтернет-магазину в наші дні вигідно і перспективно. Якщо все продумано до дрібниць, інтернет магазин в процесі роботи буде приносити прибуток. Для цього потрібно приділити велику увагу розробці інформаційної системи, побудувати і вибрати найбільш ефективну модель, в вирішенні цих питань допоможуть побудовані діаграми мови UML.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ НЕКОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ

Верес Н.І., Романиченко Г.В. natalyoukai@gmail.com,
Запорізький національний технічний університет

Велика частина проблем розвитку третього сектору економіки витікає з недостатньої довіри до громадських організацій, яка є наслідком невміння презентувати свою діяльність некомерційними організаціями. Отже першочерговим завданням для такої організації є розробка та впровадження системи оцінювання ефективності. Одним з найвідоміших підходів оцінки ефективності є збалансована система показників (BSC – balancedscorecard). В організації BEST (Board of European Students of Technologies) питання оцінки ефективності постало у 2009 році під час робочої зустрічі на тему якісної передачі знань в організації. На міжнародному рівні робоча група обрала систему EERL(Enterprise Engineering Research Lab), яку було розроблено університетом Virginia Tech [1]. Наповненням кроків цієї системи на локальному рівні має займатися кожен осередок самостійно. Робочою групою осередку BEST Запорізького національного технічного університету було розроблено систему показників для оцінювання ефективності роботи своєї організації. На першому кроці було визначено ключові характеристики системи. Другий крок: проаналізовано організацію та її оточення. Організація має дві головні особливості – велика плинність (в середньому студенти були активні на міжнародному рівні 2 роки), та важкість підтримки внутрішнього сайту організації, який зберігає багато баз даних. Третій крок - це визначення ключових сфер діяльності (KPA – KeyPerformanceAreas: а) управління сервісами, а саме відповідність потребам студентів та надання їм необхідних послуг; б) укріплення бренду, а саме впровадження PR стратегії та чітке позиціонування для зацікавлених осіб, проведення масових заходів, встановлення фокусу на міжнародних студентах ЗНТУ; в) підвищення кількості членів організації; г) підвищення ефективності прийняття рішень; д)

підвищення ефективності управлянні знаннями; е) визнання зі сторони університету; є) корпоративні відносини, а саме підвищення прибутків, залучення більшої кількості партнерів, підвищення задоволеності партнерів. Четвертий крок: для кожної ключової сфери діяльності виділяються ключові коефіцієнти або показники. Цей крок також включає етап моніторингу діяльності. Було розраховано ефективність головного проекту організації – «Міжнародного академічного курсу BEST». Ефект отримано по оцінках учасників проекту, що ставляться по його завершенню. Оцінюють рівень інформації доступної перед, підчас та після події, комунікацію з учасниками та організаторами, розклад заходу, культурну програму, академічну частину, чистий показник тих, хто буде рекомендувати захід. За допомогою методу середньозважених оцінок було розраховано зведений показник задоволеності учасників проектом, тобто продукт некомерційної організації. Серед ресурсів, що були витрачені слід враховувати всі матеріальні витрати, а також роботу команди над проектом, яку також слід оцінити у грошовому виразі за допомогою, наприклад, мінімальної почасової ставки в Україні. Тоді показник ефективності проекту - це відношення результат, що є відсотком задоволеності споживачів послуги (учасників проекту), на ресурси, що виражені у відсотковій зміні. Дослідження показали, що головними чинниками, що впливають на розвиток осередку є кількість проведених заходів, кількість залучених партнерів, кількість активних членів, визнання зі сторони університету та мотиваційний фон.

Бібліографічні посилання

1. Jouret C. Design and Implementation of a performancemeasurement system in BEST [Електроннийресурс] // Christophe Jouret / Faculteit Ingenieurswetenschappen – 2010. – 131 p – Режимдоступу: http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/418/659/RUG01-001418659_2010_0001_AC.pdf

ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ СТАНУ ЗБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Висторопський С.О., Полонська А.Є.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

З другої половини XX сторіччя особливе місце займають проблеми радіоекології, розв‘язок яких безпосередньо пов‘язаний із радіаційною безпекою людини. Такі проблеми можливо вирішити за допомогою радіоекологічного моніторингу: визначення місткості природних та штучних радіонуклідів в екосфері, джерел і шляхів міграції (переносу) радіонуклідів, їх кількісних параметрів та динаміки зміни в часі [1].

Серед таких джерел можуть бути природні радіоактивні аномалії, а також техногенно збільшений фон в районах розташування промислових об‘єктів з добування та переробки мінеральних речовин, в результаті ядерних випробувань та роботи підприємств ядерно-паливного циклу, в тому числі атомних електростанцій в нормальному стані та під час непередбачуваних ситуацій або аварій.

Розвиток сучасних інформаційних технологій передбачає використання географічні інформаційні системи(ГІС), що є потужнім інструментом, який застосовують для: збору, збереження, обробку, відображення даних. Також використовується для вирішення наукових та прикладних задач, аналізу, оцінки, прогнозу і керування навколишнім середовищем. Для опису процесів поширення шкідливих речовин використовуються математичні моделі різної складності. При використанні навіть самих спрощених моделей аналітичне рішення задач можливо лише в рідких випадках.

Статистичні моделі, створені на основі застосування статистичних методів до результатів спостережень. Слід зазначити, що розробка моделей даного класу поки орієнтована, в основному, на прогноз рівня забруднення атмосфери від стаціонарних джерел викиду (наприклад, типу димар).

Аналітичні моделі. Даний клас моделей інтенсивно розвивається вже більш 70 років для рішення прогнозних задач про забруднення атмосфери промисловими викидами. Значна кількість робіт у цьому напрямку засновано на застосуванні аналітичного рішення рівняння турбулентної дифузії, моделі Гауса, а також їхніх різних варіантів.

Чисельне моделювання. Моделі і методи даного класу становлять собою могутній інструмент рішення складних задач прогнозу якості атмосфери. Застосування чисельних моделей для рішення інженерних задач одержало назву обчислювального експерименту. У рамках даного напрямку найбільше часто застосовують метод кінцевих елементів і метод кінцевих різниць.

Література

1. 1. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 149 с.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАОЩАДЖЕНЬ У ЦІННИХ ПАПЕРАХ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ

Вітер М.Е., Бердник М.Г.

MGB2006@ukr.net

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

В умовах ринкової економіки важливу роль у фінансовій діяльності відіграють цінні папери. З їх використанням вирішуються питання щодо залучення коштів для фінансування проектів, підприємств; забезпечення обігу ресурсів; здійснення контролю за формуванням та впровадженням господарських проектів; управління ефективністю використання активів та ін. Проведення операцій з цінними паперами надає додаткові можливості суб'єктам в управлінні фінансовими активами. Тож питання дослідження накопичень доходів громадян України у цінних паперах э актуальним і доцільним.

Використовуючи відоме стохастичне параболічне рівняння грошових накопичень [1] для функції накопичення сімей заощаджень у цінних паперах населення України$\mathrm{u(x,t)}$ $u(x,t)$, а також значення функції щільності розподілу

накопичення заощаджень у цінних паперах населення України в початковий момент часу$\varphi(x)$, була сформульована задача Коші для диференційного рівняння з частинними похідними заощаджень у цінних паперах населення України від часу:

$$\frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \mathrm{t}} + \mathrm{F(x,t)} \cdot \frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \mathrm{x}} = 0 \qquad (1)$$

$$\mathrm{u(x,0)} = \varphi(\mathrm{x} \qquad (2)$$

де $F(x,t)\mathrm{F(x,t)}$ — швидкість грошових накопичень у цінних паперах; x — загальна сума грошей; t — час; $\varphi(\mathrm{x})$ — функція щільності розподілу по

накопиченням заощаджень у цінних паперах населення України в початковий момент.

Згідно даних з сайту Державного комітету статистики [2], було побудовано регресійну модель залежності заощаджень у цінних паперах населення України від часу $F(x,t)$.$F(x,t)$ знаходиться за допомогою функції $z(x,t)$ (функціональна залежність грошових накопичень заощаджень у цінних паперах населення України від часу і грошей). Так як $F(x,t)$ - відповідає за швидкість накопичень, то $F(x,t) = \frac{\partial z(x,t)}{\partial t}$. Отримана квадратичну регресійну модель у вигляді:

$$z(t) = -33086.9 + 37943.77758338 \cdot x - 4891.97086247 \cdot x^2 + 202.02428127 \quad (3)$$

Для побудови функції щільності заощаджень у цінних паперах населення України в початковий момент часу $u(x,0)$ використовувались статистичні дані з[2]. $u(x,0)$ знаходиться за допомогою функції $y(x)$ (функціональна залежність кількості цінних паперах від грошей).

Використовуючи стохастичне рівняння грошових накопичень (1) при відомих тренду для функції накопичення цінних паперах (3) та функції розподілу накопичення цінних паперів в початковий момент часу (2), була сформульована задача Коші для диференційного рівняння першого порядку з частинними похідними. Був одержаний її аналітичний розв'язок, який дозволив знайти щільність розподілу цінних паперах населення в залежності від часу та суми грошей.

Література та джерела:

1. Ерофеенко В Т., Козловская И.С. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике. М.: Едиториал УРСС, 2004. 248с.
2. www.ukrstat.gov.ua

ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR CALCULATING OPTIMAL CONTROL OVER PARAMETERS OF BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR INHOMOGENEOUS BIHARMONIC EQUATION

Voloshko L.V., lyubov@voloshko.com,
Voloshko V. L., viktorvoloshko@rambler.ru,
Dnipropetrovsk National University Oles Honchar

Mathematical model construction of complicate physical phenomenon often leads to the setting and solving problems of parameters optimal control in differential equations in partial derivatives. Chosen equation with boundary and initial conditions is usually mathematical model based on the object, which is under analysis. Optimal control of right-hand side function in non-linear problem for inhomogeneous biharmonic equation in irregular shape region has been investigated. It can be presented as follows.

$$\nabla^2\nabla^2 w \equiv \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = f(x,y), \quad (x,y) \in \Omega, \tag{1}$$

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

$$I(f(\cdot,\cdot)) = \iint_{\Omega} (w(x,y;f(x,y)) - w^*(x,y))^2 \, dxdy \to \min_{f(x,y)\in C^2(\overline{\Omega})} \tag{3}$$

where $w(x,y) \in C^4(\overline{\Omega})$ is solution of linear problem (1) – (2) in a simply-connected two-dimensional region $\Omega \in R^2$, of irregular configuration, bounded with a smooth closed contour Γ; $\varphi(x,y)$, $\psi(x,y) \in L^2(\Gamma)$ are right-hand side functions of boundary conditions; *n* is the outward normal to Γ at (x,y); $w^*(x,y)$ is given function and $f(x,y) \in \overline{B} \subset C^2(\overline{\Omega})$ is unknown one.

The solution of the problem (1) – (2) was found [1] as

$$w(x,y) = \frac{1}{8\pi}\iint_{\Omega} r^2 \ln r \cdot f(\tilde{x},\tilde{y}) d\Omega(\tilde{x},\tilde{y}) + \int_{\Gamma} \Big(\big(K^1(x,y;\xi,\eta),\ K^2(x,y;\xi,\eta)\big) \times$$
$$\times \left(\int_{\Gamma} \tilde{K}^{-1}(\xi,\eta;\tilde{\xi},\tilde{\eta}) \cdot \begin{pmatrix} \varphi(\tilde{\xi},\tilde{\eta}) - w_1(\tilde{\xi},\tilde{\eta}) \\ \psi(\tilde{\xi},\tilde{\eta}) - \dfrac{dw_1}{dn}(\tilde{\xi},\tilde{\eta}) \end{pmatrix} d\Gamma(\tilde{\xi},\tilde{\eta}) \right) \Big) d\Gamma(\xi,\eta), \qquad (x,y) \in \Omega. \tag{4}$$

where $w_1(\tilde{\xi},\tilde{\eta})$ is the fundamental solution of homogeneous biharmonic equation, $K^1(x,y;\xi,\eta)$, $K^2(x,y;\xi,\eta)$ are the kernels of biharmonic potentials.

Computing results for solution problem (1) − (2) showed high accuracy level. That is why we can use it for solution of much more complicated problems, which require construction of iteration process. And linear problem will be solved on every iteration of this process. It is based on gradient method with fractional steps. To exploit this method Frechet derivative for quality functional (3) was found

$$\frac{\partial I(f)}{\partial f}=\frac{1}{4\pi}\iint_{\Omega}\Bigg[\Big(w(x,y)-w_{fixed}(x,y)\Big)\cdot\Bigg(\iint_{\Omega}K^1(x,y;\tilde{x},\tilde{y})d\Omega(\tilde{x},\tilde{y})-$$

$$-\int_{\Gamma}\Big(K^1(x,y;\xi,\eta),\,K^2(x,y;\xi,\eta)\Big)\times$$

$$\times\int_{\Gamma}\tilde{K}^{-1}(\xi,\eta;\tilde{\xi},\tilde{\eta})\cdot\begin{pmatrix}\iint_{\Omega}K^1(\tilde{\xi},\tilde{\eta};\tilde{x},\tilde{y})d\Omega(\tilde{x},\tilde{y})\\ \iint_{\Omega}K^3(\tilde{\xi},\tilde{\eta};\tilde{x},\tilde{y})d\Omega(\tilde{x},\tilde{y})\end{pmatrix}d\Gamma(\tilde{\xi},\tilde{\eta})d\Gamma(\xi,\eta)\Bigg)\Bigg]dxdy.$$

Algorithm runs as follows: initial step is chosen, region is covered by grid; Frechet derivative is calculated and the step in antigradient direction for every point of this grid is done; reduction monotony condition of functional values is checked on every iteration; if this condition is violated then algorithm step should be bisected. Thus minimizing sequence has been built. Every element of this sequence is formed with the help of linear problem solution.

Corresponding calculation results for boundary conditions optimization in appropriate problem allow us to come to conclusion about effectiveness of given approach. Software implementation indicates the application possibility of this method in constructing algorithms for right-hand side function control for elliptic type equation.

1. Волощко Л. В. Розв’язок крайової задачі для неоднорідного бігармонічного рівняння і постановка зворотної коефіцієнтної задачі.// «Питання прикладної математики і математичного моделювання», Видавництво ДНУ, 2012р., С. 65 – 71.;

EXTENSION OF ALGEBRAIC STRUCTURE OF LOGARITHMIC TYPE FOR APPLICATION IN IMAGE PROCESSING

Vorobel R., roman.vorobel@gmail.com

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

Introduction. Image processing is connected with psychophysical properties of human vision. Therefore useful is using of different algorithms of logarithmic type for algebraic structures. Herewith at first were being used algebraic structures with addition operation for $u, v \in [0,\ M]$, where $M > 0$, be the expression [1]

$$u \oplus v = u + v - \frac{u \cdot v}{M}$$

and operation of multiplication by a scalar

$$\alpha \otimes u = M - M(1 - \frac{u}{M})^{\alpha}.$$

But these approaches take into account differently perceptions of light and dark areas of the picture. Therefore, in [2] have been developed methods that eliminate these drawbacks. In particular, a basic model of the logarithmic image processing have been built in [2]. She demanded algorithms implementation with using these operations of addition $\forall u, v \in E,\ E = (-M, M),\ M > 0$:

$$u \langle + \rangle v = sign\,(u + v) \cdot M \cdot \left(1 - \left((1 - \frac{|u|}{M})^{\ sign(u)} \cdot (1 - \frac{|v|}{M})^{\ sign(v)} \right)^{\ sign(u+v)} \right)$$

and multiplication by a scalar $\alpha \in R$ and an arbitrary $u \in E$

$$\alpha \langle \times \rangle u = sign\,(\alpha \cdot u) \cdot M \cdot (1 - (1 - \frac{|u|}{M})^{|\alpha|}).$$

However, use of such algebraic operations gives desired results only if the average value of gray levels of the image is near or equal to half of the range of gray levels it's pixels'. The purpose of this work is development of such algebraic structure that would ensure efficient processing of images with an arbitrary value of the average gray elements of the entire image. This structure was called the extended algebraic structure.

Extension algebraic structure. Developing methods for constructing algebraic structures described in [2], we obtained the following expression for the implementation of operations $u\langle\tilde{+}\rangle v$ addition: $\forall u, v \in K$, $K=(-1,1)$, $-1<a<1$,

$$S(\tilde{u},\tilde{v}) = sign\,(\tilde{u}+\tilde{v})\cdot\left(1-\left((1-|\tilde{u}|)^{\,sign(\tilde{u})}\cdot(1-|\tilde{v}|)^{\,sign(\tilde{v})}\right)^{sign(\tilde{u}+\tilde{v})}\right),$$

if $a\le u\le 1$, $a\le v\le 1$:

$$u\langle\tilde{+}\rangle v = a+(1-a)\cdot S(\tilde{u},\tilde{v}),\ \text{where}\ \tilde{u}=(u-a)/(1-a),\ \tilde{v}=(v-a)/(1-a);$$

if $0\le u\le a$, $0\le v\le a$:

$$u\langle\tilde{+}\rangle v = a-(1+a)\cdot S(\tilde{u},\tilde{v}),\ \text{where}\ \tilde{u}=(a-u)/(1+a),\ \tilde{v}=(a-v)/(1+a);$$

if $0\le u\le a$, $a\le v\le 1$: $u\langle\tilde{+}\rangle v = a+(1-a\cdot sign(\tilde{u}+\tilde{v}))\cdot S(\tilde{u},\tilde{v})$, where

$$\tilde{u}=(u-a)/(1-a),\ \tilde{v}=(1+v)/(1+a)-1;$$

if $a\le u\le 1$, $0\le v\le a$:

$u\langle\tilde{+}\rangle v = a+(1-a\cdot sign(\tilde{u}+\tilde{v}))\cdot S(\tilde{u},\tilde{v})$, where

$$\tilde{u}=(u-a)/(1-a),\ \tilde{v}=(v-a)/(1-a).$$

For multiplication by scalar operation $u\langle\tilde{\times}\rangle\alpha$ such expression for $\alpha\in R$ and $u\in K$ was got expression

$$u\langle\tilde{\times}\rangle\alpha=\begin{cases}(1+a)\left(\dfrac{1+u}{1+a}\right)^{\alpha}-1, & \text{if } u\in(-1,a],\\ 1-(1-a)\left(\dfrac{1-u}{1-a}\right)^{\alpha}, & \text{if } u\in[a,1).\end{cases}$$

Conclusion. Practical analysis confirmed the efficiency of proposed algebraic structure for image processing.

References

1. Jourlin M., Pinoli J.-C. Logarithmic image processing. Acta Stereologica. 1987. – Vol. 6. – P. 651-656.
2. Vorobel R.A. Logarithmic image processing. Kyiv: Naukova Dumka. – 2012. – 231 p. (In Ukrainian).

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ У СУЦІЛЬНОМУ ЦИЛІНДРІ ЯКИЙ ОБЕРТАЄТЬСЯ

Воробйов К.Ю., Бердник М.Г.

MGB2006@ukr.net

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

В сучасному виробництві вихід із ладу кожної деталі може суттєво вплинути на хід виробництва та якість отриманого результату. Розглянемо прокат металевих листів на заводі. Металевий розжарений лист рухається за допомогою валків. При цьому валки можуть сильно нагріватися і, при досягнені певних критичних температур, деформуватися. Що в свою чергу викликає брак виробництва.

В данні роботі представлено циліндр як спрощену модель прокатного валку. Циліндр знаходиться під впливом теплового потоку [1] . Тепловий потік відображає дію розжареного металевого листа на валок.

Необхідно знайти нестаціонарне температурне поле циліндра, який обертається з постійною кутовою швидкістю ω навколо осі OZ радіуса R.

В роботі розглянуто два випадки: теплофізичні властивості валка не залежать і залежать від температури[2]. На поверхні циліндра відома температура як функція часу і швидкості обертання.

Рівняння теплопровідності в циліндричних і декартових системах координат шляхом апроксимації частинних похідних диференціального рівняння кінцевими різницями звели до системи лінійних алгебраїчних рівнянь для визначення температури [3]:

$$A_i T_{i+1}^{n+1} - B_i T_i^{n+1} + C_i T_{i-1}^{n+1} = F_i \qquad (1)$$

Використовуючи метод прогонки , розвязок рівняння (1) зводиться до розрахунку за трьома формулами: знаходження, так званих, прогоночних коефіцієнтів α_i, β_i при $i = \overline{2, N-1}$(пряма прогонка) а потім отримання невідомих T_i^{n+1} за формулою при $i = N-1, N-2, \ldots, 2$ (зворотна прогонка).

Прогонка буде коректною [4], якщо знаменники прогоночних коефіцієнтів не обертаються в нуль, і стійкою, якщо $|\alpha_i| < 1$ при $i = \overline{1,N-1}$.

У даній роботі для комп'ютерної реалізації розрахунку температурних полів та графічного їх відображення, використовувалися система програмування Microsoft Visual C#. Була розроблена програма за допомогою .NET та додаткової графічної бібліотеки DevExpress.XtraCharts для побудови графіків температурних полів.

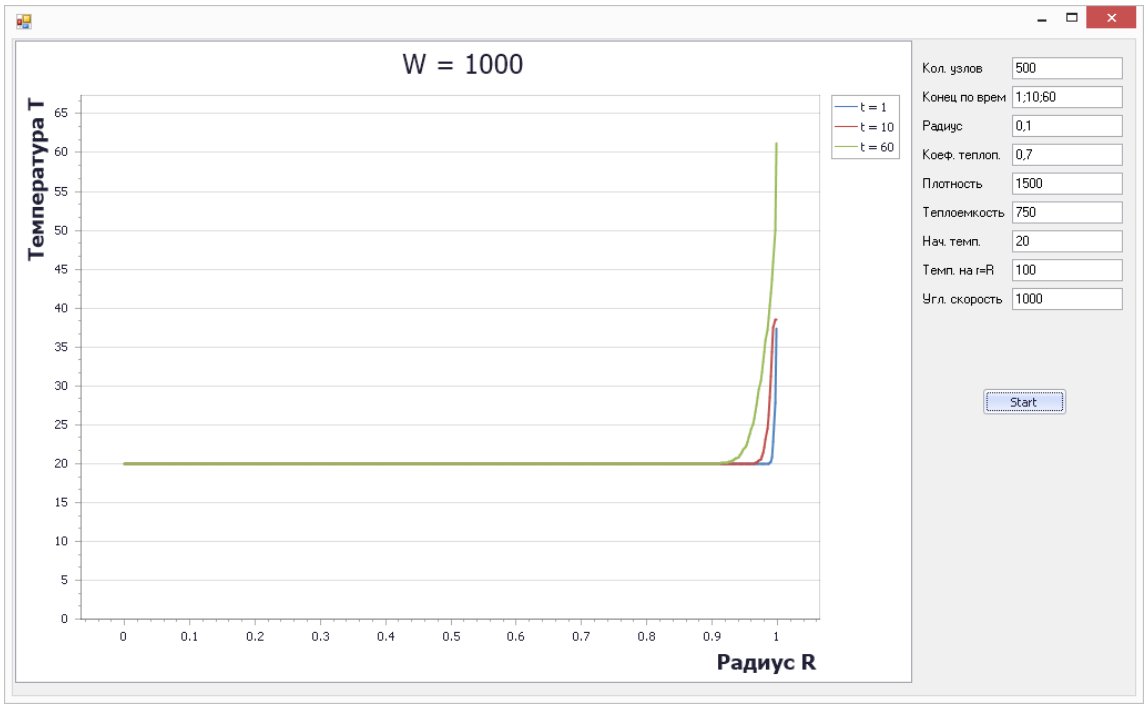
За допомогою розробленої програми було знайдено температурне поле в безкінечному циліндрі радіуса $R = 0.1$м через 1, 10, 60 секунд. Матеріал циліндра $\lambda = 0{,}7$Вт/(м°C), $\rho = 1500$кг/м^3, $c = 750$ Дж/(кг°C). Начальна температура $T_0 = 20$°C. На границі r=R підтримується температура

$$T|_{r=R} = T_h \cdot \eta(sin\omega\tau)$$

де

$$\eta(x) = \begin{cases} 1, x \geq 0 \\ 0, x < 0 \end{cases}.$$

$T_h = 100$°C. Кутова швидкість обертання $\omega = 1000$:



1. Лыков А.В. «Теория теплопроводности», М, 1967г.
2. Карслоу Г., Егер Д. «Теплопроводность твердых тел.», 1964г.
3. Самарский, А. А. Теория разностных схем / А А. Самарский. - М.: Наука, 1989.
4. Годунов, С.К. Разностные схемы / С.К. Годунов, В.С. Рябенький. - М.: Наука, 1977.

ПРОЦЕДУРА ВИБОРУ СМУГИ ПРОПУСКАННЯ ДЛЯ L-КЛАСОВИХ ЗАДАЧ ДИСКРИМІНАНТНОГО АНАЛІЗУ

Галкін О. А., oleksandr.galkin@mail.ru
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Дане дослідження присвячене процедурі вибору смуги пропускання з використанням класифікатора на основі ядерної оцінки щільності розподілу. В L-класовій задачі дискримінантного аналізу при використанні L різних смуг пропускання $S_1, S_2, ..., S_L$ для L комплексів усереднена ймовірність помилкової класифікації може бути обчислена таким чином:

$$\Xi(S_1, S_2, ..., S_L) = \sum_{l=1}^{L} \pi_l \int P\{\pi_l \hat{f}_{lS_l}(x) \le \pi_i \hat{f}_{iS_i}(x) \text{ для деяких } i \ne l\} f_l(x)dx =$$

$$= 1 - \sum_{l=1}^{L} \pi_l \int P\{\pi_l \hat{f}_{lS_l}(x) > \pi_i \hat{f}_{iS_i}(x) \text{ для всіх } i \ne l\} f_l(x)dx =$$

$$= 1 - \sum_{l=1}^{L} \pi_l \int \left[\int \prod_{i \ne l} P\{\pi_l \hat{f}_{lS_l}(x) < u\} g_{lS_l}(u)du \right] f_l(x)dx,$$

де $g_{lS_l}(\cdot)$ є функцією щільності ймовірностей $\pi_l \hat{f}_{lS_l}(x)$. Функція ймовірностей $P(\cdot)$ не має виразу замкнутої форми. Однією з можливостей є використання такого методу передискретизації, як метод початкового завантаження для оцінки цієї ймовірності. Однак, у такому випадку для обчислення ймовірності помилкової класифікації в будь-якій точці даних вибірки початкового завантаження повинні бути згенеровані за допомогою методу пропуску, а для різних точок даних необхідно використовувати різні вибірки початкового завантаження. В результаті, складність алгоритму істотно зростає, а даний приріст є лінійним у вибірках початкового завантаження. Загалом, велика кількість вибірок початкового завантаження потребує отримання надійної оцінки для функції ймовірності, що на практиці робить використання апроксимації початкового завантаження досить скадним, а іноді неможливим [1-2].

Для великих вибірок можна використовувати нормальну апроксимацію розподілу ядерних оцінок щільності, а оскільки ядерна оцінка щільності розподілу є середнім значенням незалежних та однаково розподілених випадкових величин, в такій апроксимації не буде великих втрат точності. Нехай $\mu_{lS_l}(x)$ та $s^2_{lS_l}(x)$ є, відповідно, середнім значенням та дисперсією $\hat{f}_{lS_l}(x)$, $(l=1,2,...,L)$. Тоді, усереднена ймовірність помилкової класифікації може бути апроксимована функцією вигляду:

$$\psi(S_1,S_2,...,S_L)=1-\sum_{l=1}^{L}\pi_l\int\left[\int\prod_{i\neq l}\Phi\left\{\frac{u-\pi_i\mu_{iS_i}(x)}{\pi_i s_{iS_i}(x)}\right\}\phi\left\{u,\pi_l\mu_{lS_l}(x),\pi_l s_{lS_l}(x)\right\}du\right]f_l(x)dx,$$

де $\Phi(\cdot)$ є кумулятивною функцією стандартного нормального розподілу, а $\phi(\cdot,\mu,s)$ - функцією щільності ймовірностей нормального розподілу з середнім значенням μ та стандартним відхиленням s [3].

Таким чином, якщо проводиться мінімізація $\psi(S_1,S_2,...,S_L)$ по відношенню до $S_1,S_2,...,S_L$, можна отримати правило класифікації на основі ядерної оцінки щільності розподілу з асимптотичною середньою ймовірністю помилкової класифікації, що дорівнює оптимальному байєсівському ризику при відповідних умовах регулярності.

Бібліографічні посилання

1. **Scott D.** Multivariate Density Estimation: Theory, Practice and Visualization / D. Scott. – Wiley, New York.
2. **Wand M., Jones M.** Kernel Smoothing / M. Wand, M Jones. – London: Chapman and Hall, 1995.
3. **Ripley B.** Pattern Recognition and Neural Networks / B. Ripley. – Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

ДО ПИТАННЯ ПРО ЗБІЛЬШЕННЯ ТОЧНОСТІ ІТЕРАТИВНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ ФРІДМАНА ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ФРЕДГОЛЬМУ І-ГО РОДУ

Гарт Л.Л., Лисов М.С.

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

В роботі розглядається інтегральне рівняння Фредгольма першого роду

$$\lambda \int_a^b K(t,s)\,x(s)\,ds = f(t), \qquad c \le t \le d \tag{1}$$

де $K(t,s)$, $f(t)$ – задані функції (ядро та вільний член відповідно), λ – комплексний параметр, $x(s)$ – шуканий розв'язок. Як відомо [1], інтегральне рівняння (1) з замкнутим симетричним ядром $K(t,s) \in L_2([c,d]\times[a,b])$ і $f(t) \in L_2[c,d]$ $f(t) \in L_2[a,b]$ має єдиний розв'язок в $L_2[a,b]$ $L_2[a,b]$тоді і тільки тоді, коли ряд $\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^2 f_k^2$, де λ_k – характеристичні функції ядра, збігається.

Відомо, що задача розв'язання рівняння виду (1) є некоректною за Адамаром, тобто його розв'язок є, взагалі кажучи, нестійким, навіть коли ядро $K(t,s)$ симетричне та замкнуте [1]. Через це до рівнянь вигляду (1) необхідно застосовувати методи регуляризації [2].

У роботі розглянуто метод ітеративної регуляризації Фрідмана, який належить до методів послідовних наближень, а також його проекційно-ітераційну модифікацію [4].

У випадку довільного ядра $K(t,s) \in L_2([c,d]\times[a,b])$ схема ітерацій Фрідмана має вигляд [3]:

$$x^{(m)}(y) = x^{(m-1)}(y) + \nu\left(F(y) - \int_a^b R(y,s)x^{(m-1)}(s)ds\right), \quad m = 1,2,\ldots; \tag{2}$$

$$x^{(0)}(y) = 0, \quad a \le y \le b,$$

де $0 < \nu < 2/\|A^* A\|$ – ітераційний параметр, $F(y) = \int_c^d K(t,y) f(t) dt,$

$$\|A^* A\|^2 = \|R(y,s)\|^2 \le \int_a^b \int_a^b R^2(y,s) dy ds .$$

Існує декілька можливих варіантів збільшення точності наближеного розв'язку рівняння (1) при розв’язанні його методом регулярізації Фрідмана:

а) збільшення кількості точок розбиття при дискретизації рівняння методом квадратурних сум. Це дає можливість збільшити якість наближення розв’язку, але взагалі кажучи, не зменшує кількість необхідних ітерацій;

б) задання більшої точності обчислень, відповідно до чого збільшується кількість ітерацій;

в) підбір оптимального значення параметру ν ітеративної схеми (2), що покращує характеристики розв'язку та ітераційного процесу.

г) використання алгоритму на послідовності сіток.

У роботі запропоновано реалізацію ітеративного методу регуляризації Фрідмана на послідовності сіток, що полягає у багаторазовому використанні класичного методу регуляризації Фрідмана зі збільшенням кількості точок розбиття і спеціальною процедурою обрання початкового наближення в ітераційному процесі на кожній наступній сітці, а також досліджено практичну збіжність запропонованої обчислювальної схеми. Розглянуто також різні варіанти зупинки регуляризуючих алгоритмів (за нев’язкою та за поправкою [3]).

Створено програмний продукт, що реалізує запропоновану схему ітеративного методу регуляризації Фрідмана на послідовності сіток та його класичний варіант, і дозволяє порівняти отримані результати за такими параметрами, як похибка отриманого розв'язку та кількість обчислювальних витрат. За допомогою створеного програмного продукту було проведено серію чисельних експериментів на інтегральних рівняннях, що виникають при розв'язанні практично важливих задач, а саме: задачі редукції до ідеального приладу; задачі відновлення пошкодженого зображення; задачі редукції

профілів лінії міжзіркового водню. Обрані рівняння мають різні за характером ядра та точні розв’язки.

За результатами чисельних експериментів зроблено висновок, що запропонована реалізація алгоритму ітеративної регуляризації Фрідмана, взагалі кажучи, дає більш точний результат, ніж класичний алгоритм ітеративної регуляризації Фрідмана. Запропонований алгоритм на послідовності сіток за деяких умов витрачає меншу, ніж класичний алгоритм, кількість ітерацій для знаходження розв'язку рівняння (1) з однаковою похибкою.

Проведені у роботі чисельні експерименти також дозволяють зробити висновок, що запропонований сітковий варіант методу ітеративної регуляризації Фрідмана є найбільш ефективним для рівнянь, точні розв’язки яких не мають значних флуктуацій, а отже знайдено зв'язок між характеристиками точного розв'язку інтегрального рівняння (1) та ефективністю обчислювальних схем. У той же час, залежності між ефективністю використання різних правил зупинки ітераційного процесу та характеристиками ядра інтегрального рівняння Фредгольма не спостерігається.

Бібліографічні посилання

1. Балашова С. Д. Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. – Днепропетровск: Издательство ДГУ, 1991. – 247 с.
2. Корректные и некорректные задачи / А. Н. Тихонов // Большая советская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
3. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: Методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие. – Киев: Наукова думка, 1986. – 543 с.
4. Гарт Л.Л., Поляков Н.В. Проекционно-итерационный принцип решения некорректных интегральных уравнений // Питання оптимізації обчислень: Тези доп. XL-ї міжнар. наук. конф. – К.: 2013. – С. 62-63.

ПРО ДЕЯКІ СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ВИТРАТ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ФРІДМАНА В ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗМАЗАНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Гарт Л.Л., Манойло М.В.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Будь-яка система формування, передачі та реєстрації відеосигналу не є ідеальною, а тому вона вносить різні за своїм фізичним походженням спотворення. Наприклад, до спотворень призводять аберації в оптичних системах, турбулентність середовища в астрономії та гідролокації, відносний рух об'єкта і системи, що реєструє. Зображення, які сформовані такими системами, як правило, не піддаються інтерпретації. Тому досить актуальною є задача відновлення (реконструкції) початкового неспотвореного зображення за заданим спотвореним. За досить повну математичну модель зображувальних систем, як правило, використовують лінійне інтегральне рівняння першого роду, а сама задача відновлення формулюється як типова обернена задача з неповними даними. Задача обробки и відновлення спотворених зображень у загальному вигляді може бути сформульована як недовизначена обернена задача математичної фізики.

Відомі задачі відновлення спотворених (змазаних, дефокусованих) зображень сформульовані в роботах [1–5] та ін. Вони зазвичай описуються набором одновимірних інтегральних рівнянь Фредгольма I роду типу згортки

$$Aw \equiv \int_{-\infty}^{\infty} h(x-\xi) w_y(\xi) d\xi = g_y(x) + \delta g, \quad a \le x \le b, \ c \le y \le d, \qquad (1)$$

або одним двовимірним рівнянням Фредгольма I роду типу згортки

$$Aw \equiv \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x-\xi, y-\eta) w(\xi,\eta) d\xi d\eta = g(x,y) + \delta g, \quad a \le x \le b, \ c \le y \le d, \quad (2)$$

де h – функція розсіювання точки (ФРТ), у більшості випадків просторово-інваріантна (різницева), A – оператор рівняння, w і g – розподіл інтенсивності за істинним та спотвореним зображеннями відповідно, δg – похибка. В (1) вісь

x направлена вздовж змазування, а y відіграє роль параметра. Набір рівнянь (1) часто використовується в задачі змазування, а (2) – в задачі дефокусування зображення [2–5].

Метою даної роботи є моделювання змазування конкретного зображення відповідно до (1), а саме розв'язання прямої задачі, в якій шуканою функцією є $g_y(x)$; застосування для розв'язання оберненої задачі (1) з невідомою $w_y(\xi)$ обчислювальних схем, заснованих на методі регуляризації Фрідмана; розробка програмного продукту, що реалізує ці схеми, з використанням різних способів зменшення його обчислювальних витрат.

Для зображення розміру $s \times t$ в (1) взято [*a, b*]=[*0; s–1*], [*c, d*]=[*0; t–1*] з функцією розсіювання точки

$$h(r) = \begin{cases} 1/\Delta, & -\Delta \le r \le 0, \\ 0, & \text{інакше}, \end{cases} \tag{3}$$

де Δ – величина змазування, параметр, що обирається [7]. Оскільки за межами [*a, b*] підінтегральна функція в (1) є тотожнім нулем, то (1) набуває вигляду

$$Aw \equiv \int_a^b h(x-\xi) w_y(\xi) d\xi = g_y(x) + \delta g, \quad a \le x \le b, \ c \le y \le d. \tag{4}$$

У системі Windows на одну точку зображення відводиться чотири байти. Перший (α) відповідає за прозорість зображення, а три інших (*R, G, B*) містять значення інтенсивностей за відповідними кольоровими каналами ($R_{поч}, G_{поч}, B_{поч}$). У роботі для конвертації зображення в сіре покладено за замовчуванням $\alpha = 255$, $R = G = B = (R_{поч} + G_{поч} + B_{поч})/3$. Значення $w_y(\xi)$ та $g_y(x)$ лежать у межах $0 \div \alpha$, і для збереження цього діапазону значень уведено нормування ФРТ.

Для розв'язання задачі відновлення зображення використано загальну схему методу ітеративної регуляризації Фрідмана [6], яка стосовно інтегрального рівняння (4) з ядром (3) має вигляд

$$w_y^{(m)}(x) = w_y^{(m-1)}(x) + \nu \left(F(x) - \int_a^b R(x,t) w_y^{(m-1)}(t) dt \right), \quad m = 1,2,\ldots; \tag{5}$$

$$w_y^{(0)}(x) = 0, \quad a \le x \le b.$$

Тут $w_y^{(m)}(x)$ – наближений розв'язок задачі на m-ій ітерації, ν – ітераційний параметр, $0 < \nu < 2/\|A^* A\|$, де $\|A^* A\|^2 = \|R(s,t)\|^2 \le \int_a^b \int_a^b R^2(s,t)dsdt$,

$$F(x) = \int_a^b h(t-x)\, g_y(t)\, dt, \quad R(s,t) = R(t,s) = \int_a^b h(y-s)\, h(y-t)\, dy. \qquad (6)$$

У задачі дефокусування функція $w_y{}^{(m)}(x)$ має смисл зображення, отриманого на m-ій ітерації, а $g_y(x)$ $g_y(x)$– смисл спотвореного зображення. За критерій зупинки ітераційного процесу (5) було обрано правило зупинки за нев'язкою (або за узагальненою нев'язкою) [6].

Оскільки навіть для невеликого зображення на практиці доводиться мати справу не з одним рівнянням, а набором рівнянь, кількість яких дорівнює висоті зображення в пікселях, до того ж дискретизація розрахункових формул методу Фрідмана для досягнення прийнятної точності потребує, як правило, великої кількості вузлів, то відновлення зображення є дуже трудомісткою задачею. Тому важливою складовою даної роботи є оптимізація програмної реалізації методу регуляризації Фрідмана для розглядуваного класу задач.

Реалізація обчислювальних схем за методом Фрідмана для інтегрального рівняння з несиметричним ядром передбачає перетворення правої частини та ядра за формулами (6). Під час обчислень відбувається досить часте звертання до процедур, які повертають значення перетворених правої частини та ядра для одних і тих же вузлових точок. Тому в програмі вводяться додаткові змінні-словники, щоб при першому звертанні обчислити необхідні значення та зберегти їх в словнику для подальшого використання при наступних звертаннях.

Для роботи з зображеннями зазвичай використовується досить навантажений клас *Bitmap*, робота з яким є трудомісткою. Із огляду на це слід не надто часто в програмі використовувати цей клас при формуванні інтегрального рівняння та його розв'язуванні. Тому введено додаткові змінні списки, куди заноситься необхідна інформація про кожен піксель зображення, і

надалі обчислення відбуваються з використанням цих списків. Тільки коли сірі компоненти для зображення пораховані, формується саме зображення.

Нарешті, аналізуючи формулу (3) для ядра $h(r)$ інтегрального рівняння (4), бачимо, що згідно з цією формулою підінтегральні функції у (6) набувають ненульових значень лише на одному підінтервалі довжини Δ відрізка $[a, b]$. У зв'язку з цим дуже доречним є обчислення інтегралу на значно вужчому відрізку. Оскільки кожний інтеграл замінюється скінченною сумою, яка в свою чергу обчислюється за допомогою циклу, то в програмі введено додаткові змінні-прапори, за допомогою яких відслідковується завершення ненульового проміжку і відбувається завершення роботи циклу.

Підсумковий аналіз результатів свідчить про те, що застосування розглянутих способів покращення програмної реалізації методу регуляризації Фрідмана в задачах відновлення спотворених зображень приводить до суттєвого зменшення обчислювальної складності програми. В той же час проблема оптимізації обчислень за розробленим програмним алгоритмом залишається актуальною і потребує додаткових ефективних обчислювальних стратегій.

Библиографические ссылки

1. **Бейтс Р., Мак-Доннелл М.** Восстановление и реконструкция изображений. – М.: Мир, 1989. – 336 с.
2. **Бакушинский А.Б., Гончарский А.В.** Некорректные задачи. Численные методы и приложения. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 199 с.
3. **Сизиков В.С.** Математические методы обработки результатов измерений. – СПб: Политехника, 2001. – 240 с.
4. **Гонсалес Р., Вудс Р.** Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
5. **Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С.** Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
6. **Верлань А.Ф., Сизиков В.С.** Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. – Киев: Наук. думка, 1986. – 544 с.
7. **Сизиков В.С., Римских М.В., Мирджамолов Р.К.** Реконструкция смазанных и зашумленных изображений без использования граничных условий // Оптический журнал. – 2007. – Т. 76, № 5. – С. 38–46.

МОДЕЛЮВАННЯ АГРЕГОВАНОГО ТРАФІКУ У МЕРЕЖІ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ

Гнатушенко В.В., trip@ukr.net,
Владимирська Н.О., vladimirskaia.nata@gmail.com

Національна металургійна академія України

]Телекомунікаційний трафік проявляє мінливість в широкому діапазоні масштабів часу. Така мінливість не сумісна з традиційними моделями мережевого трафіку, які проявляють пульсуючий характер на коротких масштабах часу, але сильно згладжені на великих, і тому в них відсутня довгострокова залежність. Інваріантна до масштабу пульсуюча структура може чинити сильний вплив на продуктивність мережі, тому розуміння причин і наслідків самоподібності трафіку є дуже важливим.

Самоподібний мережевий трафік може бути породжений мультиплексуванням декількох джерел з послідовністю чергуються ON / OFF інтервалів тривалість яких підпорядкована розподілу Парето. У мережі з комутацією пакетів ON періоди відповідають переданій серії пакетів (IEEE стандарт 802.3), OFF інтервали - періоди з відсутністю передачі пакетів.

Навантаження, які породжені одним джерелом, представляють відношення середньої тривалості передачі пакета до суми середньої тривалості передачі пакета і середнього значення тривалості розриву передачі, або це відношення середнього розміру тривалості ON періоду до суми середніх значень тривалості ON і OFF періодів. Проблема полягає в тому, що комп'ютери генерують дискретні значення з певною рівноймовірністю, в той час як розподіл Парето припускає безперервний простір значень. Необхідне значення досягається за рахунок більш високої щільності значень в нижній частині шкали. Якщо будувати функцію розподілу шляхом агрегування значень протягом деякого заданого вікна, то незалежно від того, наскільки великий розмір вікна, в «хвості» відстань між двома сусідніми точками може перевищувати розмір вікна. Це означає, що деякі вікна міститимуть нульові

вибірки, навіть якщо кількість значень прагне до нескінченності. Це вносить похибку в середній розмір періодів включення і виключення.

Трафік моделюється в середовищі OPNET на основі віддалених робочих станцій, що передають інформаційний потік.

Проведені дослідження трафіку за допомогою розробленої імітаційної моделі псевдогенератора підтвердили теоретичну гіпотезу про самоподібність даного інформаційного потоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. **В.В. Гнатушенко** Імітаційне моделювання самоподібного трафіка при зміненні форми Парето-розподілення інформаційного потоку / В.В. Гнатушенко, Данладі Алі// Системні технологій. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 1 (84). – Дніпропетровськ, 2013. – С. 141-147
2. **Шелухин О.И.** Фрактальные процессы в телекоммуникациях: монография / О.И. Шелухин, А.М. Тенякшев, А.В. Осин; под ред. О.И. Шелухина. – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.
3. **M. Fras**, J. Mohorko, Ž. Čucej «Estimating the parameters of measured self similar traffic for modeling in OPNET», IWSSIP Conference, 27.-30 June 2007, Maribor, Slovenia, pp. 567-572

ТРАНСФОРМУВАННЯ РІЗНОЧАСОВИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НАДВИСОКОЇ ПРОСТОРОВОЇ ЗДАТНОСТІ

[1]Гнатушенко В.В., [2]Середа С.Ю., vvgnat@ukr.net,

[1]Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
[2]Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

При реальній зйомці сучасними орбітальними засобами дистанційного зондування на цифрових знімках надвисокої просторової здатності мають місце геометричні спотворення, викликані нерівностями рельєфу, кривизною поверхні Землі, параметрами руху носія та іншими причинами. Для того, щоб вихідна видова інформація, отримана за допомогою дистанційного зондування, була придатна для її використання, необхідна первинна обробка аерокосмічних знімків. У зв’язку з цим виникає питання забезпечення високої точності географічної прив'язки таких знімків та правильного підбору способу трансформації. Крім того, багато задач інтерактивного візуального дешифрування даних ДЗЗ зводяться до зіставлення знімків однієї і тієї ж території, отриманих у різний час і у різних спектральних діапазонах [1]. У більшості випадків процедура геоприв’язки та трансформування зображень складається з виділення опорних (контрольних) точок на знімках і суміщення цих зображень з піксельною точністю.

В роботі розглянуто питання впливу кількості опорних точок, точність здійснення їх геоприв'язки на характеристики зображень однієї і тієї ж території, що отримані у різний період часу. Якщо зображення прив’язуються одне до одного, то опорними точками можуть бути кути створених людиною об'єктів, сільськогосподарських полів, перехрестя доріг, основи мостів тощо. Число опорних точок залежить від якості вихідних цифрових знімків, від тематичних задач, які необхідно вирішити, і від точності, яку мають досягти. Після пошуку точок, який здійснюється на обох зображеннях одночасно, автоматично створюється матриця трансформування з розрахованими по цих точках коефіцієнтами полінома. Процес усунення спотворень складається з наступних етапів: вибору математичної моделі спотворень, перетворення

координат, передискретизації (інтерполяції) [2]. Для суміщення зображень застосовується афінне перетворення, яке враховує такі деформації як поворот, масштабування, зсув. Геометричні характеристики сучасних супутникових знімків дозволяють провести трансформацію з субпіксельною точністю при використанні невеликої кількості опорних точок. Якщо мова йде про поліноміальну геометричну корекцію, то достатньо взяти стільки точок, скільки необхідно для обчислення коефіцієнтів полінома. Наприклад, для використання поліномів першого степеня потрібно три і більше точок, другого — вісім і більше.

При передискретизації зображення необхідна інтерполяція значень пікселів, тобто вони повинні бути перераховані відповідно до їх нових координат. Для перерахунку значень яскравості пікселів існують три основні способи: метод "найближчого сусіда", білінейної інтерполяції, бікубічної згортки. Перший спосіб являє собою найбільш швидку схему для розрахунку значення нового пікселя [2]. Для зображень, що не мають яскраво виражених структурних особливостей (пустелі, лісові масиви, тундра), застосовують білінейну інтерполяцію, і навпаки, якщо на зображенні є яскраво виражені структурні елементи, застосовують бікубічну згортку. Розроблене нами спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє автоматично коректувати спотворення, викликані кутовими коливаннями по крену, тангажу і рисканню, що дозволяє істотно підвищити ефективність процедури автоматичної ідентифікації на них опорних точок. Інтерактивна візуалізація дозволяє оцінити геометричну точність результатів. Показано, що питання збільшення числа опорних точок в порівнянні з мінімально необхідною кількістю, підвищення точності прив'язки цих точок, має вирішуватися в залежності від поставленої задачі.

Бібліографічні посилання

1. **Гнатушенко В.В.** Трансформування та сумісна обробка фотограмметричних сканерних зображень / В.В. Гнатушенко, Л.С. Загородня // Прикладна геометрія та інженерна графіка.- К.: КНУБА, 2013.-Вип. 91. – С. 76-82.
2. **Шовенгердт Р.А.** Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. — М., Техносфера, 2010. — 560 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ GMT APP ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

Гринько Е.П., Логвинович В.Я., lomakez@mail.ru, *БрГУ имени А.С.Пушкина*

Современные информационные технологии позволяют осуществлять обучение на расстоянии без непосредственного контакта между преподавателем и учащимся. Такие системы особенно актуальны для использования в регионах, удаленных от центров образования. Одним из авторов разработано приложение для работы с одарёнными детьми в области математики. Приложение ориентированно на популярные мобильные платформы: Android, Windows Phone и iOS. Созданное приложение Gmt App включает базу знаний, состоящую из заданий по математике творческого характера. Gmt App выполняет ряд функций, доступных зарегистрированным пользователям: диагностику учащихся, построение индивидуальной траектории подготовки к олимпиадам на основе результатов диагностирования. Интерактивное взаимодействие с пользователями ведется по сценарию, который зависит от результатов, достигнутых на каждом из этапов диалога. Система доступна в Интернет по адресу gmt.by.

Gmt App в течение 2014 года используется для проведения дистанционных олимпиад и проведения занятий в заочной физико-математической школе для учащихся Кобринского района Брестской области. В систему встроены возможности, позволяющие получать справочную информацию по разделам элементарной математики, выполнять онлайн вычисления, построение графиков, заданных аналитически и др. Обратная связь с учащимися может осуществляться с помощью различных мобильных устройств на популярных платформах. В системе ведется контроль рейтинга учащихся, что позволяет проводить сертификацию пользователей по результатам различных видов активностей в системе. Число функций системы постоянно растет.

При создании приложения кроме стандартных языковых средств PHP, SQL и других используется специальный элемент HTML5 – canvas. Canvas

применяется для визуализации содержательных материалов. Такая визуализация повышает эффективность пользовательских активностей с помощью диаграмм, фотоальбомов, схем, графиков, анимированных материалов и встраиваемых графических приложений. Автором-разработчиком Gmt App использована бесплатная кросс-платформенная среда HTML5 для приложений мобильных устройств Intel XDK. Такой подход позволил использовать большое число функций интегрированной среды разработки (IDE). Каждая из функций приложения реализована в виде подключаемого сервиса (cartridge). В этом случае конфигурация приложения сводится к подключению реализованного в мобильном устройстве сервиса, что существенно упрощает процесс разработки.

Созданное нами интеллектуальное мобильное приложение Gmt App предоставляет комфортные условия для продуктивной деятельности школьников, экономит время поиска нужной информации, избавляет педагогов от ряда организационно-технических проблем, уменьшает ресурсную нагрузку на учреждения образования. Указанные возможности достигаются тем, что доступ к системе возможен не только с использованием персональных компьютеров учреждений образования, но и средствами мобильных устройств школьников.

Приложение непосредственно связано с сайтом «Математика для вундеркиндов», который также разработан в рамках нашего исследования. Все перечисленные сетевые ресурсы используют одни и те же ресурсы: базы знаний, функции приложений, список пользователей системы. Модульный принцип построения позволяет расширять перечень доступных в системе ресурсов.

ЗАДАЧА РОЗКЛАДАННЯ АРИФМЕТИЧНОГО ГРАФУ ЗА ЙОГО ВЕРШИНАМИ ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Гришанович Т.О., grishanovicht@gmail.com,

Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки

У праці [1] сформульовано задачу розкладання графу за його вершинами в термінах дискретного програмування за умови, що граф задано матрицею суміжності.

Сформулюємо задачу вершинного розфарбування графу у тих же термінах враховуючи, що граф представлено у вигляді натурального арифметичного графу.

Нехай маємо натуральний арифметичний *n*-вершинний граф *G*, $F(x_i, x_j) = x_i + x_j$ – його функція суміжності, *U* – множина твірних. Нехай *X* – матриця розфарбування графу, яка задає деяке його конкретне розфарбування, *m* – хроматичне число графу. Елементи матриці *X* задаються наступним чином:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \textit{якщо вершина } j \textit{ має колір } i \\ 0, \textit{у протилежному випадку} \end{cases}$$

Те, що кожна вершина має один колір, можна записати у наступному вигляді: $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1,\ \ j = 1,2...m$. Якщо вершини із номерами *p* та *q* – суміжні, тобто $(x_p + x_q) \in U$, то $(x_{ip} + x_{iq}) \le 1, i = 1,2,...m$. Якщо колір *i* входить до розфарбування, то $y_i = sign\left(\sum_{j=1}^{m} x_{ij}\right) = 1$, якщо ж колір *i* в розфарбування не

входить, то $y_i = 1$. Дійсно, якщо жодна із суміжних вершин p та q не пофарбована в колір i, то $(x_{ip} + x_{iq}) = 0$. Якщо ж хоча б одна із них пофарбована в колір i, то друга має інших колір, тому $(x_{ip} + x_{iq}) = 1$.

Тоді модель, що задається вищеописаними співвідношеннями, має вигляд:

$$\sum_{i=1}^{m} y_i \to \min$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1,\ j = 1,2 \ldots m$$

$$(x_{ip} + x_{iq}) \le 1, i = 1,2 \ldots m$$

$$(x_p + x_q) \in U, 1 \le p,q \le n$$

Кількість обмежень у такій моделі є достатньо великою та близька до числа nk, де n – кількість вершин графу, k – кількість його ребер. За умови застосування такої моделі до числових графів кількість обмежень значно зменшиться і буде залежати від хроматичного числа графу та кількості його твірних.

Література

1. Сигал И.Х. Введение в прикладное дисретное программирование. Модели и вычислительные алгоритмы / Сигал И.Х. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304с.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Громов В. А. stroller@rambler.ru, **Доронин Д. А.,** Den.doronind@gmail.com
ДНУ им. О. Гончара

Рассматривается алгоритм прогнозирования. Алгоритм состоит из двух частей: анализа временного ряда с целью кластеризации последовательности наблюдений временного ряда и выделения характерных последовательностей и прогнозирования динамики временного ряда на основе выделенных характерных последовательностей. Формируется множество из N кластеризируемых векторов. Каждая хромосома, используемая в генетическом алгоритме, представляет собой $N+1$-мерный целочисленный вектор. Последняя, $N+1$-я, компонента вектора кодирует число кластеров, соответствующих данному решению. Целое число, содержащееся в i-й, $i \le N$, компоненте хромосомы соответствует номеру кластера, которому в этом решении принадлежит i-й вектор множества кластеризируемых данных. В отличие от оригинального алгоритма, для применения алгоритма кластеризации для прогнозирования временных рядов вводится понятие шаблона $(k_1, k_2, ..., k_l)$ длины $l+1$ как набора элементов временного ряда вида $y_t, y_{t+k_1}, ..., y_{t+k_l}$. Множество векторов, составленных из элементов временного ряда, номера которых удовлетворяют некоторому шаблону, составляют множество кластеризируемых данных. Центры кластеров, полученных при кластеризации векторов, соответствующих всем возможным шаблонам всех использованных длин, составляют множество характерных последовательностей. При прогнозе используется характерная последовательность с минимальным отклонением. Алгоритм применён для прогнозирования временного ряда Лоренца и температурного ряда. Обучающая выборка составила для ряда Лоренца (температурного ряда) 7000 точек (17500), тестирующая - 3000 (7500) точек. Среднеквадратическая ошибка на последней генерации алгоритма составила 2,4%. (4.6%).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОПУЛЯРНОСТИ НОВОСТИ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА MLANS

Громов В. А., stroller@rambler.ru, **Конев А. С.**, konefff@gmail.com,
ДНУ им. О. Гончара

Для получения прогноза популярности той или иной темы в социальной сети Twitter был создан алгоритм на основе самообучающейся нейронной сети MLANS[1]. Алгоритм включает в себя:

- Выделение содержательных частей сообщения и формирование словаря самых употребляемых тем.
- Создание файлов-выборок размером в 10000 тем каждая. Выборки делятся на обучающую(70%) и тестовую(30%)
- Построение бинарного вектора добавлением последовательных тем и сравнением со словарем.
- Выбор параметров начальных бинарных векторов – объектов, с которыми будет работать нейронная сеть.
- Подготовка нейронной сети типа MLANS: построение взаимозависимых подсистем (ассоциативной и моделирующей).
- Выбор начальных параметров для каждой подсистемы и проверка их на корректность.
- Построение прогнозного значения на 1 шаг вперед на базе выходных моделирующих параметров. Исследование прогнозной погрешности на каждой выборке.
- Группирование кластеров с заданными темами.
- Проверка бинарных векторов на принадлежность к шаблону для определения ранних всплесков в новостях.
- При малом значении прогнозной погрешности – попытка прогнозирования на несколько шагов.

Библиографические ссылки

1. **Perlovsky L.** Neural networks and intellect// Oxford University Press., NY,2000

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM OF GEODETIC MEASUREMENTS PROCESSING

Huk M., maximgook@ukr.net

Dnipropetrovsk national university Oles Honchar

Methods of solving geodetic problems, hardware and software processing of geodetic data allow to automate the problem of construction planning, activities on land cadastre, monitoring. The use of modern geodetic instruments - digital theodolites and tacheometers - requires the development of new technologies for processing measurement results at the terrain, received as a result of geodetic works or signals artificial satellites GPS-Navstar (USA) and GLONASS (Russia).

In this paper mathematical models of direct and inverse geodetic problems are considered. For determination the geographic coordinates of the point if geographic coordinates of another point, the length and the directional angle between two points are known the direct geodesic problem is formulated. The length and azimuth angle of the direction in the inverse geodetic problem are determined, if the geographic coordinates of two points on the earth's surface are known.

The choice of method for solving geodetic problem depends on the length of the geodesic line connecting the two points, for implementation of the method information about the size of Earth ellipsoid is considered. Some typical problems of geodesy, such as geodetic direct and inverse problems, angular and polar serifs problems and Hansen's problem, are presented. Each of them is solved in rectangular coordinates using formulas of analytic geometry in the plane.

Methods of solution are implemented as algorithms and application package. All processing steps of measurement results are fully automated. A comprehensive approach is implemented, the user is able to import and export data from one problem to another while working with object. Data input in the program is performed directly from field journals, charts or electronic storage.

Methods of solving problems on the plane and on the map are implemented, which allows at the same time with making settlements receive their graphical

representation and to enter input data using markers. Open module GMap.net, which supports downloading of real maps from sources GoogleMapProvider, Wiki-MapiaMapProvider, allows displaying a map on the screen form, create routes, set markers is applied.

The image of application screen form which contains input unit (1), block of activation calculation using the coordinates of your own position (2), outgoing data block (3), a graphical interpretation of the solution on map (4), the settings and navigation between modules block (5) is presented in Fig. 1. Single-board microcontroller Arduino for solving problems using geodetic coordinates of your own position received from satellite of global positioning system GPS is applied.

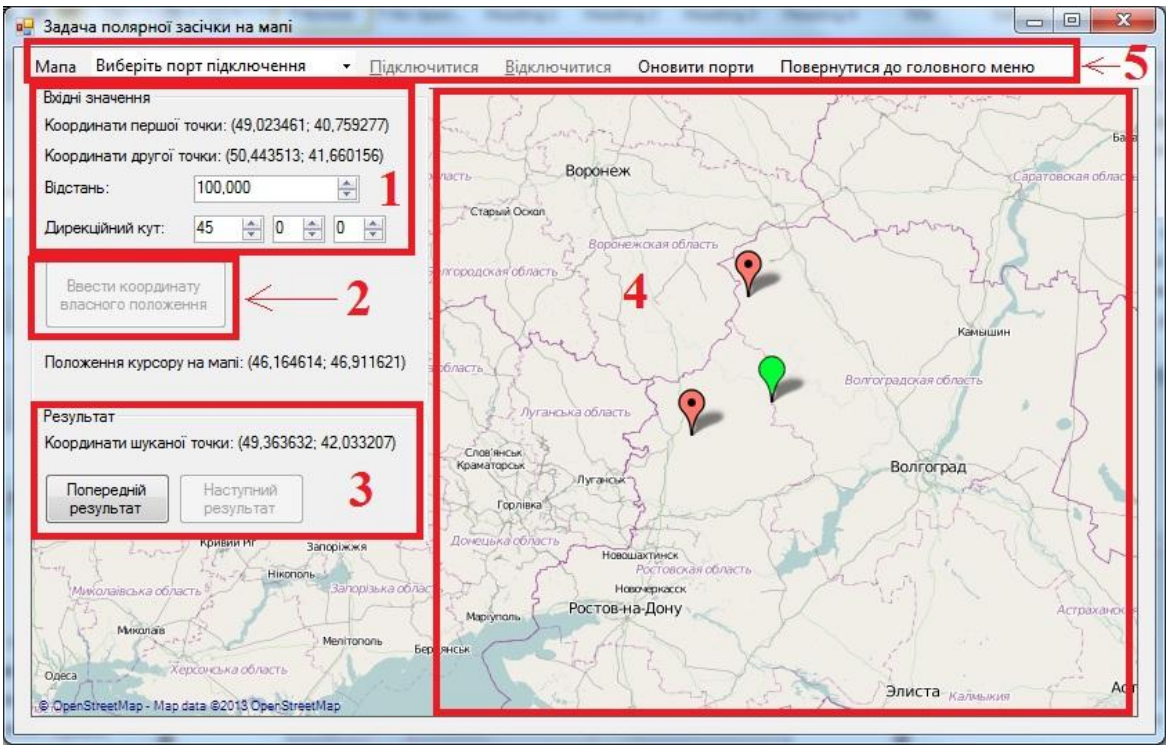


Fig. 1

Development of the proposed approach for the visualization of results in the electronic plans of terrain in real coordinate is planed, that will create the plan according the measuring results and computer processing of geodetic calculations.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ В ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПЛАСТИНЕ

Гук Н.А., Степанова Н.И., nist66@mail.ru
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

Материалы, используемые в практической деятельности, неоднородны по своей структуре и могут содержать дефекты типа трещин, пустот, инородных включений. Такие дефекты являются концентраторами напряжений и вблизи них, как правило, начинается разрушение материала, поэтому идентификация включений является важной проблемой при эксплуатации тонкостенных конструкций. Рассматривается задача об определении координат точек пластины $X_k = \{x_{1k}, x_{2k}, x_{3k}\}$, $k = \overline{1,K}$, в которых имеются жесткие включения, по измеренным значениям перемещений w_p в точках X_p, $p = \overline{1,P}$. Жесткие включения моделируются функцией $u(X)$, которая представляется в виде:

$$u_k(X) = \begin{cases} \delta(X - X_k), & \text{если в точке } X_k \text{ включение есть;} \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \qquad (1)$$

и справедливо условие: $\int_{\Omega} \sum_k u_k(X) d\Omega = K$, (2)

где Ω – пространственная область, занятая пластиной; $\delta(\cdot)$ – дельта-функция Дирака.

С использованием метода обратных задач решение задачи отыскивается как квазирешение [1], для которого должно выполняться условие:

$$J = \int_{\Omega} \left(w_p(u(X), X_p) - w_p^* \delta(X - X_p) \right)^2 d\Omega \Rightarrow \min_u, \; u \in U, \qquad (3)$$

где $w_p(u(X), X_p)$, w_p^* – вычисленные и измеренные значения перемещений в точках измерений соответственно.

Для определения значений перемещений $w(u(X), X_p)$ формулируется прямая задача, дискретизация неизвестных функций осуществляется с использованием метода конечных элементов (МКЭ), вводятся 3 координатные сетки X_n, X_p, X_k, $n = \overline{1,N}$, $p = \overline{1,P}$, $k = \overline{1,K}$. Процедура МКЭ приводит к разрешающей системе уравнений $A(u)w = R$, (4)

где $w=\{w_n\}$ – вектор перемещений; $R=\{R_n\}$ – вектор, характеризующий нагрузочный комплекс; $A=\left\|a_{ij}(u)\right\|$ – матрица жесткости с элементами $\overline{a_{ij}}=a_{ij}\left(1+\alpha_{ij}u_n\right),\ i,j=\overline{1,N}$; $u=\{u_n\}$, $n=\overline{1,N}$.

Элементы матрицы A содержат множитель u_n, значения которого равны 0, если $n\notin q_l$, и 1, если $n\in q_l$, где $q_l=\{n_{kl}\}=\{n_{1l},n_{2l},\ldots,n_{Kl}\},\ l=\overline{1,C_N^K}$.

Условия (2), (4) присоединяются к функционалу (3) с помощью множителей Лагранжа $\Phi=(\varphi_k(X),\psi)$. Условие минимума расширенного функционала дает решение $\left(u^*,\Phi^*\right)$, как седловую точку функционала J^* [2]. Тогда для определения значений u_n имеем условия:

$$u_n=\begin{cases}1, & \textit{если} \quad \sum\limits_{p,n}\varphi_p a_{pn}\alpha_{pn}w_n+\psi<0,\ m.e. \quad n\in q_l\\ 0, & \textit{если} \quad \sum\limits_{p,n}\varphi_p a_{pn}\alpha_{pn}w_n+\psi>0,\ m.e. \quad n\notin q_l,\end{cases}$$

и $$\psi=\frac{1}{2}\sum_p\left(a_{pk}\alpha_{pk}w_k+u_{pk+1}\alpha_{pk+1}w_{k+1}\right).$$

Для определения функций φ_p, $p=\overline{1,P}$ и неизвестных прямой задачи w_n, $n=\overline{1,N}$ служат уравнения: $\left(w_p-w_p^*\right)+\sum\limits_p\varphi_p a_{pn}\left(1+\alpha_{pn}u_n\right)=0$ и система уравнений прямой задачи (4).

Приводятся примеры решения задач об идентификации расположения включений в изгибаемой пластине. Получено, что координаты точек включения восстанавливаются при использовании в качестве измеряемых значений w_p решения прямой задачи с точностью $\pm1\%$, при «зашумлении» значений случайным образом на интервале $[0,1]$ погрешность восстановления возрастает до 3%.

Библиографические ссылки

1. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979. – 386 с.

2. Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения. – К.: Наукова думка, 2005. – 562 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО ПОРТАЛА НА «ОБЛАЧНОЙ» ПЛАТФОРМЕ REDHAT OPENSHIFT

Гуносов А.А., gunosov@gmail.com,

БрГУ имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В соответствии с Концепцией информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года, одним из направлений информатизации является создание информационных образовательных ресурсов на основе «облачных» технологий. Автором реализован портал, представляющий собой интеллектуально-справочную систему, которая использует широкий набор ассоциативных связей между хранимыми данными. Назначение портала заключается в информационной поддержке и систематизации материалов научных мероприятий и сборников в сети Интернет. Реализация портала осуществляется на «облачной» платформе RedHat OpenShift. Платформа относится к типу PaaS (Platform as a Service) – модель, при которой потребитель получает доступ к использованию операционных систем, систем управления базами данных, средствам разработки и тестирования, размещённым у «облачного» провайдера. Платформа OpenShift предоставляет возможность разработки приложений на различных языках программирования, например, JavaScript, Ruby, Python, PHP, Perl, Java, Haskell, .NET. Также поддерживается множество фреймворков написанных на данных языках программирования. В число доступных систем управления базами данных входят: MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Microsoft SQL Server. Кроме облачной схемы распределения вычислительных ресурсов и широкого круга поддерживаемых технологий, представляет интерес порядок конфигурации разрабатываемого приложения. Каждая из доступных технологий реализована в виде подключаемого сервиса (cartridge). Конфигурация приложения сводится к подключению необходимых сервисов, что значительно упрощает процесс разработки.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ВТРАЧЕНОЇ ДІЛЯНКИ РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Гусейнов М.Ю., Сердюк М.Є.
guseynovmekhti@gmail.com, serdyuk@optima.com.ua
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Відновлення пошкодженої ділянки зображення, відоме як проблема Image inpainting, є актуальною задачею в галузі обробки графічних зображень. Область застосування Image inpainting дуже обширна, від реставрації пошкоджених картин, фотографій, фільмів, заміни або переміщення вибраних об'єктів на зображеннях до відновлення знімків з супутників у сфері космічних досліджень. На сьогоднішній день існують цифрові методи для відновлення втрачених фрагментів зображення, проте більшість з них можна застосовувати лише до певних класів зображень (наприклад, з однорідною текстурою). Крім того, на реконструйованих ділянках часто з'являються артефакти або розмитість.

В даній роботі для відновлення пошкоджених ділянок зображення пропонується алгоритм, що заснований на патерні Local Binary Pattern (локальній бінарний шаблон або LBP). Оператор LBP, який застосовується до пікселя зображення, використовує вісім пікселів околу, приймаючи центральний піксель як поріг. Пікселі, які мають значення яскравості більше, ніж центральний піксель (або рівне йому), приймають значення "1", ті, які менше центрального, приймають значення "0". Таким чином виходить вісімковий бінарний код, який описує окіл пікселя. Модифікований метод ELBP (extended LBP)[1] дозволяє працювати з околами розміру більше, ніж 3x3. Для знаходження значення яскравості в точках довільного околу пікселя використовується білінійна інтерполяція. Тобто точці присвоюється середнє зважене значення сусідніх пікселів. Значення яскравості пікселя з координатами (x_c, y_c), може бути виражено в десятковому форматі наступним чином:

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{P=0}^{P-1} s(i_p - i_c) 2^P,$$

де i_c та i_p – значення яскравостей центрального та P оточуючих пікселів околу радіусом R відповідно, $s(z)$ – функція порогу.

Алгоритм відновлення втраченої ділянки зображення, що пропонується, передбачає виконання таких основних кроків:

1) генерація маски зображення, яка являє собою зображення того самого розміру, що і вихідне, але всі зони зображення, що не є пошкодженими, замальовані чорним кольором, а пошкоджені – білим;

2) перетворення вихідного зображення в зображення в сірих тонах;

3) генерація зображення, отриманого в результаті використання LBP;

4) усунення пошкодження на основі отриманої інформації, що представляє собою набір з чотирьох зображень.

На основі представленого алгоритму було розроблено програмне забезпечення, яке здійснює реконструкцію пошкодженого зображення. Результат роботи програми представлений на рисунку 1.

Рис.1. Пошкоджене зображення та результати його відновлення

Тестування програми на різних зображеннях показало, що даний метод дозволяє отримати прийнятну якість відновлення на ділянках невеликих розмірів, де не втрачена суттєва інформація про пошкоджений фрагмент. Радіус та розмір блоку до відновлення є параметрами програми, що надає гнучкості та зручності в її використанні. В той же час відновлення деяких зображень зі специфічною інформацією не є задовільним. Передбачається подальше удосконалення представленого алгоритму.

1. **Pietikainen M.** Computer Vision Using Local Binary Patterns/ M. Hadid, A. Zhao, G.Ahonen, Berlin, Germany, 2011.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕЧЁТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Долгополов Е. А., d.eugene.a@gmail.com

ДНУ им О. Гончара

В наше время прогнозирование используется почти во всех сферах деятельности. Особенно актуально это для различных бизнес-процессов, социологии, производства. Но в силу неопределённости и неполноты информации иногда сложно дать приемлемый результат. Поэтому в данной работе рассмотрены алгоритмы прогнозировании построенных на основе нечёткого вывода, а именно метод Дегтярева и его обобщённая версия, описанная в работах [1].

Для выбора оптимальных параметров функций принадлежности был применён генетический алгоритм, где особь популяции есть функцией принадлежности. В работе были реализованы треугольная функция принадлежности, функция принадлежности Гаусса, обобщённая функция принадлежности и функция принадлежности японских свечей.

Прогноз можно строить основываясь как на изначальных данных, так и на абсолютных или относительных приростах. Дефаззифицировать полученный нечёткий прогноз можно с помощью метода средних арифметических центров или с помощью метода центров масс.

После приведения временного ряда к нечёткому временному ряду строятся правила для прогноза с последующей группировкой этих правил.

Для ускорения работы алгоритмов предложены схемы распараллеливания для нескольких процессорных ядер.

Библиографические ссылки

1. A New Method for Forecasting the TAIEX Based on High Order Fuzzy Logical Relationships. / Dian Chen, Shyi-Ming Chen. // Systems, Man and Cybernetics, 2009. SMC 2009. IEEE International Conference on. – 2009.– P. 3456 - 3460.

РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ, ЩО ПОЄДНУЄ ПЕРЕВАГИ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Єфімов В. Н., Яцуба І. О., Мацишин Є. О.

Vk.yefimov@gmail.com, ivan.yatsouba@gmail.com, evgeniy.matsyshin@yandex.ru

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

У наш час постійно йде стрімкий розвиток технологій, особливо у сфері ІТ. Сучасна система освіти недостатньо використовує ці можливості. Тому постає проблема актуалізації знань, що викладаються.

Частковим рішенням цієї проблеми є розповсюдження навчальних матеріалів в електронному вигляді, наприклад, книги, відео лекції тощо. Доступ до таких матеріалів значно спрощують інтернет технології, що дозволяють отримувати оперативний доступ до необхідної інформації у будь-якій точці світу. Прикладом успішного освітнього онлайн-проекту можна назвати систему Coursera [1], яка дозволяє віддалено брати участь у навчальних курсах кращих університетів світу. На жаль, в Україні ідея навчання з активним використанням ІТ-технологій поки не набула популярності й підтримки з боку держави.

Для сприяння розвитку таких інновацій було вирішено у рамках курсу “Аналіз вимог до ПЗ” для спеціальності 6.050103 - “Програмна інженерія” побудувати прототип освітньої електронної системи, яка б поєднувала найкращі риси традиційної та дистанційної освіти і відповідала би сучасним потребам викладачів та студентів.

Робота над проектом тривала протягом усього семестру. Для покращення навичок командної роботи студентів навчальні групи були поділені на команди. Сам процес розробки проекту базувався на підходах, що викладені у книзі [2]. У першу чергу було проведено анкетування серед студентів, що допомогло визначити проблеми традиційної вищої освіти. За підсумками обробки матеріалів цього анкетування було створено список цих проблем. Найбільш значущими були визнані наступні:

- відсутність оперативності передачі даних;
- складність доступу до навчальних матеріалів;
- великий об'єм інформації;
- відсутність цілісності бази знань;
- незручна система контролю.

Для пошуку шляхів вирішення цих проблем була підготовлена і проведена нарада за участю студентів, завідувача кафедри математичного забезпечення ЕОМ Байбуза О.Г. та інших зацікавлених лиць. Спочатку були заслухані доповіді про сучасні системи дистанційної освіти та їх переваги. Сама нарада була проведена у режимі мозкового штурму, під час якого студентами були представлені засоби, які б допомогли побудувати систему, а також був запропонован її функціонал. Серед запропонованих засобів були представлені: системи хмарного зберігання данх DropBox та GoogleDrive, система контролю версій GitHub, а також навчальна платформа Moodle[4].

Основним засобом реалізації подібної навчальної системи є використання інтернет технологій, що дозволить поєднати переваги традиційної та дистанційної освіти. Важливо розробити архітектуру подібної системи [4].

У результаті цієї роботи було сформовано документ-концепцію, що описував головні концептуальні ідеї цього проекту та за допомогою PHP, HTML, CSS та JavaScript розроблено перший прототип системи.

1. https://www.coursera.org
2. **Леффингуэлл Дин, Уилдриг Дон.** Принципы работы с требованиями. Унифицированный подход.: Пер. с англ. – Издательский дом “Вильямс”, 2002 – 448с.: ил.
3. https://moodle.org
4. **Зайченко Т. П.** Основы дистанционного обучения: теоретико-практический базис: учебное пособие. – Спб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. – 167 с.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Жарикова М.В., marina.jarikova@gmail.com,

Шерстюк В.Г., vgsherstyuk@gmail.com

Херсонский национальный технический университет

Чрезвычайные происшествия природного характера (ЧСПХ) несут значительные угрозы человеку и обществу: число пострадавших от ЧСПХ в мире увеличивается ежегодно на 8,6%, а экономические потери растут в среднем на 6% в год. Защита населения и территорий от ЧСПХ является актуальной научно-практической проблемой.

При возникновении ЧСПХ требуется принимать меры по их локализации и ликвидации, обеспечивая минимизацию причиняемого ущерба. Однако, ЧСПХ являются результатом одновременного воздействия значительного числа факторов, имеющих стохастическую природу, а развивающиеся при возникновении ЧСПХ процессы нелинейны, нестационарны и быстротечны, что существенно усложняет принятие решений по противодействию им.

Неточность, неполнота и противоречивость исходной информации, территориальная распределенность событий, а также значительный дефицит времени на оценку ситуации и принятие адекватного решения препятствуют использованию классических подходов, и приводит к постановке задачи интеллектуальной поддержки принятия решений по противодействию ЧСПХ.

Разработанная с участием авторов система поддержки принятия решений (СППР) предназначена для прогнозирования, противодействия и ликвидации ЧСПХ одного из наиболее распространенных классов – лесных пожаров. В основу СППР положены модель оценки риска ЧСПХ, модель среды и модель динамики пожара. Под риском ЧСПХ понимают произведение оценки возможности того, что определенный объект будет охвачен ЧСПХ, на величину предполагаемого ущерба, определяемую с помощью функции влияния, выражающей количественную оценку степени модификации объекта в

результате воздействия ЧСПХ определенного класса.

Модель среды включает в себя множество сосредоточенных объектов различной природы (постройки, дороги, лесные насаждения), отображенных посредством геоинформационной системы на модель местности и имеющих однородные таксационные описания. Имеющееся множество объектов подразделяется на классы неопасных, опасных и потенциально опасных. Классификация производится над ретроспективной БД методом атрибутно-ориентированной индукции, а неполнота и неточность описания объектов выражена с использованием верхних и нижних приближений концептов.

Модель динамики пожара позволяет, исходя из имеющихся наблюдений состояния среды, оценивать и прогнозировать состояния различных ее объектов в процессе развития пожара.

СППР решает две основные задачи: *задачу анализа угроз*, рассматривая совокупность всех возможных сценариев развития ЧСПХ, для чего на основе когнитивной карты ситуации, отображающей взаимосвязи между параметрами объектов и внешней среды, строится матрица риска для требуемых моментов времени; и *задачу синтеза решения*, что предполагает построение адекватных имеющимся угрозам наряда сил и плана мероприятий по противодействию ЧСПХ (тушению пожара).

Формирование множества возможных решений производится по прецедентам, с использованием комплексного критерия близости классов ситуаций, учитывающего пространственное расположение объектов и оценку подобия временных рядов, соответствующих параметрам состояния объектов. Для последующего выбора окончательного решения из множества возможных решений используется функция поиска локального оптимума, позволяющая найти решение, для которого оценка предполагаемого ущерба, определяемого на основе матрицы риска, будет минимальной.

Опытная эксплуатация СППР привела к повышению скорости и качества принимаемых решений по тушению лесных пожаров по сравнению с принятием решений «вручную», что позволило добиться снижения потерь.

О ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРИ РАСКРОЕ МАТЕРИАЛА

Жело А. М., alekseyzhelo@yandex.ru,
Коряшкина Л. С. koryashkinals@mail.ru

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Задачи оптимального раскроя материалов являются важными в ресурсосберегающих технологиях для многих видов производства, поскольку напрямую ведут не только к экономии материалов и снижению отходов, но и к улучшению качества выпускаемой продукции. Как правило, в задачах оптимального раскроя, возникающих на практике, основные ограничения имеют геометрический характер. Учет таких ограничений позволяет находить рациональные варианты раскроя материала с минимальными отходами. Условия автоматизированного производства предполагают также и технологические ограничения, которые определяются характеристиками раскройного оборудования, организационными особенностями производства. Так, например, принципиальная технологическая схема линии по производству газобетона включает в себя этап разделения массива после автоклавной обработки на изделия нужного размера с помощью делительной машины – резательной установки для вертикальной поперечной резки. Здесь резка осуществляется за счет опускающейся сверху вниз рамы со струнами, совершающими колебательное движение. Время порезки массива составляет 5 минут, время изменения схемы порезки колеблется от 20-ти до 60-ти минут в зависимости от того, с какого на какой вариант раскроя перенастраиваются

струны, и массив какой плотности подается для разрезания. Для упрощения модели можно предполагать, что, в среднем, время перенастройки резательной установки 35 – 40 минут. В условиях реального производства частая перенастройка оборудования на другую плотность нежелательна по причине необходимости замеса алюминиевой пудры и проведения дополнительного контроля.

В докладе представлены математические модели и методы решения оптимизационных задач раскроя, возникающих в процессе производства газобетонных блоков. Исходной информацией являются следующие данные: номенклатура разрезаемых массивов, их физические свойства (плотность материала); номенклатура выпускаемых газобетонных блоков, их геометрические размеры; потребность в продукции каждого вида на определенный период; остатки продукции, имеющиеся на складе на начало рассматриваемого периода; все возможные варианты раскроя; время переналадки струн резательной машины при смене одного варианта раскроя на другой; максимальное количество продукции, выпускаемое за смену. В качестве критериев оптимальности карт раскроя и порядка (приоритета) их действия рассмотрены: минимальное количество разрезаемых массивов при выполнении заказов; минимальное количество раз изменения схемы порезки.

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ АТОМАМИ

Жихарєва Я.С., Філоненко Н.Ю.
yana_zhykharieva@ukr.net
ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

Розробка металевих сплавів з прогнозованими фізико-хімічними властивостями має великі перспективи. Для прогнозування фазового складу багатокомпонентних систем застосовують різні методи: квазіхімічний, термодинамічний та інші. Всі ці методи мають певні недоліки, а саме їх можливо застосувати тільки при рівноважних умовах. Як відомо, більшість процесів, які пов'язані з утворенням фазового складу відбуваються при нерівноважних умовах. Відомо, що утворення хімічної сполуки у сплаві пов'язано з енергією зв'язку між компонентами, які її утворюють. Тому, в даній роботі запропоновано з використанням квантово-механічних розрахунків визначати енергію зв'язку між атомами сполуки, і тим самим, визначати вірогідність утворення хімічних сполук у даному сплаві або системі.

Загальну енергію окремого хімічного зв'язку між компонентами, які її утворюють можна розрахувати за виразом: $E = E_1 + E_{e-e} + E_{кул} + W_1 + W_2$, де E_1 - енергія взаємодії часток при розв'язку двоцентрової задачі, $E_{e\text{-}e}$ – енергія електрон-електронної взаємодії, $E_{кул}$ – кулонівська енергія, W_1 - збудження, що виникає при розв'язку двоцентрової задачі, W_2 - збудження, яке виникає під час проникнення заряду в кристалічну ґратку хімічної сполуки. Рівняння Шредингера для електрона, що знаходиться в полі двох кулонівських центрів було представлено в еліптичних координатах та був отриманий математичний вираз, що дозволив провести якісну оцінку енергії зв'язку між компонентами, які утворюють дану сполуку. Отриманий результат є складним, тому було виконано математичне моделювання даного процесу з використанням об'єктно-орінтовного язика програмування Delphi 7.0 та отримана програма, результати розрахунків якої дозволяють провести якісну оцінку енергії зв'язку між компонентами.

DEVELOPING CLASSIFICATION ALGORITHMS FOR CANCER PATHOLOGIES BASED ON DNA METHYLATION DATA

Zaikin Alexey

Institute for Women's Health and Department of Mathematics, UCL, London, WC1E 6BT, UK

We discuss the problem of early diagnosis for oncological diseases based on the analysis of DNA methylation profile. We apply classification algorithms based on cluster analysis and supervised learning for recently developed intra-gene measures [1] enabling to decreases the dimensionality of data from initial 450K to the less than 20K. As initial data for supposed study we propose to use inspection results of examinees from the international database The Cancer Genome Atlas [2], which contain information about methylation level received with TheIlluminaInfinium HumanMethylation450 BeadChip [3]. Data contain circa 485000 loci per genome the intragenic location for 330000 of which is known as well as the name of related gene. Thus 15-17 loci per gene are available. These data are available for 13 different cancer types (Bladder Urothelial Carcenoma, BLCA; Breast Invasive Carcenomia, BRCA; etc). We show that application of intragene measures plays the complimentary role to the usually used average-per-gene methylation value.

1. T.E. Bartlett, A. Zaikin, S.C. Olhede, J. West, A. Teschendorff, and M. Widschwendter, “Corruption of the Intra-gene DNA Methylation Architecture is a Hallmark of Cancer”, PLOS ONE 8, e68285 (2014).
2. The Cancer Genome Atlas – Cancer Genome – TCGA [http://cancergenome.nih.gov/]. 21.09.2014
3. Infinium HumanMethylation450 BeadChip | Illumina [http://products.illumina.com/products/methylation_450_beadchip_kits.ilmn]. 21.09.2014

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР ДЕЛЕЖА

Зиновеева М.И., zinoveeva92@mail.ru, **Козин И.В.**, ainc@ukrpost.net
Запорожский национальный университет.

Постановка задачи. Рассмотрим классическую кооперативную игру дележа $\{U, P_0\}$. U множество всех игроков, $U = \{A_1, A_2, ..., A_n\}$, а $P(U) = P_0 = x_1 + x_2 + ... + x_n$. Вектор $x = (x_1, x_2, ..., x_n)$ является дележом в игре, для которого выполняются следующие условия: $x_i \geq 0, (i \in \mathrm{N}); \sum_{i \in \mathrm{N}} x_i = P(U)$. Коалицию всех игроков U будем считать полной, а всякое подмножество $V \subset U$, $V \neq o$ – подкоалицией. число всевозможных таких подкоалиций равно $2^n - 2$. Тогда, в рамках кооперативной игры U, доход подкоалиции V равен $\sum_{A_i \in V} x_i$, а доход независимой подкоалиции, т.е. которая функционирует самостоятельно, равен $P(V)$. Множество всех дележей, для которых выполняется следующие условия

$$\begin{cases} P(U) = P_0 = x_1 + x_2 + ... + x_n; \\ \sum_{A_i \in V} x_i \geq P(V); \\ P(U) \geq 0, \\ x_i \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

называется ядром кооперативной игры. Согласно теореме об устойчивости коалиции в рамках кооперативной игры, необходимо и достаточно, чтобы для любой подкоалиции выполнялось условие (1).

Выбор дележа может осуществляться различными способами: путем равного дележа, пропорционального распределения дохода, и другими. Правило дележа может быть произвольным, но не всегда оно принадлежит ядру. Поэтому интересен вопрос, какой минимальный размер штрафа необходимо наложить на игроков полной коалиции, чтобы любой априорно определенный дележ кооперативной игры был устойчивым.

Введем размер штрафа h, который будем предполагать одинаковым для всех игроков, и наложим его на всех членов коалиции. Таким образом,

собственный доход для любой подкоалиции будет равен $P(V)-h\cdot|V|$. Тогда условие устойчивости (1.2) примет следующий вид

$$\sum_{A_i\in V} x_i \ge P(V)-h\cdot|V|;\ \ h\ge \frac{P(V)-\sum\limits_{A_i\in V} x_i}{|V|};\ \ h=\max_{V\ne 0, V\subset U}\frac{P(V)-\sum\limits_{A_i\in V} x_i}{|V|}.$$

Пример. Возьмем в качестве примера пропорциональное распределение дохода, т.е. такое распределение дохода, при котором доход делится пропорционально числу игроков**.** Таким образом средний доход подкоалиции в кооперативной игре будет иметь вид $\alpha_i\cdot P_0$, где $\alpha_1+\alpha_2+\ldots\alpha_n=1, \alpha_i\ge 0, i=\overline{1,n}$. Подставим в условие устойчивости (1.2):

$$P_0\sum_{A_i\in V}\alpha_i \ge P(V)-h\cdot|V|;\ \ h\ge \frac{P(V)-P_0\sum\limits_{A_i\in V}\alpha_i}{|V|};\ \ h=\max_{V\ne 0, V\subset U}\left(\frac{P(V)}{|V|}-\frac{P_0}{|V|}\sum_{A_i\in V}\alpha_i\right).$$

Таким образом, полученная задача является задачей нелинейного программирования

$$\begin{cases}\max\limits_{V\ne 0, V\subset U}\left(\dfrac{P(V)}{|V|}-\dfrac{P_0}{|V|}\sum\limits_{A_i\in V}\alpha_i\right)\to \min;\\ \alpha_1+\alpha_2+\ldots\alpha_n=1;\\ \alpha_i\ge 0;\\ i=\overline{1,n}.\end{cases}$$

Аналогичным образом, рассматривая распределение дохода, при котором доход делится поровну между игроками, получим

$$\begin{cases}\max\limits_{V\ne 0, V\subset U}\left(\dfrac{P(V)}{|V|}-\dfrac{P_0}{n|V|}\right)\to \min;\\ x_i\ge 0;\\ i=\overline{1,n}.\end{cases}$$

Библиографический список

1. **Meyerson R.** Game Theory: Analysis of Conflict. – Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1991.
2. **Васин А. А.**, **Морозов В. В.** Теория игр и модели математической экономики. – М., 2005.

ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Золотько К.Е., zolt66@mail.ru,

Днепропетровский национальный университет

Разработка и проектирование систем теплоснабжения всегда были достаточно сложной задачей с элементами оптимизации. В настоящее время это усугубляется значительными колебаниями стоимости углеводородных топлив, которые традиционно являются одним из основных источников энергии в системах теплоснабжения различной мощности. В то же время, возрастает интерес к нетрадиционным источникам энергии таким, как солнечная и ветровая энергия.

Основным вопросом при проектировании систем теплоснабжения является выбор источника энергии, в значительной степени влияющем на эффективность, габариты и себестоимость производимого тепла. В этой связи, возникает задача создания экспертно-информационной системы, которая позволяет производить предварительные расчеты и учитывает не только тепловые характеристик системы, но и вопросы связанные с качественными характеристиками (удобство эксплуатации, наличие квалифицированного персонала, возможность доставки топлива и др.). Оценка качественных характеристик и их влияние на систему теплоснабжения в целом производится на основании данных о предполагаемом месте расположения тепловой установки, наличия стационарных коммуникационных сетей, отношении населения к тем или иным видам энергии, наличия законов и подзаконных актов, регламентирующих работу и предоставляющих льготы и т.п. Все эти сведения и документы находятся в специально базе знаний экспертно-информационной системы и их оценка производится экспертами.

Так, например, в последние годы значительное внимание уделяется развитию систем с нетрадиционными источниками энергии. Однако, необходимо учитывать, что ветроагрегаты большой мощности излучают

низкочастотные колебания и их установка вблизи жилых помещений может негативно сказываться на здоровье. А солнечная энергетика (в большинстве государств, где она широко используется) регламентируется специальными законами, позволяющим производителям и потребителям таких систем повысить экономическую эффективность за счет дополнительных льгот. Кроме того, следует учесть, что использование таких систем затруднено во многих регионах Украины в связи с низкими скоростями ветра (что значительно влияет на характеристики ветроагрегатов) и значительной облачностью, которая негативно сказывается на параметрах гелиосистем.

Экспертно-информационная система включает в себя:

- базу данных, в которой содержаться характеристики различных видов топлив, климатические данные и параметры, необходимые для расчета систем теплоснабжения;

- базу знаний о законадательных актах, общественно- политической характеристике и качественной оценке экспертов о возможности использования тех или иных видов энергии в отдельных регионах;

- модуль расчета тепловых характеристик установки на различных видах энергии;

- модуль вывода экспертизы на основании расчета тепловых характеристик и качественных параметрах.

Таким образом, экспертно-информационная система позволяет на основании количественных и качественных характеристик систем теплоснабжения, которые получены на основании расчетов и выводов экспертов, оценить возможности и эффективность использования систем теплоснабжения на ранних стадиях их проектирования.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАЗМОВИХ ПРИСКОРЮВАЧІВ

Золотько К.Є. zolt66@gmail.com,

Красношапка Д.В. dimakrasnoshapka@yahoo.com,

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Плазмові прискорювачі широко використовуються у різних галузях науки та техніки. У зв’язку з цим існує потреба у зменшенні витрат та скорочення часу на проектування плазмових прискорювачів.

Перспективним для вирішення цієї задачі вбачається застосування нейронних мереж, які уже досить давно використовуються у таких задачах як оптимізація, передбачення, прогноз, керування та ін., тобто там, де невідомий точний вид зв’язків між вхідними та вихідними даними [1].

Найбільш поширені електродні плазмові прискорювачі, поділяються на такі класи — плазмові прискорювачі з власним магнітним полем, наприклад, імпульсні (ІМП), стаціонарні торцеві прискорювачі (СТП), та плазмові прискорювачі із зовнішнім магнітним полем, наприклад, торцевий холловський прискорювач (ТХП), прискорювач із замкненим дрейфом електронів та іонний прискорювач (ІП). [2].

Кожен із прискорювачів плазми має свої елементи конструкції, деякі з яких притаманні тільки цьому виду прискорювачів, або має свої конструктивні особливості. Нейронна мережа може використовуватися для проектування прискорювачів плазми. При цьому шар вхідних нейронів описує початкові данні та параметри плазмового прискорювача, необхідні для вирішення конкретної прикладної задачі та особливості конструкції, які буде мати даний прискорювач і його вид. Проміжні шари нейронів описують конкретні елементи прискорювача, що можуть входити до складу пристрою. Нейрони зв’язуються між собою, якщо зв’язок неможливий, то на ньому ставиться ваговий коефіцієнт 0, а чим зв’язок сильніший тим вищий ваговий коефіцієнт. Активаційна функція кожного нейрону, у тому числі і вихідного шару —

ступінчаста. Вхідний шар нейронів містить параметри плазмового прискорювача і зв’язаний з іншими нейронами-елементами.

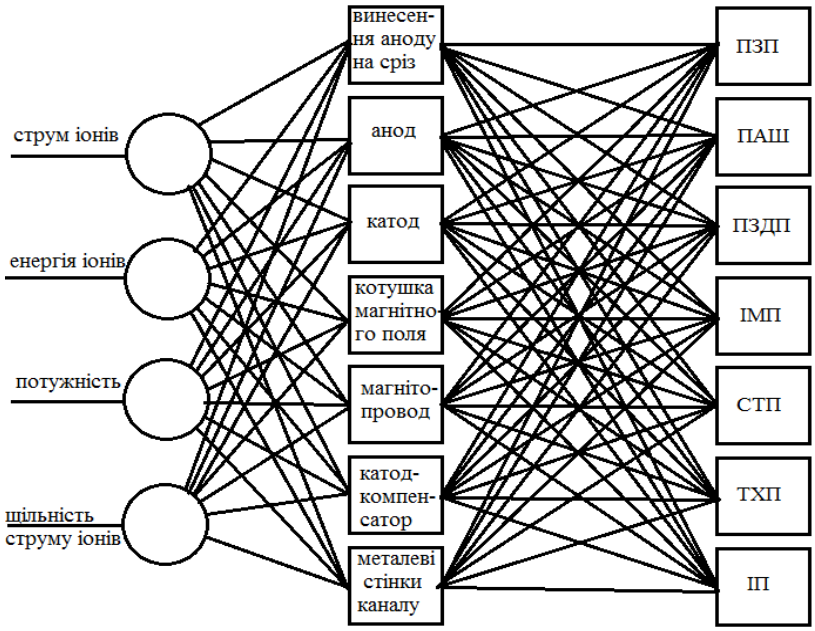


Рис 1. Приклад нейронної мережі для проектування плазмового прискорювача для прикладного застосування

На рис. 1 представлено приклад нейронної мережі для задачі проектування плазмових прискорювачів, на основі вхідних даних — параметрів прискорювача.

Використання нейронних мереж в задачах проектування плазмових прискорювачів дозволить підвищити якість проектування, знизить витрати і зменшить терміни проектування прискорювачів плазми для застосування у різних сферах науки і техніки.

Бібліографічні посилання

1. Адаменко В.О., Мірських Г.О. Штучні нейронні мережі в задачах реалізації материальних об’єктів. Частина 2. Особливості проектування та застосування. Вісник національного технічного університету України “КПІ” серія - Радіотехніка. Радіоапаратобудування. - 2012. - №48.

2. Гришин С.Д., Лесков Л.В., Козлов Н.П. Плазменные ускорители. -М.: Машиностроение, 1983.

ПОШУК ТОЧНИХ ЗНАЧЕНЬ КРИТИЧНИХ МЕЖ ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ

Івахнік Г.В., ivahnikanna@gmail.com,
Земляная С.В., szemlyanaya@mail.ru
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Метою даної роботи було здійснення пошуку точних значень критичних меж подвійного послідовного критерію відношення ймовірностей (критерію Лордена) та оптимального узагальненого послідовного критерію (критерію Айвазяна) для випадку перевірки гіпотез двох типів гіпотез про параметри нормального розподілу.

У роботі представленні обчислювальні схеми прийняття рішення у випадку існування простої гіпотези проти простої альтернативи за послідовними критеріями Вальда, Айвазяна та Лордена. Реалізація алгоритмів була виконана за традиційним методом, використовуючи наближені критичні межі. Але, оскільки у результаті фактичні ймовірності помилок першого та другого родів виявляються меншими ніж задані, що призводить до збільшення кількості випробовувань, було вирішено здійснити пошук точних критичних меж. Оскільки їх аналітичне обчислення складно виконати, за [3] було вирішено застосувати комп’ютерне моделювання, шляхом застосування методу Монте-Карло.

У результаті проведено порівняння середньої кількості випробувань прийняття рішень за методами послідовного аналізу, використовуючи фіксовані запропоновані значення критичних меж та значення, отримані у результаті застування методу чисельного моделювання.

1. **Айвазян С.А .**Различение близких гипотез о виде плотности распределения в схеме обобщенного последовательного критерия // Теория вероятностей и ее применения, 1965, т. 10, вып. 4
2. **Lorden G.** 2-SPRT`s and modified Kiefer-Weiss problem of minimizing an expected sample size // Annals of Statistics, 1976, v. 4, № 2
3. **Постовалов С. Н.** Проверка простых и сложных гипотез с использованием последовательных критериев Лордена и Айвазяна / С. Н. Постовалов, М. Р. Шахмаметова // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск, 2011. - № 3 (44). - С. 17-28.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ HSV, HCS ТА IHS – ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ЯКІСТЬ ЗЛИТТЯ ЦИФРОВИХ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Кавац О.О., alena_kavats@mail.ru

Національна металургійна академія України

Сучасний розвиток супутникових апаратів дозволяють отримувати зображення високої та надвисокої просторової роздільної здатності. Такі зображення дозволяють вирішувати різноманітні задачі. Актуальною областю наукових досліджень є обробка фотограмметричних даних декількох каналів з метою одержання штучного (синтезованого) зображення із покращеними показниками інформативності у порівнянні із первинними знімками та його подальший аналіз. У цьому зв'язку можна зазначити, що при вирішені великого спектру задач, використання кольору первинних мультиспектральних зображеннях є край необхідним. Саме тому дослідження впливу методів злиття на якість фотограмметричних зображень викликає великий інтерес.

У роботі проведені дослідження методів злиття: HSV, гіперсферичного (HCS) перетворення та модифікації IHS – перетворення. При використанні зазначених методів злиття були отримані синтезовані зображення, які відрізняються більшою чіткістю та інформативністю ніж первинне мультиспектральне зображення. В якості оцінки зображень використовувались кількісні показники, такі як значення інформаційної та сигнальної ентропії та індекс структурної схожості (SSIM). Дослідження проводилися на первинних восьмиканальних мультиспектральних знімках, отриманих супутником надвисокого просторового розрізнення WorldView-2, розміром 4604*4600. Для визначення наведених характеристик використовувалося порівняння між первинним мультиспектральним та синтезованим зображеннями.

Визначено, що найвище значення інформаційної та сигнальної ентропії має синтезоване зображення за нелінійним IHS - перетворенням (7.250, 7.795) у

порівнянні з первинним мультиспектральним зображенням (7.007, 7.195) та наближене до тестового зображення (7.241, 7.526), відповідно. Значення індексу структурної схожості дає можливість визнати схожість між двома зображеннями, значення якого знаходиться у діапазоні від 0 до 1. Визначено SSIM для кожного з методу перетворення за трьома каналами (R, G, B). Синтезоване зображення за нелінійнмим IHS–перетворенням має вище значення індексу структурної схожості (SSIM) за трьома каналами відповідно (0,566 0,552 0,581) у порівнянні з гіперсферичним перетворенням (0,481 0,505 0,484). Результати досліджень дозволили зробити висновок, що використання нелінійного IHS– перетворення призводить до підвищення інформативності первинного мультиспектрального зображення та використання цього методу, як одного з етапів загальної інформаційної технології корекції та подальшої тематичної обробки сканерних багатоканальних зображень високого просторового розрізнення є доцільним.

Наші подальші дослідження будуть присвячені розробці технології підвищення інформативності при обробці багатоканальних цифрових зображень із залученням інформації, отриманої в інфрачервоному діапазоні.

Література:

1. Гнатушенко В.В. Дослідження модифікацій IHS - перетворення на якість злиття фотограмметричних зображень / В.В. Гнатушенко, О.О. Кавац, Ю.О. Водолазський // Вісник ХНТУ. - Херсон, 2014. - № 3 (50). - С. 132-138.

2. Chien Chun-Liang. Image Fusion With No Gamut Problem by Improved Nonlinear IHS Transforms for Remote Sensing / Chun-Liang Chien, Wen-Hsiang Tsai // IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 52, NO. 1, JANUARY 2014.

АЛГОРИТМ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ФІЛЬТРІВ

Кавац О.О., Кібукевич Ю.О.
Національна металургійна академія України

Сьогодні супутникові мультиспектральні цифрові зображення є джерелом отримання різноманітної інформації. Наприклад, за таким видом зображень можна отримувати інформацію про несанкціоновані забудови, стан навколишнього середовища, вплив техногенних факторів, виявлення забрудненої території тощо. У цьому випадку використання кольору є невід'ємною складовою при отримані інформації. Нерідко, зображення, отриманні зі скануючих датчиків супутникових систем мають шуми та спотворення різного характеру. При здійсненні фільтрації характеристики яскравості кожної точки цифрового зображення, замінюються іншим значенням яскравості, яке визнається в найменшій мірі спотвореним. Ось чому задача обробки зображень з метою підвищення інформативності та поліпшення якості мультиспектральних зображень є актуальною. Підвищення інформативності первинного мультиспектрального зображення можна досягти при залучені методів злиття, але такі методи приводять до кольорових спотворень.

У роботі запропоновано алгоритм підвищення інформативності первинного мультиспектрального зображення на основі вейвлет-перетвореннь при застосуванні низькочастотного (НЧ) та високочастотного (ВЧ) фільтрів. При використанні цього методу підвищення розрізнення здійснюється за рахунок перенесення високочастотних складових панхроматичного зображення на мультиспектральне зображення. НЧ фільтр має порогове значення, частоти нижче якого будуть проявлені в повній мірі, а ті частоти, які знаходяться вище – будуть зменшені або повністю видалені [1]. ВЧ фільтр є повною протилежністю НЧ фільтру, тобто частоти вище значення порогу залишаться без змін, натомість нижні частоти будуть видалені. При об'єднанні зображень після фільтрації синтезоване зображення є більш чітким. Тому, наступним

кроком алгоритму є поєднання отриманих панхроматичного та мультиспектрального зображень за допомогою вейвлет - перетворення. У роботі [2] доведено, що найкращій результат злиття панхроматичного та мультиспектрального зображення дає вейвлет Добеші 20–го рівня декомпозиції, ось чому саме цей вид вейвлету було застосовано у алгоритмі. Результатом роботи алгоритму є синтезоване зображення, яке навіть візуально відрізняється більшою чіткістю ніж первинне мультиспектральне зображення. Схема алгоритму наведена на рисунку 1.

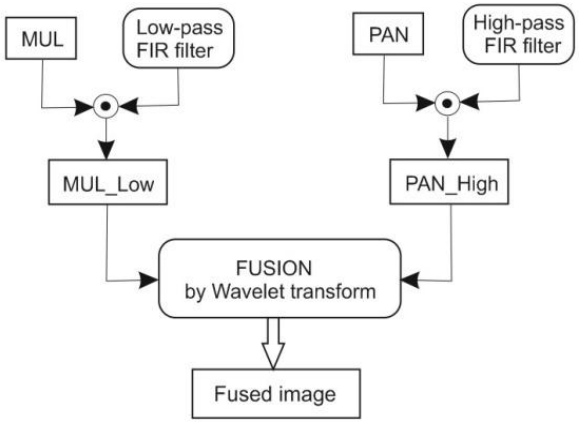


Рисунок 1 – Схема алгоритму злиття зображень

Оцінка якості синтезованого зображення визначалась за кількісним показником інформаційної ентропії. Визначено, що значення ентропії отриманого синтезованого зображення становить 7.369, що значно перевищує значення ентропії первинного мультиспектрального зображення 7.007. Результати досліджень дають змогу зробити висновок, що використання запропонованого алгоритму призводить до підвищення якості та інформативності первинного мультиспектрального зображення.

Література:

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. Часть 1 - М.: Техносфера, 2010. - 560 с.
2. Гнатушенко В.В. Дослідження впливу характеристик вейвлетів на ефективність об’єднання фотограмметричних зображень /О. О. Кавац, В.В.Гнатушенко, О.О.Сафаров // «Прикладна геометрія та інженерна графіка», Праці Таврійський державний агротехнічний університет - Випуск №4, Том №56, м. Мелітополь - 2013. стр. 33-40.
3. M. Lillo-Saavedra, C. Gonzalo, A. Arquero and E. Martinez Fusion of multispectral and panchromatic satellite sensor imagery based on tailored filtering in the Fourier domain // International Journal of Remote Sensing // Vol. 000, No. 000, Month 2005, 1–6.

АВТОМАТИЧНЕ ДОВЕДЕННЯ ПРАВИЛЬНОСТІ АЛГОРИТМІВ, СПЕЦИФІКАЦІЯ ЯКИХ МІСТИТЬ КВАНТОР КІЛЬКОСТІ, У СИСТЕМІ FRAMA-C

Калиновський А.О., Хижа О.Л.
artem_kalinovsky@yahoo.com, alkhizha@mail.ru
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Формальна статична верифікація алгоритмів ([9]) має практичний сенс лише у контексті систем автоматизації доведення програм, як математичних теорем; наприклад: ACL2 [3], Coq [1], Why [8], Frama-C [7].

Система Frama-C [7] надає можливість автоматичної формальної верифікації програм на мові програмування C, специфікованих за допомогою ACSL [6]. Приклади доведення відомих алгоритмів за допомогою Frama-C наведені у [2].

Доведення у Frama-C алгоритмів, специфікація яких містить квантор кількості, викликає труднощі. Так, станом на 2014 рік, доведення алгоритму Count є успішним лише на 93%, як визнано у [2].

У даній роботі отримано автоматичне доведення алгоритму Count [2] для Frama-C з плагіном Jessie [5], успішне на 100%. Використано підхід, застосований для доведення правильності програми пошуку додатних елементів масиву на мові Java за допомогою системи Krakatoa/Coq [4]. Уведено до розгляду предикат, що реалізує квантор кількості, відсутній в ACSL:

```
/*@ predicate IsValidRange(int *array, integer n)=(0 <=
    n) && \valid(array+(0.. n-1));
axiomatic NumOfVal { logic integer num_of_val{L} (integer
    i, integer j, int *array, integer key);
axiom num_of_val_empty{L} : \forall integer key, i, j,
    int *array;i >= j ==> num_of_val(i,j,array, key) ==
    0;
axiom num_of_val_true_case{L} : \forall integer key, i,
    j, int *array;i < j && array[j-1] == key ==>
    num_of_val(i,j,array, key) == num_of_val(i,j-1,array,
    key)+1;
```

```
axiom num_of_val_false_case{L} : \forall integer key, i,
    j, int *array;i < j && ! (array[j-1] == key) ==>
    num_of_val(i,j,array, key) == num_of_val(i,j-1,array,
    key);
}*/
```

Згідно до специфікації

```
/*@requires IsValidRange(a,n);
       assigns \nothing;
       ensures \result==num_of_val(0,n,a,val);*/
```

доведено правильність програми

```
int count(const int *a, int n, int val)
{   int cnt=0;
    /*@loop invariant 0<=i<=n;
       loop invariant 0<=cnt<=i;
       loop invariant cnt == num_of_val(0,i,a,val);
       loop assigns i, cnt;
       loop variant n-i; */
    for(int i=0;i<n;++i)
        if(a[i]==val)
            cnt++;
    return cnt;
}
```

Таким чином, підвищено до 100% успішність доведень у системи Frama-C алгоримів, специфікованих квантором кількості.

1. **Bertot, Y. and Pierre Castéran, P.** Interactive Theorem Proving and Program Development: Coq'Art: The Calculus of Inductive Constructions. — Springer, 2004.
2. **Burghardt, J., Gerlach, J., Pohl, H.** ACSL By Example. — Fraunhofer FOKUS, 2014.
3. **Kaufmann, M., Manolios, P., Moore, J., S.** Computer-Aided Reasoning: An Approach. — Kluwer Academic Publishers, 2000.
4. **Marché, C.** Filter elements of an array. — http://toccata.lri.fr/gallery/MullerJava.en.html
5. **Marché, C., Moy, Y.** The Jessie plugin for Deductive Verification in Frama-C. — INRIA Saclay, 2014.
6. ANSI/ISO C Specification Language. — http://frama-c.com/acsl.html.
7. Frama-C Software Analyzers. — http://frama-c.com.
8. Why3 – a platform for deductive program verification. — http://why3.lri.fr.
9. **Грис, Д.** Наука программирования. – М.: Мир,1984. — 416 с.

ПРОЗРАЧНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ – СТАБИЛЬНОСТЬ БИЗНЕС ПРОЦЕССОВ КОМПАНИИ

Карасевич А.В.
Andrey.Karasevich@evraz.com
Национальная металлургическая академия Украины

Одна из основных проблем многих производственных бизнес процессов – их непрозрачность. Руководителю при управлении предприятием необходимом видеть и понимать, предсказывать производственные процессы. Анализ причин такой непрозрачности показывает существенный вклад в них человеческого фактора. Минимизация рисков, связанных с человеческим фактором, является одной из основных задач управления предприятием.

Данная проблема актуальна для всех производственных участков промышленных предприятий. Опыт эксплуатации систем автоматизации промышленных процессов показывает, что часто причины отказа таких систем связаны с нарушением их целостности. Таким образом, актуальной является задача автоматизированного контроля целостности систем управления.

Службы эксплуатации автоматизированных систем управления разрабатывают решения контроля целостности. Также, наряду с частными разработками службами эксплуатации решений, применяются готовые программные решения корпораций – разработчиков.

На ПАО «ДМЗ им. Петровского» в доменном производстве используются решения от концерна Rockwell Automation, начиная от ПЛК (программируемый логический контроллер) и заканчивая программными оболочками (например, RSLogix 5000 или FT View Studio). Для выявления вмешательства в систему необходимо все время сверять проектную конфигурацию с фактической. При большом количестве сигналов и процедур их обработки выливается в огромные трудозатраты. Приведу сравнительную страницу (табл.1) для работы одному специалисту в чел. днях (при рабочей смене в 8 часов).

Табл. 1. Количество затрачиваемых чел. дней для проверки проекта.

Ч. дни	PKZ	PKV	Com-mon	Doza	Delta	DMN	BVN	Water	POST	SC7	SC8	SC10	SC11
ДП№2	2	2	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ДП№3	2	2	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Как видим из данной таблицы, это означает почти в месяц тяжелой работы, для которой нужна максимальная концентрация и внимательность. При

этом стоит учесть, что процесс непрерывный, и сразу после проверки, например PKZ и переходу к проверке PKV, нет гарантии, что в первом проекте снова не произвели изменения (это справедливо даже в рамках одного проекта, например разные подпрограммы). Из этого можно сделать вывод, о том, что необходимо произвести автоматизацию данного процесса. После анализа предложений на рынке программного обеспечения производителей программно – технических средств было принято решение о внедрении системы аудита Asset Centre от Rockwell Software. Для других производителей контроллеров есть аналогичные решения.

Asset Centre предоставляет: безопасный доступ к системе управления; защита от несанкционированных или нежелательных изменений в текущих процессах или файлах; наличие документального журнала аудита устройств Rockwell Automation с информацией об инициаторах и сути изменений, а также времени этих изменений в программах устройств; наличие журнала с однозначной информацией об инициаторах изменений в определенном устройстве или файле; возможность аудита версий всех системных файлов; возможность подтверждения наличия в устройстве утвержденной конфигурации или программы.

Данная подсистема появилась в ноябре 2011 года и легко внедрилась в существующую АСУ ТП доменной печи. Уже с первых дней работы программы выявились несоответствия между журналом регистрации изменений и фактически выполненными изменениями. Для наглядности, приведем официальную статистику задокументированных изменений в месяц, произведенных дежурным персоналом на протяжении последних трех лет, взятую в отделе эксплуатации АСУТП ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского», изображенную в таблице 2.

Табл. 2. Усредненное количество изменений в системах АСУ в месяц, зафиксированных в дежурном журнале

Временной промежуток	2010 год	2011 год	2012 год
Зафиксировано изменений	97	71	259

Количество зафиксированных вмешательств в систему возросло более чем в 3 раза, по сравнению с аналогичными периодами за предыдущие годы. Каждая конкретная ситуация фиксируется в автоматическом режиме, и подробно разбирается на встречно-сменном собрании. Внедрение системы FT AssetCentre позволило значительно повысить качество выполняемой работы, уровень безопасности, а также свести к минимуму вмешательство в работу системы без необходимости.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОПЕРАТИВНОМУ ОБЛІКУ

Кармазіна В. В., Нужна С. А.
walwas@ukr.net, snuzhnaya@ukr.net
Дніпродзержинський державний технічний університет

Інформаційні системи й технології набувають дедалі більшого поширення в економічній освіті[1]. Оскільки сучасна професійна діяльність економіста неможлива без застосування новітніх досягнень комп'ютерної техніки, то й професійна підготовка потребує відповідного підходу [2].

У роботі розглянуто методику професійно-спрямованого освоєння можливостей електронних таблиць Microsoft Excel. Така методика апробована на прикладі ведення оперативного обліку товарів супермаркету міста та його використання за звітній період. Оперативний облік широко використовується насамперед у процесі виробництва, транспортування і реалізації продукції (товарів), будівництва, тощо. Порівняно з іншими видами обліку (аналітичним бухгалтерським, статистичним) оперативний облік є швидким і більш детальним, має високий ступінь достовірності первинної інформації. Отже, цей вид обліку потребує додаткових досліджень та аналізу. При розгляді задачі ведення оперативного обліку електронні таблиці Microsoft Excel мають могутні засоби оброблення табличних даних, що дають змогу швидко і просто обчислювати результати при заданих вихідних даних.

Розглянемо методику ведення обліку товарів в супермаркеті міста. Облік ведеться кожного дня тижня (тиждень – звітний період). Кожен робочий лист Excel – це день тижня, наприклад, перший тиждень березня. Доцільно перейменувати сім робочих листів Excel у дні тижня. Перед формуванням таблиці товарів треба виділити всі ці робочі листи. Тоді введена інформація буде присутня на усіх цих робочих листах. Достовірною ця інформація є тільки для першого дня звітного періоду (для понеділка). Таблиця товарів формується з інформацією про залишок на початок дня, прихід, витрати та залишок на кінець дня. Інформація для наступного дня вимагає редагування та використання інформації за попередній день. Так залишки за понеділок на

кінець дня повинні перейти в залишки за вівторок на початок дня. Для цього слід скористатись посиланнями на інший робочий лист. Нагадаємо, що ціни за одиницю товару уже введені, і якщо вони змінилися, тоді їх слід відредагувати. Кількість товару (прихід, витрати) заповнюються відповідно бухгалтером. Всі інші стовпчики будуть мати результат після роботи формул у комірках. У випадку зміни ціни на товар або кількості формули будуть перераховуватись автоматично за рахунок використання у формулах посилання на комірки робочого листа, або інших робочих листів. Тобто, фахівцю достатньо ввести вірно інформацію по кількості та по ціні відповідно кожного дня звітного періоду. На робочих листах, за рахунок використання формул та посилань на комірки автоматично формується звіт зміни товарів по кількості та по вартості. Створений документ може бути використаний для подальшого оперативного обліку. Для цього слід зробити його копію та надати копії нове ім’я. Потім відкрити документи попередній та новий. Стовпчик даних по кількості товару на початок дня робочого листа *Понеділок* нового звітного періоду слід відредагувати, зробивши посилання на залишки останнього дня попереднього звітного періоду. Усі інші дії аналогічні. Таке ведення оперативного обліку дозволяє швидко і своєчасно зробити звіт за місяць, а потім і за квартал чи півріччя. Така методика ведення оперативного обліку має переваги іще і в тому, що не вимагає спеціалізованого програмного забезпечення.

Бібліографічні посилання

1. Івахненков С.В. Інформаційні технологи в організації бухгалтерського обліку та аудиту. – К: Знання-прес, 2003 р. – 349 с.
2. В. В. Кармазіна, С. А. Нужна, Т. А. Дементьєва Професійна спрямованість дисципліни «Інформатика» для студентів економічного напрямку вузів І-ІІ рівня акредитації, Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди» - Додаток 1 до Вип. 31, Том ІІ (44) : Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – К.: Гнозис, 2013. – 506 с. [с. 108-119].

ФОНЕМНО-СЕГМЕНТНЫЙ РАСПОЗНАВАТЕЛЬ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ОПИСАНИИ СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В КЛАССЕ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Карпов О.Н., karpovon@ukr.net.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

Существует много работ, посвящённых задаче построения фонемных распознавателей [1]. Подходы отличаются способами формирования параметров (частотные, временные, вероятностные) и сущностью фонемной выборки (изолированные автономные фонемы или нарезанные из слитной речи и учитывающие их взаимное влияние.

Поэтому алгоритмы синтеза распознаваемой последовательности из этих фонем существенно различаются. Сегментация не имеет стопроцентной надёжности по многим причинам. Существенное различие длительностей плавных и взрывных звуков приводит к их объединению в различных сочетаниях. При синтезе возникает разрывный стык между параметрами фонем, а местоположение стыка отличается от соответствующей границы сегмента в предъявленной реализации.

Для решения этих подзадач можно описать спектрально-временное представление [2] колоколообразными или знакопеременными функциями. В классе вторых производных функций Гаусса двумерное описание для модели

$$Z_1(\omega_k, t_l) = \sum_{i=1}^{n} S_{g(i)}(\omega_k) \cdot W_{(i)}(\omega_k) \cdot h_{(i)}(t_l)$$

следующий вид $W_{(i)}(\omega_k) = a_{(i)}(1-(\omega_k - \beta_\omega)^2 \nu_\omega) \cdot e^{-\frac{(\omega_k-\beta_\omega)^2 \nu_\omega}{2}}$,

$$h_{(i)}(t_l) = b_{(i)}(1-(t_l - T_\omega)^2 \tau_\omega) \cdot e^{-\frac{(t_l-T_\omega)^2 \tau_\omega}{2}}$$

Составляющую спектра ищем в виде:

$$Z_i(k, q_i, c_{(i)}, \beta_{(i)}, T_{(i)}, \tau_{(i)}, \nu_{(i)}, \omega_k, t_l) = S_{g(i)}(\omega_k) W_{(i)}(\omega_k) h_{(i)}(t_l),$$

Описание в классе указанных функций обеспечивает плавный стык параметрического описания сегментов, т.к. функции плавно уменьшаются к границам интервала анализа.

Список цитированной литературы

1. Фролов А.В., Фролов Г.В. - Синтез и распознавание речи. Современные решения [2003, CHM, RUS], 300 с.
2. Зирнеева Г.В., Карпов О.Н. Информационная технология анализа, обработки и распознавания речевых сигналов. Мон.- Д.: Изд-во ДНУ, 2012 ,.-136 с.

ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛОВ В СМЫСЛЕ КОНЕЧНОЙ ЧАСТИ АДАМАРА В ГИДРОМЕХАНИКЕ

Катан В.А.
Днепропетровский национальный университет
vlad_aleks@i.ua

Рассмотрена задача о наклонном ударе плоской пластины, которая плавает на свободной поверхности идеальной несжимаемой жидкости. Смешанная задача для аналитической функции, связанной с комплексным потенциалом течения, которое возникает в результате ударного взаимодействия, сводится к задаче Келдыша-Седова. Решение поставленной задачи получено в виде квадратур, которые однако представляют собой расходящиеся несобственные интегралы. Трактовка этих интегралов в смысле конечной части по Адамару позволила получить алгоритмы для решения задачи и определить гидродинамические характеристики рассмотренного ударного взаимодействия.

Граница области отрыва определяется с помощью принципа Огазо, согласно которому потенциал реального течения обладает экстремальным свойством среди множества потенциалов возможных решений поставленной задачи, что приводит к некоторому трансцендентному уравнению относительно параметра, определяющего положение отрывной зоны. После определения положения отрывной зоны определялись гидродинамические характеристики, а именно: распределение импульсивного давления по смоченной поверхности пластинки, распределение скорости на свободной поверхности и на поверхности отрывной зоны, коэффициенты присоединенных масс, при этом также использовались интегралы в смысле конечной части Адамара, а также в смысле обобщенного главного значения по Коши.

Полученные решения сравнивались с аналитическими решениями для случаев, в которых удается их получить, то есть, для горизонтального удара вертикальной пластинки с вращением, для вертикального удара горизонтальной пластинки с вращением и для чисто вращательного удара пластинки, расположенной под углом 45^0 к свободной поверхности. Совпадение результатов хорошее, так для коэффициентов присоединенных масс расхождение их значений не превышает 1,5%.

Проведены расчеты гидродинамических характеристик в диапазоне изменения углов наклона пластинки от 1^0 до 90^0, а также в диапазоне кинематических условий, при которых возникает только одна отрывная зона. Случай вертикального удара горизонтальной пластинки рассмотрен отдельно. Представлены и проанализированы зависимости гидродинамических характеристик от угла наклона пластинки и кинематического параметра, а также, установлены условия возникновения областей отрыва в зависимости от геометрических характеристик пластин и кинематических характеристик ударного взаимодействия.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ВЕРИФІКАЦІЇ РЕКУРСИВНИХ ПРОГРАМ

Кириченко В.В., Хижа О.Л.
viktorykirichenko@gmail.com, alkhizha@mail.ru
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Традиційно, формальна правильність імперативної програми S визначається за допомогою трійки Хоара: {Q} S {R} де Q – предикат передумови, R – предикат післяумови [3]. Програма S є правильною тоді і лише тоді, коли предикат

$$Q => wp(S, R) \quad (1)$$

є тавтологією [4]. Тут wp(· , ·) – предикат найслабшої передумови [1].

Нехай Z – множина цілих чисел, а N – цілком упорядкована підмножина множини Z. За принципом цілком упорядкованої індукції по N [2] для будь-якого предикату p на Z:

$$(\forall x \in N::p.x) \equiv (\forall x \in N::p.x <= (\forall y \in N: y<x :p.y)) \quad (2)$$

З (1) та (2) отримуємо твердження:

$$(\forall x \in N::(\forall y \in N: y<x : (Q(y)=>wp(S(y), R(y)))=> (Q(x)=>wp(S(x), R(x)))) \quad (3)$$

Твердження (3) може бути застосоване у якості умови верифікації рекурсивної програми S. Наприклад, для рекурсивної функції обчислення факторіалу, що задовольняє звичайним вимогам до специфікації процедур [4, с.156], маємо:

```
void fact(int n, int &r) {                                   (4)
    if(n=0) r:=1;
    else if (n>0)    { fact(n-1, t);
                       r:=n*t;
}                    }
```

Трійка Хоара:

$$\{Q: n\geq 0\}\ \{S: fact(n, r)\}\ \{R: r = f(n)\},\ \text{де } f(n) = \begin{cases} 1, n = 0 \\ n * f(n-1),\ n > 0 \end{cases} \quad (5)$$

Лемма 1: $(\forall_x: x>0 : wp(fact(x, r), r = f(x)) = wp(fact(0, r), r = f(0)))$.

Лемма 2: $(A => \alpha) \wedge (B => \alpha) = ((A \vee B) => \alpha)$.

Теорема: Програма (4) є правильною згідно до специфікації (5).

1. **Dijkstra, E.** Guarded commands, non-determinacy and formal derivation of programs. – New York, 1975.
2. **Dijkstra, E., Scholten, C.**: Predicate calculus and program semantics. — New York, 1990.
3. **Hoare, C.** An Axiomatic Basis for Computer Programming. — New York, 1969.
4. **Грис, Д.** Наука программирования. – М.: Мир,1984. — 416 с.

ANALYSIS OF SYNCHRONIZATION IN SYSTEMS WITH DISTRIBUTED TIME DELAYS

Kyrychko Y.N., Blyuss K.B.

Department of Mathematics, University of Sussex

Many real-life phenomena are characterized by the non-instantaneous nature of the interactions, such as propagation delays in communication networks, response delays in biological systems etc. A convenient way to represent such systems mathematically is to use the formalism of delay differential equations. While it efficiently captures the main features of the observed dynamics, at the same time it leads to new challenges associated with possible non-smoothness of solutions and infinite-dimensionality of the phase space of the system.

Among many types of dynamics in large complex systems an important place is occupied by synchronization, where different elements have the same temporal dynamics. One of the computationally useful approaches to studying the stability of the synchronized solution is that of a master stability function, which allows one to separate node dynamics from the network topology.

We have proposed a new method based on the master stability function that can be used for studying synchronized solutions of the systems with distributed time delays. Using the example of networks of Stuart-Landau oscillators, we demonstrate how the computation of stability can be performed semi-analytically. Results are illustrated on several practically important delay distributions, including uniform, exponential and gamma delay distribution.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ НЕПЕРЕРВНОЇ ОДНОПРОДУКТОВОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИНИ ДЛЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ КУЛЬОВОГО ПОКРИТТЯ

Кісельова О.М., Вороніна С.В., vsvetik92@mail.ru,
Дніпропетровський національний університет ім.О.Гончара

Задачі, в яких окрім розбиття деякої множини на підмножини потрібно відшукати і центри цих підмножин, складають значну частину теорії неперервних задач оптимального розбиття множин [1]. Такі задачі є розширенням класу задач розміщення підприємств на випадок, по-перше, неперервного розподілу споживачів на заданій території, по-друге, необхідністю закріплення кожного із споживачів за своїм центром обслуговування.

Розглядається неперервна однопродуктова задача оптимального розбиття множини Ω з E_n на неперетинні підмножини $\Omega_1,...,\Omega_N$ при обмеженнях у формі рівностей і нерівностей із відшуканням координат центрів (із розташуванням центрів) підмножини в такому вигляді:

$$\min_{\{(\Omega_1,...,\Omega_N),(\tau_1,...,\tau_N)\}} \sum_{i=1}^{N} \int_{\Omega_i} [c(x,\tau_i)+a_i]\rho(x)xd,\ \int_{\Omega_i}\rho(x)dx = b_i, i=1,...,p,\ \int_{\Omega_i}\rho(x)dx \le b_i, i=p+1,...,N$$

де $\tau=(\tau_1,...,\tau_N)\in\Omega^N; x=(x^1,...,x^N)\in\Omega; c(x,\tau_i)$ – дійсні, обмежені, визначені на $\Omega\times\Omega$ функції, вимірні по x при будь-якому фіксованому $\tau_i=(\tau_i^1,...,\tau_i^N)\in\Omega, i=1,...,N; \rho(x)$ – дійсна, обмежена, вимірна, невід'ємна на Ω функція; $a_1,...,a_N, b_1,...,b_N$ – задані дійсні невід'ємні числа, причому виконується умова $S=\int_{\Omega}\rho(x)dx \le \sum_{i=1}^{N} b_i, 0\le b_i\le S, i=1,...,N.$

Ідея алгоритмів, запропонованих у [1], може бути застосована до наступної задачі оптимального покриття.

Знайти вектор $\tau_*^N=(\tau_1^*,...,\tau_N^*)\in\Omega^N\subset E_n^N$ та величину

$$R(\tau_*^N)=\inf_{(\tau_1,...,\tau_N)\in\Omega^N}\sup_{x\in\Omega}\min_{i=1,...,N} c(x,\tau_i), \qquad (1)$$

при яких в (1) досягається значення, рівне нижній межі.

В алгоритмі оптимального покриття пропонується новий пошук градієнта функції для задачі (1), який має ряд переваг, на відміну від інших алгоритмів [1]. Задача також розв'язується з використанням генетичного алгоритму для порівняння отриманих результатів.

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

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПОКРАЩЕННЯ ЗА ТРУДОМІСТКІСТЮ ДЛЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ОРМ

Кісельова О.М, Довгай П.О. (pdovgay@gmail.com)
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Розглядаються неперервні лінійні задачі оптимального розбиття множин (ОРМ) *n*-вимірного евклідова простору. Теоретичному обґрунтуванню методів розв'язання задач даного класу, а також розробці алгоритмів отримання чисельних розв'язків неперервних задач ОРМ присвячена фундаментальна робота [1]. Складовою частиною відповідних обчислювальних схем з [1] є r-алоритм Н.З.Шора та його модифікації [2].

Встановлення оцінок для ефективності відповідних алгоритмів з [1] залишається актуальною задачею. Не менш актуальною є задача визначення найкращих обчислювальних схем для отримання чисельних розв'язків задач даного класу, тобто знаходження таких алгоритмів, які забезпечують необхідну якість розв'язання всіх задач з класу, при мінімально можливій трудомісткості. В [3] запропоновано підхід до вирішення останньої проблеми в широкому сенсі. Для аналізу схем обчислень в задачах неперервної оптимізації, із точки зору потенційно досяжної ефективності чисельних методів на задачах даного типу, в [3] вводиться поняття *оракула*, який в будь-який момент часу забезпечує обчислення значень субградієнту та функціоналу задачі в заданій точці. При цьому, на ефективність конкретного методу оптимізації, яка визначається мірою його неоптимальості, тобто мірою його можливого покращення за трудомісткістю, суттєво впливає складність оракула. На практиці така складність зумовлює відповідну складність кроку ітераційного процесу.

В роботі [4] та подальших дослідженнях різних класів неперервних лінійних задач ОРМ отримано поліноміальні оцінки для складності обчислення функціоналу задачі та вектору узагальненого градієнту на кожному кроці алгоритму. Отримані оцінки підтверджуються практичною ефективністю конкретних реалізацій алгоритмів та їх роботи на різних класах модельних задач ОРМ. У відповідності до [3], така прийнятна складність кроку та пов'язана із нею складність оракула, дозволяє вважати алгоритми розв'язання неперервних задач ОРМ з [1] близькими до найкращих, тобто таких, які вже не можна суттєво покращити за трудомісткістю.

Література

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.
2. Шор Н.З. Развитие алгоритмов недифференцируемой оптимизации и их приложения. / Н.З.Шор, Н.Г.Журбенко, А.П.Лиховид, П.И.Стецюк // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 4. – С. 82-93.
3. Немировский А.С. Сложность задач и эффективность методов оптимизации. /А.С. Немировский, Д.Б. Юдин. – М.:Наука, 1979. – 384 с.
4. Кісельова О.М. Про визначення обчислювальної складності одного алгоритму розв'язання неперервних задач оптимального розбиття./ О.М. Кісельова, П.О Довгай // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2008. – С. 117-128

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ДИАГРАММАХ ВОРОНОГО ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОГО МНОЖЕСТВА И МЕТОДАХ ИХ ПОСТРОЕНИЯ

Киселева Е.М., Коряшкина Л. С.
kiseleva47@mail.ru, koryashkinals@mail.ru
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

В [1] представлен единый подход к построению диаграммы Вороного и различных её обобщений, основанный на формулировании непрерывных задач оптимального разбиения множеств из n-мерного евклидова пространства на подмножества с критерием качества, обеспечивающим соответствующий вид диаграммы Вороного, и применении разработанного в [2] математического и алгоритмического аппарата решения таких задач. В основе этого математического аппарата лежит следующая идея. Задачи оптимального разбиения множеств, которые математически сформулированы как бесконечномерные задачи оптимизации, сводятся через функционал Лагранжа к вспомогательным конечномерным негладким задачам максимизации либо негладким задачам максимина, для численного решения которых применяются различные модификации r-алгоритма Шора. Показано, что непрерывная задача оптимального разбиения множеств может быть сформулирована с **таким** критерием качества разбиения и дополнительными условиями, которые обеспечивали бы получение в качестве ее решения соответствующий вид диаграммы Вороного.

Оказывается, что в результате такого подхода появляется возможность строить не только уже известные диаграммы Вороного, но и конструировать новые. Так, например, в тех случаях, когда точки-генераторы должны быть расположены в ограниченном множестве $\Omega \subset \mathrm{E}_n$, можно ввести еще один вариант диаграммы Вороного, а именно диаграмму Вороного конечного числа точек, оптимально размещенных в ограниченном множестве.

Определение. ***Диаграммой Вороного конечного числа точек-генераторов*** τ_i**,** $i = 1,...N$**,** ***оптимально размещенных в ограниченном множестве*** Ω**,** будем называть такое разбиение множества Ω на N подмножеств, при котором суммарное взвешенное расстояние от точек множества Ω до соответствующих точек-генераторов является наименьшим, т.е. функционал

$$F\left(\{\tau_1,...,\tau_N\}\right) = \sum_{i=1}^{N} \int\limits_{Vor(\tau_i)} (r(x,\ \tau_i)/w_i + a_i)\rho(x)dx\,,$$

принимает минимальное значение.

Задавая значения параметров $a_1,...,a_N$, $w_1,...,w_N$, вид функций $r(x, \tau_i)$ и $\rho(x)$ в выражении для функционала $F(\{\tau_1,...,\tau_N\})$, можно получить различные варианты диаграммы Вороного с оптимальным размещением точек-генераторов (аддитивно-, мультипликативно взвешенные и др.)

Об универсальности описанного подхода к построению диаграмм Вороного говорят следующие факты.

Во-первых, модели и методы решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств могут быть обобщены на случай нечеткого задания исходных параметров задачи или требования нечеткого разбиения множества, в результате чего и результирующие диаграммы Вороного могут носить нечеткий характер.

Во-вторых, если при математическом описании практических задачах оптимального разбиения множеств учитывать состояние некоторого объекта или процесса, которое может изменяться со временем и/или в пространстве, то можно получить в результате решения некоторых таких задач динамические диаграммы Вороного.

В-третьих, среди непрерывных задач оптимального разбиения множеств выделяют класс задач, в которых наряду с разбиением нужно отыскать еще и оптимальное расположение центров подмножеств. Таким образом, наряду с задачей построения диаграммы Вороного можно ставить задачу отыскания оптимальных (в каком-то смысле) координат точек-генераторов этой диаграммы.

В-четвертых, сложность алгоритмов построения диаграмм Вороного на основе описанного подхода существенно не меняется при увеличении количества точек-генераторов.

В-пятых, результатом такого подхода является возможность строить не только уже известные диаграммы Вороного, но и конструировать новые.

Библиографические ссылки

1. **Киселёва Е.М., Коряшкина Л.С.** Модели и методы решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств: линейные, нелинейные, динамические задачи. – К.: Наук. думка, 2013. – 606 с.
2. **Киселева Е.М, Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения** множеств: теория, алгоритмы, приложения: Монография. – К., 2005. – 564 с.

О ВЫБОРЕ НАПРАВЛЕНИЯ СПУСКА В ЗАДАЧАХ МИНИМИЗАЦИИ РАДИУСА МНОГОКРАТНОГО ПОКРЫТИЯ МНОЖЕСТВА ИЗ ПРОСТРАНСТВА E_n

Киселева Е.М.,. Коряшкина Л.С, Михалева А.А.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
kiseleva47@mail.ru, koryashkinals@mail.ru, amouralexx@gmail.com

В работе представлены результаты применения математического и алгоритмического аппарата теории оптимального разбиения множеств (ОРМ) [1] к решению непрерывных задач многократного покрытия ограниченного множества кругами минимального радиуса [2] в следующей постановке.

Пусть Ω – ограниченное, замкнутое множество в пространстве E_n; $B(\tau_i,R) = \{x \in E_n: c(x,\tau_i) \le R\}$ – **с-шары** радиуса R с центрами в точках τ_i из Ω, $1 \le i \le N$, $c(x,\tau_i)$ – некоторая квазиметрика. Требуется определить величину радиуса оптимального покрытия

$$R(\tau_*^N) = \inf_{\tau^N \in \Omega^N} \sup_{x \in \Omega} \min_{i=1,\dots,N} c(x,\tau_i) \qquad (1)$$

и вектор $\tau_*^N = (\tau_1^*,\dots,\tau_N^*)$, на котором достигается значение $R(\tau_*^N)$ при условии, что для каждой точки $x \in \Omega$ выполняется включение

$$x \in \bigcap_{j=1}^{l} B(\tau_{i_j},R), \quad k \le l \le N, \; i_j \in \{1,2,\dots,N\}. \qquad (2)$$

Очевидно $\Omega \subseteq \bigcup_{i=1}^{N} B(\tau_i,R)$, совокупность центров $\tau_1,\dots,\tau_N$, удовлетворяющих (2), задает k–кратное шаровое покрытие множества Ω с радиусом R, а k–кратное покрытие множества Ω, задаваемое вектором $\tau^N = (\tau_1,\dots,\tau_N)$, с радиусом $R(\tau^N)$, является минимальным k–кратным с-шаровым покрытием, генерируемым вектором τ^N.

Для задачи (1), (2) справедливы следующие утверждения:

1) задачу (1), (2) можно переписать следующим образом:

$$R(\tau_1,\dots,\tau_N) = \max_{x \in \Omega} \min_{i=1,\dots,N} c(x,\tau_i) \to \min_{(\tau_1,\dots,\tau_N) \in \Omega^N} \text{ при условиях (2)}, \qquad (3)$$

или так:

$$R(\tau^N) = \sup_{x\in\Omega} \min_{\lambda(x)\in\Lambda_N^k} \max_{i=\overline{1,N}} c(x,\tau_i)\lambda_i(x) \to \min_{\tau^N\in\Omega^N},\ \Lambda_N^k = \left\{\lambda = (\lambda_1,...,\lambda_N) : \lambda_i = 0 \vee 1,\ i = \overline{1,N};\ \sum_{i=1}^{N}\lambda_i = k\right\};$$

2) функция $R(\tau_1,\ldots, \tau_N)$ из (3) непрерывна и ограничена на Ω^N, кроме того эта функция является липшицевой на Ω_N, т. е выполняется неравенство

$$\left|\max_{x\in\Omega} \min_{i=1,\ldots,N} c(x, \tau_i) - \max_{x\in\Omega} \min_{i=1,\ldots,N} c(x, \bar{\tau}_i)\right| \le L \cdot \left\| \tau_N - \bar{\tau}_N \right\|_{E_n^N},$$

где $\tau_N = (\tau_1,\ldots, \tau_N)$, $L > 0$ – константа Липшица, не зависящая от выбора точек τ_N и $\bar{\tau}_N$ из Ω^N;

3) функция $R(\tau_1,\ldots, \tau_N)$ задачи (3) не является выпуклой на Ω^N;

4) функция $R(\tau_1,\ldots, \tau_N)$ почти всюду дифференцируема;

5) многоэкстремальная функция $R(\tau_1,\ldots, \tau_N)$ в зависимости от вида множества Ω может обладать (с точностью до перенумерации центров) конечным или бесконечным числом глобальных минимумов, может иметь и локальные минимумы.

Поскольку функция $R(\tau^N)$ не всюду дифференцируема на Ω^N, для решения задачи (1) применяется метод обобщенного градиентного спуска.

Далее рассмотрим вопрос о построении субградиентного множества целевой функции исходной задачи. Для непустого компактного множества $\Omega \subset E_n$ и набора $(\tau_1,...,\tau_N) \in \Omega^N$ справедливо следующее равенство:

$$R(\tau^N) = \max_{x\in\Omega} \min_{\lambda(x)\in\Lambda_N^k} \max_{i=\overline{1,N}} c(x,\tau_i)\lambda_i(x) = \max_{m=1,\ldots,M} \max_{x\in\Omega_m} \max_{i\in T_m} c(x,\tau_i),$$

где множества Ω_m, $m = 1,\ldots,M$, $M \le C_N^k$ составляют k-кратную диаграмму Вороного для множества Ω, т.е. такое разбиение множества Ω на подмножества $\Omega_1,\ldots,\Omega_M$, что: $\bigcup_{i=1}^{M}\Omega_i = \Omega$; $mes(\Omega_i \cap \Omega_j) = 0, \forall i \ne j, i, j = \overline{1,M}$;

$\Omega_m = \left\{x \in \Omega : \forall j \in T_m\ c(x,\tau_j) < c(x,\tau_i), i \in \{1, 2, ..., N\} \setminus T_m\right\}$, где $T_m = \left\{i_1^m, i_2^m, ..., i_k^m\right\}$, $m = 1,\ldots,M$, – всевозможные k-элементные подмножества множества индексов $\{1, 2, ..., N\}$.

Поскольку множество Ω_m определяется набором из k центров с индексами $i_1^m, i_2^m, ..., i_k^m$, иногда Ω_m будем записывать как $\Omega(\bar{\tau}^{T_m})$, указывая при

этом, что данная ячейка Вороного соответствует набору центров $\bar{\tau}^{T_m} = \left\{\tau_{i_1^m}, \tau_{i_2^m}, ..., \tau_{i_k^m}\right\}$.

Обозначим через V фиксированное разбиение непустого компактного множества Ω на $\bar{M} \le C_N^k$ подмножеств $V_1, ..., V_m, ..., V_{\bar{M}}$, составляющих k-кратную диаграмму Вороного для Ω, причем V_i – непустые, компактные.

Введем также для каждого i = 1,…, N, функции

$$R_i(\tau^N) = \max_{T_m: i \in T_m} \max_{x \in V(\bar{\tau}^{T_m})} c(x, \tau_i). \qquad (4)$$

Субградиентное множество $G_{R_i^V}(\hat{\tau}^N)$ в точке $\hat{\tau}^N$ функции (4) вычисляется по формуле $G_{R_i^V}(\hat{\tau}^N) = \overline{co} \bigcup_{x \in I(\hat{\tau}^N)} G_{c(x,\tau_i)}(\hat{\tau}^N)$, где $I(\hat{\tau}^N) = \left\{x : x \in \bigcup_{m: i \in T_m} V_m; c(x, \hat{\tau}_i) = R_i(\hat{\tau}^N)\right\}$;

$G_{c(x,\tau_i)}(\hat{\tau}^N)$ – субдифференциал функции $c(x, \tau_i)$ по τ_i на E_n при данном $x \in V_i$.

Обобщенный градиент целевой функции задачи (1) имеет вид $g_R(\tau^N) = (g_{R_1}^{\tau_1}(\tau^N), ..., g_{R_i}^{\tau_i}(\tau^N), ..., g_{R_N}^{\tau_N}(\tau^N))$, где i-ая компонента которого является элементом субградиентного множества функции $R_i(\tau^N)$, $i = \overline{1, N}$, из (4) в точке τ_i, которое записывается так:

$$G_{R_i^V}^{\tau_i}(\tau^N) = co\left\{g_c^{\tau_i}(\bar{x}, \tau^N), \bar{x} : c(\bar{x}, \tau_i) = \max_{T_m: i \in T_m} \max_{x \in V(\bar{\tau}^{T_m})} c(x, \tau_i)\right\}, \ i = 1, 2, ..., N,$$

где $g_c^{\tau_i}(\bar{x}, \tau^N)$ – обобщенный градиент функции $c(x, \tau_i)$ в точке $\tau^N = (\tau_1, ..., \tau_i, ..., \tau_N)$, а $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, ..., \tau_i^{(n)})$.

Субградиентное множество $G_{R_i^V}(\hat{\tau}^N)$ непустое, выпуклое, компактное.

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

2. **Коряшкина Л.С., Михалева А.А., Навоенко В.** Применение методов оптимального разбиения множеств к непрерывным задачам многократного покрытия // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – 2014. – С.

ПРО УЗАГАЛЬНЕННЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ДИНАМІЧНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З РУХОМИМИ ГРАНИЦЯМИ МІЖ ПІДМНОЖИНАМИ

Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Шевченко Т.О.

shevchenko.tatyana.85@mail.ru

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Розглядається задача оптимального розбиття множин (ОРМ) [1], яка є узагальненням неперервної динамічної задачі ОРМ з рухомими границями між підмножинами (див. [2]) на випадок, коли шукане динамічне розбиття має наближатися до деякого заздалегідь відомого розбиття.

Постановка задачі. Нехай $\Omega \subset E^n$ – обмежена, вимірна за Лебегом множина; $P_N(\Omega)$ – клас всіляких розбиттів множини Ω на N неперетинних підмножин:

$$P_N(\Omega) = \left\{ \overline{\omega} = (\Omega_1, \ldots, \Omega_N) : \quad \bigcup_{i=1}^{N} \Omega_i = \Omega,\ mes(\Omega_i \cap \Omega_j) = 0,\ i \neq j,\ i, j = \overline{1, N} \right\}.$$

Розглянемо задачу оптимального розбиття множини наступного вигляду:

$$J(\overline{\omega}(\cdot)) \to \min_{\overline{\omega}(\cdot) \in \overline{P}_N(\Omega)}, \tag{1}$$

де

$$J(\overline{\omega}(\cdot)) = \beta_0 \int_0^T \sum_{i=1}^{N} \int_{\Omega_i(t)} (c(x, \tau_i, t) + a_i) \rho(x,t) dx dt + \beta_1 \int_0^T \sum_{i=1}^{N} \int_{\Omega_i(t)} u_i^2(x,t) dx dt +$$

$$+ \beta_2 \int_0^T \sum_{i=1}^{N} \left(\int_{\Omega_i(t) \setminus \hat{\Omega}_i(t)} dx \right)^2 dt,$$

$$\overline{P}_N(\Omega) = \left\{ \overline{\omega}(t) = (\Omega_1(t), \ldots, \Omega_N(t)) : \quad \forall t \in [0,T]\ \ \overline{\omega}(t) \in P_N(\Omega) \right\},$$

за умов

$$\begin{aligned} &\dot{\rho}(x,t) = \rho(x,t) + u_i(x,t) + f(x,t), \quad x \in \Omega_i(t), t \in [0,T], i = \overline{1, N}, \\ &\rho(x,0) = \rho_0(x). \end{aligned} \tag{2}$$

Тут $\beta_0, \beta_1 \geq 0$, $\beta_0^2 + \beta_1^2 \neq 0$, – константи, які визначають пріоритет відповідного доданку; $c(x, \tau_i, t)$ – дійсні, обмежені, визначені на $\Omega \times \Omega \times [0,T]$, вимірювальні

за x і t при довільному фіксованому векторі параметрів $\tau_i = (\tau_i^1,...,\tau_i^n) \in \Omega, i = \overline{1,N}$; $T > 0$, a_i, $i = \overline{1,N}$, – задані невід'ємні величини; функція $\rho(x,\cdot) \in C([0,T])$ для кожного $x \in \Omega$ є розв'язком задачі Коші (2); $u_i(x,t) \in L_2(\Omega \times [0,T]), i = \overline{1,N}$, – задані функції керування; $\rho_0(x)$ – відома, як правило невід'ємна функція, визначена на Ω; $f(x,t) \in L_2(\Omega \times [0,T])$ – відома функція; множини $\hat{\Omega}_1(t),...,\hat{\Omega}_N(t)$ складають заздалегідь задане розбиття $\hat{\omega}(t) \in \overline{P}_N(\Omega)$. Точки $\tau_i = (\tau_i^1,...,\tau_i^n) \in \Omega, i = \overline{1,N}$ – так звані «центри» підмножин – вважаються також заданими.

Така математична постановка є корисною при розв'язанні практичних задач. Наприклад, при відшуканні оптимального розбиття регіону за деяким критерієм може виникнути необхідність врахування особливостей рельєфу (у цьому разі задане розбиття $\hat{\omega}(t)$ є статичним – частинний випадок), або вже існуючого розбиття цієї області за іншим критерієм.

Побудовано метод розв'язання задачі (1)-(2), заснований на її зведенні до сімейства задач оптимального керування системою із зосередженими параметрами і подальшому застосуванні принципу максимуму Понтрягіна. На базі запропонованого методу створено алгоритм розв'язання, заснований на методі Ньютона. Побудований алгоритм програмно реалізовано на мові Delphi. Результати експериментів підтверджують адекватність запропонованої математичної моделі та коректність побудованого методу розв'язання.

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

2. Коряшкіна Л. С. Дослідження властивостей розв'язку задачі оптимального розбиття множин з рухомими границями між підмножинами / Л. С. Коряшкіна, Т. О. Шевченко // Проблеми математичного моделювання / Тези доповідей VI Міждержавної науково-методичної конференції, травень 28-30, Дніпродзержинськ 2008. – С. 167–178.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОДНОПРОДУКТОВОЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИНИ

Кісельова О.М, Лозовська Л.І., Гаран О.С.
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Національна металургійна академія України

Розглядається задача оптимального розбиття множин, як задача розбиття деякого району на регіони обслуговування амбулаторіями з метою мінімізації сумарних витрат на транспортні витрати та обслуговування пацієнтів медичними установами із забезпеченням належного рівня медичного обслуговування. Множину пацієнтів Ω можна розбивати на зони обслуговування Ω_i, що не перетинаються між собою, пацієнтів *i*-ї амбулаторії, при цьому сумарна кількість пацієнтів, що обслуговуються *i*-ю амбулаторією, отримують *j*-ту медичну послугу, не повинна перевищувати заданих обсягів b_i^j.

Потрібно розбити множину пацієнтів Ω на зони обслуговування їх N амбулаторіями, тобто на підмножини Ω_i, $i = 1, \dots, N$, щоб мінімізувати функціонал сумарної вартості амбулаторного обслуговування і транспортні витрати на виклики, при цьому функція $\rho^j(x)$ – визначає потребу в *j*-й послузі в точці x; $c(x, \tau_i)$ – функція визначення транспортних витрат на виклик; a_i^j – собівартість надання *j*-ї послуги *i*-ю амбулаторією, M – кількість послуг; N – кількість амбулаторій.

Під неперервною однопродуктовою задачею оптимального розбиття множини Ω з E_n на її підмножини $\Omega_1, \dots, \Omega_n$, що не перетинаються, при обмеженнях у формі нерівностей з заданими координатами центрів $\tau_1, \dots, \tau_N$ підмножин $\Omega_1, \dots, \Omega_n$ відповідно, будемо розуміти наступну задачу.

Знайти

$$\min_{\{\Omega_1, \dots, \Omega_n\}} \sum_{i=1}^{N} \int_{\Omega_i} \sum_{j=1}^{M} \left(c(x, \tau_i) + a_i^j\right) \rho^j(x) dx \qquad (1)$$

за умов

$$\int_{\Omega_i} \rho^j(x) dx \le b_i^j, \quad i = 1, \dots, N, \quad j = 1, \dots, M, \qquad (2)$$

$$\{\Omega_1, \dots, \Omega_n\} \in \sum_{\Omega}^{N} \quad . \qquad (3)$$

Тут $\sum_{\Omega}^{N}$ – клас всіх можливих розбиттів множини Ω, тобто

$$\sum_{\Omega}^{N} = \left\{(\Omega_1, \dots, \Omega_n): \bigcup_{i=1}^{N} \Omega_i = \Omega, \mathrm{mes}\left(\Omega_i \cap \Omega_j\right) = 0, i \neq j, i, j = 1, \dots, N\right\}, \quad (4)$$

$x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)}) \in \Omega$; $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \dots, \tau_i^{(n)}) \in \Omega$; b_i^j – задані додатні числа, причому виконуються умови існування розв'язку задачі

$$S = \int_{\Omega} \sum_{j=1}^{M} \rho^j(x)dx \leq \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} b_i^j, 0 < b_i^j \leq S, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M. \quad (5)$$

Для розв'язання поставленої задачі, розроблено алгоритм, в основу якого покладено алгоритм, запропонований в [1] та r-алгоритм [2]. Алгоритм програмно реалізовано мовою C# з використанням графічних бібліотек Qt в середовищі Visual Studio 2010 та протестовано на модельних задачах..

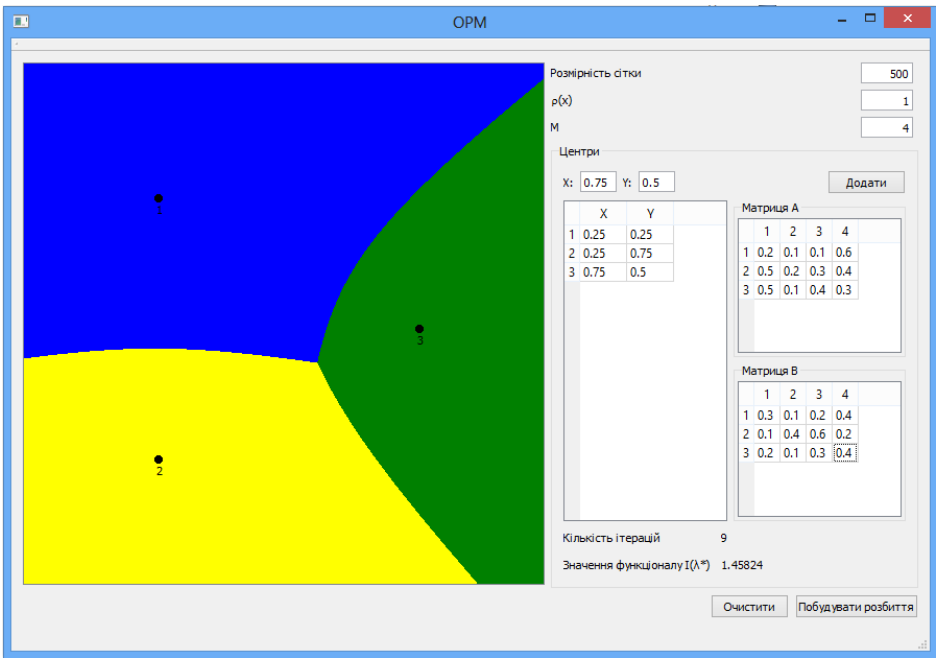


Рис. 1. Діалогове вікно та розв'язання задачі ОРМ.

Поставлена задача відрізняється від досліджених раніше тим що, незважаючи на не, що підприємства можуть виробляти кілька видів продукції, необхідно побудувати оптимальне розбиття випуклої множини, яке спільним для всіх видів продукції.

Бібліографічні посилання

1. **Киселева Е.М.** Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств / Е.М. Киселева, Н.З. Шор − К.: Наукова думка, 2005. − с.562.
2. **Шор Н.З.** Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложение / Н.З. Шор − К.: Наукова думка, 1979. − 200 с.

НЕЙРОНЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

Киселева Е.М., Притоманова О.М., olgmp@ua.fm,
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

Предлагаем представить инвестиционную привлекательность инновационного проекта как интегральную характеристику, включающую систему определяющих факторов, сгруппированных следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность инновационного проекта

Группа факторов	**Факторы**		**Обозначения**
Технико-экономический уровень проекта	масштаб проекта		*x1*
	новизна проекта		*x2*
	приоритетность направления		*x3*
	степень разработки		*x4*
	правовая защищенность		*x5*
	возвратность инновационных средств		*x6*
Уровень предприятия-заказчика	уровень руководителя предприятия-заказчика	коммуникабельность	*x7*
		образование	*x8*
		опыт работы	*x9*
	балансовая прибыль предприятия		*x10*
	дебиторская задолженность предприятия		*x11*
	кредиторская задолженность предприятия		*x12*

Некоторые из этих факторов не имеют объективной количественной оценки, т.е. имеют качественную природу и могут быть описаны лингвистически экспертами-экономистами, которые занимаются инвестированием. Наличие значительного количества качественных показателей в модели оценки инвестиционной привлекательности не позволяет применить классические статистические и эконометрические подходы к моделированию такого сложного объекта, как инновационный проект [1]. Поэтому предлагаем для оценки инвестиционной привлекательности инновационного проекта применить нейронечеткие технологии, которые позволяют учитывать неопределенности не только статистической, но и лингвистической природы [2]. Для построения модели оценки инвестиционной

привлекательности инновационного проекта предлагаем применить метод лингвистической идентификации [3].

Рассмотрим функциональную зависимость выхода в от входов $x_1, x_2, \ldots, x_n$ процесса в виде:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n). \quad (1)$$

n,y могут быть как количественными, так и качественными. Для построения нечеткой модели зависимости (1) зададим такие лингвистические значения интегральной оценки (y): финансировать, финансировать после доработки, отклонить.

Построенная на основе нечеткой базы знаний нейронечеткая модель реализует нелинейную аналитическую зависимость инвестиционной привлекательности инновационного проекта от влияния изменений факторов из сложившегося перечня показателей инновационного проекта, показателей деятельности предприятия-заявителя и условий внешней среды. Разработанную модель можно использовать для:

- оценки инвестиционной привлекательности нового инновационного проекта;
- определения диапазонов изменения каждого из показателей нового инновационного проекта, показателей деятельности предприятия-заявителя и внешних условий его функционирования, при которых риски невозврата вложенных средств остаются высокими.

Модель на основе нейронечеткого подхода может служить основой для создания систем поддержки принятия инвестиционных решений с целью снижения рисков невозврата вложенных средств.

Литература:

1. Кісельова О.М. Прогнозування економічних і фінансових процесів на основі нейронечітких технологій / О.М. Кісельова, О.М. Кисельова, О.М. Притоманова // Фінанси України, 2005. – №5. - С.87-99.

2. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : Монографія. – К.: КНЕУ, 2011. – 439 с.

3. Притоманова О.М. Нейро-нечітка модель оцінки ступеня проблемності кредиту / О.М. Притоманова, О.С. Білай // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. – 2013. – № 2. – С. 135-159.

ПРО ОПТИМАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ТЕХНІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ

Кісельова О.М., kiseleva47@mail.ru, *ДНУ ім. Олеся Гончара*
Строєва В.О., vikastroeva@ukr.net , *Дніпродзержинський державний технічний університет*

Інтенсивний розвиток господарської та інформаційної діяльності суспільства призвів до нового небезпечного чинника – електромагнітного забруднення навколишнього середовища. В останні двадцять років в населених місцях України до головних джерел електромагнітного забруднення приєдналася велика кількість базових станцій (БС) мобільного зв'язку. Їх кількість з кожним роком збільшується в сотні разів, що безперечно впливає на санітарно-гігієнічний стан електромагнітного забруднення населених територій.

Відомо, що електромагнітне забруднення навколишнього середовища поряд з хімічним і радіаційним стало найбільш масштабним видом забруднення, яке в багато разів перевищує рівень природного електромагнітного випромінювання. Саме тому, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища в перелік пріоритетних проблем людства.

В [1], [2] показано, що БС на прилеглих до них територіях на висоті 2м від поверхні землі та відстанях 200м не створюють загрози для здоров'я населення. Поряд з цим, на висотах 5м та вище електромагнітне випромінювання від БС перевищує гранично допустимий рівень. Отже, при розміщенні БС обов'язково потрібно враховувати ці санітарно-захисні зони.

В роботі розглядається задача з [3] в умовах одночасного розміщення БС сумісного використання та формування екологічно значущих зон.

Бібліографічні посилання

1. Думанський В.Ю. Стільниковий мобільний зв'язок як джерело електромагнітного забруднення навколишнього середовища / В. Ю. Думанський // Гіг. нас. місць. – К., – 2003. – Вип. 42. – С. 180–188.

2. Думанський В.Ю. Гігієнічна оцінка електромагнітного випромінювання, що створюється обладнанням стільникового мобільного зв`язку стандарту GSM-900 / В. Ю. Думанський // Гіг. нас. місць. – К., – 2004. – Вип. 43. – С. 233–241.

3. **Кісельова О.М.** Оптимальне розміщення базових станцій сумісного використання (Network sharing) декількома операторами мобільного зв'язку / О.М. Кісельова, В.О.Строєва // Питання прикладної математики і математичного моделювання: збірник наукових праць. – Д.: ДНУ, 2012. – С. 143-154.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БАЛАНСНОЙ КОМПОНОВКИ ЦИЛИНДРОВ

Коваленко А.А.[1], Панкратов А.В. [1], Романова Т.Е.[1], Стецюк П.И. [2]
ladyann09@mail.ru, *[1]Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина,* stetsyukp@gmail.com, *[2]Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев,Украина*

Среди множества задач балансной компоновки 3D-объектов, которые имеют применение в космическом машиностроении [2], особый интерес представляют задачи компоновки цилиндрических объектов с *ограничениями поведения*, учет которых необходим для определения устойчивого положения равновесия механической системы (например, см. [1-5]). Для решения данных задач, как правило, предлагаются эвристические алгоритмы, учитывающие особенности каждой из задач. В данной работе рассматривается класс 3D-задач балансной компоновки в следующей постановке: разместить семейство одинаково ориентированных цилиндров в контейнере с учетом *ограничений поведения* (ограничения на центр масс, осевые и центробежные моменты инерции системы) так, чтобы функция цели достигала своего экстремального значения. В качестве контейнера рассматривается прямой круговой цилиндр, параболоид вращения и прямой усеченный круговой конус. Строятся конкретные математические модели для трех видов задач балансной компоновки цилиндров, исследуются их свойства. Предлагаются алгоритмы решения с использованием эффективных методов нелинейного программирования и негладкой оптимизации.

В задаче 1 рассматривается компоновка цилиндров одинаковой высоты в цилиндрическом контейнере минимального радиуса при условии, что высота контейнера совпадает с высотой цилиндров. В задаче 2 речь идет о компоновке цилиндров в контейнере (цилиндрической, параболической или усеченной конической формы) при условии, что цилиндры крепятся (сверху или снизу) к круговым стеллажам контейнера. Задача 3 посвящена двухкритериальной задаче компоновки цилиндров в цилиндрическом контейнере при условии, что

цилиндры крепятся сверху к круговым стеллажам контейнера, а функция цели учитывает радиус контейнера и равновесие системы. Основным свойством, объединяющим перечисленные выше три задачи, является возможность описания ограничений размещения (непересечение цилиндров и включение их в контейнер) с использованием *phi*-функций для двумерных объектов [4]. Предлагаются эффективные алгоритмы решения с использованием r-алгоритма Шора [7], метода мультистарта и программы IPOPT (https://projects.coin-or.org/Ipopt), реализующей метод внутренней точки [6]. Приводятся результаты численных экспериментов.

Список литературы

1. **Che C.** Test problems for quasi-satellite packing: cylinders packing with behavior constraints and all the optimal solutions known [Electronic resource] / URL: http://www.optimization-online.org/DB_HTML/2008/09/2093.html.
2. **Fasano G.** Modeling and Optimization in Space Engineering. Springer Optimization and Its Applications /G. Fasano, J. D. Pinter// Problems and Applications. – New York, 2012. – Vol. 73, 404 p.
3. **Lei K.** Constrained Layout Optimization Based on Adaptive Particle Swarm Optimizer / K. Lei // Advances in Computation and Intelligence. – 2009. – № 1. – P. 434-442.
4. **Stoyan Yu.** Optimal Balanced Packing Using Phi-Function Technique / Yu. Stoyan, P. Stetsyuk, T. Romanova // NATO Science for Peace and Security Series - D: Information and Communication Security. – 2014. – Vol. 37, P. 251-271, DOI 10.3233/978-1-61499-391-9-251.
5. **Sun Z.** Optimal layout design of a satellite module /Z. Sun, H. Teng// Engineering optimization. – 2003. – Vol. 35, № 5. – P. 513-530.
6. **Wachter A.** On the implementation of a primal-dual interior point filter line search algorithm for large-scale nonlinear programming /A. Wachter, L. T. Biegler// Mathematical Programming. – 2006. – № 106. – P. 25-57.
7. **Шор Н.З.** Использование модификации r-алгоритма для нахождения глобального минимума полиномиальных функций /Н.З. Шор, П.И. Стецюк// Кибернетика и системный анализ. – 1997. – № 4. – С. 28-49.

STATISTICAL PROCESSING OF MAGNETOTELLURIC SOUNDING USING CLUSTER ANALYSIS METHODS

Koldunova Anastasiia Andreevna, Sidorova Marina Gennadievna
anastasia.prada.koldunova@gmail.com, sidorova.m.g@gmail.com
Oles Gonchar Dnepropetrovsk National University

This work is a continuation of carried out investigations into the processing of magnetotelluric sounding data – Wiese-Parkinson vector [4]. Analysis of the matrix Wiese-Parkinson lets us define (even according to separated observations) the spread of the identified anomaly-forming objects. During the processing of the Japanese geomagnetic observatories data, the presence of intensified noises in the period less than 500 s. was found [6], the origin of which is not understood. The interpretation of those anomalies using methods of statistical analysis might give important insight s into the nature and behavior of earthquakes both before and during their occurrence. The application of cluster analysis by impedance and tipper phases expands the capabilities of magnetovariational sounding and makes the interpretation of results more reliable.

The main objective was to identify a cluster structure of the investigated data, its structural changes in the range of observations and, considering the different periods of geomagnetic field variations, to explore the dynamic changes of the values of the induction vectors at each of the investigated magnetovariational stations. To solve the problem the information technology was offered, that consists of the following steps:

1. Defining the way to calculate the nearness of the explored objects (the Euclidean, Manhattan or Chebyshev metrics) and tuning the methodological parameters.

2. Choosing the cluster analysis method. To obtain the most complete information about the groupings which are specific to the explored data, it is preferable to use variable algorithms of the clustering, viz. the fast hierarchical agglomerative clustering algorithms (single linkage, complete linkage, average linkage, centroid linkage, Ward's method), graph method minimum spanning tree, genetic algorithm, K-means clustering (Ball-Hall and McKean variants) and Forel method. [1, 3]

3. Defining the presence of cluster structure based on the Duda - Hart criterion.

4. If there is cluster structure, cluster analysis by various methods is then done. Define the optimum number of clusters and qualitative partitioning based on multicriteria quality assessment [2], which is done by comparing the results of clustering by quality criteria (the sum of the intracluster dispersions for all attributes,

the sum of squared distances to the centers of classes, the sum of the intracluster distances, the ratio of the mean intracluster and intercluster distances; Kalinsky-Garabach's, Dunn's, Bedzhek-Dann's indexes); applying the obtained estimates collective decision-making methods (Bord's, Coupland's, pluralitar procedure, multiple analysis) and aggregating the best qualitative results based on an ensemble of the algorithms. [5]

5. Visualizing and analyzing obtained clusters.

The information technology of cluster analysis using the values of the Wiese-Parkinson induction vectors, obtained by transforming geomagnetic field data from magnetovariational stations in Japan – Esashi, Kakioka, Kanozan – for different values of the periods of variations, has been proposed. The cluster structure of the data, its structural changes in the range of the observations with consideration given to the different periods of geomagnetic field variations, as well as dynamic changes of the values of the induction vectors at each of the investigated objects, has been investigated. As a result of the studies the following conclusions have been drawn:

1. The investigated data is not homogeneous.

2. The geomagnetic field, as measured by the values of the induction vectors from Wiese-Parkinson, is significantly different in each of the magnetovariational stations, and therefore the next studies done to identify the earthquake precursors should be carried out separately at each of the stations.

3. The value of the period of variations of the geomagnetic field greatly affects the cluster structure.

4. The data have cluster structure, which varies depending on the selected value of the period of variations of the geomagnetic field.

The references

1. **Айвазян С. А.** Классификация многомерных наблюдений / С. А. Айвазян, З. И. Бежаева, О. В. Староверов. – М., 1974. – 240 с.
2. **Байбуз О. Г.** Інформаційна технологія кластеризації даних у часовому періоді спостережень / О. Г. Байбуз, М. Г. Сидорова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 4. – С. 59–66.
3. **Мандель И. Д.** Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М., 1988. – 176 с.
4. **Колдунова А. А.** Информационная технология по обработке вариаций векторов индукции в Японии / А. А. Колдунова // Наука и образование : материалы IX Междунар. научной конф. студентов и молодых ученых 11 апреля 2014 г. – Астана: http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/, 2014. – С. 2567-2571.
5. **Сидорова М. Г.** Застосування ансамблів алгоритмів для підвищення стійкості результатів кластеризації / М. Г. Сидорова // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2013. – Т.17. – С.22 –29.
6. **Рокитянский И. И.** Вариации компонент вектора индукции и горизонтального тензора перед землетрясением Тохоку 11 марта 2011 г. по данным японских геомагнитных обсерваторий / И. И. Рокитянский, В. И. Трегубенко, В. И. Бабак, А. В. Терешин // Геофизический журнал. – Киев, 2013. – Т. 35, №3. – С. 115–130.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ СИСТЕМ З ВІДХИЛЕННЯМ АРГУМЕНТУ ЗАГАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ

Колесник Є.О., Тен А.В., Варех Н.В., ten.franka@mail.ru,
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

В даній роботі проводиться дослідження асимптотичної поведінки розв'язків систем вигляду:

$$\begin{cases} y_i'(t) = a_i(t) y_{i+1}^{\alpha_{i+1}}(t), i = \overline{1, n-1} \\ y_n'(t) = a_n(t)(y_1(\tau(t))^{\alpha_1} \end{cases}, \quad (1)$$

$0 \le a_i(t) \in C[t_0,\infty)$, $\tau(t) \in C[t_0,\infty)$, $\lim\limits_{t\to\infty} \tau(t) = \infty$, α_i – відношення непарних чисел, $(i = \overline{1,n})$.

Система (1) є системою з відхиленням аргументу загального характеру і нелінійністю в кожному рівнянні. Ця робота є продовженням роботи [1], в якій розглядався випадок $0 < \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4 < 1$.

Наведемо деякі результати.

Теорема 1

Нехай n=4 і виконуються умови:

1) $\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4 = 1$, $g(t)=\min\{t,\tau(t)\}$,

2) $\int\limits_{t_0}^{\infty} a_1(t)dt = \int\limits_{t_0}^{\infty} a_2(t)dt = \int\limits_{t_0}^{\infty} a_3(t)dt = \infty,$

3) $\int\limits_{t_0}^{\infty} a_4(t)\left[\int\limits_{t_0}^{\tau(t)} a_1(z)\left(\int\limits_{t_0}^{z} a_2(s)\left(\int\limits_{t_0}^{s} a_3(x)dx\right)^{\alpha_3} ds\right)^{\alpha_2} dz\right]^{\alpha_1} dt = \infty,$

4) $\int\limits_{t_0}^{\infty} a_1(t)\left(\int\limits_{x}^{2x} a_2(z)\left(\int\limits_{z}^{2z} a_3(p)\left(\int\limits_{p}^{2p} a_4(s)ds\right)^{\alpha_4} dp\right)^{\alpha_3} dz\right)^{\alpha_2} dx = \infty,$

5) $\int\limits_{t_0}^{t} a_4(t)\left(\int\limits_{t_0}^{g(t)/2} a_1(z)\left(\int\limits_{t_0}^{z} a_2(x)\left(\int\limits_{x}^{2x} a_3(s)ds\right)^{\alpha_3} dx\right)^{\alpha_2} dz\right)^{\alpha_1-\varepsilon} dt = \infty, \ (0 < \varepsilon < 1).$

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

Теорема 2

Нехай n=5 і виконуються умови:

1) $\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_5 = 1$, g(t)=min{t,τ(t)},

2) $\int_{t_0}^{\infty} a_1(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_2(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_3(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_4(t)dt = \infty$,

3) $\int_{t_2}^{\infty} a_5(l)\left[\int_{t_2}^{\tau(t)} a_1(p)\left(\int_{t_2}^{p} a_2(z)\left(\int_{t_2}^{z} a_3(s)\left(\int_{t_2}^{s} a_4(x)dx\right)^{\alpha_4} ds\right)^{\alpha_3} dz\right)^{\alpha_2} dp\right]^{\alpha_1} dl = \infty$,

4 $\int_{t_1}^{\infty} a_5(t)\left[\int_{t_1}^{g(t)/2} a_1(l)\left(\int_{t_1}^{l} a_2(v)\left(\int_{t_1}^{v} a_3(s)\left(\int_{s}^{2s} a_4(x)dx\right)^{\alpha_4} ds\right)^{\alpha_3} dv\right)^{\alpha_2} dl\right]^{\alpha_1-\varepsilon} dt = \infty$,

5) $\int_{t_1}^{\infty} a_5(t)\left[\int_{t_1}^{\frac{1}{8}g(t)} a_1(l)\left(\int_{l}^{2l} a_2(v)\left(\int_{v}^{2v} a_3(s)\left(\int_{s}^{2s} a_4(x)dx\right)^{\alpha_4} ds\right)^{\alpha_3} dv\right)^{\alpha_2} dl\right]^{\alpha_1-\varepsilon} dt = \infty$,

$(0 < \varepsilon < 1)$.

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

[1] Колесник Є.О., Тен А.В., Варех Н.В. Дослідження асимптотичної поведінки розв'язків диференціально-функціональних систем рівнянь.- Матеріали II Всеукраїнської студентської інтернет-конференції «Математичні моделі в прикладних дослідженнях: від теорії до практики». - Донецьк, 2014.- с.268-269.

ПРОГРАМНО- МАТЕМАТИЧНО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ OPEN MP ТА INTEL THREADING BUILDING BLOCKS

Комаров П.Д., Бердник М.Г.
pavel.komarov7@gmail.com
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Зазвичай розріджені матриці з`являються при постановці та вирішенні задач з різноманітних наукових та інженерних областей. Зокрема, при формулюванні оптимізаційних задач великої розмірності з лінійними обмеженнями матриця системи обмежень часто буває розрідженою. Матриці з суттєво переважаючою кількістю нульових елементів формуються під час чисельного вирішення диференційних рівнянь в частинними похідними. Такі матриці присутні й в теорії графів. Існує й багато інших випадків.

Проте типових рішень задачі обробки розріджених матриць не так багато. Найбільш швидкою реалізацією є бібліотека Intel Math Kernel Library, яка має недоліки у вигляді закритого вихідного коду та великою ціною за її користування. Проте саме це робить цю бібліотеку ідеальним прикладом і еталоном роботи алгоритмів роботи з матрицями.

В роботі розглянуто декілька способів обробки розріджених матриць.

Насамперед необхідно зазначити, що матриці зберігаються та обробляються у форматі Compressed Sparse Rows. Так як матриці зберігаються у формі CSR, то для того щоб дістатися до стовпців матриці необхідно спочатку її транспонувати. Ця операція має складність близько O(N log N). Тоді можливо побудувати алгоритм, який би виконував множення за $O(N^2 \log N)$. Цей простий алгоритм, який можна описати таким чином: для кожного рядка матриць A та B знаходимо всі елементи що йому належать та якщо колонки співпадають то перемножуємо і накопичуємо в тимчасовій змінній поки не пройдемо весь рядок в матриці A та B. Але такий підхід не є оптимальним. Одним з кращих алгоритмів для виконання такої операції як множення розріджених матриць

вважається алгоритм запропонований Густавсоном, що не потребує транспонування. Ще одна його особливість в тому, що він пропонує змінити порядок множення: замість того, щоб множити рядок на стовпець, - обчислювати добуток кожного елемента матриці A на всі елементи відповідного рядка матриці B, поступово накопичуючи часткові суми. Таким чином алгоритм має складність лише $O(N \log^2 N)$.

Ще один варіант підвищення продуктивності множення розріджених матриць - розпаралелювання. В роботі використовувалось розпаралелювання за допомогою модулю OpenMP. Цей модуль обран з поміж інших(наприклад MPI) з-за того, що він не тільки зручний, а є наявним у багатьох середовищ розробки – тобто гарантується велика швидкість роботи. Самі алгоритми обробки розріджених матриць досить зручні для розпаралелювання і можуть дати непоганій результат на перший погляд. Проте аналізуючи продуктивність програми можна побачити, що зріст продуктивності не пропорційній кількості використаних паралельних обробників, а значно меньша. Це пов`язано з тим, що деякий час програма працює послідовно, та тим що користуючись методами OpenMP складно балансувати навантаження.

Перейдемо до Intel Threading Building Blocks. Ідейно розробка паралельної версії на основі TBB буде дуже схожа на OpenMP, проте має свої особливості:

1) Використання цієї бібліотеки передбачає написання коду в класах.
2) В кожному потоці бібліотека оголошує границі в яких повинен працювати даний потік, при цьому всі данні доступні в розподіленій пам’яті.

В процесі розробки було з’ясовано, що TBB значно краще балансує навантаження та має більш оптимальні аллокатори пам’яті що значно покращує продуктивність роботи.

ШИФРОВАНИЕ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ХАОТИЧЕСКИХ АТТРАКТОРОВ

Комков С.А.,arcanumthebest@gmail.com, **Золотько К.Е.**, zolt66@mail.ru.

Днепропетровский национальный университет

Защита информации в последнее время становится все более актуальной в связи с увеличением опасности несанкционированного доступа к конфиденциальным данным с помощью современных компьютерных систем. Одним из методов решения этой проблемы является шифрование информации при помощи криптоалгоритмов. Существует большое количество различных способов шифрования, но устоявшиеся методы теряют свою значимость в связи со стремительным ростом вычислительных возможностей. Поэтому разработка новых нестандартных методов криптографии крайне важна, так как в этом нуждаются как частные, так и корпоративные пользователи.

В настоящее время используются и технически реализуютсяв основном криптографические алгоритмы с открытым и закрытым ключами шифрования. Развитие систем с закрытым ключом связано с использованием элементов хаотической (нелинейной) динамики для формирования секретного кода. При создании такого типа систем обычно используются элементы теории динамического хаоса, в частности, хаотические аттракторы. Хаотические аттракторы относятся к системам очень зависимых от начальных условий. Это означает, что малейшее отклонение от начальных условий приведет к совершенно другому, непредсказуемому, результату и от заданной точности построения аттрактора будет зависеть количество возможных состояний системы. Существует несколько подходов использования данных полученных с помощью хаотических аттракторов: псевдослучайная последовательность и временная зависимость. Алгоритмы временной зависимости используют свойства фазового пространства к сохранению состояния системы в определенный промежуток времени. Таким образом открытым ключом будет

являться временной ряд, закрытым ключом – сама система. Время указывает на точку в фазовом пространстве, которая имеет определенных координаты, и с помощью различного представления этих координат можно изменять исходный текст получая криптотекст. Алгоритмы псевдослучайной последовательности помогают улучшить уже существующие алгоритмы.

Для практической реализации может быть взят хаотический аттрактор и чем сильнее свойства нелинейности в нем, тем лучше он подходит к данному алгоритму. Символу, вводимому с клавиатуры и кодируемому ASCII-кодом, ставится в соответствие последовательность из трех целых чисел n_1,n_2, n_3, которые отвечают за сохранение одной из 3 частей чисел в ASCII коде, то есть символу A с ASCII-кодом 65 отвечают числа $n_1 = 0, n_2 = 6, n_3 = 5$. Каждому из этих трех чисел ставится в соответствие последовательность временных параметров, стабилизирующая цикл периода $n_i + m$, где m – это любое целое число принадлежащее множеству допустимых чисел аттрактора уменьшенное на 9 (максимальное число, хранимое в n_i). Полученная в результате такого кодирования последовательность передается на компьютер-приемник, в котором находится дешифратор. На дешифраторе последовательность параметров преобразуется в последовательность целых чисел, соответствующих временному периоду (периоду одного цикла). Из каждого полученного целого числа необходимо вычесть m. Теперь, сгруппировав эти числа по три, легко получить ASCII-код символа и, таким образом, сам символ.

Полученный алгоритм шифрования сохраняет в себе тенденцию к быстродействию, позволяя при малых объемах памяти, выделяемой на ключ, сохраняя при этом высокую криптоустойчивость. Применение нелинейной динамики в криптографии создает широкое поле для исследований, в частности именно нелинейная динамика дает возможность для создания чисто случайной последовательности, столь необходимой для шифра Вермана.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЕНСАЦИИ АРТЕФАКТОВ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОРТОГОНАЛИЗАЦИИ ИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Корчинский В.М.
e-mail 097-529-13-71
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Доклад посвящен проблеме компенсации артефактов (графических помех) на многоспектральных растровых изображениях дистанционного зондирования, неизбежно формирующихся в реальных условиях их фиксации. Одновременно достигается выявление основных информационных компонент первичного набора данных и выбор из них наиболее существенных для построения эмпирических моделей (регрессия, нейронные сети и пр.).

Предлагаемый способ решения данной проблемы реализован применительно к многоспектральным цифровым изображениям Земли, зафиксированным с аэрокосмических носителей одновременно в оптическом, инфракрасном и коротком микроволновом диапазонах электромагнитного излучения – носителя видовой информации.

Первичный (непосредственно полученный) набор цифровых данных **R** имеет размерность $n \times N \times M$, где n – количество фиксируемых изображений; N, M – размеры растра каждого изображения.

Множество координатных распределений яркости изображений, зафиксированных во всех фиксируемых спектральных диапазонах, образует единый многомерный геометрический объект, представляющий в опосредованной форме физическое состояние материальных объектов (визуализированных на изображениях), и корреляционно связанных между собой. Вследствие этого любая обработка произвольного изображения, принадлежащего указанному геометрическому объекту (в частности, с целью компенсации артефактов), приводит к изменениям распределений яркости иных спектральных диапазонов, что приводит к существенному искажению распределений яркости обработанных изображений.

Предлагаемый метод включает следующие операции:

- формирование массива $\mathbf{P}_{NM\times n}$ посредством упорядочения первичного многомерного массива видовых данных $\mathbf{R}$ по столбцам (строкам) растровых изображений различных спектральных интервалов;
- QR-декомпозиция массива $\mathbf{P}_{NM\times n}$ (данная операция необходима для ликвидации попарной корреляционной связи первичных изображений), в результате которой формируются матрица $\mathbf{Q}_{NM\times n}$ с попарно ортогональными столбцами и верхнетреугольная матрица $\mathbf{R}_{n\times n}$;
- определение дисперсий столбцов матрицы $\mathbf{Q}_{NM\times n}$ как мер информативности соответствующих составляющих первичного набора данных $\mathbf{R}_{NM\times n}$;
- ликвидация столбцов $i_1, i_2, \ldots, i_k$ матрицы $\mathbf{Q}_{NM\times n}$ с наименьшими значениями дисперсий с одновременным удалением столбцов и строк матрицы $\mathbf{R}_{n\times n}$;
- восстановление растровых изображений оставшихся спектральных каналов путем преобразования, обратного к использованному варианту QR-декомпозиции первичного массива видовых данных на основе усеченных указанным способом матриц $\bar{\mathbf{Q}}$ и $\bar{\mathbf{R}}$.

Определение удаляемых компонент массивов $\mathbf{Q}_{NM\times n}$ и $\mathbf{R}_{NM\times n}$ производится по критерию максимизации индекса структурной схожести распределений яркости исходного изображения $\mathbf{R}$ и изображения $\mathbf{r}$, полученного в результате восстановления, который определен как коэффициент корреляции массивов $\mathbf{R}$ и $\mathbf{r}$.

Приведены примеры первичных многоспектральных растровых изображений, зафиксированных в шести спектральных интервалах, и изображения, обработанных по предложенному методу.

РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Коряшкина Л. С., Правдивый А.В., Череватенко А.П.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Работа посвящена разработке алгоритмов параметрической идентификации многокомпонентных распределенных систем на основе методов недифференцируемой оптимизации. Рассматривается задача определения границы идеального контакта двух сред, имеющих различные физические свойства, и некоторых параметров этих сред [1].

Постановка задачи. Пусть процесс теплопереноса в теле, представляющем собой совокупность двух пластин с различными теплофизическими характеристиками, описывается следующей начально-краевой задачей:

$$\begin{cases} \rho_1 c_1 \dfrac{\partial y_1}{\partial t} = \lambda_1 \dfrac{\partial^2 y_1}{\partial x^2}, & 0 < x < \xi; \\ \rho_2 c_2 \dfrac{\partial y_2}{\partial t} = \lambda_2 \dfrac{\partial^2 y_2}{\partial x^2}, & \xi < x < l; \end{cases} \tag{1}$$

где ρ_j, c_j – заданные величины, λ_j – величины, подлежащие определению; $y_1(x,t); y_2(x,t)$ – температуры соприкасающихся сред, $(x,t) \in \Omega_T$, $\Omega_T = \Omega \times (0,T)$ $(\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2, \Omega_1 = (0,\xi), \Omega_2 = (\xi,l), \quad 0 < \xi < l < \infty)$. На концах отрезка $[0,l]$ заданы краевые условия

$$y_1\big|_{x=0} = u_1, \quad y_2\big|_{x=l} = u_2, \quad t \in (0,T), \tag{2}$$

$u(\cdot) = (u_1(\cdot), u_2(\cdot)) \in C(0,T) \times C(0,T)$ – заданные функции; в точке $x = \xi$ имеют место условия идеального контакта:

$$y_1(\xi,t) = y_2(\xi,t) \quad t \in (0,T), \tag{3}$$

$$-\lambda_1 \left.\frac{\partial y_1}{\partial x}\right|_{x=\xi} = -\lambda_2 \left.\frac{\partial y_2}{\partial x}\right|_{x=\xi}, \quad t \in (0,T) \tag{4}$$

Начальное условие имеет вид

$$y_i\big|_{t=0} = y_{i0}(x), \ i = 1,2, \tag{5}$$

при $x \in \overline{\Omega}_1$ и $x \in \overline{\Omega}_2$ соответственно.

Будем предполагать, что в M точках $d_i \in \Omega$ температура известна:

$$y(d_i,t) = f_i(t), \ t \in (0,T), \ i = \overline{1,M}. \tag{6}$$

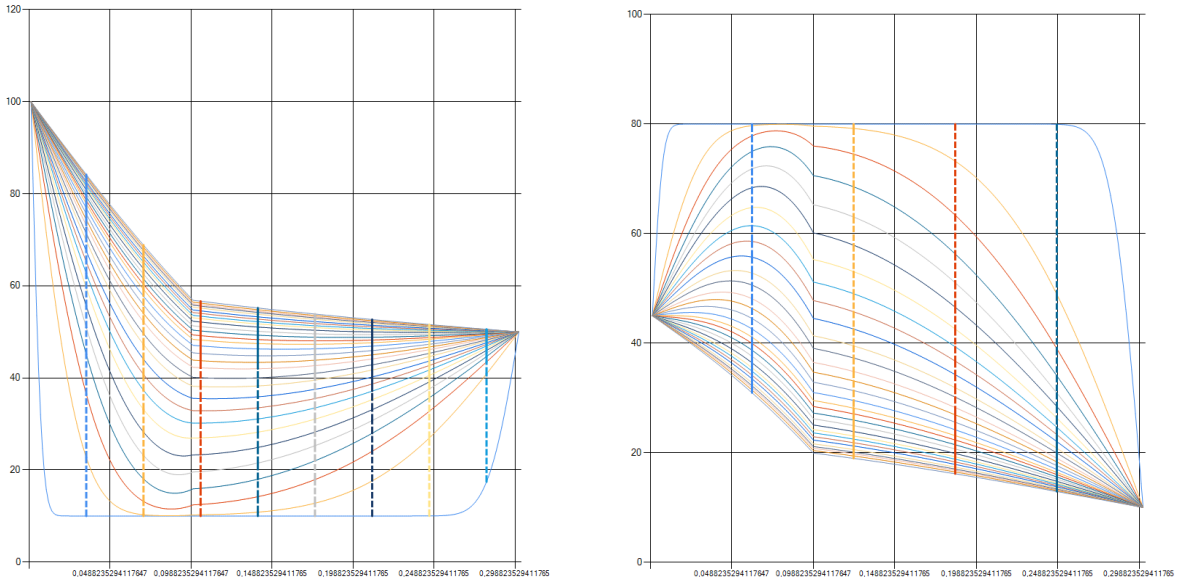
Задача состоит в определении точки ξ идеального контакта границы областей Ω_1 и Ω_2, а также параметров λ_1, λ_2, при которых решение $y(x,t) = \begin{cases} y_1(x,t), & x \in \overline{\Omega}_1 \\ y_2(x,t), & x \in \overline{\Omega}_2 \end{cases}$ задачи (1) – (5) удовлетворяет равенствам (6).

Для решения этой задачи вводим в рассмотрение функционал

$$J(\bar{\omega}, y(\xi,\lambda_1,\lambda_2;\cdot,\cdot)) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{M}\int_0^T \big(y(\xi,\lambda_1,\lambda_2;d_i,t) - f_i(t)\big)^2 dt \tag{7}$$

и формулируем задачу: найти такие значения параметров $\xi, \lambda_1, \lambda_2$ и соответствующую функцию $y(\xi, \lambda_1, \lambda_2; \cdot, \cdot)$ (удовлетворяющую условиям (1) – (5)), при которых функционал-невязка (7) достигал бы минимального значения.

Для решения этой задачи разработан численный алгоритм, основанный на методе проекции субградиента с растяжением пространства в направлении разности двух последовательных субградиентов, причем для вычисления компонент субградиента используются формулы численного дифференцирования. Для проведения вычислительных экспериментов была решена краевая задача (1) – (5) при следующих исходных данных: $l = 0.3;\ \xi = 0.1;$ $\rho_1 = 7800, \rho_2 = 8800;\ \ c_1 = 460, c_2 = 381;\ \ T = 10;$ а) $\lambda_1 = 46, \lambda_2 = 384;\ \ u_1(t) = 45,\ \ u_2(t) = 10,$ $t \in (0, T);$ б) $\lambda_1 = 46, \lambda_2 = 384;\ \ u_1(t) = 45,\ \ u_2(t) = 10,\ \ t \in (0, T)$, и наблюдались значения функции $y(d_i, t),\ t \in (0, T)$ в M точках $i = \overline{1, M}$ при а) $M = 8$; б) $M = 4$. На рис. 1 приведены результаты восстановления параметров $\xi, \lambda_1, \lambda_2$ задачи по наблюдаемой информации. В случае а) получены такие значения искомых параметров: $\xi = 0.1;\ \ \lambda_1 = 45.999, \lambda_2 = 384.007;$ в случае б) – $\xi = 0.099;\ \lambda_1 = 44.899, \lambda_2 = 384.81$. Значения функционала (7) при этом равны 0.0000 и 0.1888 соответственно.



а) б)

Рис. 1. Распределение температуры в двухслойной пластине

В докладе представлены результаты анализа решений, полученных в ходе других вычислительных экспериментов, прослежено влияние некоторых параметров задачи и метода на качество идентификации двухслойной параболической системы.

1. Сергиенко И. В. Применение методов оптимального разбиения множеств для решения геометрических обратных задач теплопроводности. / И. В. Сергиенко, В. С. Дейнека, Е. М. Киселева, Л. С. Коряшкина – Материалы 3 – й международной конференции Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии. – Кишинэу, 19 – 23 марта 2012 г. – С. 459–467.

ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ ВРАЧА В ИНТЕРАКТИВНОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Костра В.В., kostra@list.ru

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,

Разработано программное обеспечение работы с интерактивными списками медицинских словоформ. Пользователь-врач выбирая нужные ему позиции в списке формирует блоки медицинских текстов.

Длительное использование справочников показало, что существуют информационно-семантические процессы работы врача с медицинской информацией, т.е. пользователь работая со справочником делает те или иные действия, которые с точки зрения медицинских наук являются очевидными и рутинными. Однако с точки зрения технических наук предвидеть действия пользователя и реагировать на них является нетривиальной задачей и если учесть их в составе интерактивного интерфейса медицинских справочников, то это позволяет "интеллектуализировать" соответствующие программное обеспечение. Предложены процедуры описания вычислительных формализмов в справочнике описывающие априорные действия пользователя при работе врача с медицинской информацией. Это позволяет создать подсистему подсказок и контроля при вводе данных, что повышает общую эффективность ввода данных и использования самих справочников медицинских словоформ.

Примеры вычислительных формализмов при составлении записей: дневниковых записей – контроль обязательных позиций описания пациента (в различных клинических случаях), записей инструментальных исследований – контроль выполнения стандарта обследования, анализ граничных значений параметров; протоколы операций – контроль полноты описания хирургической операции; консультативные осмотры – фиксация факторов риска, контроль выполнения стандарта осмотра; эпикризы – контроль заполнения обязательных разделов в выходных документах.

РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ КОНТУРНОГО АНАЛІЗУ

Крак Ю.В., **Голік А.О.,** krak@gmail.com
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В доповіді наводяться результати по розробці системи розпізнавання елементів української дактильної мови. Запропоновані підходи до покращення робастності системи розпізнавання.

Постановка задачі. 1. Отримати геометричні характеристики контуру продемонстрованого дактиля. 2. Створити багатоетапну систему розпізнавання знаків дактильної мови жестів, на кожному етапі якої відбувається послідовне звуження множини можливих розв`язків [1]. Це звуження досягається шляхом перевірки відповідності отриманих характеристик жесту заздалегідь встановленим правилами. 3. Виконати стандартизацію контуру жесту та його частин з використанням форматів перетворень зображень, нормалізації, ланцюгів Фрімена та інше.

Основний матеріал. Головним об`єктом контурного аналізу є власне контур жесту[2]. Він може бути представлений у вигляді послідовності точок або матриці [3]. В будь-якому разі актуальною є задача стандартизація представлення цього контуру. Викликано це впливом на результати розпізнавання умов середовища: дистанції до записуючого пристрою, відмінностей у розмірі долоні різних людей тощо. Пропонується підхід до стандартизації контуру жесту з урахуванням орієнтації долоні на зображенні. В основі підходу лежить використання форматів перетворень зображень. Маючи можливість конвертувати матриці у зображення і навпаки, можна використати всі переваги роботи з графічним представленням. Важливою є можливість отримання зображень (а в результаті і матриць) встановленої розмірності, що дозволяє їх порівнювати та використовувати у розпізнавання. Маючи контур жесту можна побудувати навколо нього опуклу оболонку та виділити геометричні характеристики, які можна назвати «дефектами». Ці характеристики містять важливу для розпізнавання інформацію і є базою

алгоритму розпізнавання знаків дактильної мови жестів. Кожному «дефекту» можна поставити у відповідність ряд числових характеристик, серед яких і послідовність точок контуру, які потрапили у межі «дефекту». Знайшовши відстань від кожної такої точки до опуклої оболонки можна отримати масив чисел, який представляє «структуру дефекту». Стандартизація представлення цього масиву може бути реалізована з використанням ланцюгів Фрімена та нормалізації [4]. На першому етапі стандартизації відбувається приведення до встановленої розмірності шляхом групування елементів за певними правилами. На другому етапі має місце нормалізація величин, що зберігаються у масиві. Отримане в результаті згаданих операцій представлення «структури дефекту» є таким, що не залежить від розміру долоні людини.

Висновки. Таким чином, було запропоновано підходи до побудови системи розпізнавання знаків дактильної мови жестів та до покращення її робастності шляхом стандартизації представлення контуру жесту та структури його інформативно важливих частин.

1. **Голік А.О**. Багатоетапна кластеризація у задачі розпізнавання знаків дактильної мови жестів // XXI Міжнародна конференція "Problems of Decision Making under Uncertainties" (PDMU-2013), Східниця, 13-17 травня 2013 р., С. 118-119.
2. **Кривонос Ю.Г**. Моделирование движений рук, мимики и артикуляции лица человека для синтеза и визуализации жестовой информации/ Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В. // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – №4. – С.3-8.
3. **Golik A.O**. Matrix feature vectors and Hu moments in gesture recognition / Golik A.O., Donchenko V.S. //International Journal "Information Technologies & Knowledge" . – 2013. – Vol.7, No 4. – P. 380-391.
4. **Golik A.O**. Standardization of geometrical characteristics in gesture recognition recognition / Golik A.O., Donchenko V.S.// International Journal “Information Theories and Applications”, vol. 21, Number 1, 2014, p. 48-53.

РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ДЕСКРИПТОРІВ ОСОБЛИВИХ ТОЧОК ДОЛОНІ ЛЮДИНИ

[1]Крак Ю.В., **[1]Ізотов А.В.**, **[2]Ляшко В.І.**, krak@unicyb.kiev.ua
[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка
*[2]Національний університет «*Києво-Могилянська академія*»*

Вступ. В доповіді запропоновано підхід до розпізнавання дактильної інформації шляхом отримання характеристичних ознак на основі знаходження гістограм напрямків градієнта в особливих точках зображення [1]. Процес виділення ознак і класифікації дактилем розбивається на декілька етапів. На етапі попередньої обробки виконується приведення розміру зображення до наперед заданого та перетворення його кольорового простору. Також, з метою зменшення негативного впливу шумових збурень на подальших етапах обробки, виконується розмиття зображення за Гаусом та застосування медіанного фільтра. Другий етап – локалізація руки на зображенні. Цей етап складається з автоматичного пошуку області дактилювання, виділенні у цій області зв'язних компонент за допомогою сегментації за кольором шкіри та визначенні тієї компоненти, яка відповідає руці користувача. Після цього, для визначеної зв'язної компоненти виконується побудова мінімального обмежуючого прямокутника, який використовується для виділення на зображенні області, яка містить руку.

На третьому і четвертому етапах виконується знаходження вектора ознак з отриманого фрагмента зображення, та, відповідно, його класифікація за допомогою набору попередньо створених бінарних класифікаторів.

Підготовка даних і навчання класифікатора. Відзначимо, що із множини дактилем були взяті статичні дактилеми (тобто ті, у яких навіть при русі кисті в просторі конфігурація пальців зберігається) – це обмеження накладається вибраним зв'язком – дескриптор-класифікатор. Таким чином, класифікатор налаштований на розпізнавання 27 статичних дактилем.

Навчальна вибірка складається з 240-280 фотографій фіксованого розміру (64 на 64) для кожного жесту. Ці фотографії очищені від шумів і покривають

різні масштаби і варіації зовнішнього вигляду (повороти на 2-3 градуси, нахили і т.п.). Для кожної фотографії будується вектор ознак (дескриптор) з використанням методу HOG. Далі, створюється 27 бінарних класифікатори (лінійних SVM [2], 300 ітерацій, точність 0.01, завершення навчання або за кількістю ітерацій, або за досягнутою точністю) і які навчаються на отриманих дескрипторах у режимі «один проти всіх». За позитивні зразки береться вся навчальна вибірка для даного жесту. В якості негативних – десятикратний об’єм від позитивних.

Класифікація дактилем. Отриманий дескриптор подається на вхід кожному класифікатору. У результаті їх роботи формується бінарний вектор розмірності 27 (по кількості дактилем, які розпізнаються) з відповідями. Якщо елемент вектора дорівнює одиниці, то це означає, що дескриптор був розпізнаний як позитивний відповідним класифікатором. На виході маємо розпізнану дактилему.

Аналіз результатів. Якісні характеристики побудованих класифікаторів досліджувалась на тестовій вибірці, яка складалась з 400 зображень для кожної дактилеми. Для кожного з класифікаторів була оцінена точність та повнота визначення. Отримані результати підтвердили ефективність і перспективність такого підходу для вирішення поставленої проблеми. У подальших дослідженнях буде збільшена навчальна вибірка для вибору ознак і використані оптимізаційні процедури для покращення процесу класифікації.

1. **Dalal N.** Histograms of oriented gradients for human detection / Dalal N., Triggs B// Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE Computer Society Conference. – 2005. – №1. – P. 886-893.
2. A Practical Guide to Support Vector Classification / Hsu Chih-Wei, Chang Chih-Chung, Lin Chih-Jen. – San Francisco: Elsevier, 2008. – 216 p.

ДО РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЖЕСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

[1,2]Крак Ю.В., [1]Коваль Ю.В., [2]Тернов А.С., krak@unicyb.kiev.ua
[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка
[2]Інститут кібернетики ім.В.М. Глушкова НАН України,

Вступ і постановка задачі. Сучасний науково-технічний прогрес вимагає створення засобів взаємодії між користувачем і комп'ютерним середовищем у вигляді та формі, максимально зручній та природній для людини. Одним із засобів, звичних для людини, є передача інформації за допомогою зорової складової, а саме через рухи рук, тіла, міміки тощо [1]. Іншим важливим напрямом використання візуальної інформації є її передача і сприйняття людьми з вадами слуху засобами жестової мови спілкування.

В даній доповіді увага приділена технічному аспекту пов'язаному з питанням створення технології аналізу інформації, що передається за допомогою рухів. Необхідно розробити загальну архітектуру системи аналізу інформації основаної на існуючій інформаційній моделі жестової комунікації і яка має задовольняти певним вимогам. Також запропонувати механізми реалізації складових такої системи і принципи їх дії. Вимоги до системи: а) функціонування відбувається в режимі реального часу; б) можлива реалізація паралельної обробки даних; в) використання модульного принципу розробки, свобода розширення.

Архітектура та деталі реалізації. Виходячи зі складності системи та можливого її розширення у майбутньому новими функціональними модулями, запропоновано загальну архітектуру системи, яка логічно розбита на три області: **1**) частина системи, яка займається підготовкою даних для подальшої обробки і аналізу; **2**) функціональні та логічні модулі; **3**) система прийняття рішень. В єдину систему функціональні модулі поєднуються за допомогою швидкісної (одногігабітної) мережі TCP/IP. Це розв'язує задачу комунікації і робить можливим керування функціональними модулями для синхронізації їх роботи. Так само інші блоки системи поєднані в єдину мережу TCP/IP. За

рішення системи відповідає аналізатор подій, який містить систему прийняття рішень. Основою такої системи є таблиця прийняття рішень, яка будується з множини подій, яку, в свою чергу, породжують модулі системи. Потік даних формується з потокових даних, які отримані з пристроїв реалізації комп'ютерного зору. У більш загальному випадку передбачено використовувати і інші джерела інформації (давачі\сенсори руху та інше). З огляду на вимоги загальної архітектури було сформульовано певний набір технічних вимог: **1)** для кожного функціонального модуля системи має бути виділено свій процесор (реалізація вимоги паралельної обробки даних); **2)** швидкісний обробник подій (час формування відправлення та отримання повідомлень має бути миттєвим у порівнянні з часом обробки одиниці інформації); **3)** керування функціональними та логічними модулями за допомогою сигналів(подій) повідомлень; **4)** кожен функціональний модуль роботи з даними має свій «буфер кадрів», розмір і призначення якого обумовлюється видом задачі яка вирішується цим модулем. В системі передбачається використовувати кільцеві буфери даних на 3-4 лексеми. З точки зору практичної цінності система має декілька режимів різних за своїм призначенням і відповідно за логікою і послідовністю роботи структурних елементів: робочий; навчання; калібрування.

Висновки. У результаті проведених досліджень була запропонована і розроблена загальна архітектура системи аналізу жестового мовлення в реальному часі, визначено вимоги до такої системи, основні модулі такої системи та принципи їх взаємодії. Подальші дослідження будуть направлені на реалізацію запропонованих функціональних модулів та створення загальної системи розпізнавання жестової мови.

1. **Кривонос Ю.** Моделирование реалистических движений и мимики для задач визуализации жестовой информации / Кривонос Ю., Крак Ю., Бармак О., Тернов А., Троценко Б. In book: Natural and Artificial Intelligence/ Ed. by K.Markov, V.Velychko, O.Voloshin. C/o Iusautor, Sofia. – 2010. – P. 137-143.

АЛГОРИТМ СМУГОВОЇ РОЗДІЛЬНОСТІ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАКТИЛЕМ

Крак Ю.В., Соломянюк І.Г., Шкільнюк Д.В., krak@gmail.com
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Вступ і постановка задачі. Для передачі дактильної інформації використовуються рухи кисті і пальців людини. Ці рухи строго знаходяться в області видимості для співбесідника, тому при розпізнаванні дактилем потрібно аналізувати відеозображення рук людини і відслідковувати зміни їх стану або форми з плином часу [1]. В доповіді пропонуються і досліджуються різні способи виділення і формування векторів характеристичних ознак для вирішення задач розпізнавання. Для дактилем, які важко розпізнати (це дактилеми А, В, Е, Є, И, І, Й, Л, М, Н, Р, С, Ф, Т, У, Ч, Х, Ю, Я української дактильної абетки) в силу їх подібності формування чи демонстрації, запропоновано алгоритми лінійної смугової класифікації[2] за кожним із способів виділення ознак.

Алгоритму смугової роздільності. Нехай відомо до якого із класів (дактилем) відносяться вектори навчальної вибірки $x(j),\ j=\overline{1,n}$ в просторі ознак. Запишемо умови лінійної віддільності скінченної множини точок у багатомірному просторі із умов існування розв'язку системи лінійних алгебраїчних рівнянь $x^T(j)a=y_j,\quad y_j\geq\Delta,\ j=\overline{1,n}$ відносно вектора $a\in R^m$ для деяких $\Delta>0$ і значень y_j. Для фіксованого Δ, необхідна і достатня умови існування розв'язку цієї системи буде мати вигляд: $\min\limits_{y\in D(\Delta)} y^TZ(X)y=y_*^T(\Delta)Z(X)y_*(\Delta)=0$, де $X=\left(x(1)\vdots\ldots\vdots x(n)\right)=\left(x_{(1)}\ldots x_{(m)}\right)^T$, $Z(X)=I_n-X^+X$, $D(\Delta)=\left\{y:\ y=(y_1,\ldots,y_n)^T,\ y_j\geq\Delta,\ j=\overline{1,n}\right\}$. Шуканий вектор a приймає наступне значення $a(\Delta)=(X^T)^+y_*(\Delta)$, а товщина смуги δ, яка відділяє множину точок $x(j),\ j=\overline{1,n}$ від початку координат, буде дорівнювати величині $y_*=\delta=\Delta\big/(y_*^T(\Delta)R(X)y_*(\Delta)^{1/2}$, де $R(X)=X^+(X^T)^+$.

Виділення характеристичних ознак дактилем. Для формування характеристичних ознак будемо використовувати геометро-топологічні параметри долоні руки і пальців людини при показі дактилем [1]. Отримані параметри об'єднані у наступні шість блоків: 1) кути між векторами, проведеними з геометричного центру долоні до крайніх точок – зліва, справа, зверху і знизу області. Отримаємо вектор ознак розмірності 4; 2) нормована довжина векторів, проведених з геометричного центра до крайніх точок – вектор ознак розмірності 4; 3) компактність, направленість, витягнутість долоні – вектор ознак розмірності 3; 4) горизонтальне сканування (розбиття на 11 полос) – вектор ознак розмірності 11; 5) відношення кількості чорних пікселів до загальної кількості (область показу розділена на 25 клітинок) – вектор ознак розмірності 25; 6) дескриптори контурного аналізу – вектор ознак розмірності 4. Для дактилем, у рамках кожного блоку, було отримано по 5 наборів. Для кожного блоку здійснено нормування векторів ознак на проміжок [0,1].

Результати класифікації та висновки. Для аналізу ефективності запропонованих векторів ознак була здійснена попарна класифікація (кожна дактилема з іншими) дактилем у рамках кожного блоку ознак. Для кількісного порівняння пропонується для кожної пари дактилем визначати відносну величину через відношення між шириною полоси і сумою відстаней до відповідних сторін полоси. Експериментально встановлено, що для нормальної класифікації дане відношення має бути більше за 0,3. Дослідження показали, що у рамках запропонованого методу класифікації і виділення геометро-топологічних ознак дактилем, самими ефективними були ознаки, що об'єднані у 1), 2), 3) і 6) блоки. Ознаки 5) і 6) блоків виявилися менш ефективними.

1. **Крак Ю.В.** Аналіз елементів дактильної жестової мови/ Крак Ю.В., Шкільнюк Д.В. // Штучний інтелект. – 2010. – №3. – С.322-328.
2. **Кириченко Н.Ф**. Анализ и синтез систем классификации сигналов средствами возмущений псевдообратных и проекционных операций / Кириченко Н.Ф., Кудин Г.И. // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №3. – С.47-57.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

[1]Кривонос Ю.Г., [1,2]Крак Ю.В., krak@unicyb.kiev.ua
[1]Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України
[2]Київський національний університет імені Тараса Шевченка

В жестовій мові глухих для передачі інформації використовуються візуально-кінетичні засоби (рух рук, рух пальців рук, артикуляція губ, мімічні прояви емоцій) [1]. Базовою смислової одиницею виступає жест і його візуальне сприйняття визначають особливості жестової мови: можливість певним чином розташувати жест у просторі, виконувати одночасно жест двома руками і т.п. Відзначимо, що жестовая інформація в різних народів має схожу візуалізацію і близьку інтерпретацію, що робить її важливим елементів міжнародної комунікації. Розвиток сучасних засобів обчислювальної техніки, Web-технологій дозволяють створювати мультимедійні комп'ютерні засоби для опису, візуалізації та ідентифікації жестової інформації. Структура жестових елементів може бути формалізована за конфігурацією, за локалізацією і за характером руху.

У доповіді пропонується підхід до структурування і формалізації жестів з метою використання отриманих конструктивних елементів, як для синтезу, так і для розпізнавання (ідентифікації) довільного жесту. Для формалізації пропонується подати конфігурацію пальців наступною структурою: $\{F_i^k(t): F_i^k(t) = \{L^{beg}, L^{end}, t\}\}$, $\{F_i^k : F_i^k = \{L^{beg}\}\}$, де F_i^k – i-а конфігурація k-о пальця $(i = \overline{0, p}, k = \overline{1,5})$; L^{beg}, L^{end} – множина назв кісток і значень кутів Ейлера в цих кістках відповідно, для початкового і кінцевого станів конфігурації пальця; $t \in [0,1]$, p – ціле додатнє число. Положення долоні однозначно визначається значеннями кутів Ейлера $(\varphi^x, \varphi^y, \varphi^z)$ для відповідної кістки: $D = \{D_i : D_i = \{\varphi_i^x, \varphi_i^y, \varphi_i^z\}\}$. Для локалізації виконання жесту фіксуються стани кісток скелета для областей, що знаходяться на перетині горизонтальних і вертикальних рівнів і вказується ознака з киснем або без: $L = \{L_i(\mu): L_i(\mu) = \{K_i, \mu\}\}$,

де L_i – стан, який відповідає певній локалізації; K_i – назви кісток і значень кутів Ейлера для них , μ – ознака дотику. Запропонований формальний опис структури жесту складається з певних ключових станів узагальненого скелета, які були отримані шляхом оцифрування рухів людини-носія жестової інформації і функціонально розрахованих траєкторій при виконанні жесту. Множини цих станів і траєкторій фіксовані. За їх допомогою і алгоритму синтезу проміжних траєкторій стає можливим синтезувати довільний жест. Таким чином, за допомогою носіїв жестової мови створюється фіксована множина станів узагальненого скелета для довільної кількості віртуальних моделей з якої автоматично синтезується набір жестів для жестової мови.

Отриманий опис жесту застосовується до задачі розпізнавання, під якою розуміється віднесення об'єкта до одного з взаємовиключних класів з яких складається жест. Для ідентифікації пропонується використовувати методи типу SVM[2] і ін. Для побудови системи ознак запропоновано використовувати метод, заснований на гистограммах орієнтованих градієнтів (HOG) [3]. Для тестування підходу було створено відповідне програмне забезпечення. З фотографічних зображень руки з жестами дактильной азбуки були вирізані фрагменти, відповідні елементам безлічі (1). Кожен фотофрагмент був перетворений у вектор HOG-ознак, які використовувалися для навчання лінійного класифікатора типу SVM. За допомогою навченого класифікатора була проведена ідентифікація жестів дактильной азбуки. Тестування запропонованого підходу показало його здатність для синтезу та розпізнавання жестових елементів.

1. **Кривонос Ю.Г**. Моделирование движений рук, мимики и артикуляции лица человека для синтеза и визуализации жестовой информации / Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В. // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – №4. – С.3-8.
2. **Vapnik V.N**. Statistical Learning Theory. New York: Wiley, 1998.
3. **Wang X.** T.X. Han. An HOG-LBP Human Detector with Partial Occlusion Handling / X.Wang, T.X. Han // IEEE Computer Engineering. – 2009. – P. 32-39.

ЭВОЛЮЦИОННО-ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРАССИРОВКИ

Кривцун Е. В., kryvtsun@ukr.net, *ЗНУ*,
Вишневская В. Г., veravish@yandex.ua, *ЗНТУ*

Трассировка BGA-компонентов печатных плат, которые являются областью высокой плотности размещения контактов, является важной и сложной технической задачей [1]. Рассматривается задача двухслойной трассировки на квадрате $n \times n$ с конструктивным ограничением на плотность распределения проводников [2]. На рис. 1 приведен пример двухслойной трассировки на целочисленной решетке с $n = 5$. Сплошными линиями обозначены проводники первого слоя, пунктирными – проводники второго слоя.

Рассмотрим набор букв $\Gamma = \{a_{1,1}, a_{2,1}, a_{2,2}, a_{2,3}, a_{3,1}, \ldots, a_{n,1}, ..., a_{n,2n-1}\}$. Буквы $a_{k,j}$, $j = \overline{1, 2k-1}$, будем называть буквами *k*-го уровня, $k = \overline{1, n}$. *Спектром* слова A назовем последовательность слов

$$A_n = A, \quad A_{n-1} = A_n \setminus \{a_{n,j}\}_{j=1}^{2n-1}, \quad A_{n-2} = A_{n-1} \setminus \{a_{n-1,j}\}_{j=1}^{2n-3}, \quad \ldots, \quad A_0 = A_1 \setminus \{a_{1,1}\} = \varnothing.$$

Слово A будем называть *полным*, если в это слово входят все буквы алфавита, причем единожды. Слово A будем называть *монотонным*, если каждая буква алфавита входит в это слово не более одного раза и последовательность букв каждого уровня встречается в слове в порядке возрастания второго индекса.

Рис. 2 Двухслойная трассировка

Полное монотонное слово A будем называть *1-правильным*, если любое слово A_k из его спектра начинается буквой $a_{k,1}$ и заканчивается буквой $a_{k,2k-1}$, $k = \overline{1, n}$. Полное слово A будем называть *2-правильным*, если оно не является 1-правильным и существует такое его монотонное подслово B, что дополнение *B-A* является монотонным.

Трассировка – набор линий, соединяющих некоторые узлы решетки (*начала*) с точками на границе решетки. *Допустимой* трассировкой на решетке размером $n \times n$ будем называть трассировку, при которой: 1) при движении вдоль линии от начала к границе решетки, номер уровня проходимых клеток не понижается; 2) линия пересекает каждое звено решетки не более одного раза.

Теорема. Каждой 2-слойной трассировке отвечает 2-правильное слово и наоборот, каждому 2-правильному слову отвечает 2-слойная трассировка.

Из теоремы вытекает, что поиск оптимальной трассировки по различным критериям может быть представлен как поиск оптимального слова в алфавите Γ по соответствующим критериям.

При построении фрагментарного алгоритма [3] допустимыми фрагментами являются все слова, которые можно дополнить до 2-правильного слова дописыванием букв, а элементарными фрагментами – буквы утроенного алфавита Γ. Фрагментарный алгоритм позволяет построить отображение из множества S_{3n^2} всех перестановок размерности $(3n^2)!$ на множество 2-правильных слов.

На основе фрагментарной модели была построена эволюционно-фрагментарная модель. Базовым множеством эволюционной модели является множество перестановок S_{3n^2}, в котором каждая перестановка соответствует определенному порядку следования фрагментов. В качестве оператора кроссовера выбирается любой бинарный оператор $K : S_{3n^2} \times S_{3n^2} \to S_{3n^2}$, сохраняющий порядок. Оператор мутации данной модели осуществляет транспозицию двух случайных элементов перестановки.

Литература

1. **Лузин С**. САПР ТороR: трассировка печатных плат с BGA-компонентами / Сергей Лузин, Олег Полубасов // Современная Электроника. – 2008. - № 7 – С. 44 – 49. – Режим доступа: http://www.soel.ru/issues/?id=343867.
2. **Жарикова И.В.** Трассировка подключающей пластины многозондового устройства контроля bga-компонентов [Електронний ресурс] / И. В. Жарикова, С. В. Курапов, И. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин, Е. А. Разумов-Фризюк, В. С. Чеченя // Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки . – 2013. – № 2. – С. 28 – 36 . – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vznu_mat_2013_2_6.pdf
3. **Козин И.В.** Перечисление фрагментарных структур / И. В.Козин, Е. В. Кривцун // Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. – 2012. – №2. – С. 45 - 50.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПОРТФЕЛІВ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ Х-СЕРЕДНІХ

Крошка К.М., katekroshka1@gmail.com**, Бердник М.Г.**
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

В останні роки кластерний аналіз знаходить своє застосування в різних областях економіки. В даній роботі продемонстровано застосування методу кластеризації Х – середніх[1], який працює на основі методу К- середніх, для побудови оптимального портфелю цінних паперів акцій Українського фондового ринку.

Проаналізувавши інвестиційний ринок України по даним сайту UX.ua в якості об’єкта дослідження було обрано 158 підприємств, які відносяться до різних галузей та мають різний прибуток за 9 років: 2002-2010 роки.

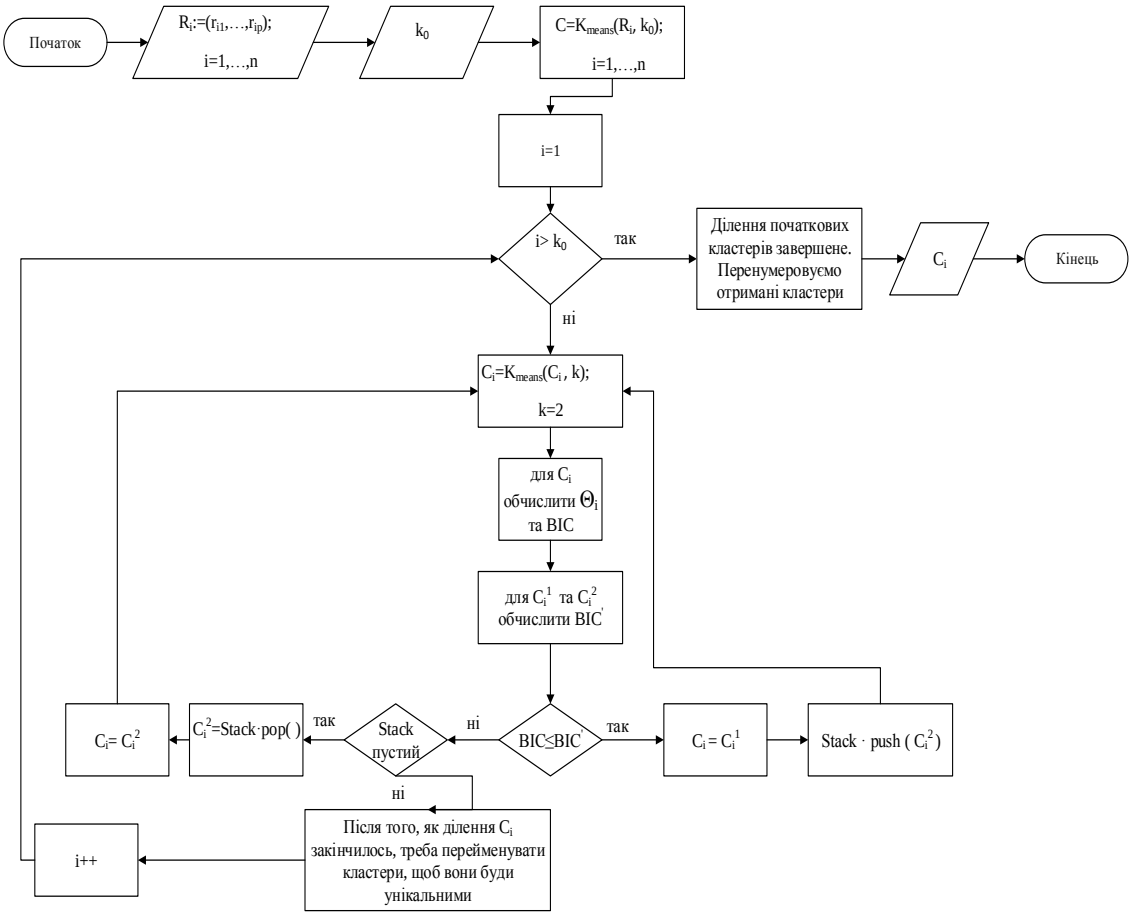
В даній роботі розглянута множина R_i (яка представляє собою множину обраних підприємств), для якої поставлена задача обрання оптимального портфелю за допомогою метода Х-середніх.

Метод Х-середніх полягає в:

1. Підготовці p-мірних даних вибірки розміру N.
2. Застосуванні К-середніх для кластеризації даних. При цьому задається як найменше число кластерів для початку розподілу.
3. Продовжуємо кластеризацію К-середніх для вже отриманих кластерів до тих пір, поки не отримаємо оптимальний розподіл початкової вибірки даних.

На основі метода Х-середніх та розробленої блок-схеми, була розроблена програма на мові C# та отримані кластери для даної множини $R_{i.}$

Алгоритм методу має вигляд:



R_i – початкові дані для кластеризації; k_0- початкова кількість кластерів;

C_i – отримані кластери після першого кроку; C_i^k – кластери отримані при подальшому розподілі; Θ_i - оцінкою максимальної правдоподібності p-мірного нормального розподілу; BIC – критерій зупинки; $K_{means}(C_i , k)$ – кластеризації за допомогою К-середніх; Stack pop( ) – операція запису в стек;
Stack push( ) – операція отримання даних зі стеку.

Для одержаних кластерів множини R_i після застосування моделі Квазі-Шарп були одержані оптимальні портфелі цінних паперів українських підприємств.

1. Extended K-means with an efficient estimation of the number of clusters. Tsunenori Ishioka- National Center for University Entrance Examinations, Japan, 2000. - с.17-22.

ПИТАННЯ ІСНУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ АТРАКТОРІВ В N-ВИМІРНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЯХ ПРИРОДНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Кузенков О.О.

kuzenkov1986@mail.ru

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

У наш час все більшої популярності набуває питання дослідження складних динамічних процесів, визначення особливих точок, стаціонарних гіперплощин та якісного аналізу поведінки системи в їх околі. Результати отримані в результаті якісного аналізу таких систем дають можливість прогнозувати стан систем та результати штучного втручання без проведення натурного та комп'ютерного експерименту. Очевидною проблемою є неможливість отримання аналітичного розв'язку деяких диференціальних рівнянь або їх систем. Результати якісного аналізу динамічних систем дають можливість встановити загальносистемні закономірності та оцінити можливі результати штучного втручання в систему. У більшості випадків результати якісного аналізу дають уявлення лише про загальносистемні закономірності та схильність систем до розвитку або занепаду, чисельні характеристик динаміки при цьому оцінити достатньо важко. Саме тому важливою є інформація про наявність в системі стійких положень рівноваги, атракторів які суттєвим чином обумовлюють загальносистемні закономірності.

В роботі розглядається система n автономних диференціальних рівнянь, досліджені особливі точки фазового простору, атрактори та умови їх виникнення. Досліджено питання виникнення на фазовому просторі репеллерів та пов'язані з ними зміни. В аналітичному вигляді отримано складені точки параметричного простору при переході через які виникають як прості біфуркації так і біфуркації ковимірності >1. Результати досліджень проілюстровано графіками, фазовими портретами та біфуркаційними діаграмами, що дозволяють наочно оцінити наведені в роботі результати.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ЗАДАЧ PSRP, УМОВНИЙ КОМБІНАТОРНИЙ АЛГОРИТМ

Кузнєцов К.А., Козар С.В.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Останнім часом задачі транспортної логістики отримують все більше розповсюдження у повсякденному побуті суспільства. Громадскіть потребує великих обсягів перевезень людей, продуктів, одягу, сировини та інших речей, це ускладнюється складною логікою мереж доріг, по яких відбувається маршрутизація, взаємостосунками між підприємствами, спроможністю енергетичного сектора по забезпеченню пальним. Продуктова галузь бізнесу, галузь енергетики, транспортних перевезень та інші ставлять перед вченими споріднені за своїми потребами задачі, але відмінні за певними умовами, як наприклад кількість типів машин, кількість відправних станцій, умови використання певних шляхів доставки вантажу, тощо. Серед усіх задач транспортної логістики найбільшим попитом характеризуються задачі маршрутизації транспортних засобів (VRP), як безпосередньо пов'язані з потребою сучасного підприємства. Канонічні постановки задачі VRP мають велику кількість точних або наближених алгоритмів для розв'язання. Однак умови реального підприємства ускладнюють отримання детермінованих вихідних даних.

Робота, що розглядається, мала за мету вивчення окремого випадку маршрутизації транспорту у мережі газових станцій, та розробки алгоритму вирішення задачі. Нехай мережа складається з n заводів по видобутку газу, m газозаправних станцій, що забезпечуються заводами. Кожен з заводів характеризується певною кількістю газовозів, що він спроможний відправити до станцій $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$, де θ_i - кількість машин на *i*-тому заводі. $D = \{d_{ij}\}_{(m+n)*(m+n)}$ - матриця відстаней від заводів до станцій та між станціями. Кожна станція має такий показник як середній продаж

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$, та максимальний об'єм газу, у своєму сховищі $Vf = \{vf_1, vf_2, \dots, vf_m\}$.

Для обчислення потреби станції у поповненні власних запасів необхідне знання про залишок палива на останню добу завозу $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, та дата останнього завозу $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$.

За описаними параметрами задача має подібність до задач Multiple Depot VRP, Capacitated VRP, VRP with Time Windows, але зведення задачі до однієї з відомих постановок не є можливою.

Суть запропонованого алгоритму полягає у виділенні трьох основних етапів:

- побудова усіх можливих маршрутів, з обмеженою кількістю заправних станцій.
- розподілення газу з газовозів по станціям маршрутів.
- вибір маршрутів для безпосереднього відправлення газовозів.

Особливої уваги заслуговує перший етап, що за своєю суттю є реалізацією комбінаторного алгоритму з певними модифікаціями у процесі побудови маршрутів. Оскільки задача має умови щодо маршрутів, за якими можливо обслуговувати мережу, це дає змогу стверджувати, що кількість таких маршрутів буде менша за повну комбінаторну множину таких маршрутів.

В роботі запропоновано декілька відсікань, що за певними умовами не є прийнятними, що дозволило суттєво зменшити час роботи алгоритму на реальних даних та знайти шукану множину за прийнятний час.

Такий алгоритм можна застосувати у будь яких роботах, що використовують комбінаторні алгоритми обчислення поєднань, за умов, що потрібно обчислити певну підмножину поєднань, та є істотні умови за якими можливо вказати які елементи не можуть бути використані у одному поєднанні.

Алгоритм було реалізовано, та його ефективність була перевірена у порівнянні з іншими комбінаторними алгоритмами побудови усіх можливих маршрутів з подальшою вибіркою задовільної підмножини.

РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО РЕПОЗИТОРІЮ ДНУ

Кутєєва Д.В., Деменков Ю.Ю., Мірошник А.В., Харченко Я.О., Земляна С.В., Гук Н.А.
dvkyteeva@mail.ru, szemlyanaya@mail.ru, nataly-guk@rambler.ru

У зв'язку з використанням нових інформаційних технологій та збільшенням кількості інформації цифровий репозиторій є надзвичайно важливим і необхідним електронним архівом для тривалого зберігання, накопичення, забезпечення довгострокового і надійного відкритого доступу до навчальних, наукових та науково-методичних матеріалів.

Перед групою розробників була поставлена задача створення цифрового репозиторію для Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара та керування його розробкою згідно з методологією
Scrum - найпопулярнішою методологією гнучкої розробки, яка акцентує увагу на якісному контролі за даним процесом.

Керування проектом здійснюється з метою успішного досягнення цілей та завершення завдань проекту. Цей процес включає визначення умов запуску окремих задач проекту, вхідних документів і матеріалів, дій, які необхідно виконати, умов закінчення й вихідних документів.

Робота над проектом «Цифровий репозиторій ДНУ» розділена на 4 частини:

1. Розробка серверної частини репозиторію;

2. Розробка пошукової системи репозиторію;

3. Проектування та розробка інтерфейсу веб-додатку;

4. Тестування веб-додатку.

Для отримання легкої підтримки майбутнього додатку було вирішено зупинитись на наступній архітектурі:

1) Серверна частина реалізується у вигляді веб-додатку, написаного з використанням мови програмування Java. Основне завдання серверної частини - це зберігання ресурсів та надання інтерфейсу доступу до даних у зручному

для клієнтської частини вигляді. Також у функції серверної частини входить пошук. Для зберігання ресурсів вирішено було використовувати hdfs – файлову систему для зберігання файлів великих розмірів.

Веб-додаток реалізується із використанням Spring framework (core, mvc, security) – платформи для побудови і виконання додатків Java, що дозволяє ще більше зменшити зв'язність коду, забезпечити зручне тестування модулей, та з використанням JPA - стандартизованим інтерфейсом, що дозволяє описати доменну модель один раз та абстрагуватись від конкретної бази даних. Під час реалізації проекту, у якості бази даних, вирішено було використовувати реляційну базу даних hsqldb-in-memory, та заповнювати її випадковими даними на старті додатка.

2) Для реалізації функції пошуку було вирішено використовувати платформу повнотекстового пошуку Elastic search. Доступ до даних надається у вигляді концепції побудови розподіленого додатку rest api.

3) Клієнтська частина реалізується як SPA (single page application) – веб-додаток, що виконується безпосередньо на стороні клієнта у веб-браузері, із використанням структури побудови веб-додатків AngularJS, відповідаючи потребам замовника. Під ці ж потреби будуються методи доступу до даних на серверній частині.

Така архітектура дозволить легко змінювати клієнтську частину, створювати інші додатки, яким необхідний доступ до поточних даних. Також вона дозволяє легко розширювати веб-додаток.

4) Тестування веб-додатку проводиться методом «Grey box» згідно з розробленим тест-планом та тест-кейсами. Використовуються наступні види тестування: модульне, димове, тестування функціональності, інтерфейсу, зручності використання, регресійне, позитивне та негативне тестування.

Після здійснення регресійного тестування у проекті були знайдені дефекти, які усунені розробниками.

На даний час розробка репозиторію продовжується згідно з затвердженим планом робіт.

ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ СТАРТАП ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Лада А.В. nastyalada@gmail.com**, Притоманова О.М.** olgmp@ua.fm

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Від власне ідеї стартапу до отримання перших інвестицій необхідними є декілька кроків. Одним із них є адекватна оцінка проекту. Існує кілька оціночних методик (що можуть бути використані до «випуску» проекту) оцінки стартапів, серед яких: затратний метод, метод Беркуса, метод норми прибутку, метод оцінки потенційної аудиторії за прибутковістю клієнта, метод оцінки перспективної вартості та ін. Але вони мають такі недоліки: затратний метод не враховує цінності інтелектуальної власності та оцінку власної ініціативи «стартапера», що відіграють ключову роль у майбутньому успіху (або провалу) проекту; за методом Беркуса оцінка є емпіричною та може мати місце спроба пристосуватися до поточного ринкового моменту, що є стратегічно неправильним; метод норми прибутку оцінює не рентабельність стартапу, а лише ефективність інвестицій; метод оцінки потенційної аудиторії за прибутковістю клієнта спирається на «ціну» продуктів-конкурентів, а при значному розкиді цін у галузі стає занадто неточним; метод оцінки перспективної вартості застосовується, коли вже отримано перші інвестиції.

Для подолання цих недоліків пропонуємо для оцінки інвестиційної привабливості стартапів застосувати неронечіткі технології, які дозволяють включати в модель показники, що мають якісну природу, та можуть бути описані лінгвістично експертами з інвестицій та стартапів.

Для побудови нейронечіткої моделі оцінки інвестиційної привабливості стартапів якості вхідних змінних використовувалися «Business Model», «User Experience Design», «Product Execution». Моделювання проводилось за допомогою модулю Fuzzy Logic Toolbox системи MatLab. Але питання настройки моделі потребує подальшого дослідження.

МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ЗАГРОЗ

Лахно В.А.
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Сучасний підхід до забезпечення захисту інформаційних процесів (ІП) від несанкціонованого доступу (НСД) підтримується на міжнародному рівні стандартом ISO/IEC 15408, і на вітчизняному рівні групою нормативних документів та державних стандартів України (ДСТУ) стосовно створення і функціонування комплексів системи захисту інформації (СЗІ).

Відповідно до цього підходу, надійний ІП успішно протидіє існуючим загрозам інформації при заданих зовнішніх умовах його функціонування. Це призводить до постійного вдосконалення як способів і засобів захисту інформації (ЗЗІ), так і способів і засобів реалізації загроз інформаційної безпеки (ІБ), в результаті чого поява нових ЗЗІ призводить до появи нових засобів нападу.

Мета дослідження – подальший розвиток методів та моделей захисту інформації на основі інтелектуального розпізнавання загроз корпоративним інформаційним системам транспортної галузі, і збільшення кількості дестабілізуючих впливів на конфіденційність, цілісність і доступність інформації.

Ступінь небезпеки кожної загрози корпоративним системам транспортної галузі (КІС ТГ) залежить від значень ряду факторів, що підвищують або знижують захищеність об'єкту інформаційної безпеки (ОІБ) від загрози певного класу, наприклад комп’ютерного вторгнення.

Розроблено математичну модель процедури інтелектуального розпізнавання загроз ІБ з використанням апарату логічних функцій та теорії нечітких множин, які дозволяють ураховувати важко пояснювані ознаки НСД у КІС ТГ.

Головною особливістю запропонованого методу інтелектуального розпізнавання загроз (дискретних процедур розпізнавання загроз – ДПРЗ ІБ) КІС ТГ, є можливість одержання результату за відсутності інформації про функції розподілу значень ознак і за наявності малих навчальних вибірок. Також непотрібно задавати метрику в просторі описів об'єктів. У цьому разі для кожної ознаки визначається бінарна функція близькості між його значеннями, що дозволяє розрізняти об'єкти та їх підописи (див. табл. 1).

Таблиця 1

База знань для інтелектуального розпізнавання загроз КІС ТГ

Класи загроз ІБ			Атрибути		Ознаки загрози ІБ для класу	Інформативність значення ознаки	Універсум	Терми для лінгвістичної оцінки
Можливі загрози КІС ТГ	**Відомі загрози**		KL_1	Відмова у обслуговуванні	1-не працюють штатні компоненти ПЗ; 2-не працюють штатні компоненти ПЗ; 3-ін.	$0 \le IZ_{p_{axj}} \le 1$	[0,1], у. о.	некритичний (нкр), критичний (кр)
			KL_2	Викрадення інформації або компонентів КІС	1- об'єктивні ознаки (наприклад, поява конфіденційної інформації у ЗМІ); 2-субуєктивні ознаки; 3-ін.	$-0{,}5 \le IZ_{p_{axj}} \le 1$	[0,1], у. о.	виявлені (в), частково невиявлені (чв), невиявлені (нв)
			…	…	…	…	…	…
			KL_{MI}	…	…	…	…	…
	Невідомі	Описанні	KLO_{21} – KLO_{2n}	…	…	…	…	…
		Неописані	KLN_{31} – KLN_{3m}	…	…	…	…	…

Для кожного із співвідношень дерева висновку побудовані нечіткі бази знань, які представляють сукупність нечітких правил «ЯКЩО-ТОДІ», що визначають взаємозв'язок між вхідними та вихідною змінними при комп'ютерних вторгненнях у КІС ТГ.

На основі запропонованих моделей розроблена система підтримки прийняття рішень при діагностуванні складних комп'ютерних вторгнень, яка не потребує спеціальної підготовки та може використовуватися системними адміністраторами або аналітиками з інформаційної безпеки КІС ТГ.

ВИКОРИСТАННЯ КЛОНАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРЕТИННОЇ СТРУКТУРИ БІЛКА

[1]**Литвиненко В.І.,** immun56@gmail.com,
[2]**Одинець К.О.**, k.o.odynets@imbg.org.ua ,
[2]**Корнелюк О.І.,** kornelyuk@imbg.org.ua,
[1]Херсонський національний технічний університет,
[2]Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

Розуміння процесу і механізму згортання білкової макромолекули залишається одним з головних завдань в галузі молекулярної біології [1]. Знання структури є обов'язковим для аналізу функціональності білка, яке дозволяє здійснювати проектування ліків, сільськогосподарських культур і, навіть, синтетичного біопалива. Основною проблемою для всіх алгоритмів *ab initio* є існування багатовимірного енергетичного ландшафту з множиною локальних мінімумів енергії. Для вирішення даної проблеми нами використано алгоритм клонального добору, докладно описаний в роботі [2]. Формалізм алгоритму клонального добору можна представити у такий спосіб:

$$CLONALG = (P^l, G^k, l, k, m_{Ab}, \delta, f, I, \tau, AG, AB, S, C, M, n, d)$$

де P^l – простір пошуку (простір форм); G^k – простір пошуку; l – довжина вектора атрибутів (розмірність простору пошуку); k – довжина рецептора антитіла; m_{Ab}– розмір популяції антитіл; δ– функція експресії; f – функція афінності; I – функція ініціалізації початкової популяції антитіл; τ– умова завершення роботи алгоритму; AG – підмножина антигенів; AB – популяція антитіл; S – оператор селекції; C – оператор клонування; M – оператор мутації; n – кількість кращих антитіл, що відбирають для клонування; d – кількість гірших антитіл, що підлягають заміні новими.

Ціль розв’язання подібного роду задач полягає в знаходженні оптимальних значень (мінімумів або максимумів) певного критерію. У загальному випадку розглядаються задача багатокритеріальної оптимізації: $y = (y_1, y_2, \ldots, y_n) \to \min$, Значення афінності обчислюються на підставі значень критеріїв y_j, відображених у множину невід’ємних чисел, тобто: $f : X \to \Re,\ F : \Re \to \Re^+$. Сам

процес перетворення станів популяцій антитіл за допомогою клональної процедури можно представити у вигляді послідовності наступних операторів:

$$AB_t \xrightarrow{Сеглекція(S)} G_S \xrightarrow{Клонування(C)} G_C \xrightarrow{Мутація(M)} G_M \xrightarrow{Повторна\ \ селекція(S)} G_S \xrightarrow{Заміщення(d)} AB_{t+1},$$

де t – номер покоління, AB – популяція антитіл (детекторів), G_S – підмножина відібраних найкращих антитіл, G_C – підмножина клонів, G_M – підмножина клонів після мутації.

Після повної оцінки параметрів індивідуума (Ab) створюється файл, що містить кути φ, ψ, ω і χ кожної амінокислоти, і пересилається в пакет молекулярного моделювання TINKER [3], який перетворює ці торсійні кути в PDB-файл. Програма *Analyze* (пакет TINKER). використовує файл для перевірки взаємодій, які присутні в білку, і знаходить повну енергію кожного індивідуума (Ab). Метою алгоритму клонального добору є мінімізація цієї енергії до мінімально можливого значення. Функція енергії даного силового поля складається з семи компонентів:

$$E_{tot} = E_{bs} + E_{ab} + E_{UB} + E_{it} + E_{ta} + E_{VdW} + E_{cc}$$

де: E_{tot} – повна енергія (афінність); E_{bs} – енергія розтягування зв'язків, яка відмірює енергію у відповідності до довжини зв'язку; E_{ab} – енергія вигину валентних кутів; E_{UB} – енергія Юрі-Бредлі, яка відповідає взаємодіям між парами атомів, які відокремлені двома міжатомними зв'язками; E_{it} – енергія неправильних торсіонних кутів; E_{ta} – енергія торсійних кутів; E_{VdW} – енергія Ван-дер-Ваальса; E_{cc} – енергія взаємодії між зарядами, яка представлена кулонівським потенціалом.

1. Callender, R.H., Dyer, R.B., Gilmanshin, R., & Woodruff, W.H. Fast events in protein folding: the time evolution of primary processes. Annu. Rev. Phys. Chem. 1998. V. 49. P. 173–202.
2. Бідюк П.І., Литвиненко В.І., Фефелов А.О. Формалізація методів побудови штучних імунних систем // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2007. – № 1. – С. 29–41.
3. Ponder, J. *et al*. TINKER: Software Tools for Molecular Design. Department of Biochemistry and Molecular Biophysics, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, 1998.
4. Cutello, V., Narzisi, G., & Nicosia, G. (2005). A class of Pareto Archived Evolution Strategy algorithms using immune inspired operators for Ab-Initio Protein Structure Prediction. In F Rothlauf (Ed.), *Evo Workshops* (pp. 54–63).

МОДИФІКОВАНИЙ ІНДУКТИВНИЙ АЛГОРИТМ С-СЕРЕДНІХ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ БІОІНФОРМАТИКИ

[1]Лур'є І.А., iil@rambler.ru, **[2]Осипенко В.В.,** vvo7@ukr.net,
[1]Корніловська Н.В., knv06061971@rambler.ru,
[1]Литвиненко В.І., immun56@gmail.com,
[1]Дідик О.О., olexii.didyk@gmail.com
Херсонський національний технічний університет,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У багатьох областях біомедичних досліджень експресію генів вивчають за допомогою ДНК-мікрочіпів. Для аналізу зростаючого об'єму даних, отриманих за допомогою цієї технології, кластеризація стає практично необхідною.

Існує безліч методів кластеризації, які можна класифікувати на чіткі і нечіткі. Нечіткі методи кластеризації дозволяють одному і тому ж об'єкту належати одночасно декільком (або навіть всім) кластерам, але з різною мірою. Нечітка кластеризація у багатьох ситуаціях «природніша», ніж чітка, наприклад, для об'єктів, розташованих на межі кластерів. Локальний мінімум, отриманий за допомогою алгоритму нечітких с-середніх, часто відрізняється від глобального мінімуму. Зважаючи на великий об'єм обчислень пошук глобального мінімуму не здійснимий, але існують алгоритми, що одержують рішення, близьке до глобального мінімуму.

У даній роботі подано застосування відомого алгоритму с-середніх в контурі індуктивного алгоритму кластеризації для вирішення задач обробки даних у сфері біоінформатики. Використані переваги індуктивного підходу до проблеми кластеризації та методу кластеризації с-середніх, в якому рішення, наближене до глобального мінімуму, отримують шляхом послідовного запуску с-середніх значень для 1, 2, ..., центроїдів.

Крок 1. Поділ початкової таблиці даних на дві частини А і В (Ω^A і Ω^B), згідно вимог методології індуктивного моделювання складних систем. Підготовлена загальна матриця даних $\tilde{x}$ буде мати такий умовний вигляд (припустимо, що m – парне):

$$\tilde{X} = \left[\left(x_{0j} \vdots X \right)^A \therefore \left(x_{0j} \vdots X \right)^B \right],$$
$$j = 1,..., m^A = m^B,\ m^A + m^B = m.$$

Крок 2. Налаштування процедури кластеризації за методом *c*-середніх.

Крок 3. Кластеризація об'єктів $\omega_k \in \Omega$ за допомогою вибраного і уже налаштованого алгоритму незалежно на підмножинах Ω^A і Ω^B в просторі X за однією з класичних схем алгоритмів МГУА з індуктивним нарощуванням кількості ознак в їх ансамблях.

Правило зупинки: індуктивна процедура зупиняється за умови: $\rho^2(\dot{m})_s \le \rho^2(\dot{m})_{s+1}$,де s – ряд селекції в термінах МГУА. При цьому фіксується значення $k^{*(A)} = k^{*(B)} = K^*$, $K^* \le m/2$ і підпростір інформативних ознак $\{x_l^*\} = X^*,\ l = 1,..., n^*,\ n^* \le n$, а $\rho^2(\dot{m})$ – значення системного критерію якості кластеризації, який задається у залежності від вирішуваної задачі та природи даних.

Отже, у результаті вирішення задачі кластеризації в широкому сенсі маємо синтезовану підмножину $\{x_\eta^*\} = X^* \subset X, \eta = 1,..., n^*, n^* \le n$ із усіх заданих з експерименту ознак, що є найкращою за заданим критерієм оптимальності і яка дозволяє класифікувати всі об'єкти з Ω на $k < m$, $k = 1,..., K$ однорідних груп.

Нечітка кластеризація за методом c- середніх - це зручний підхід для виділення ансамблів, тісно пов'язаних із заданими кластерами. Застосовуючи його в комбінації з індуктивним алгоритмом, можна знайти рішення задачі кластеризації, близьке до оптимального. Недоліки - завдання кількості кластерів, виникає невизначеність з об'єктами, які віддалені від центрів усіх кластерів.

1. Осипенко В.В. Индуктивный алгоритм кластер-анализа в инструментарии системных информационно-аналитических исследований / Управляющие системы и машины. - УСиМ. – 2013. - №2, - С. 26-32.

2. Литвиненко В.И. Кластерный анализ данных на основе модифицированной иммунной сети/ Управляющие системы и машины. – УСиМ. – 2009. – №1. – С. 54–61.

3. Lockhart D.J. et al. Expression monitoring by hybridization to high-density oligonucleotide arrays // Nat. Biotechnol. — 1996. — Vol. 14. — P. 1675–1680.

4. Golub T.R. Molecular classification of cancer: class discovery and class prediction by gene expression monitoring // Science. — 1999. — Vol. 286 (5439) — P. 531–537.

БАЙЕСІВСЬКА ОЦІНКА ПАРАМЕТРУ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РИЗИКУ РОЗЛАДНАННЯ ПРОЦЕСУ КОЛИВАНЬ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ

Луценко О.П., lutsenkoop@yandex.ua, **Байбуз О.Г.**, **Мащенко Л.В.**

Дніпропетровський національний університет ім.О.Гончара

В попередніх публікаціях [1] авторами був детально описаний процес відновлення щільності розподілу вектору характеристик ділянок квазістаціонарності, на які часовий ряд валютних котирувань розбивається точками розладнань. Знаючи цю щільність, шляхом інтегрування функції щільності можливо обчислити функцію ризику, що виражає ймовірність розвороту ринкового тренду на заданому інтервалі часу в майбутньому.

Ймовірність розвороту тренду визначимо як відношення інтегральної функції P_1 на інтервалі, що відповідає наступному кроку спостережень, наступному кроку спостережень, до функції P_2 виникнення розладнання на всіх інших інтервалах, до яких величина, що спостерігається, може належати на наступних кроках. З урахуванням стохастичної залежності між x_S , та y_S:

$$P = \frac{P_1}{P_2},$$

$$P_1 = \int_{t}^{t+\Delta t} p_1(x \mid y = y_t)\, dx$$

$$P_2 = \int_{t+\Delta t}^{\infty} p_1(x \mid y = y_t)\, dx$$

де $p_1(x,y)$ – відновлена щільність розподілу вектору координат розладнань,

$p_{2,h}(y)$ – щільність розподілу прирощень ряду котирувань за h проміжків часу,

y_t – поточне значення ціни валютної пари,

x – інтервал часу з останнього моменту розладнання.

Висхідний та спадаючий тренд характеризуються направленим рухом ціни. З цих міркувань замість постійного значення ціни y_t введемо функцію

$y_t=f(\Delta y, t)$, де Δy – прирощення ціни на одиничному інтервалі часу. Ця функція не є точно детермінованою через ймовірнісний характер параметру Δy, а отже її значення у майбутньому у момент часу t можна оцінювати лише з імовірнісної точки зору, як математичне очікування значення $y(\Delta y, t)$ на всій області можливих сценаріїв величин прирощень Δy:

$$M = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y .$$

Звідси маємо:

$$P = \frac{P_1}{P_2}$$

$$P_1 = \int_{t}^{t+\Delta t} p_1(x \mid y = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y)\, dx$$

$$P_2 = \int_{t+\Delta t}^{\infty} p_1(x \mid y = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Delta y, t) f(\Delta y) d\Delta y)\, dx$$

Для збереження фізичного змісту ймовірності введемо енергетичну міру:

$$\int_{-\infty}^{\infty} p_1(x \mid y = y(\Delta y, t))\, dx = 1$$

Отримана функція може бути використана при побудові торгових стратегій: як самостійно, так і в якості уточнюючої величини (правила виду «продавати, коли індикатор подає сигнал до продажу і ймовірність припинення висхідного тренда вище 10%»).

Література:

1. Луценко О.П. Відновлення форми розподілу точок розладнань на часовому ряді валютних котирувань/ О.П. Луценко, О.Г. Байбуз // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. –Д.:Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту - 2013. – Т.17. – с.71-80.

ABOUT A NON-LINEAR MODEL OF THE MIXING

Liahushyn P.V. ur5evw12@mail.ru
Dnipropetrovsk National University

In many industries (chemical, metallurgy, food, oil, etc.). Finished products obtained by mixing various initial resources. The quality of the finished product must conform to the specifications for the manufacture of these products. In connection with this problem of optimal combination of initial resources, where achieved to the maximum economic benefit. Optimization of the initial ingredients to produce the finished product and is so-called "problem of the mix." Most models are linear and solved by using the simplex method. But in practice, there are also cases where the objective function and constraints essentially are non-linear. One of these problems is presented in current paper.

Consider the following production problem. In the area of harvesting grain enters varying quality. Depending on the quality of the grain is divided by class. Provided a number of parameters, whose values are classified grain. Number of classes - Class K, into which the grain is fed to the plot, determines the purchase price. Made blend well classified, and then sold at an appropriate price. It should be emphasized that the classification is performed in two steps: first, for each gradation values of certain parameters, such as the presence of debris, the average diameter of the grains, the levels of certain substances; then the worst of these classes is determined by the class of the grain.

The problem lies in mixing the available grain so as to obtain a certain amount of grain that provides the most profit from the sale.

Input data problem that shape its limitations are: customer requirements is the weight of the grain, which should be a total order; the number of parameters to be

met resulting mixture, these settings can be several, each parameter is given segment; available barrels of corn are a list of barrels, their number and the number of parameters that characterize each barrel; volume or weight of the barrel, its variety, price, information on the use of grain barrels in the drafting order; General requirements are the minimum amount of grain that will be happening in the barrel, that barrel must be either blank or with this weighing of grain; maximum number of barrels that must be used; number of species and parameters that characterize each variety; name of the variety and the price. Obviously, the proportions in which mixing some types of grain, determine the grade of grain received. In some cases, this class can exceed those classes grains of which is a mixture.

There was made an analysis of the initial information about the quality of the ingredients, made the mathematical model of the problem. The developed software that allows you to explore the properties of the target function model problems generate different input data on the composition of two or three tanks, depending on the composition determine the optimal mix of class, income from the sale. Computational experiments have shown that when a class of grain obtained by mixing was pre-known, the mathematical model is a linear programming problem for whose solving can be used simplex method known as accurate method for solving such problems. If the grade of grain received during mixing is unknown and can be anything, the problem becomes nonlinear. In addition, the problem has a lot of extremes.

Consequently, the mathematical model of the problem in general includes nonlinear model having an objective function with a lot of extremes and that’s why solution of the mixing problem need to use global optimization methods maximizing non-differential piecewise linear functions.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ САПР СВЧ ФИЛЬТРОВ

Мамедов Д.Б., m.davlet@hotmail.com, **Ющенко А.Г.**, AGYu@kpi.kharkov.ua
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Недавняя стандартизация диапазонов 3 - 5 миллиметровых волн позволяет ожидать бурного роста развития высококачественных радио-телекоммуникационных сетей[1]. В этой связи возникает необходимость в разработке соответствующей высококачественной элементной базы, включая полосовые фильтры.

Среди известных СВЧ фильтров, по совокупным показателям качества, таким как высокая добротность, редкий спектр паразитных колебаний, допустимые уровни передаваемой мощности, особое место занимают фильтры на основе лейкосапфировых волноводно-диэлектрических резонаторов [2].

Классическая схема процесса разработки СВЧ устройств начинается с анализа технических требований и выбора первоначальной конфигурации цепи [3]. Для определения различных параметров этой цепи используются процедуры анализа и синтеза. Затем разрабатывается предварительный лабораторный макет и измеряются его характеристики. Измеренные характеристики сравниваются с заданными техническими требованиями; если заданные требования не выполняются, то макет дорабатывается. Доработка может включать регулировку, настройку и подстройку макета. Затем вновь проводятся измерения, результаты которых сравниваются с заданными требованиями. Последовательный процесс доработки, измерений и сравнения результатов с заданными требованиями повторяется до тех пор, пока не будут достигнуты желаемые характеристики. Описанный процесс разработки СВЧ устройств занимает достаточно много времени.

В данной работе был произведен анализ известных программных пакетов проектирования СВЧ устройств, таких как HFSS, CST Studio, Sonnet, AWR Design Environment (Microwave Office) и μWave Wizard. Недостатком

данных систем является, отсутсвие учета специфики конструируемого объекта, из-за чего параметрическая оптимизация устройства становится невозможной, пользователю предлагается провести самостоятельно анализ чувствительности структуры, после чего он должен указать системе параметры и допуски влияющие на целевую функцию.

Разработана интеллектуальная система проектирования СВЧ фильтров на основе волноводно-диэлектрических резонаторов, математическим обеспечением данной системы является модель СВЧ фильтра с квази-H_{10n} модами. Повышение точности электродинамической модели осуществляется за счет применения метода обобщенной матрицы рассеяния и метода частичных областей. Данная модель является универсальной для проектирования многозвенной структуры. Суть системы в логическом анализе электромагнитного сигнала проходящего через цепочку связанных резонаторов и принятии ею решений по изменению электродинамических параметров, постепенно приближающих конструкцию фильтра к оптимальной. Принятие решений об изменении параметров фильтра происходят на основе экспертной базы знаний системы, тем самым в отличии от классических градиентных методов, устраняются электродинамически необоснованные итерации оптимизации. Система разработана на языке программирования C++, по принципам объектно-ориентированного программирования в среде Visual Studio 2012.

Список литературы

1. **Шахнович И.** Современные технологии беспроводной связи. – М.: Техносфера, 2004.
2. **Ющенко А.Г.** СВЧ фильтры на основе лейкосапфировых резонаторов для радиотелекоммуникационных систем, Зв’язок , ?6, стр. 53-55, 2000.
3. **Гупта К., Гардж Р., Чадха Р.** Машинное проектирование СВЧ устройств. – М. : Радио и связь, 1987. – 432 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІТ-МОДЕЛІ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПАЦІЄНТІВ, ОПИСАНИХ ЗМІШАНИМ НАБОРОМ ОЗНАК

Мацуга О.М.[1], Дудукіна С.О.[2], Ризоль О.О.[1]
molgan@ua.fm, dudukina@ukr.net, olyaryzol@rambler.ru
[1]*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*
[2]*Дніпропетровська обласна клінічна лікарня імені І.І. Мечникова*

Задано результати обстеження пацієнтів у вигляді $\{X_i, y_i;\ i = \overline{1,n}\}$, де n – кількість пацієнтів; $X_i = \{x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,p}\}$ – результати обстеження i-го пацієнта за p ознаками (кількісними та якісними); $x_{i,j}$ – значення j-ї ознаки у i-го пацієнта; y_i – діагноз, поставлений i-му пацієнту лікарем (припускається, що $y_i \in \{0,1\}$). Ставиться задача автоматизованої діагностики пацієнтів.

Для розв'язання поставленої задачі у роботі використана модель бінарного вибору, зокрема логіт-модель [1, 2]:

$$\mathrm{P}\{y = 1|X\} = 1/\left(1 + e^{-(\theta_0+\theta_1 x_1+\theta_2 x_2+\cdots+\theta_p x_p)}\right),$$

оцінки параметрів якої визначені методом максимальної правдоподібності.

Під час побудови моделі кожна якісна ознака x зі значеннями з множини $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ замінена на $(k-1)$-у фіктивну ознаку $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(k-1)}$ згідно правила $x^{(h)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x = a_h, \\ 0, & \text{якщо } x \neq a_h. \end{cases}$

Програмне забезпечення, що реалізує побудову логіт-моделі та перевірку її якості, створене мовою C# у вигляді WEB сайту. Оцінка якості реалізована на основі ковзного контролю та ROC-аналізу [2]. З метою зменшення ефекту перенавчання у програмі передбачена регуляризація.

Практична апробація здійснена на даних медичного обстеження хворих з інтракраніальними аневризматичними крововиливами. За її результатами побудовані логіт-моделі, які описують імовірності несприятливих результатів лікування (безпосередніх та віддалених).

1. **Вербик М**. Путеводитель по современной эконометрике / М. Вербик. – М.: Научная книга, 2008. – 616 с.
2. **Паклин Н.** Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат / Н. Паклин. – Режим доступу http://www.basegroup.ru/library/analysis/regression/logistic/.

СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ ФОРМЕ МЕТОДОМ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Меньшиков Ю.Л., Поляков Н.В., Тогобицкая Д.Н.
Menshikov2003@list.ru
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

Во многих случаях математическая модель физического процесса строится в виде алгебраических отношений между характеристиками этого процесса [1,2]. Рассмотрим условия, при выполнении которых такие модели могут быть построены.

Пусть физический процесс в начальный момент времени $t = 0$ характеризуется бесконечным количеством переменных (характеристик) $q_1, q_2, ..., q_n, ...$ Далее эти переменные преобразуются за время T по некоторому алгоритму в другие показатели физического процесса $u_1, u_2, ..., u_k$. Если *алгоритм этого преобразования с течением времени устойчиво повторяется*, то можно построить алгебраическую связь между переменными $q_1, q_2, ..., q_n, ...$ и показателями $u_1, u_2, ..., u_k$. Если только некоторые характеристики процесса $q_1, q_2, ..., q_n$ изменяются со временем или если главное влияние на показатели $u_1, u_2, ..., u_k$ оказывают только характеристики $q_1, q_2, ..., q_n$, тогда эту приближенную связь можно представить в виде:

$$\tilde{\tilde{\varphi}}(q_1, q_2, ..., q_n) = (\tilde{\varphi}_1(q_1, q_2, ..., q_n), .., \tilde{\varphi}_n(q_1, q_2, ..., q_n)^T = \tilde{\tilde{u}} = (\tilde{u}_1, .., \tilde{u}_k)^T, \quad (1)$$

Если ограничиться только малыми изменениями характеристик $q_1, q_2, ..., q_n$ в области D около точки $(q_1^0, q_2^0, ..., q_n^0)$, тогда любую функцию $\tilde{\varphi}_k(q_1, q_2, ..., q_n)$ в выражении (1) можно *приближенно* заменить линейной зависимостью:

$$A\bar{q} = \tilde{\tilde{u}}, \ \bar{q} = (q_1, q_2, .., q_n)^T, \quad (2)$$

де A – матрица линейных математических моделей связи вектора $\bar{q}$ с вектором $\tilde{\tilde{u}}$ размером $k \times n$.

Исходя из этого, сформулируем ограничения на физический процесс:

1. Алгоритм преобразования переменных $q_1, q_2, ..., q_n$ до показателя $\tilde{\tilde{u}}$ устойчиво повторяется со временем;

2. Изменение характеристик $\bar{q} = (q_1, q_2, ..., q_n)^T$ происходит в некоторой малой ограниченной области $D \subset R^n$.

Если при подстановке измерений $\tilde{q}_1, \tilde{q}_2, ..., \tilde{q}_n$ в (2) получаем показатель $A\tilde{\tilde{q}}$, который отличается от измерения на величину δ меньшую погрешности измерения δ_0 показателя $\tilde{\tilde{u}}$, тогда математическую модель (2) будем называть *адекватной математической моделью* физического процесса.

Отметим также особенности математической модели физического процесса в алгебраической форме:

1. Существует бесконечное множество математических моделей типа (2), которые удовлетворяют условию адекватности;

2. Математические модели типа (2) при любом выборе параметров $a_{k,1}, a_{k,2}, ..., a_{k,n}$ являются приближенными.

В качестве примера выполнен расчет адекватной математической модели процесса выплавки стали с использованием реальных измерений.

Литература

1.Douguerty K, Introduce to econometric, INFRA–M, M., XIV, 1999.

2.Menshkov Yu.L. Features of Parameters Identification of Algebraic Mathematical Models. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 4, No. 5, May, 2014, 5p.

О РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ОДНОЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ВАРИАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

Михальчук А. И., ai.mikhalchuk@gmail.com
Днепропетровский национальный университет

Обобщенная формулировка задачи движения тела по поверхности получена в [1] и имеет вид вариационного неравенства

$$\int_{\Omega}\frac{\partial W}{\partial \varepsilon_{ij}}\left(\varepsilon_{ij}^{*}-\varepsilon_{ij}\right)d\Omega-\int_{\Omega}Q_i\left(u_i^{*}-u_i\right)d\Omega+\int_{\Gamma_a}\sigma_m\left(\left|u_\nu^{*}\right|-\left|u_\nu\right|\right)d\Gamma+\int_{\Gamma_a}\tau_m\left(\left|\vec{u}_\tau^{*}\right|-\left|\vec{u}_\tau\right|\right)d\Gamma\geq 0$$

$$\forall\vec{u}^{*}\in V.$$

где $W\left(\varepsilon_{ij}\right)$ – плотность энергии деформации;

Q_i – объемные силы, под действием которых находится тело;

$u_i(x)$, $u_i^{*}(x)$ – компоненты действительного и возможного векторов перемещений;

$\varepsilon_{ij}(x)$, $\varepsilon_{ij}^{*}(x)$ – компоненты действительного и возможного тензоров деформаций;

σ_m, τ_m – максимально возможные значения нормальных и касательных напряжений в области сцепления;

V – множество допустимых перемещений.

Вариационному неравенству соответствует эквиалентная экстремальная задача:

$$J\left(\vec{u}\ \right)=\inf_{\vec{u}^{*}\in V}\left(J\left(\vec{u}^{*}\right)=\int_{\Omega}W\left(\varepsilon_{ij}^{*}\right)d\Omega-\int_{\Omega}Q_iu_i^{*}d\Omega+\int_{\Gamma_a}\sigma_m\left|u_\nu^{*}\right|d\Gamma+\int_{\Gamma_a}\tau_m\left|\vec{u}_\tau^{*}\right|d\Gamma\right)\quad(1)$$

Принципиальная трудность при численном решении вариационной задачи связана с тем, что в интегралах по поверхности Γ_a присутствуют множители $\left|u_\nu^{*}\right|$ и $\left|\vec{u}_\tau^{*}\right|$ а, следовательно, функционал $J\left(\vec{u}^{*}\right)$ является недифференцируемым. Известно [2], что недифференцируемость функционала может привести к явлениям «заедания» алгоритма в неоптимальной точке. Алгоритм минимизации может сходиться к некоторой функции $v(x)$, для которой $\left|v_\nu(x)\right|=0$, или $\left|\vec{v}_\tau(x)\right|=0$, хотя функция $v(x)$ не является решением

экстремальной задачи. Один из путей решения проблемы состоит в регуляризации экстремальной задачи, т.е. приближенной замене недифференцируемого функционала некоторым близким, но уже дифференцируемым функционалом. В работе выполнена замена функций $\left|u_\nu^*\right|$ и $\left|\vec{u}_\tau^*\right|$ дифференцируемыми функциями $\omega_\varepsilon(\left|u_\nu^*\right|)$ и $\omega_\varepsilon(\left|\vec{u}_\tau^*\right|)$, определенными следующим образом:

$$\omega_\varepsilon(\left|u_\nu^*\right|)=\begin{cases}\left|u_\nu^*\right|-\dfrac{\varepsilon}{2}, & \left|u_\nu^*\right|>\varepsilon \\ \dfrac{u_\nu^* u_\nu^*}{2\varepsilon}, & \left|u_\nu^*\right|\le\varepsilon\end{cases}, \qquad \omega_\varepsilon(\left|\vec{u}_\tau^*\right|)=\begin{cases}\left|\vec{u}_\tau^*\right|-\dfrac{\varepsilon}{2}, & \left|\vec{u}_\tau^*\right|>\varepsilon \\ \dfrac{\vec{u}_\tau^*\vec{u}_\tau^*}{2\varepsilon}, & \left|\vec{u}_\tau^*\right|\le\varepsilon\end{cases}.$$

Введем последовательность $\{\varepsilon_n\}$ такую, что $\lim\limits_{n\to\infty}\varepsilon_n=0$. Вместо экстремальной задачи рассмотрим последовательность регуляризованных экстремальных задач

$$J_n(\vec{u})=\inf_{\vec{u}^*\in V}\left(J_{\varepsilon_n}(\vec{u}^*)\right), \tag{2}$$

где

$$J_{\varepsilon_n}(\vec{u}^*)=\int_\Omega W(\varepsilon_{ij}^*)d\Omega-\int_\Omega Q_i u_i^* d\Omega+\int_{\Gamma_a}\sigma_m\left(\omega_{\varepsilon_n}(\left|u_\nu^*\right|)\right)d\Gamma+\int_{\Gamma_a}\tau_m\left(\omega_{\varepsilon_n}(\left|\vec{u}_\tau^*\right|)\right)d\Gamma.$$

Пусть u решение исходной задачи (1). Обозначим через u_n решение регуляризованной задачи при $\varepsilon=\varepsilon_n$. Сходимость решений задачи u_n при $\varepsilon\to 0$ в задачах линейной теории упругости исследована в [3]. Результат, полученный в [3], применительно к задаче движения тела по поверхности, имеет вид: при $\varepsilon\to 0$ последовательность решений u_n регуляризованной задачи (2) сходится к решению исходной задачи (1).

1. **Михальчук А.И.** Вариационная формулировка контактной задачи адгезионного движения / А.И. Михальчук, В.И. Кузьменко // Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла. Збірник наукових праць. Випуск 13. Дніпропетровськ 2012. С. 280-286.
2. **Бейко И.В.** Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / И.В Бейко. Б.Н Бублик., П.Н Зинько. – Киев: Выща школа, 1983. – 511 с.
3. **Kikuchi N.** An elasto-plastic rigid punch problem using variational inequalities / N. Kikuchi, K. Skalski // Arch. mech. stosow. –1981. – 33, N 6. – P. 865-877

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Наконечная Т.В., Никулин А.В.

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,

Днепродзержинский государственный технический университет

Предметная область высшей математики характеризуется большими объемами абстрактных сведений с преобладанием многоуровневых зависимостей между объектами (например, использование характеристического уравнения однородной линейной системы алгебраических уравнений при решении линейной системы дифференциальных уравнений). В настоящее время происходит повсеместный переход к использованию автоматизированных информационных систем, в том числе и математических [1]. Создание и использование полноценных математических систем прямо зависит от эффективной формализации математических знаний и освоения приемов работы с базами знаний [2].

Для выполнения задачи формализации математических знаний (МЗ) вводятся основные понятия и их взаимосвязи, определяющие особенности предметной области высшей математики:

1. Под математическими знаниями понимаются знания о методах и способах представления математических данных, их обработки и анализа полученных результатов. Примером математических знаний служит следующее высказывание (интегральный признак Коши):

   «Если сходится $\int_1^{\infty} f(x)dx$, где $f(x)$ монотонно убывающая неотрицательная функция $(x \in [1;+\infty))$, то сходится и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$, где $a_n = f(n), n \in N$».

2. Под математическим объектом (МО) понимается любой из объектов, в результате оперирования с которыми происходит анализ и синтез, приводящие к решению поставленной задачи.

Основные компоненты модели математических знаний, их взаимодействие представлены схемой (рис. 1). В соответствии с учебными планами многих инженерных и экономических специальностей естественно ограничиться моделью представления знаний по высшей математике.

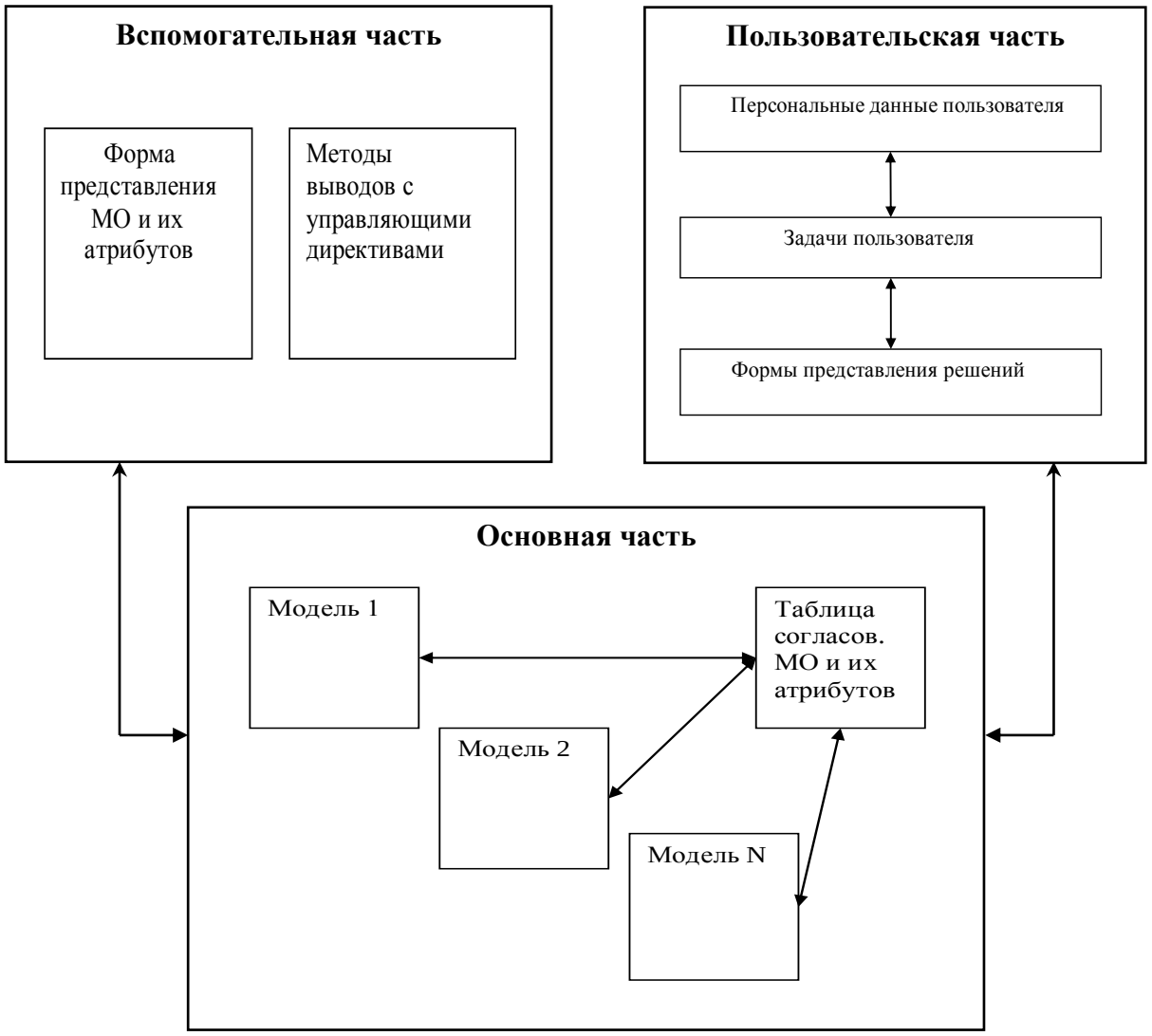


Рис. 1. Основные компоненты модели представления математических знаний

Разработка и совершенствование моделей представления математических знаний – актуальное направление повышения эффективности автоматизации в интеллектуальной деятельности студентов, будущих инженеров и экономистов.

Неотъемлемый этап моделирования – определение атрибутов математических объектов, необходимого и достаточного для формирования решений. Для представления математических знаний возможно использование методологии структурного анализа.

Библиографические ссылки

1. Кондаков А.И. Унификация моделей представления технологических знаний / А.И. Кондаков, А.В. Туликов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2006, №9. – С. 29 – 33.

2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 77с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШУМУ ВІТРОАГРЕГАТІВ

Нідзельський О.В. alexey.education@gmail.com,
Ясько М. М. nick.yasko@gmail.com
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Вітрова енергетика є галуззю, що стрімко розвивається, проте останнім часом вона все більше викликає незадоволення у суспільства. Однією з основних причин цього незадоволення є звукові коливання різних частот (включаючи низькочастотні вібрації та шум), що створюються під час обертання лопастей турбін і негативно впливають на організм людини та інших живих істот [1].

Висновками аналізу робіт з шумового забруднення від вітроагрегатів є рівень шуму, що створюється вітровою турбіною, залежить від багатьох факторів. Найбільш важливим є шум аеродинамічного походження, який залежить від швидкості вітру, геометричних параметрів турбіни, тощо. На рис. 1 показаний звуковий спектр шуму вітроагрегата, який отриманий в безпосередній близькості від нього [2].

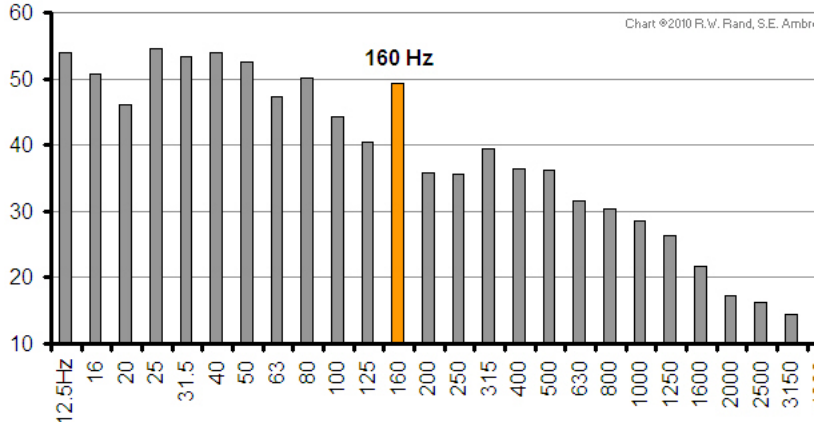


Рис. 1. Типовий спектр шуму вітроагрегата

Метою даної роботи є розробка математичної моделі для прогнозування рівня шуму вітроагрегата залежно від відстані до нього. В якості вхідних параметрів беруться частоти та амплітуди звукових хвиль.

В даній роботі запропоновано математичну модель розрахунку шуму вітроагрегатів на базі рівняння Гельмгольця

$$\Delta U + k_i^2 U = 0,$$

де U – потенціал, а k_i - хвильове число, яке відповідає і-ій частоті.

Область, в якій проводиться розрахунок, являє собою верхній на півпростір. В якості джерела звуку задається диск, діаметр якого дорівнює діаметру лопастей гідроагрегата, а центр знаходиться на висоті ротора. Граничні умови на поверхні ґрунту однорідні.

Для чисельного розв'язування було використано метод граничних елементів [3], який полягає в тому, що невідомі величини потрібно знайти тільки на границі області.

В даній роботі границя області апроксимувалася за допомогою трикутників. У випадку коли форма області являє собою на півпростір у якості фундаментального розв'язку рівняння Гельмгольця можна використати відповідну функцію Гріна і не проводити тріангуляцію площини z=0. Це значно полегшує процес чисельного розв'язування.

Чисельні розв'язки рівняння Гельмгольця проводились для низки значень хвильового числа k_i, потім в заданих точках значення звукового тиску підсумовувалися і переводилися в децибели. Типовий розподіл шуму від одного вітроагрегата представлено на рис. 2. По осі абсцис показана відстань від вітроагрегата, а по осі ординат – рівень шуму в децибелах. З наведеного графіка можна зробити висновок, що на відстані приблизно 400м рівень шуму буде задовольняти всім санітарним нормам.

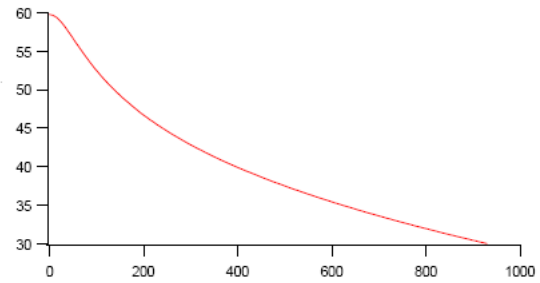


Рис. 2. Залежність шуму від відстані до вітроагрегата.

Запропонований метод та розроблене програмне забезпечення можуть бути використані при плануванні розміщення вітрових електростанцій.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

1. **Møller, H., and Lydolf, M**. (2002): A questionnaire survey of complaints of infrasound and low frequency noise. *Jnl Low Freq Noise Vibn* **21**, 53 - 65.
2. **Watanabe, T., and Møller, H**. (1990a): Hearing thresholds and equal loudness contours in free field at frequencies below 1kHz. *Jnl Low Freq Noise Vibn* **9**, 135-148.
3. **Brebbia, C.A., Telles, J.C.F. and Wrobel, L.C**. *Boundary Element Techniques. Theory and Applications in Engineering*, 1984, Springer-Verlag, Berlin and New York.

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТУРИСТИЧНОЇ АГЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

Обласова М. В., Зайцева Т. А.

ztan2004@mail.ru, oblasova@yandex.ru

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Інформаційні технології обробки даних вдало застосовуються для розв'язання задач, по яких є необхідні вхідні дані і відомі алгоритми та інші стандартні процедури їх опрацювання. Впровадження інформаційних технологій і систем на цьому рівні істотно підвищує ефективність функціонування підприємств та організацій.

У сучасних умовах системної економічної кризи, туристична галузь також потерпає від спаду, що обумовлений цілою низкою об’єктивних та суб’єктивних причин. Бажання подолання кризової ситуації сприяє пошуку різних шляхів покращення стану цієї галузі. Одним із сучасних засобів вирішення таких нагальних задач є використання математичних методів аналізу та моделювання для прогнозування оптимальних шляхів виходу із складного стану. Висока практична цінність розробки проблеми використання інформаційних систем для математичного моделювання туристичного бізнесу визначає актуальність цього дослідження.

Туристичною агенцією «Яскраві країни» була надана інформація щодо 1100 поїздок, здійснених клієнтами у період 2012 – 2014 рр. Інформація містила багато параметрів (без розголошення персональних відомостей про клієнтів, але із збереженням змістовних зв’язків), а саме - стать, вік, відвідані під час туру країни, дати початку турів, кількість днів, вид транспорту (автобус або літак), вартість туру в гривнях та інші.

Було здійснено обробку наданих даних та проаналізовані результати. Для цього застосовувалась мова програмування R, яка, зараз вдало використовується для такого роду дій поряд із SPSS, Statistica. На сьогодні мова

R – вільне програмне середовище обчислень з відкритим вихідним кодом, яка постійно розвивається в рамках проекту GNU (GNU is Not Unix).

Стосовно аналізу закономірності ціноутворення туристичного продукту та створення нових послуг і формування нових споживчих пріоритетів з урахуванням багатокрітеріальності задачі, було запропоновано застосування лінійної регресійної моделі для автобусних турів. Для знаходження коефіцієнтів моделі використовувалась мова програмування R. Було побудовано графіки. Встановлено кореляцію між різними параметрами.

Щодо авіатурів, то на ціноутворення їх впливає набагато більше факторів, та зв'язки між цими факторами більш складні. Було проведено факторний, кореляційний, дисперсійний та кластерний аналізи. Побудовано математичну модель. Отримані результати дослідження.

Таким чином, за допомогою мови програмування R, був проведений аналіз закономірності ціноутворення туристичного продукту для подальшого моделювання та прогнозування вартості туристичних поїздок.

Дослідження більш складних моделей було здійснено за допомогою імітаційного моделювання, інформаційних моделей та експертних оцінок у діловій грі «Ніксдорф Дельта». Отже, комплексне застосування всіх складових розроблених моделей управління якістю туристичних послуг забезпечить покращення роботи туристичної агенції «Яскраві країни».

Бібліографічні посилання

1. Horton N.J. Using R for Data Management, Statistical Analysis and Graphics/ Horton N. J, Kleinman K. - Boca Raton: CRC Press, 2009. – 296 p.
2. Kleiber C. Applied Econometrics with R / C. Kleiber, A. Zeileis. - New York: Springer, 2008. - 221 p.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ПРОДОЛЬНЫМ РАЗРЕЗОМ, ПОДВЕРГНУТОЙ ДЕЙСТВИЮ РАВНОМЕРНОГО ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ

Ободан Н. И., Громов В. А., stroller@rambler.ru

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Рассматривается нелинейная краевая задача, описывающей поведение цилиндрической оболочки, ослабленной продольным разрезом, подвергнутой действию равномерного внешнего давления. На торцах оболочки выполняются условия шарнирного опирания, на берегах разреза – свободного края. И. И. Воровичем [1] было показано, что разрешающие соотношения для обобщённого решения нелинейной краевой задачи теории оболочек эквивалентны уравнениям, полученным из условий стационарности функционала вариационной постановки указанной краевой задачи. Более того, построение последовательности, минимизирующей данный функционал, эквивалентно отысканию обобщённого решения. Для построения минимизирующей последовательности неизвестные функции задачи – функции двух переменных (продольной и окружной координат) – представляются в виде произведения двух функций одной переменной, что позволяет сформировать итерационный процесс на каждом шаге, которого решается система нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений; данный итерационный процесс, эквивалентен обобщённому методу Канторовича, применённому к решению рассматриваемой нелинейной краевой задачи. Наличие двух качественно различных типов краевых условий для уравнений, описывающих сомножитель решения, зависящий от окружной координаты – симметрии для неповреждённой части оболочки, свободного края – для части оболочки с трещиной – делает необходимым решение двух систем дифференциальных уравнений.

1. Vorovich I. I. Nonlinear Theory of Shallow Shells / I. I. Vorovich. – N.-Y.: Springer, 1999. – 407 p.

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА НАЧАЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ

Ободан Н.И., Гук Н.А., nataly-guk@rambler.ru

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

Рассматриваются обратные задачи механики тонкостенных систем, соответствующие им прямые задачи сводятся с использованием метода конечных элементов к системе нелинейных алгебраических уравнений относительно узловых значений неизвестных функций задачи, характеризующих отклик системы на оказанное внешнее воздействие:

$$F(U, H, P) = 0, \qquad (1)$$

где U – узловые значения вектор-функции неизвестных прямой задачи; H – заданные узловые значения вектор-функции обратной задачи; P – узловые значения функции внешнего воздействия.

Обратная задача предполагает поиск неизвестного вектора значений H по известному полностью или частично вектору U^*, а её решение определяется как

$$H^* = \arg\min_H J,\ H \in \overline{H}, \qquad (2) \qquad J = \sum_{i=1}^{N} \left(U_i^* - U_i(H)\right)^2, \qquad (3)$$

где $U^* = \{U_i^*\}$ – известный вектор U; $\overline{H}$ – компактное множество; $i = \overline{1, N}$.

Поиск решения осуществляется итерационным методом, например, методом Ньютона при заданном начальном приближении H_0 и множестве $\overline{H}$.

В связи с некорректностью постановки обратной задачи для выбора начального приближения используется алгоритм, базирующийся на введении обобщенных параметров в виде среднего значения δ_1 и изменяемости δ_2 неизвестной функции задачи, тогда условие (2) сводится к условию

$$H^* = \arg\min_{\delta} J(H, \delta),\ \delta = [\delta_1, \delta_2],\ \delta \in \overline{\delta} \qquad (4)$$

при дополнительной связи

$$\sum_i \alpha_{ij} H_i^2 = \delta_j^2, \quad j = 1,2\ , \qquad (5)$$

где α_{ij} – числовые коэффициенты.

Для определения вектора H, удовлетворяющего связи (5), используется метод квазирешения по Тихонову при заданном исходном значении вектора H_{00}. Таким образом, определен некоторый класс функций, удовлетворяющий условию (4). Значение H_0^*, полученное из условий (4) (5), выбирается в качестве начального приближения для выполнения условия (2), которое реализуется методом Ньютона. Анализ значений функционала J показывает, что на достаточно узком интервале значений $[\delta_1, \delta_2]$ возможно существование нескольких минимумов, поэтому для реализации условия (4) используется метод глобальной оптимизации. При этом на каждом шаге по δ проверяется условие неособенности решения U.

Точки δ^*, где условие особенности выполняется, являются границами области компакта. Рассматриваются примеры решения обратных задач механики тонкостенных систем различных типов – коэффициентных, граничных, геометрических. На рисунках приведен вид поверхности $J(\delta_1, \delta_2)$ (рис. 1) для граничной задачи о нагружении цилиндрической оболочки неравномерным внешним давлением и результаты процедуры выбора начального приближения (рис. 2), где сплошной линией обозначена действительная нагрузка, мелким пунктиром – исходное приближение H_{00}, крупным пунктиром – начальное приближение H_0.

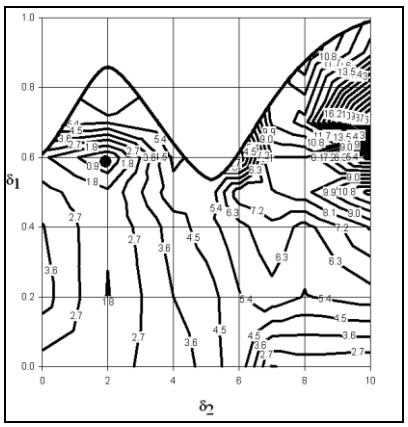


Рис. 1.

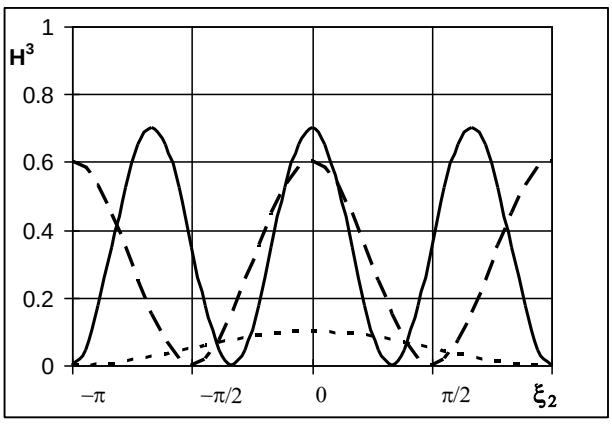


Рис. 2.

ВІДНОВЛЕННЯ РОЗФОКУСОВАНИХ ТА ЗМАЗАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ

Олійник Л., oleyniklina@gmail.com,

Земляна С. В., szemlyanaya@mail.ru

Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

В роботі вирішувалась задача дослідження якості відновлення розфокусованих та змазаних зображень за допомогою нейромереж. Для цього було взято карту Кохонена, яка являє собою двомірну сітку NXxNY, що складається з нейронів. За нейрон взято квадрат SxS - вектор ваги, значення якого рівне кольору відповідного пікселя.

Алгоритм відновлення реалізовано наступним чином:

1. Для етапу навчання в мережу подаються фрагменти зображення SxS. Після цього мережа шукає найбільш схожий на цей фрагмент нейрон, так званий BMU (best matching unit), і підлаштовує його вагові коефіцієнти таким чином, щоб він ще більше був схожий на поданий фрагмент. Так мережа навчається доти, доки відхилення BMU для кожного поданого фрагменту не досягне деякої мінімальної величини.
2. Для розпізнавання зображення береться навчена нейромережа, і для кожного пікселя в зображенні створюється фрагмент SxS. Далі він подається в нейромережу, з неї отримується колір центрального пікселя і записується цей колір для тих самих координат, але в нову картинку. Отримана в результаті картинка відображає потенціал відновлення зображення даною нейромережею.

В результаті дослідження роботи реалізованої програми було виявлено кілька властивостей:

- чим більше розмір S, тим менш чітким виходить зображення;
- чим більше нейронів в мережі, тим більше палітра кольорів;
- чим більше ітерацій навчання, тим точніше відновлені кольору відповідають кольорам реальної картинки і тим краще видно деталі.

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Паламарчук І.О., irine.palamarchuk@gmail.com, **Байбуз О.Г.**

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

Питання оцінки параметрів надійності й термінів активного існування складних систем, з урахуванням їхнього функціонального призначення, є актуальним. Проблема оцінки параметрів надійності технічних систем тривалого використання характеризується як складністю, так і необхідністю рішення великої кількості часткових завдань.

Імітаційне моделювання є одним з найважливіших складових на етапі проектування, тому що дозволяє не тільки провести якісну й кількісну оцінку спроектованих технічних систем, але й ухвалювати рішення щодо зміни й модернізації конструкції вже існуючих систем, на основі інформації про структуру й параметри закону розподілу кожного окремого блоку, що буде задовольняти тактико-технічним вимогам. Основними причинами, що визначають підвищену увагу до питань надійності, є:

- зріст складності апаратури;
- більш повільний ріст рівня надійності комплектуючих у порівнянні з ростом числа елементів в апаратурах;
- збільшення важливості виконуваних апаратурами функцій;
- ускладнення умов експлуатації.

Обмеженість можливостей експериментального дослідження великих систем обумовлює розробку принципово нових методів, які дали б можливість уже на етапі проектування систем досліджувати більш адекватні моделі.

Метою досліджень є розробка імітаційної моделі, що дозволяє визначити оцінки показників надійності та термінів активного існування безвідмовної роботи системи, а також проведення досліджень та експериментів, що підтверджують адекватність імітаційної моделі. В якості апроксимуючих кривих досліджувались криві Безьє з базисом Бернштейна та набір базисних функцій B-сплайнів [1], по відношенню до яких базис Бернштейна є частинним випадком. Порівняно з многочленами Бернштейна B-сплайни мають додаткові переваги, такі як: точніше наближення ламаної, ніж апроксимація многочленами Бернштейна, легкість коригування окремих відрізків кривої B-сплайна, незалежність порядку кривої B-сплайну від кількості опорних точок, в протиставлення кривій Безьє, порядок якої напряму залежить від числа вершин заданої ламаної.

Література

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. Пер. с англ. М.: Мир, 2001. 604 с.

СИСТЕМНАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Панкратова Н.Д.natalidmp@gmail.com
Институт прикладного системного анализа НТУУ «КПИ» МОН и НАН Украины

Предлагается качественно новый подход к решению проблем безопасности функционирования современных сложных технических объектов (СТО) различного назначения. В основу положен принцип своевременного обнаружения и устранения причин возможного перехода работоспособного состояния объекта в неработоспособное состояние на основе системного анализа многофакторных рисков нештатных ситуаций, достоверного оценивания ресурсов допустимого риска различных режимов функционирования сложного технического объекта, и прогнозирования основных показателей живучести объекта в течение заданного периода его эксплуатации [1]. Требование своевременности является приоритетным. Отсюда появляется практическая потребность системной согласованности темпов диагностирования с темпами рабочих процессов в различных режимах функционирования сложной технической системы. Такая согласованность может быть одним из важнейших условий обеспечения гарантированной безопасности объектов повышенного риска.

Главной целью является предотвращение потенциально возможных аварийных и катастрофических ситуаций до наступления момента T_{cr}, а приоритетными задачами — достоверное оценивание и оперативное прогнозирование динамики основных показателей безопасности в различных ситуациях риска с целью своевременного формирования, принятия и реализации решений. Для достижения поставленной цели одновременно решаются две группы задач: анализ степени и уровня риска различных нештатных ситуаций и анализ ресурса допустимого риска**.** Исходными данными являются результаты решения задач обнаружения признаков нештатной ситуации, и распознавания ситуации риска. Далее решаются задачи

оценивания категории и изменения риска, оценивания и прогнозирования степени и уровня риска и ресурса допустимого риска, ранжирования задач по степени важности и уровню сложности [2,3].

Системная согласованность управления работоспособностью и безопасностью по целям, задачам, ресурсам и ожидаемым результатам, а также по оперативности и результативности взаимодействия в реальных условиях нештатной ситуации позволяет обеспечить оперативное и результативное взаимодействие указанных систем управления. С одной стороны, обеспечивается оперативность и результативность системы безопасности по своевременному обнаружению нештатной ситуации, оцениванию ее степени и уровня риска, определению ресурса допустимого риска в процессе формирования рекомендаций по оперативным действиям ЛПР. С другой стороны, система управления работоспособностью после получения сигнала о нештатной ситуации должна оперативно и результативно действовать по обеспечению готовности сложного объекта к экстренному переходу в нерабочее состояние и обеспечению возможности его реализации в пределах ресурса допустимого риска.

Предложенная стратегия, реализованная в виде инструментария, обеспечивает предотвращение неработоспособности и опасности функционирования объекта. Для ситуаций, развитие которых приводит к возможным отклонениям параметров от штатного режима функционирования объекта, возможно своевременное принятие решения об изменении режима функционирования объекта, или искусственного корректирования ряда параметров с целью предотвращения перехода штатного режима в нештатный, аварию и катастрофу.

Бібліографічні посилання

Панкратова Н.Д. Системный анализ в динамике диагностирования сложных технических систем //Системні дослідження та інформаційні технології. –2008. –№1. – С. 33 – 49.

Pankratova N.D. Safety operations of the complex engineering objects // International Journal. «Information technologies&knowledge».ITHEA. SOFIA. –2011. – №2(5). –P.152-167

Панкратова Н.Д. Рациональный компромисс в системной задаче концептуальной неопределенности // Кибернетика и системный анализ. –2002. –№4. – С.162-180.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ ФОРДА-ФАЛКЕРСОНА

Пасічник А. М. *, Пасічник В. А. **, Кутирєв В. В. *

(*Академія митної служби України, м. Дніпропетровськ

**Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

e-mail: pasichnyk@amsu.dp.ua)

У сучасних умовах підвищення ефективності переміщення товарів від виробника до споживачів, інформації між комп'ютерами через електронні мережі по всьому світу з меншими витратами є актуальною проблемою. Вибір оптимальних рішень транспортних задач у контексті глобалізації сучасного світу вимагає наукового пошуку в цій області.

В даній роботі наведено результати розрахунку максимального потоку в транспортній мережі за ділянками митного кордону України на основі застосування алгоритму Форда-Фалкерсона для визначення оптимальної кількості логістичних центрів за умови мінімального каркасу пропускної спроможності системи.

Ідея алгоритму полягає в наступному. Спочатку величині потоку присвоюється значення 0: $f(u,v) = 0$ для всіх $u,v \backslash in\ V$. Потім величина потоку ітеративно збільшується за допомогою пошуку і збільшує шлях (шлях від джерела s до стоку t, уздовж якого можна послати більший потік). Процес повторюється до визначення найбільшого потоку. Для реалізація алгоритму:

1. Обнуляємо всі потоки. Залишкова мережа спочатку збігається з вихідною мережею.

2. В остаточній мережі знаходимо будь-який шлях з джерела в стік. Якщо такого шляху немає, зупиняємося.

3. Пускаємо через знайдений шлях (він називається збільшуючим шляхом або збільшуючим ланцюгом) максимально можливий потік:

– на знайденому шляху в остаточній мережі визначаємо ребро з мінімальною пропускною спроможністю C_{min};

– для кожного ребра на знайденому шляху збільшуємо потік на C_{min}, а в протилежному йому – зменшуємо на C_{min};

– модифікуємо залишкову мережу. Для всіх ребер на знайденому шляху, а також для протилежних їм ребер, обчислюємо нове значення пропускної спроможності. Якщо це значення ненульове, додаємо ребро до залишкової мережі, а якщо нульове – стираємо його.

4. Повертаємося на крок 2 .

Для статистичних даних переміщення вантажів у 2014 році через західну ділянку митного кордону до логістичних центрів розміщених на території Львівської області: Рабен перероблювальна спроможність 800 т, Захід Ресурс – 1000 т, Логістичний центр на окружній – 800 т, УВК – 1400 т, Галицький логістичний центр – 1000 т, Савсервіс – 1500 т. із застосуванням наведеного алгоритму побудована математична модель процесу переміщення вантажів від пунктів пропуску західної ділянки митного кордону до логістичних центрів та проведено розрахунок і дослідження розподілу вантажів для логістичних центрів а також визначено відсоток оновлення запасів вантажу.

На кордоні з Республікою Польща простежується незначний застій вантажу на логістичних центрах, який коливається в межах норми 25%-35%, а також з’ясовано мінімальне остовне дерево (мінімальний каркас), який становить 2313 тис.т.

Щодо всього Західного регіону України простежується досить великий відсоток оновлення, який сягає 98,82%, що свідчить про те, що вантажі на логістичних центрах оновлюються майже 100%. При цьому запаси є мінімальними та сягають лише 1%-2%. Мінімальне остовне дерево для даного регіону дорівнює 2947 тис.т.

Отримані дані щодо мінімального каркасу на різних ділянках митного кордону свідчать про те, що ці значення пропорційно залежать від коефіцієнта оновлення вантажу і відповідно значення мінімального остовного дерева на всій ділянці Західного регіону України становить 2947 тис.т., що на 634 тис.т., більше ніж на ділянці митного кордону України з Республікою Польща.

THE SPATIAL-TEMPORAL ELECTROMAGNETIC TESTING DESCRIPTION BASED ON THE POTENTIAL THEORY

Pashchenko V.O., 31NATA@ukr.net

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

The electromagnetic testing of orthotropic composites make use of the values determination of physical parameters and the localization of structural inhomogeneities with the estimation of its geometrical sizes. To reach the high precision of testing results and the possibility of qualitative parameters analysis it is necessary to have the testing field analytical description. For its creation the integral equations written in particular about potentials[1] are used often.

The potential theory that reduces the boundary-value problem for the equation with partial derivatives about smoothed function of some variables to the integral equation of lesser dimension is very efficient in case of outer problems in non-restricted domains[1]. Green's function gives the efficient solution manner of linear boundary problems for differential equations of second order with partial derivatives generated by Maxwell's equations. In consequence the general solution of boundary problem is presented by the integral equation with Green's function as the core that takes into account the initial and boundary conditions or the field distribution of external current point sources[2].

In case 3-dimentional vector potential space the electromagnetic testing by the non-stationary influence of external current point source is represented by the totality of combined problems that are reduced to Fredholm's equations solutions[2].

In the air subspace for the primary testing field the outer moving-boundary Dirichlet's problem has been solved about Cartesian *-projection (* = x, y) of vector potential for two-connected non-restricted domain placed out from isolated essential singularity of external current point source. Solution with zero value on the infinity is represented by the expression of simple layer potential in case the wave equation. The secondary testing field is generated by the reflection from the plane homogeneous dielectric coat therefore in the air the inner moving-boundary

Dirichlet's problem has been solved also. Solution is represented by the expression of simple layer potential for Cartesian *-projection (* = *x, y*) of wave equation[3, 4].

In the thin homogeneous dielectric coat the electromagnetic testing is realized due to the passage of primary field with the continuous simple layer and its reflection from the composite surface. Therefore in the coat for primary and secondary fields accordingly outer and inner moving-boundary Dirichlet's problem for Cartesian *-projection (* = *x, y*) of the wave equation are solved in one-connected domain. Solutions are represented by the expressions for the simple layer potential.

In the orthotropic composite with the structural inhomogeneity the electromagnetic testing is realized due to the passage of primary field with the jump discontinuity of double layer potential. Therefore in the composite for a primary field outer moving-boundary Dirichlet's problem has been solved for Cartesian *-projection (* = *x, y*) of conductivity equation for two-connected non-restricted domain that is placed in the lower subspace out from the structural inhomogeneity. The solution with zero value on the infinity is represented by the expression of double layer potential with Cauchy's singularity at $\tau = t$.

1. Колтон Д., Кресс Р. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния. – М.: 1987. – 312с.
2. Интегральные уравнения / Забрейко П.П., Кошелев А.И., Красносельский М.А и др. – М.: Наука. – 448с.
3. Pashchenko V.A., Khandetskii V.S. Questions of the Theory of Electromagnetic Testing of Orthotropic Composites Using Nonstationary Fields. 1. The Elementary Vector Potential of Primary and Reflected Fields in the air above the Flat Surface of a Composite // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2012. – V.48. – No.6. – PP. 357-372.
4. Pashchenko V.A. The subsurface sounding analytical description of orthotropic composite in dimentionless coordinates // Proceedings of the 14th international Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory. – Kharkiv, Ukraine. 2012. – PP. 176-179.

ПРО ВІДНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, СПОТВОРЕНИХ ЗМАЗОМ ТА РОЗФОКУСУВАННЯМ

Петрук Є.С., Сердюк М.Є.

goshka1993@gmail.com, serdyuk@optima.com.ua

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Останнім часом широко розвивається індустрія комп'ютерних технологій, а саме використання цифрових зображень в багатьох галузях людської діяльності. Тому актуальною задачею є удосконалення методів боротьби з такими дефектами зображень, як змаз, розфокусування, шум і т.п. Такі дефекти виникають під час фотозйомки, зокрема, аеро та космічної, коли є рух камери та об'єкта відносно один одного. Сучасні графічні редактори можуть добре справлятися з шумом, неправильною експозицією, дисторсією і т.п, чого не можна сказати про змаз та розфокусування.

У роботі розглядається спосіб реконструкції спотвореного зображення на основі фільтра Вінера та його програмна реалізація. Будь-яке спотворене зображення містить інформацію про оригінал. Вихідна інформація щодо кожного пікселя не зникає, а лише змінюється за деяким законом. Отже необхідно відновити цю інформацію. Нехай $f(x,y)$ – вихідне зображення. Спотворене зображення $g(x,y)$ може бути представлено у вигляді

$$g(x,y) = f(x,y) * h(x,y) + n(x,y),$$

де $n(x,y)$ - адитивний шум, $h(x,y)$ - спотворююча функція, * - оператор згортки. Для визначення $f(x,y)$ необхідно провести деконволюцію, тобто обернення згортки. Вид ядра деконволюції визначається типом спотворення. Для здійснення деконволюції будемо використовувати фільтр Вінера, в якому зображення розглядається як двовимірне випадкове поле та застосовується інформація щодо спектральних характеристик зображення та шуму. Оцінка f' неспотвореного зображення шукається так, щоб середньоквадратичне відхилення цих двох величин було мінімальним. Мінімум досягається на функції, яка в частотній області задається виразом

$$F'(u,v) = \left(\frac{|H^*(u,v)|}{|H(u,v)|^2 + S_n(u,v)/S_f(u,v)} \right) G(u,v),$$

де F' - Фур'є-образ вихідного зображення, H – частотне представлення функції спотворення, H^* - комплексно спряжене до H, $S_n(u,v)$ та $S_f(u,v)$ енергетичні спектри шуму та вихідного зображення [1]. Співвідношення $S_n(u,v)/S_f(u,v)$ однозначно точно визначити неможливо, тому його заміняють на деяку константу K, яку можна охарактеризувати як співвідношення «сигнал-шум» та обирати як параметр програми. Відновлення зображення відбувається в дискретній області, що дозволяє значно прискорити процес відновлення. Для реалізації алгоритму відновлення спотворених зображень був створений програмний продукт на мові C++ з використанням бібліотеки OpenCV. Програма працює з зображеннями в колірній моделі RGB. Фільтрація виконується окремо для кожного з колірних каналів. В кінці всі фільтровані канали зливаються. Результат роботи програми представлений на рисунку 1.

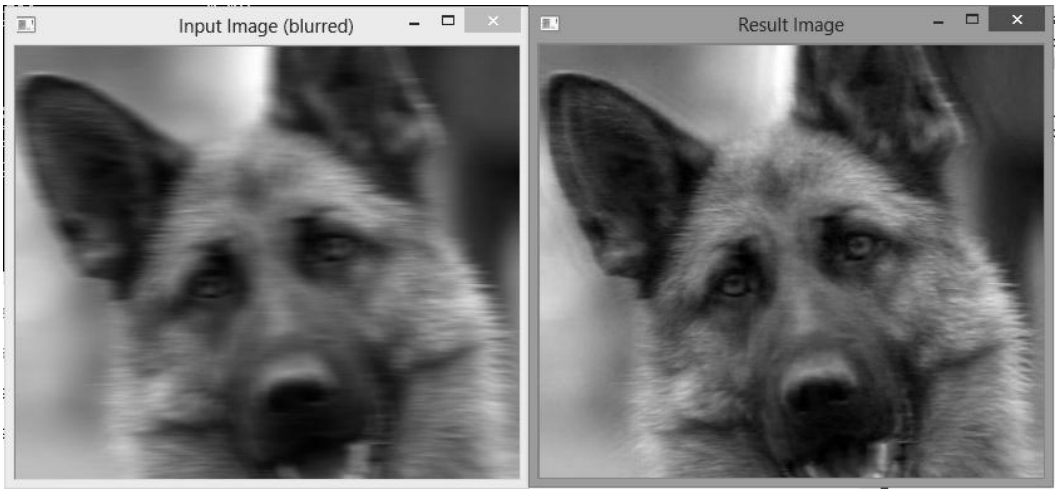


Рис 1. Змазане зображення та результат його відновлення

Тестування програми показало, що прийнятні результати виходять навіть при великому радіусі розмиття. В той же час для зображень з різкими переходами кольору після відновлення стає помітний ефект дзвону. Отже, для таких зображень необхідно застосовувати додаткову обробку після відновлення.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка зображений/ Р.Гонсалес, Р.Вудс. - М.: Техносфера, 2005.

ИСКУССТВЕННЫЕ КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ: ГОНКА ЗА ТЕХНОЛОГИЕЙ СИНГУЛЯРНОСТИ

Прокопчук Ю.А.[1]itk3@ukr.net**, Белецкий А.С.**[2]

[1]Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,

[2]Украинский государственный химико-технологический университет

Когнитивные компьютеры - именно так названо новое поколение компьютерных систем IBM [1]. Когнитивные технологии IBM предполагают создание целой *экосистемы когнитивных вычислений* — технологий будущего, способных взаимодействовать с людьми более естественным образом. Официально заявленная IBM конечная цель проекта - “создание интеллектуальных компьютеров, способных к самостоятельному усвоению новых знаний, постоянно получаемых из различных источников, распознаванию образов, продолжительному обучению, к пониманию контекстуального значения многозначной информации для решения сложных проблем в условиях реального мира на основе своих способностей к восприятию, поведению и познанию”.

Спектр уже имеющихся разработок: IBM’s Sensemaking system, The Sensemaking platform, Smart Sensemaking Systems, «IBM Watson engagement advisor» - программа собеседник с энциклопедическими знаниями (помощь врачам и т.д.). В перспективе IBM Watson должен стать идеальным врачом-диагностом, который путём анализа симптомов и истории болезни пациента способен поставить диагноз и назначить самое вероятное лечение. Подобные или близкие планы имеют все крупные ИТ-фирмы. В целом 2013 год знаменует *парадигмальный технологический переход* в ИТ индустрии.

Несмотря на несопоставимые ресурсы, мы идем параллельным курсом с IBM. Так идейным аналогом IBM Watson является *многоцелевой банк знаний* (МБкЗ), который выступает в качестве *когнитивного ядра* госпитальных, телемедицинских и образовательных систем/сред [2, 3]. Реализован прототип МБкЗ с использованием облачных технологий.

Sensemaking определяется как процесс создания осведомленности в ситуациях неопределенности. Разрабатываемая *парадигма предельных обобщений* [4] позволяет создавать системы смыслопорождения для разных приложений, например, для медицины или мониторинга состояния сложных систем и процессов [5]. В рамках метода для каждой Z-задачи управления создается банк тестов и банк прецедентов. Далее автоматически формируются предельные модели знаний, позволяющие решать целевую Z-задачу. Банк тестов, пространство системопаттернов, орграфы набросков базы прецедентов, модели знаний составляют основу системы смыслопорождения.

В связи с неуклонным ростом числа контролируемых параметров полета космического аппарата актуальной является следующая тема исследований: «Разработка моделей для проведения математического и натурного моделирования по обоснованию принципов предварительной обработки и сжатия целевой информации в бортовых и наземных высокопроизводительных командно-информационных системах». Успех в реализации данных исследований создаст необходимые предпосылки обеспечения максимальной ситуационной осведомленности и информационно-системной безопасности авиационно-космических комплексов [5].

1. IBM Watson http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/
2. Прокопчук Ю.А. Интеллектуальные медицинские системы: формально-логический уровень. – Дн-ск: ИТМ НАНУ и НКАУ, 2007.- 259 с.
3. Прокопчук Ю.А. Когнитивное ядро госпитальных и телемедицинских систем: концепция, модели, приложения // Укр. ж-л телемедицини та медичної телематики. – 2012. – Т.10, №1. – С.40 - 46.
4. Прокопчук Ю.А. Модели когнитивных архитектур и процессов на основе парадигмы предельных обобщений / Ю.А. Прокопчук // Кибернетика и вычисл. техника. – 2013. - Вып. 171. - С. 37-51
5. Прокопчук Ю.А. Построение систем смыслопорождения на основе парадигмы предельных обобщений / Ю.А. Прокопчук // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2014. — Т. 16, № 1. — С. 88-96.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОПУЛА-ФУНКЦИЙ

Пушко К.А., Мацуга О.Н.
karina.pushko@gmail.com, molgan@ua.fm
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Копула-функция является функцией, описывающей зависимость между компонентами случайного вектора. Если в качестве её аргументов взять частные функции распределения, то она будет представлять собой многомерную функцию распределения случайного вектора [1]. Моделирование и восстановление многомерных распределений через копула-функции в настоящее время используется, главным образом, при анализе финансовых рисков, хотя область их применения значительно шире.

С целью исследования зависимостей, порождаемых разными копула-функциями, и их применения в прикладных областях, было создано программное обеспечение моделирования и восстановления многомерных распределений на основе копула-функций «CopulAn».

В программе реализованы архимедовы (Клейтона, Гумбеля и Франка) и эллиптического типа (нормальная и Стьюдента) копула-функции. В качестве частных распределений рассмотрены равномерное, экспоненциальное и нормальное. Восстановление проводилось с помощью параметрического двухшагового метода максимального правдоподобия с поочередным восстановлением параметров частных распределений компонент копулы, а затем параметров самой копула-функции [1].

Тестирование программного обеспечения осуществлено на данных моделирования. Результаты тестирования подтвердили адекватность и достоверность моделирования и восстановления.

1. **Фантаццини Д.** Моделирование многомерных распределений с использованием копула-функций. II / Д. Фантаццини // Прикладная эконометрика. – 2011. – № 3 (23). – С. 98-132.

ГРАФОАНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ

Романенков Ю. О., Вартанян В. М., Зєйнієв Т. Г.

KhAI.management@ukr.net

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Хай організація характеризується набором векторів X_1, X_2, …, X_n, що відображають рівень ефективності n бізнес-процесів організації, кожен з яких складається з компонент відносних показників ефективності відповідного бізнес-процесу, а також вектором-стовпцем коефіцієнтів відносної значущості компонент бізнес-процесу:

$$X_i = \left[x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{il_1} \right],\ A_i = \left[\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, ..., \alpha_{il_i} \right]^T,\ i = \overline{1,n}, \qquad (1)$$

де x_{ij} – ефективність j-ої компоненти i-го бізнес-процесу, l_1, l_2, …, l_n – розмірність векторів X_1, X_2, …, X_n, α_{ij} – коефіцієнт відносної значимості j- ої компоненти i- го бізнес-процесу, причому $0 \le \alpha_{ij} \le 1$, $\sum_{j=1}^{l_i} \alpha_{ij} = 1$, $i = \overline{1,n}$.

Набори векторів (1) і (2) можуть бути представлені у вигляді складених матриць **X** і **A**:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} [\ X_1\ ] & 0 & 0 & ... & 0 \\ [\ & X_2\ ] & 0 & ... & 0 \\ ... & & & & \\ [\ & & X_k & &] \\ ... & & & & \\ [\ & X_n\ ] & 0 & ... & 0 \end{bmatrix},\ \mathbf{A} = \begin{bmatrix} [\ A_1\ ]^T & 0 & 0 & ... & 0 \\ [\ & A_2\ ]^T & 0 & ... & 0 \\ ... & & & & \\ [\ & & A_k & &]^T \\ ... & & & & \\ [\ & A_n\ ]^T & 0 & ... & 0 \end{bmatrix}^T \qquad (2)$$

Якщо визначити **B** як матрицю розміром $n \times n$, що містить у головній діагоналі відносні коефіцієнти значущості бізнес-процесів, то матриця **XAB** містить у головній діагоналі зважені відносні ефективності всіх бізнес-процесів в організації:

$$\mathbf{XAB} = \begin{bmatrix} \beta_1 X_1 A_1 & \beta_2 X_1 A_2 & \ldots & \beta_n X_1 A_n \\ \beta_1 X_2 A_1 & \beta_2 X_2 A_2 & \ldots & \beta_n X_2 A_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \beta_1 X_n A_1 & \beta_2 X_n A_2 & \ldots & \beta_n X_n A_n \end{bmatrix}. \qquad (3)$$

Комплексну відносну ефективність бізнес-процесів організації можна знайти, визначивши слід матриці **XAB**:

$$E = tr(\mathbf{XAB}) = \beta_1 X_1 A_1 + \beta_2 X_2 A_2 + \ldots + \beta_n X_n A_n = \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i A_i . \qquad (4)$$

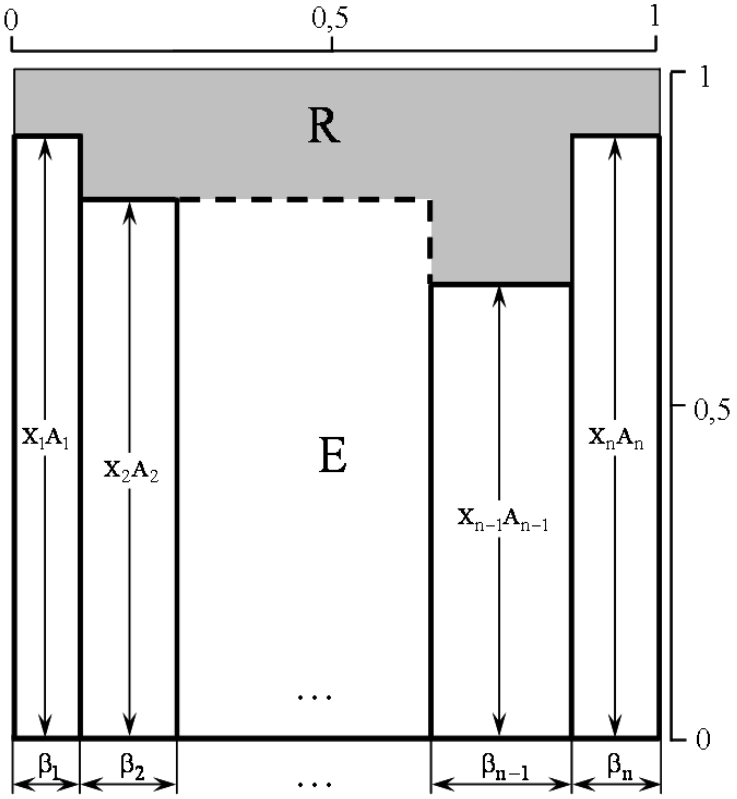


Рис. Нормированная диаграмма эффективности бизнес-процессов в организации

Представимо набір елементів головної діагоналі матриці **XAB** у вигляді нормованої діаграми, як показано на рис.

Комплексна відносна ефективність бізнес-процесів організації, згідно (4), чисельно дорівнює площі фігури E, обмеженої стовпцями висотою, що дорівнює відносної ефективності бізнес-процесу, і шириною, що дорівнює відносним коефіцієнтам значущості бізнес-процесу. Площа фігури R, яка доповнює фігуру ефективності E до квадрата з одиничною стороною, характеризує ступінь розриву, тобто різниці між ідеальним (еталонним) і реальним станом ефективності бізнес-процесів організації.

І величина розриву R, і величина комплексної відносної ефективності E, можуть виступати функціоналом в задачі оптимального розподілу ресурсів між бізнес-процесами організації.

СЕМАНТИЧНИЙ АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Сафіулліна О.М., Кривченко О.М., Копича С. В., Бондаренко А.В.
ksyu.safiullina.91@mail.ru, spacedisel@gmail.com , kopy4a@gmail.com.
Херсонський національний технічний університет

Під соціальною мережею розуміється соціальна структура, що складається з безлічі агентів і визначеного на ньому безлічі відносин. В математичних моделях соціальну мережу можна представити у вигляді зваженого орієнтованого графа:

$$G(V, E)$$

де V - це множина вершин (агентів мережі), а E - множина ребер (відносин між об'єктами) [1,2].

Аналіз соціальних мереж [3] являє собою дослідження соціальних мереж, що розглядає соціальні відносини в термінах теорії мереж. Ці терміни включають в себе поняття вузла (відображає окремого учасника в межах мережі) та зв'язку (відображає такі відносини між індивідами).

Все більш і більш зростаюча популярність використання комплексного підходу до організації, реалізації та підтримки Web-ресурсів який отримав назву web 2.0 дозволяє формувати величезні за обсягом соціальні мережі. Це методологія дозволяє виділяти соціальні мережі з електронної пошти, поштових архівів та ін. Facebook, LinkedIn або MySpace надають доступ до величезної кількості структурованих даних мережі. Поява семантичних Веб-підходів [4,5] дозволяє будувати моделі таких онлайнових взаємодій з використанням онтологій подібно FOAF (Friend of a Friend- Формат семантичного опису мережі), SIOC (Semantically-Interlinked Online Communities, формат опису соціальної мережі) або SCOT. У доповіді зроблено стислий огляд досліджень з використання розширень формату RDF (Resource Description Framework, сімейство форматів представлення даних). Авторами показано, що графи побудовані з використанням даних онтологій мають великий потенціал, який не використовується в даний час при аналізі соціальних мереж. Далі авторами представлена нова основа застосування аналізу соціальної мережі для

RDF уявлень соціальних даних. Зокрема, використання графових моделей, які лежать в основі RDF і розширень SPARQL (тобто мови запитів до даних, які представленим по моделі RDF), які дозволяють ефективно витягати і параметризрвані класичні особливості методів аналізу соціальних мереж безпосередньо з первинних уявлень [6,7]. Ми деталізуємо обчислення різних заходів центрированности в базуються соціальних мережевих уявленнях RDF, використовуючи розширення SPARQL. Показано на прикладі, як можна поліпшити якість вихідних мережевих даних, а також ефективно управляти життєвим циклом аналізу соціальної мережі використовуючи онтологію SemSNA [8,9]. В кінці доповіді наведені результати застосування описаного методу оп на реальних даних витягнутих з профілів користувачів Facebook і LinkedIn. Обговорено переваги, недоліки і перспективи застосування методів семантичного аналізу соціальних мереж.

1. Губанов Д.А., Калашников А.О., Новиков Д.А. Теоретико-игровые модели информационного противоборства в социальных сетях. — УБС,
, № 31, с.192-204.

2. Ивашко Е.Е. Математическая модель лоббирования в социальной сети / Обозрение прикладной и промышленной математики, Том 19, выпуск 3, 2012, с. 406-407

3. https://en.wikipedia.org/wiki/Social_network_analysis

4. Erétéo, G., Buffa, M., Gandon, F., Grohan, P., Leitzelman, M., Sander, P.: A State of the Art on Social Network Analysis and its Applications on a Semantic Web. In: SDoW 2008, Workshop at ISWC 2008 (2008)

5. Erétéo, G., Gandon, F., Corby, O., Buffa, M.: Semantic Social Network Analysis. In: Web Science 2009 (2009)

6.Buffa M., Erétéo G., Faron-Zucker C., Gandon F. & Sander P. (2008). SweetWiki: A Semantic Wiki. Journal of Web Semantics, special issue on Web 2.0 and the Semantic Web, 6(1).

7. Buffa, M., Gandon, F., Erétéo, G. : Wikis et Web Semantique, Conference IC 2007, p49-60. (2007)

8.Buffa, M.: Du Web aux wikis : une histoire des outils collaboratifs. http://interstices.info, online journal, issue of 23/05/08. (2008)

9. M. Buffa, F. Gandon, Erétéo, G.: A Wiki on The Semantic Web, book chapter in Emerging Technologies for Semantic Work Environments: Techniques, Methods and Applications, Editors: Jorg Rech, Bjorn Decker, Eric Ras, Information Science Reference,
ISBN: 9781599048772, p115-137. (2008)

РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ БІБЛІОТЕК У ПРОЕКТАХ VBA

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Бібліотека динамічної компоновки (Dynamic Link Library, DLL) – така, що дозволяє багаторазове використання різними програмними засобами. До DLL відносяться також елементи управління ActiveX і драйвери. Динамічні бібліотеки можуть містити в собі як критичні для роботи програми частини, так і додаткові функції. Статичні бібліотеки використовуються лише при створенні програми, і потім в роботі самої програми вони не беруть участь, на відміну від динамічних бібліотек. Динамічна бібліотека спростить і саму розробку програмного забезпечення: замість того щоб кожного разу перекомпілювати величезні EXE-програми, досить перекомпілювати лише окремий динамічний модуль. Динамічна бібліотека проектується на адресний простір процесу, що її викликав, і в результаті вона стає часткою цього процесу. DLL – це ще і можливість розробки додатків різними мовами: динамічна бібліотека, що написана, наприклад, на Visual C++, може викликатися із програм, написаних на будь-яких мовах, з проектів VBA. Крім функцій, динамічні бібліотеки можуть містити також ресурси – рядки, ікони, малюнки і т.п. Так, файли шрифтів є динамічними бібліотеками, єдиним вмістом яких є ресурси. Але динамічна бібліотека не володіє жодними ресурсами – ними володіє, незалежно від способу компонування, той процес, що використовує її. Крім того, вивантаження DLL з пам'яті не гарантується, навіть якщо роботу з нею завершили всі процеси, що раніше завантажили її. Затримка вивантаження передбачена спеціально – на той випадок, якщо ця ж DLL через деякий час знову знадобиться якомусь процесу.

Проведена апробація створення DLL на різних мовах та їх компонування в проектах VBA використовується в програмних комплексах методичного забезпечення з використанням Excel-таблиць, при викладанні навчальних курсів напрямів «Програмна інженерія», «Прикладна математика».

ПОКРАЩЕННЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ВМІСТУ БАЗ НЕЧІТКИХ ЗНАНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Сєдушев О.Ю., Буров Є.В.
oleksandr.siedushev@gmail.com, eugeneburov01@gmail.com
Національний університет "Львівська політехніка"

Інтелектуальний аналіз (ІА) даних, або видобування даних (ВД), широко використовується у багатьох прикладних сферах людської діяльності, включаючи бізнес, медицину, наукові дослідження, тощо. Однак певна кількість факторів, що перешкоджають повсюдному прийняттю та використанню даної технології, існує до сих пір. В основному це пов'язано з тією причиною, що результати багатьох методів ІА часто є складними та такими, що важко піддаються розумінню, особливо людям, які не є професіональними аналітиками.

Усе це стосується не тільки традиційного ВД, об'єктами маніпулювання якого є класичні бази даних та знань (тобто такі бази, що не містять різного роду нечіткостей), а й ІА баз нечітких знань (БНЗ). Чи не найважливішим фактором при розгляді та аналізі результатів ВД з таких баз є їхня легка та проста для розуміння інтерпретація, яка необхідна для:

- швидкого та надійного підтвердження ймовірності істинності видобутих знань у тій чи іншій формі;
- покращення моделі (методу) аналізу, відповідних алгоритмів;
- валідації повносправності системи бази знань та її еволюції у відповідності до змін навколишнього середовища.

На сьогодні неочевидно які аспекти та обмеження слід розглядати і закладати при проектуванні та реалізації методів ІА БНЗ для хорошої інтерпретації отриманих результатів.

Будемо вважати, що інтерпретацію результатів ІА слід розцінювати перш за все як можливість чи здатність зрозуміти/«прочитати» вихід методу, системи. При ІА БНЗ увага спрямована на вміст БНЗ (у тому чи іншому вигляді/форматі) або його окремо узяту частину після застосування методів

аналізу. Як правило, якісний стан контенту БНЗ наприкінці аналізу можна графічно охарактеризувати на прикладі одного із зображених нижче (рис. 1).

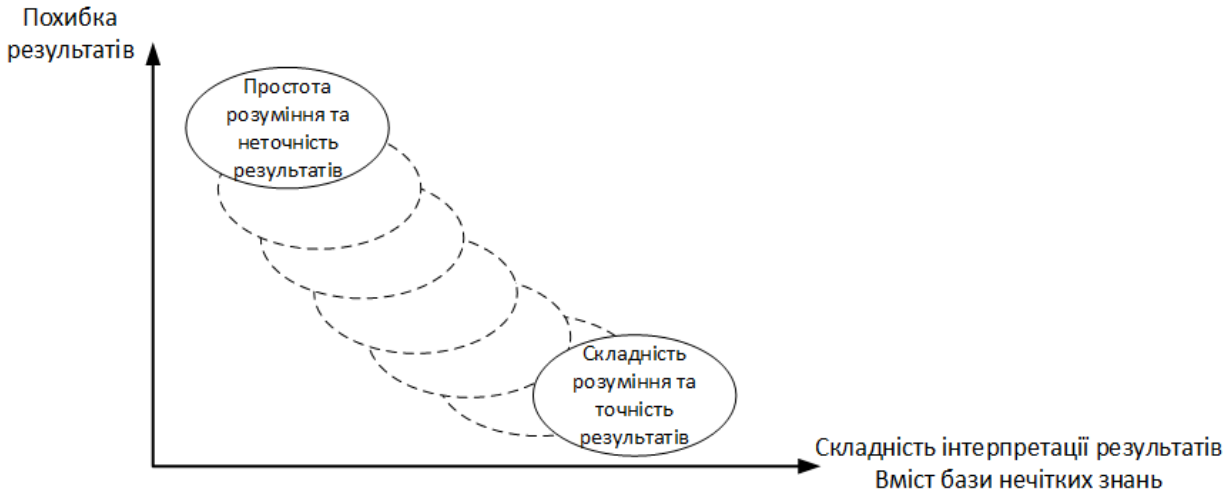


Рис. 1. Якісні характеристики станів контенту БНЗ після проведення ІА

Пропонується набір обмежень, який дозволяє покращити інтерпретацію результатів, отриманих завдяки ІА БНЗ, не порушуючи при цьому значним чином їхню точність. Перелік містить обмеження щодо формату представлення, характеристик та властивостей нечітких множин (наприклад, об'єднання подібних нечітких множин), функцій приналежності (наприклад, форма функції належності), лінгвістичних змінних (наприклад, неперервність множини лінгвістичних термів), нечітких правил (наприклад, цілісність та довжина нечіткого правила), які у сукупності є контентом БНЗ. Безперечно, до запропонованого набору можна додавати додаткові обмеження для задоволення відповідних прикладних потреб. На практиці рекомендується застосовувати та підтримувати як можна більше сумісних обмежень, що дозволить спростити процес інтерпретації.

1. **Casillas, J.** Interpretability improvements to find the balance interpretability–accuracy in fuzzy modeling: An overview / J. Casillas, O. Cordon, F. Herrera, L. Magdalena // Studies in fuzziness and soft computing. – 2003. – №128. – С. 3–22.
2. **Chen, M.** Rule-base self-generation and simplification for data-driven fuzzy models / M. Chen, D. Linkens // Fuzzy sets and systems. – 2004. – №142. – С. 243–265.
3. **Mencar, C.** On the role of interpretability in fuzzy data mining / C. Mencar, G. Castellano, A. Fanelli // International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based systems. – 2007. – №15. – С. 521-537.
4. **Zhou, S.** Low-level interpretability and high-level interpretability: A unified view of data-driven interpretable fuzzy system modelling / S. Zhou, J. Gan // Fuzzy sets and systems. – 2008. – №159. – С. 3091–3131.

ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВАЯ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКА КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА РАЗНОЙ ПРИРОДЫ

Семененко В.П., Сорокин В.И., Тарасов С.В., kmm.dnu@ukr.net
Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара
Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг»

Вопросы обеспечения энергоносителями всегда были актуальны. Несмотря на интенсивное развитие различного рода нетрадиционной энергетики до последнего времени их доля от традиционных источников энергии составляет десятки процентов. Одной из причин такого положения в данной отрасли возможно является то, что к таким непростым конструкциям как ветроагрегаты не был применен системный анализ.

Ветроагрегаты делятся на два вида в зависимости от расположения оси вращения ротора: с горизонтальной осью и с вертикальной. Опыт проектирования, изготовления и эксплуатации для ветроагрегатов с горизонтальной осью значительно больше, чем для ветроагрегатов с вертикальной осью.

Настоящая работа посвящена применению системного подхода к проектированию, конструированию, проведению научных исследований, изготовлению и эксплуатации вертикально-осевых ветроэнергоустановок.

Системный подход используется для непростых систем и состоит из двух этапов: системный анализ и системный синтез. Анализ применяется для разделения сложной системы на ее составляющих.

Вертикально-осевая ветроэнергоустановка является не только сложной системой как инженерная конструкция. Для ее успешной эксплуатации необходимо уже на первой стадии проектирования рассматривать ее как сложную систему различной природы.

Целью настоящей работы является анализ вертикально-осевой ветроэнергоустановки, выделение составляющих исследований и указание различий в их природе.

Под различной природой в данной работе понимаются различные области исследования, без которых невозможна длительная, надежная и безопасная эксплуатация вертикально-осевой ветроэнергоустановки.

К первой области исследований следует отнести инженерные разработки. Это проектирование и конструирование элементов, блоков, агрегатов и всей установки в целом.

Вторая область, это, как правило, проведение научно-исследовательских работ. Здесь не обойтись без программного обеспечения. Оно может включать использование собственных разработок программ (малых и больших и программных комплексов).

Важную роль в процессе отработки конструкции установки играют экспериментальные исследования.

Выдачи установкой заданной (постоянной) мощности обеспечивается системой управления. Эту область можно отнести к интеллектуальным системам. Ее сложность определяется взаимозависимостью многих параметров.

Особенно ответственной областью исследования является влияние излучений вертикально-осевой ветроэнергоустановки на окружающую флору и фауну в частности. Колебания частотой 7 Гц совпадают с альфа-ритмом биотоков мозга. Колебания с частотой 16-20 Гц могут нарушать функции нервной и сердечнососудистой системы. Колебания с частотой 20-30 Гц приводят к ослаблению слуха. Колебания свыше 20 кГц влияют на работоспособность и в конечном итоге на общее состояние.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ І ВТОРИННИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Семенова Н.В., Чайка Д.О.
nvsemenova@meta.ua, dasha.chayka@gmail.com
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Використання енергії нетрадиційних та вторинних енергоресурсів є важливим стратегічним напрямом розвитку енергетики в Україні [1], зокрема, комунальної, оскільки дозволяє: 1) підвищити рівень енергетичної безпеки за рахунок заміщення органічного палива в паливно-енергетичному балансі країни шляхом використання нетрадиційних та вторинних джерел енергії (НВДЕ); 2) знизити негативний вплив на довкілля; 3) створити нові ринки товарів і послуг високотехнологічного обладнання.

Для розв'язання задачі залучення НВДЕ для розвитку комунальної енергетики в Україні запропоновано математичні моделі задач визначення складу енергогенеруючих об'єктів в регіонах, які використовують нетрадиційні або вторинні джерела енергії, перевірки фінансової можливості реалізації таких планів та їх скорочення за необхідності. Розв'язання цих задач дозволить оптимальним чином залучати НВДЕ для виробництва енергії в регіонах. Запишемо математичну постановку однієї з задач – задачі визначення складу енергогенеруючих об'єктів регіону, яка полягає у максимізації об'ємів енергії, отриманої з НВДЕ, за наявності обмежень на можливості розміщення обладнання та на об'єми виробництва в залежності від використовуваних технологій. Побудуємо цільову функцію, яка максимізує об'єми енергії, отриманої з нетрадиційних джерел енергії:

$$\sum_{i\in I^{nt}} \sum_{j\in J_i^{nt}} \sum_{p\in P_i^{nt}} V_{ijp}^{nt} x_{ijp}^{nt} \to \max,$$

де V_{ijp}^{nt} – мінімальний необхідний об'єм виробництва енергії по кожному з об'єктів; x_{ijp}^{nt} – кількість об'єктів нетрадиційних джерел енергії виду I^{nt}, розміщення J_i^{nt}, марки P_i^{nt}; I^{nt} – множина видів нетрадиційних джерел енергії;

J_i^{nt} – множина можливого розміщення в регіоні нетрадиційних джерел енергії *i*-го виду; P_i^{nt} – множина марок обладнання використання нетрадиційних джерел енергії *i*-го виду.

Сформуємо наступну систему обмежень:

1) на об'єм енергії, який отримується від нетрадиційних джерел енергії

$$E^{nt(0)} + \sum_{i \in I^{nt}} \sum_{j \in J_i^{nt}} \sum_{p \in P_i^{nt}} V_{ijp}^{nt} x_{ijp}^{nt} \geq E^{nt},$$

де $E^{nt(0)}$ – існуючий об'єм енергії, який отримується від нетрадиційних джерел енергії;

2) за об'ємом виробництва в даному розміщенні обладнання

$$\sum_{p \in P_i^{nt}} V_{ip}^{nt} x_{ijp}^{nt} \geq v_{ij}^{nt}, i \in I^{nt}, j \in J_i^{nt},$$

де v_{ij}^{nt} – мінімальний необхідний об'єм виробництва енергії на даному розміщенні;

3) за кількістю об'єктів можливого розміщення

$$\sum_{j \in J_i^{nt}} x_{ijp}^{nt} \geq 1, i \in I^{nt}, p \in P_i^{nt},$$

$$\sum_{j \in J_i^{nt}} x_{ijp}^{nt} \leq K_{ip}^{nt}, i \in I^{nt}, p \in P_i^{nt},$$

$$x_{ijp}^{nt} \geq 0, i \in I^{nt}, j \in J_i^{nt}, p \in P_i^{nt},$$

де K_{ip}^{nt} – кількість можливих джерел по кожному з видів нетрадиційних джерел енергії.

В результаті розв'язання описаної задачі цілочислової оптимізації знаходимо оптимальні плани розміщення енергогенеруючих об'єктів нетрадиційних і вторинних джерел енергії в регіонах.

Бібліографічні посилання

1. **Патон Б.Є.** Пріоритети Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України/ Б.Є. Патон, А.А. Долінський, В.М. Геєць, В.П. Кухар, Б.І. Басок, Є.Т. Базєєв, Р.З. Подолець// Вісник НАН України – 2014. – № 9.– С. 29-47.

ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ

Сірик С.Ф., siryk10@mail.ru, *ДНУ ім. О.Гончара*

Дистанційна форма навчання – це форма навчання 21 сторіччя. В сучасному навчальному світі на неї зроблена велика ставка. Актуальність теми дистанційного навчання спирається на розвиток сучасного суспільства, яке спрямовано на розвиток інформаційної сфери. Етап її розвитку в даний момент можливо характеризувати як телекомунікаційний. Це область інформації та знань. Дистанційна форма надає можливість створення систем масового безперервного навчання, та отримання необхідної навчальної інформації за обраним курсом незалежно від соціального походження людини. Дистанційна система повинна миттєво реагувати на потреби суспільства і забезпечувати підготовку та підтримку високого рівня кваліфікації спеціалістів. Для досягнення цієї мети необхідна розробка стратегічних напрямків розвитку дистанційного навчання: розробка стратегії забезпечення якості дистанційного навчання; забезпечення доступності та гнучкості дистанційного навчання; наповнення інформаційного простору дистанційними курсами.

Навчально-методичний комплекс повинен відповідати наступним вимогам: якісно вибраний інформаційний матеріал дистанційного курсу, в якому чітко визначено мету курсу, фазу розвитку курсу, структуру заняття; передбачено контроль навчання.

Необхідно звернути увагу до проектування змісту, структурування тексту, його оформлення та дизайн, а також до підготовки інструкцій та інформаційних матеріалів до курсу. Для підвищення мотивації дистанційного навчання необхідно також впроваджувати інтерактивні форми навчання такі як дискусії, групові форми занять. Інтерактивні можливості, використані в системі дистанційного навчання програм і систем доставки інформації дозволяють налагодити зворотний зв’язок, забезпечити діалог та постійну підтримку. Наявність ефективного зворотного зв’язку надає змогу отримувати інформацію про підтвердження правильності шляху до знань.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Скалозуб В.В. *Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна*

Совершенствование процессов эксплуатации парков сложных технических систем железнодорожного транспорта (вагонов, локомотивов, стрелочных переводов, электродвигателей (ЭД) и др.) или составляющих их компонентов, с учетом параметров текущего состояния, является актуальной научно-технической проблемой. Она является чрезвычайно важной для железнодорожных дорог, насчитывающих десятки и сотни тысяч единиц такого рода эксплуатируемых систем. В работе представлены две интеллектуальные информационные технологии и соответствующие системы управления множествами технических систем: управление парками электродвигателей и локомотивами на крупных металлургических промышленных предприятиях.

В настоящее время процессы эксплуатации ЭД осуществляются на основе планово-предупредительного метода, с учетом нормирования. При этом процедуры оценки текущего состояния устройства предусматривают исключение ЭД из реальных процессов, чтобы организовать комплекс измерений значений параметров. Исключение ЭД из процессов эксплуатации, как правило, искажает оценки значений параметров состояний, а также требует существенных дополнительных финансовых, материальных и других видов затрат. В работе представлена интеллектуальная информационная технология и автоматизированная система (ИТАС), которая обеспечивает управление процессами эксплуатации парков ЭД на основе получения оценок параметров их текущего состояния и формирования индивидуальных моделей эксплуатации ЭД.

В рамках ИТАС решается задача определения текущего технического состояния компонентов системы (мониторинг технического состояния) без исключения ЭД из процессов эксплуатации, а также обнаружения скрытых

неисправностей. Результатом мониторинга является оценка принадлежности объекта к классу исправного или к классу неисправного состояния. Если выявлено неисправное состояние объекта, то определяется вид неисправности и рассчитывается оценка достоверности. На основе данных мониторинга формируются индивидуальные математические модели процессов и прогнозируются возможные изменения технического состояние элементов системы, а также средствами теории искусственного интеллекта устанавливается рациональная очередность восстановления элементов, с учетом требований по безопасности транспортной системы и ограниченных ресурсов процессов эксплуатации. Выполненные исследования и разработки позволяют перейти от планово-предупредительного метода эксплуатации к обслуживанию по фактическому техническому состоянию ЭД.

В работе также представлены результаты математического и информационного моделирования, исследований систем аналогов и выполненных программно-технических разработок по применению современных информационных и телекоммуникационных технологий на основе глобальных навигационных систем слежения (GPS, ГЛОНАСС) для интеллектуального мониторинга и управления локомотивами на крупных металлургических предприятиях на основе телематического терминала FORT-111. Отличие системы мониторинга и управления заключается в формировании специализированных средств автоматизации, предназначенных для различных типов терминальных устройств - стационарных и мобильных, а также в обеспечении интеллектуальной поддержки процессов управления подвижными объектами, что делает их более общими и удобными в использовании, позволяет проверять корректность, накапливать, интерпретировать и оперативно использовать все необходимые данные. Функционирование системы для мобильных устройств - ОС iOS v6.1.

Программный комплекс позволяет создавать клиентские программы (web, iOS, Android, Windows, OS X и т.д.) для мониторинга подвижных объектов на промышленных предприятиях железнодорожного транспорта.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДЕШИФРУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ

[1]Соколова Н.О.,[1]Гнатушенко В.В., [1]Касьяненко Т.В., [2]Щербина В.М.

n-olegovna@yandex.ru

[1]Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,

[2]Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь)

В даний час дані дистанційного зондування Землі широко застосовуються для вирішення різних прикладних задач, кожна з яких висуває свої специфічні вимоги до характеристик знімків і самих знімальних систем. Одною з вимог до обробки аерокосмічних даних є проведення етапу дешифрування, що дозволяє отримувати предметну, тематичну інформацію про досліджувані об'єкти або процеси, їх зв'язки з навколишніми об'єктами. В свою чергу, можливість розпізнавання об'єктів на знімку і визначення їх характеристик залежить від технічних і природних факторів. Основними технічними факторами, що впливають на інформативність аерокосмічних знімків, є параметри польоту (траєкторія, висота, тип орбіти, швидкість руху); характеристики знімальних систем; спектральний діапазон; роздільна здатність знімальних систем та ін. До природних факторів відносяться стан атмосфери, сезон зйомки, ландшафтно-кліматичні особливості території. Особливо слід відзначити кількість і склад спектральних каналів. Наприклад, знімки, отримані сенсором PAN супутників IRS 1C/1D, мають відносно високе просторове розрізнення 5.8 м, і дуже низьке радіометричне — 64 рівня квантування на весь панхроматичний діапазон, що значно ускладнює їх дешифрування. Сучасні сканерні системи є більш досконалими та мають більше чотирьох каналів (наприклад WorldView-2 — вісім каналів), просторове розрізнення в панхромі 0.5 м і радіометричне розрізнення 11 біт на піксель, тобто 2048 рівнів квантування [1, 2].

Для ефективного вирішення практичних задач процес дешифрування необхідно максимально автоматизувати, але він досить складний як сукупність ступенів пізнання від виявлення до визначення характеристик об'єкта, і може

бути автоматизований лише частково. Однією з головних задач вчених в даному напрямку є пошук таких прямих і непрямих дешифрувальних ознак, при яких результат автоматизованого дешифрування буде найбільш стійкий до змін умов аерокосмічної зйомки досліджуваних об'єктів на земній поверхні. Для автоматизації процесу розпізнавання об'єктів можна використовувати в сукупності з ознакою кольору і текстури об'єкта таку ознаку як геометрична форма. Форма зображення — це основна пряма дешифрувальна ознака, за якою встановлюються наявність об'єкта та його властивості. Форма служить надійною дешифрувальною ознакою переважно для штучних споруд. Для багатьох природних об'єктів притаманною є невизначена форма (луки, ліси та ін.) і часто не може служити певною дешифрувальною ознакою.

В роботі на основі аналізу спектральних і структурних характеристик супутникових знімків визначено склад стійких дешифрувальних ознак окремих штучних і природних об’єктів; розроблено правила та структурні моделі процесу тематичної обробки супутникових знімків міської забудови територій, що дозволяють автоматизувати процес їх дешифрування. Практичним результатом слугує розроблена інформаційна система на основі відритих програмних компонентів, призначена для автоматизованого дешифрування аерокосмічних зображень високого просторового розрізнення.

Література

1. Aksoy S. Editorial Pattern Recognition in Remote Sensing / S. Aksoy, N.H. Younan, L. Bruzzone // Special issue in Pattern Recognition Letters, Vol. 31, No. 10, 2010, pp. 1069-1070. DOI 10.1016/j.patrec.2010.04.014.

2. Гнатушенко В.В. Інформаційна технологія підвищення просторової розрізненості цифрових супутникових зображень на основі ICA- та вейвлет- перетворень / В.В. Гнатушенко, О.О. Кавац // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", серія "Комп'ютерні науки та інформаційні технології", - Львів, 2013. - № 771. - С. 28-32.

ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Степашко В.С., stepashko@irtc.org.ua

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України

В доповіді розглядаються основні аспекти розробки комплексної системи інформаційної підтримки управлінських рішень і характеризуються функціональні можливості та особливості основних складових такої системи.

Система інформаційної підтримки управлінських рішень (СІПУР) має низку властивостей, притаманних виконавчим інформаційним системам (ВІС) та системам підтримки прийняття рішень (СППР). Тут широко застосовуються засоби візуального подання і аналізу даних та процесів, притаманні ВІС, що надає широкі можливості користувачеві зорієнтуватися в поточному стані проблеми і знайти найбільш доцільний варіант дій для її вирішення. Підвищити ефективність прийнятого рішення допомагають засоби моделювання та прогнозування методами інтелектуального аналізу даних за даними статистики, які мають бути присутніми в СІПУР.

Структура системи. Комплекс програмних засобів складається з бази даних та моделей і трьох основних блоків: підсистема поточного аналізу та візуалізації оперативної управлінської інформації; підсистема моделювання та прогнозування; підсистема інтегрального оцінювання стану складної системи взаємопов’язаних первинних показників.

Кожен з трьох компонентів системи є незалежною підсистемою, і разом з тим тут забезпечено можливість їхньої взаємодії..

Підсистема поточного аналізу та візуалізації управлінської інформації забезпечує підтримку таких функціональних задач: збір та зберігання інформації; попередня обробка первинних даних; дослідження кореляційних залежностей показників; оцінювання стану процесу; візуалізація та документування результатів.

Підсистема моделювання та прогнозування призначена для побудови оптимальних моделей засобами індуктивного моделювання. На основі отриманих моделей будуються апроксимації та прогнози як в цьому, так і в інших компонентах системи. Основні функціональні характеристики: побудова моделей (ручний та автоматичний режими); інтерактивна підтримка процесу вибору оптимальної моделі; визначення значущості кожного з показників (факторів); візуалізація та документування результатів.

Підсистема інтегрального оцінювання стану складної системи взаємозв'язаних первинних показників на основі визначення інтегрального індексу стану системи, заснованого на нелінійній нормалізації первинних показників з урахуванням заданих обмежень на їх оптимальні, задовільні та неприпустимі значення. Реалізовано інструменти для роботи з даними складної структури, типової для органів державного управління. Ця підсистема забезпечує підтримку таких основних функціональних задач: поточне відстеження динаміки показників стану контрольованих процесів; нелінійна нормалізація даних; інтегральне та деталізоване оцінювання змін, що відбуваються; аналіз закономірностей виявлених змін та встановлення основних факторів впливу на ці зміни; прогнозування зміни як окремих статистичних показників, так і загалом інтегральної оцінки стану системи; виявлення потенційно загрозливих явищ та тенденцій розвитку; візуалізація та документування результатів.

Застосування. Роботу системи досліджено на прикладах поточного аналізу стану економічної безпеки України, яка характеризується ієрархічною сукупністю понад сотні показників розвитку соціально-економічних процесів у різних галузях. Застосування розробленої інформаційної технології дозволятиме підвищити ефективність і якість управління за рахунок виявлення прихованих закономірностей розвитку соціально-економічних процесів та відповідного скорочення помилкових або неефективних управлінських рішень на різних рівнях господарського і державного управління.

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Стецюк П.И., **Фесюк А.В.**, stetsyukp@gmail.com
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

При построении декомпозиционных алгоритмов для решения задач минимизации сепарабельной квадратичной функции при ограничениях производственно-транспортного вида [1] требуется в качестве подзадачи многократно решать следующую задачу квадратичного программирования:

$$x^* = (x_1^*,\ldots,x_n^*) = \arg\min_{x\in R^n}\left(f(x) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} d_i x_i^2 + \sum_{i=1}^{n} c_i x_i \right) \qquad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = b, \quad l_i \le x_i \le u_i, i = 1,\ldots,n, \qquad (2)$$

где $d_i > 0$, $u_i \ge l_i$, $i = 1,\ldots,n$, а b такое, что $\sum_{i=1}^{n} l_i \le b \le \sum_{i=1}^{n} u_i$. Её характеризует одно ограничение-равенство и двухсторонние границы на переменные.

Лемма 1. *Задача (1)–(2) имеет единственное решение x^*, компоненты которого вычисляются по формуле*

$$x_i^* = \min\left(\max\left(l_i, -\frac{c_i + \lambda^*}{d_i} \right), u_i \right), \quad i = 1,\ldots,n, \qquad (3)$$

где λ^* – единственная точка максимума вогнутой гладкой функции

$$\psi(\lambda) = \min_{l_i \le x_i \le u_i, i=1,\ldots,n} \left\{ \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} d_i x_i^2 + \sum_{i=1}^{n} c_i x_i + \lambda\left(\sum_{i=1}^{n} x_i - b \right) \right\}. \qquad (4)$$

Градиент и значение функции $\psi(\lambda)$ в точке $\bar{\lambda}$ вычисляются по формулам

$$\nabla\psi(\bar{\lambda}) = \sum_{i=1}^{n} x_i(\bar{\lambda}) - b; \quad \psi(\bar{\lambda}) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} d_i x_i^2(\bar{\lambda}) + \sum_{i=1}^{n} c_i x_i(\bar{\lambda}) + \bar{\lambda}\nabla\psi(\bar{\lambda}), \qquad (5)$$

где $x_i(\bar{\lambda}) = \min\left(\max\left(l_i, -\frac{c_i + \bar{\lambda}}{d_i} \right), u_i \right), \quad i = 1,\ldots,n$

В работе [2] рассмотрен частный случай задачи (1)–(2) в таком виде

$$(x_1^*,\ldots,x_n^*) = \arg\min_{x\in R^n} \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\varepsilon}{Q}x_i^2 + s_i x_i\right): \quad \sum_{i=1}^{n} x_i = Q,\ x_i \ge 0,\ i=1,\ldots,n, \qquad (6)$$

где $\varepsilon > 0$ и $Q > 0$. Для него получен следующий результат.

Утверждение 1 [2]. П*оложительные компоненты решения задачи (6) вычисляются по формулам* $x_i^* = \frac{Q}{2\varepsilon}(\lambda^* - s_i),\ i: s_i < \lambda^*,\ i=1,\ldots n,$ *где* λ^* *– единственный корень непрерывной, кусочно-линейной, неубывающей функции* $\varphi(\lambda) = \frac{Q}{2\varepsilon}\left[\sum_{i:s_i<\lambda}(\lambda - s_i)\right] - Q.$

Если алгоритм решения задачи (6) строить на основе утверждения 1, то он будет использовать процедуру нахождения нуля для одномерной функции $\varphi(\lambda)$. Алгоритм на основе леммы 1 определяется выбранным методом для максимизации одномерной строго вогнутой гладкой функции. При этом формулы (3)–(4) из леммы 1 упрощаются и имеют такой вид:

Лемма 2. *Задача (6) имеет единственное решение* x^**, компоненты которого вычисляются по формуле*

$$x_i^* = \max\left(0, -\frac{Q}{2\varepsilon}\left(s_i + \lambda^*\right)\right), \quad i=1,\ldots,n, \qquad (7)$$

где λ^* *– единственная точка максимума вогнутой гладкой функции*

$$\psi(\lambda) = \min_{x_i\ge 0,\, i=1,\ldots,n}\left\{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\varepsilon}{Q}x_i^2 + s_i x_i\right) + \lambda\left(\sum_{i=1}^{n} x_i - Q\right)\right\}. \qquad (8)$$

Список литературы

1. Михалевич В.С. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования / В.С. Михалевич, В.А. Трубин, Н.З. Шор. – М.: Наука, 1986. – 264 с.

2. Гершович В.И. Квадратичное сглаживание в декомпозиционном подходе к решению задач линейного программирования производственно-транспортного типа // В.И. Гершович, А.П. Лиховид, А.М. Приятель. – Методы исследования экстремальных задач. – Киев: Институт кибернетики им. В.М.Глушкова АН УССР, 1988. – С. 55–61.

OPTIMIZED OBJECT PACKINGS USING QUASI-PHI-FUNCTIONS

Stoyan Yu. G., **Romanova T.E.**, **Pankratov A., Chugay A.**
sherom@kharkov.ua
Department of Mathematical Modeling and Optimal Design, Institute for Mechanical Engineering Problems, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine,

Optimal packing problem is a part of operational research and computational geometry. It has multiple applications in modern biology, mineralogy, medicine, materials science, nanotechnology, robotics, coding, space apparatus control systems, as well as in the chemical industry, power engineering, mechanical engineering, shipbuilding, aircraft construction, civil engineering, logistics etc.

In this paper we further develop the main tool of our studies, phi-functions. We define new functions, called quasi-phi-functions, that we use for analytic description of relations of geometric objects placed in a container taking into account their continuous rotations, translations and distance constraints. The new functions are substantially simpler than phi-functions for some types of objects. They also are simple enough for some types of objects for which phi-functions could not be constructed. In particular, we derive quasi-phi-functions for certain 2D&3D-objects. We state a basic optimal packing problem and introduce a general mathematical model of the problem in the form of nonlinear programming problem, using our quasi-phi-functions. Based on characteristics of the model, we propose a general solution strategy. To show the advantages of our quasi-phi-functions we apply them to two packing problems, which have a wide spectrum of industrial applications: packing of a given collection of ellipses into a rectangular container of minimal area taking into account distance constraints; packing of a given collection of 3D-objects, including cuboids, spheres, spherocylinders and spherocones, into a cuboid container of minimal height. Our efficient local optimization algorithms allow us to get local-optimal object packings and reduce considerably computational cost of the problems. We applied our algorithms to several inspiring instances: our new benchmark instances and known test cases.

OPTIMAL ELLIPSE PACKINGS USING PHI-FUNCTIONS

Subota I.O., Pankratov A. V., Romanova T. E., i.subota@mail.ru

Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine

Optimal packing problem [1] is a part of operational research and computational geometry. It has multiple applications in modern biology, mineralogy, medicine, materials science, nanotechnology, as well as in the chemical industry, power engineering, mechanical engineering, etc. At present, the interest in finding effective solutions for placement problems is growing rapidly. This is due to a large and growing number of applications and an extreme complexity of methods used to handle many of them. We consider here a packing problem in the following setting**.** Let Ω denote a container. The container may take the shape of a rectangle, a circle or an ellipse. Suppose a set of ellipses E_i, $i \in \{1, 2, \ldots, n\} = I_n$, is given to be placed in Ω without overlaps. Each ellipse E_i is defined by its semi-axes a_i and b_i, whose values are fixed. With each ellipse E_i we associate its eigen coordinate system whose origin coincides with the center of the ellipse and the coordinate axes are aligned with the ellipse's axes. We also use a fixed coordinate system attached to the container Ω. The position of ellipse E_i in the fixed coordinates is specified by the coordinates (x_i, y_i) of its center and the rotation angle θ_i.

Ellipse optimal packing problem. Place the set of ellipses E_i, $i \in I_n$, within a container Ω of minimal area. The problem is NP-hard, and, as a result, solution methodologies generally employ heuristics, some researchers develop approaches based on mathematical modeling and general optimization procedures, e.g. [2-4]. Our way to tackle the packing problem for ellipses is to approximate the latter by circular arcs and then use the existing phi-functions described in [5,6] to describe containment and non-overlapping constraints. Each *phi*-function is radical-free nonsmooth function defined in terms of operations of maximum and minimum of smooth

functions. We construct mathematical model of ellipse optimal packing problem in the form of nonlinear programming problem with nonsmooth functions. We offer here two algorithms to search for a "good" local-optimal solution of the packing problem for approximated ellipses. The algorithms are based on constructing of the solution tree. To each terminal node of the tree there corresponds a system of inequalities with smooth functions. The algorithms give an approximate solution for packing true ellipses. The complexity of such a solution depends on the number of arcs used to approximate the ellipses, and it grows fast if one tries to increase the accuracy of the approximation. However a point of local minimum of our problem can be taken as a starting point to search for a local-optimal solution for the optimal packing problem of true ellipses. We compare our results with the best known benchmark instances, given in [4] and present a number of new challenge benchmark instances to demonstrate the high efficiency of our methodology.

References

1. **Wascher G.,** An improved typology of cutting and packing problems / G. Wascher, H. Hauner, H. Schumann // European Journal of Operational Research. –2007. – № 183 (3, 16). – P. 1109–1130.

2. **Vickers G. T.,** Nested Ellipses // Applied Probability Trust. – 2007. – №. 41(3). – P. 131–137.

3. **Xu W. X.,** An overlapping detection algorithm for random sequential packing of elliptical particles / W. X. Xu, H. S. Chen, Z. Lv // Physica. – 2011. – № 390. – P. 2452–2467.

4. **Kallrath J.,** Cutting Ellipses from Area-Minimizing Rectangles / J. Kallrath, S. Rebennack // Journal of Global Optimization. – 2013. – № 59 (2-3). – P. 405–437.

5. **Chernov N.,** Phi-Functions for 2D Objects Formed by Line Segments and Circular Arcs / N. Chernov, Y. Stoyan, T. Romanova, A. Pankratov // Advances in Operations Research. – 2012. – № 2012. – P 26.

6. **Chernov, N.,** Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem / N. Chernov, Y. Stoyan, T. Romanova // Computational Geometry: Theory and Applications. – 2010. – № 43 (5). – P. 535–553.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Тилик В.М, Бурлай О.І, Кузнєцов К.А, vitaliytyl@gmail.com
ДНУ ім. Олеся Гончара

Однією з ключових проблем логістики є задачі маршрутизації транспорту (VRP). Це – задачі комбінаторної оптимізації, в яких для парку транспортних засобів, розташованих в одному або декількох депо, повинен бути визначений набір маршрутів до декількох віддалених точок-споживачів. Автоматичні системи для планування маршрутів руху автотранспорту стають дійсно актуальними в умовах сучасної ринкової економіки, оскільки дають незаперечну перевагу.

Метою роботи було створення веб-сайту, що дозволяє швидко і у зручний спосіб вирішити задачу маршрутизації транспорту з часовими вікнами та обмеженнями (тривалість маршруту, місткість транспортних засобів, тощо), використовуючи введені користувачем дані та сервіси геокодування такі як Google Maps та Yandex Maps.

Після пошуку та аналізу готових програмних продуктів, що займаються вирішенням Vehicle Routing Problem with time windows, було виявлено їх недоліки та переваги. На основі цього аналізу були висунуті вимоги:

- Реєстрація та авторизація користувачів
- Введення та редагування даних про вантажівки, клієнтів та їх замовлення
- Налаштування параметрів мінімізації для роботи алгоритму
- Прокладання знайденого маршруту на картах, підрахунок його довжини, приблизного часу доставки товару кожному замовнику.

Було розроблено алгоритм, що вирішує поставлено задачу. Швидкість роботи алгоритму порівнювалася з існуючими бенчмарками Соломона.

В результаті виконання роботи було розроблено новий веб-сайт за допомогою найновітніших front-end та back-end технологій зі зручним інтерфейсом, що дозволяє вирішувати Vehicle routing problem with time windows**.**

Результати дослідження можуть бути застосовані для пошуку оптимального маршруту перевезень у часових вікнах.

Бібліографічні посилання

1. **Golden, Bruce L.; Raghavan, S.; Wasil, Edward A.** The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges, 2008.
2. **Jeffrey Richter** CLR via C# (4th Edition), 2012.
3. **Lenstra, J.K., Rinnooy Kan. A.H.G.** Complexity of vehicle routing and scheduling problems. In: Networks, 11, С. 221–227.
4. **Steven Sanderson, Adam Freeman**, Pro ASP.NET MVC 3 Framework, 2011.
5. **Смехов А.А.** Основы транспортной логистики. / А.А. Смехов. - М.: Транспорт, 1995.
6. **Трэй Неш** C# 2010. Ускоренный курс для профессионалов, 2010 год, видавництво Вільямс
7. **Эндрю Троэлсен** Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0, 2011, видавництво Вільямс.

КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ ЯК ВХІДНІ ДАНІ В ЗАДАЧАХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Тимофієва Н.К.
TymNad@gmail.com
МННЦІТ та С НАН та МОН України

Аргументом цільової функції в задачах комбінаторної оптимізації є комбінаторні конфігурації (перестановки, сполучення, розбиття множини на підмножини тощо). Але вони можуть бути і вхідними даними в деяких задачах обчислювального інтелекту. Наведемо загальну постановку задачі комбінаторної оптимізації [1]. Задачі цього класу, як правило, задаються однією або кількома множинами, наприклад A і B, елементи яких мають будь-яку природу. Назвемо ці множини *базовими*. Наявні два типи задач. В *першому* типі кожну з цих множин подамо у вигляді графа, вершинами якого є її елементи, а кожному ребру поставлено у відповідність число $c_{lt} \in R$, яке називають вагою ребра (R – множина дійсних чисел); $l \in \{1,...,n\}$, $t \in \{1,...,\tilde{n}\}$, n – кількість елементів множини A, $\tilde{n}$ – кількість елементів множини B. Покладемо, що $n = \tilde{n}$. Тобто, між елементами цих множин існують зв'язки, числове значення яких c_{lt} назвемо *вхідними* даними і задамо їх матрицями. В *другому* типі задач між елементами базових множин зв'язків не існує, а вхідними даними виступають числа $v_j \in R$, $j \in \{1,...,n\}$, яким у відповідність поставлено деякі властивості елементів із A або B. Задамо $v_j \in R$ скінченними послідовностями. Величини c_{lt} та $v_j \in R$ визначають значення змодельованої цільової функції.

Для обох типів задач із елементів однієї або кількох базових множин, наприклад $a_l \in A$, $l \in \{1,...,n\}$, утворюється комбінаторна множина W – сукупність комбінаторних конфігурацій певного типу. Під комбінаторною конфігурацією розуміємо будь-яку сукупність елементів, яка утворюється з усіх або з деяких елементів базової множини. На елементах w комбінаторної множини W уводиться цільова функція $F(w)$. Необхідно знайти елемент w^*

множини W, для якого $F(w)$ набуває оптимального значення при виконанні заданих обмежень.

Виділимо класи задач із класів задач обчислювального інтелекту (задачі розпізнавання), аргументом цільової функції в яких є комбінаторні конфігурації різних типів, а вхідними даними – сигнали різної природи (мовленнєві сигнали, електрокардіграми, електроенцефалограми). Ці сигнали утворюються з елементів заданої базової множини та являють собою комбінаторні конфігурації різних типів. Як правило це – розміщення з повтореннями. Наприклад, мовленнєвий сигнал під дією певних чинників утворюється різноманітними комбінаціями активних і пасивних органів творення мови [2]. Розпізнавання вхідних сигналів потребує уведення міри подібності, за якою обчислюється значення цільової функції. Тобто, для знаходження оптимального результату генерується додаткова інформація (числові значення міри подібності), яка в процесі розв’язання задачі використовується як вхідні дані, а оговорені задачі набувають властивостей динамічних.

Отже, в прикладних задачах, які зводяться до задач комбінаторної оптимізації, вхідними даними є числові значення зв’язків між елементами заданих базових множин або числові значення властивостей цих елементів. В задачах розпізнавання вхідними даними виступають комбінаторні конфігурації, якими моделюються сигнали різної природи, а також числові значення уведених мір подібностей. Останні задаються матрицями або скінченними послідовностями і зводяться до задач першого або другого типу.

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.
2. **Тимофієва Н.К.** Комбінаторні, біологічні, мовленнєві та інформаційні простори // Вісн. Київськ. національного ун-ту ім. Тараса Шевченка. Сер. Кібернетика. – К.: Київськ. національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2010. – № 10. – С. 31 –34.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ ОКОЛО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА

Тонкошкур И.С., Харченко К.Ю., tonkoshkuris@mail.ru
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

В работе рассмотрена задача о стационарном течении неньютоновской жидкости около диска, вращающегося вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью Ω. Вводится цилиндрическая система координат (r, φ, z), связанная с поверхностью диска: координата z направлена вдоль оси тела, r и φ – полярний радиус и полярний угол в плоскости, перпендикулярной к оси Oz. Уравнения импульса и неразрывности, описывающие течение вязкой жидкости, в приближении пограничного слоя имеют вид

$$\frac{\partial v_r}{\partial r}+\frac{v_r}{r}+\frac{\partial v_z}{\partial z}=0,\quad v_r\frac{\partial v_r}{\partial r}+v_z\frac{\partial v_z}{\partial z}-\frac{v_\varphi^2}{r}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{zr}}{\partial z},$$

$$v_r\frac{\partial v_\varphi}{\partial r}+v_z\frac{\partial v_\varphi}{\partial z}+\frac{v_r v_\varphi}{r}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_{z\varphi}}{\partial z},\qquad \frac{\partial p}{\partial z}=0.$$

Здесь v_r, v_φ, v_z – компоненты вектора скорости жидкости в направлении осей координат, p – давление, ρ – плотность жидкости, $\tau_{zr}, \tau_{z\varphi}$ – компоненты тензора вязких напряжений.

Краевые условия

$$v_r=0,\ v_\varphi=\Omega r,\ v_z=0 \qquad \text{при } z=0,$$
$$v_r\to 0,\ v_\varphi\to 0 \qquad \text{при } z\to\infty.$$

Для замыкания системы уравнений применялись ньютоновская, нелинейно-вязкая и вязкопластическая реологические модели жидкости [1].

Система дифференциальных уравнений в частных производных с помощью автомодельных переменных сводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение одномерной краевой задачи находилось численно, с использованием системы Maple. Проведены расчеты течений жидкости около вращающегося диска при различных значениях физических параметров.

1. **Шульман З.П.** Конвективный тепломассоперенос реологически сложных жидкостей – М.: Энергия, 1975. – 352 с.

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ «РОЗКЛАД ФПМ»

Троценко Є. І., Земляна С.В.
jeka.trocenko@gmail.com , szemlyanaya@mail.ru
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

У сучасному світі IT-технологій є безліч інструментів і засобів для розробки веб-додатків. Освоєння цих технологій забезпечує одержання необхідних на сучасному IT-ринку знань і вмінь.

У той же час завжди хочеться, щоб отримані знання приносили свої плоди, а проекти, при розробці яких ці знання приходять, мали прикладне застосування й цінність, несли користь іншим людям.

Було поставлено задачу щодо розробки проекту «Розклад ФПМ». Основі функції, які має містити веб-додаток, є забезпечення можливості додавання і редагування всього контенту, пов'язаного з функціонуванням розкладу факультету, а також перегляд у зручному вигляді розкладу для кінцевих користувачів – як студентів, так і викладачів.

Основний функціонал, який повинен містити веб-сайт «Розклад ФПМ» можна розбити на дві частини – Панель адміністрування та Інтерфейс користувача.

Панель адміністрування призначена для додавання і редагування всього інформаційного наповнення веб-додатку. Зокрема тут мають бути присутні такі можливості:

1. Можливість додавання, редагування та видалення наступної інформації:
   a. кафедри
   b. викладачі
   c. аудиторії
   d. студентські групи
   e. навчальні дисципліни.
2. Завантаження для кожної студентскьої групи навчального плану з xls-файлу, його аналіз і збереження. Зокрема, на основі навчального плану повинні бути отримані відомості щодо переліку всіх дисциплін, кількість годин на тиждень по кожній дисципліні, наявність розбиття студентських груп на підгрупи для деяких предметів (найчастіше для лабораторних занять).
3. Можливість призначити викладача для проведення конкретної дисципліни в конкретній групі/підгрупі.

4. Можливість створення розкладу для кожної групи, шляхом прив'язування дисциплін (із вже призначеними викладачами) до конкретного дня і номера ленти.
5. Можливість перегляду зведеної інформації по вже наявному сформованому розкладу, щодо зайнятості аудиторій та викладачів, з метою оптимальної організації навчального процесу і навантаження.
6. Наявність попереджувальних повідомлень в разі допущення помилок при створенні розкладу, наприклад у випадку, коли викладач у певний день на певній ленті вже зайнятий.

Крім того, на формах введення та редагування контенту має працювати валідація даних з метою недопущення введення порожніх або некоректних даних користувачем.

Також в Панелі адміністрування мають міститись додаткові функції щодо експорту деякого контенту у вигляді xls-файлів.

Інтерфейс користувача повинен містити наступний функціонал:

- Перегляд розкладу для студента.
- Перегляд розкладу для викладача.
- Перегляд зайнятості аудиторій.

Для розробки веб-додатку було використано багато сучасних технологій, зокрема в якості мови програмування було обрано Java 8, основний каркас додатку створений на основі Spring Core та Spring MVC, для роботи з базою даних застосовано Spring Data, JPA та Hibernate.

Було надано перевагу гнучкій методолгії розробки програмного забезпечення Agile протягом роботи над проектом.

Таким чином, було проведено ознайомлення й аналіз сучасних засобів, інструментів і технологій розробки програмного забезпечення, які використовуються при написанні веб-додатків у реальних умовах.

Була розроблена архітектура бази даних та додатка з урахуванням підходу застосування найпоширеніших патернів-проектування.

Після проведення проектування було розроблено веб-додаток, що відповідає поставленій меті і містить заплановану функціональність в повному обсязі.

Веб-інтерфейс є зручним, простим у використанні та стійким до введення некоректних даних.

ЗАСТОСУВАННЯ СІТКОВИХ МОДЕЛЕЙ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО РОЗКРОЮ

Турчина В.А., Галічева В.С.
vikagalicheva@mail.ru
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Задачу розкрою [1] можна представити як задачу в сітковій постановці, якщо застосувати до неї деякі обмежуючі умови. Розглянемо постановку задачі лінійного розкрою з урахуванням таких умов.

Маємо матеріал довжиною L і декілька видів заготовок. Необхідно визначити такий розкрій одиниці матеріалу, щоб отримати заготовку кожного виду не більше, ніж в одному екземплярі, і залишок матеріалу при цьому був мінімальним.

Математична модель такої задачі може бути записана в наступному вигляді:

$i = \overline{1,N}$ – номер виду заготовки, яку маємо відрізати від матеріалу; $j = \overline{1,M}$ –номер способу розкрою матеріалу; L –довжина матеріалу; $x_{ij} = 1$ – якщо заготовка i –го виду відрізається від матеріалу при j –му способі розкрою матеріалу; l_i – довжина i –ї заготовки.

Тоді цільова функція:

$$L - \sum_{i=1}^{N} l_i x_{ij} \to \min_{j=\overline{1,M}} \quad ,$$

з обмеженнями:

$$\sum_{i=1}^{N} l_i x_{ij} \le L; \;\; j = \overline{1,M},$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} \le N; \;\; j = \overline{1,M},$$

$$x_{ij} \ge 0, \qquad i = \overline{1,N}, j = \overline{1,M}.$$

Тоді таку задачу можна звести до задачі в мережевій постановці. (s,t) –мережа матиме наступний вигляд:

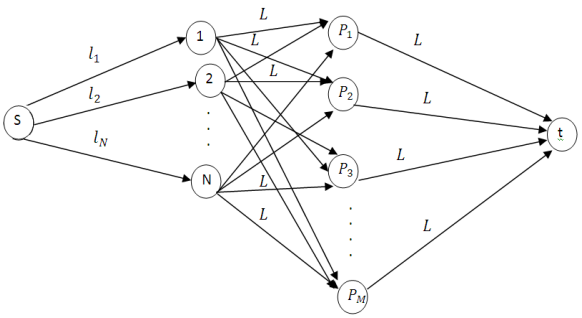


Рис.1 Загальний вигляд мережі

s −джерело, одна вершина, що знаходиться на першому рівні; l_i − пропускна здатність дуги (s,i), означає довжину i −ї заготовки, $i=\overline{1,N}$; i − позначає вершину мережі на другому рівні, відповідає виду заготовки під номером i, причому заготовки слід упорядкувати за номерами в порядку зростання їх довжин, тобто $l_1 \le l_2 \le l_3 \le \cdots \le l_N$, $i=\overline{1,N}$. На третьому рівні знаходяться вершини $P_j, i=\overline{1,M}$, що відповідають i −му способу розкрою матеріалу. Пропускна здатність дуг (i,P_j) дорівнює $L-$ довжині матеріалу, $i=\overline{1,N}, j=\overline{1,M}$. І, нарешті, на останньому рівні знаходиться одна вершина – сток t. Пропускна здатність дуг $(P_j,t), j=\overline{1,M}$ також дорівнює загальній довжині матеріалу.

Для такої мережі застосовуємо алгоритм Форда-Фалкерсона [2], тільки для розставлення міток беремо вершини в даній мережі по черзі від першої до N −ої, поки можемо ставити мітки. В результаті отримаємо такий розкрій матеріалу, що кожну потрібну заготовку матимемо в одному екземплярі, а залишок від заданого матеріалу буде мінімальним.

Для задач малої розмірності такий підхід дозволяє отримати наглядний розв’язок задачі. Він може бути узагальнений і на випадок інших обмежень на заготовки.

Бібліографічні посилання

1. **Канторович Л.В.** Расчет рационального раскроя материалов / Л.В. Канторович, В.А. Заллгаллер – Л.: Лениздат, 1951. – 197 с.
2. **Кормен Томас Х.** Алгоритмы: построение и анализ / Томас Х. Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн – 2-е изд. – М.: «Вильямс», 2006. – 1290 с.

ЗВЕДЕННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ХАОТИЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ДО ЗАДАЧІ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

Турчина В.А., Громов В.О., Міняйло А.Ю.
tioma@outlook.com
Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Постановка задачі. Розглядається послідовність спостережень хаотичного часового ряду $y_t, y_{t-1},...,y_{t-s}$. Необхідно побудувати прогнозні значення для подальших спостережень даного часового ряду $\hat{y}_{t+1}, \hat{y}_{t+2},...,\hat{y}_{t+K}$, таким чином щоб спостережувані значення не ухилялися від прогнозних більше ніж на задану величину: $\left|\hat{y}_{t+i} - y_{t+i}\right| < \varepsilon, \overline{i = 1,K}$.

Припускатимемо, що перехідні процеси спостережуваної динамічної системи завершені, і система рухається в околі деякого дивного аттрактора, що власне і визначає хаотичність динаміки системи. Також будемо вважати, що спостережуваний часовий ряд задовольняє умовам теореми Такенса, тобто ряд відображає внутрішню динаміку системи, яка визначається структурою дивного аттрактора.

Запропонований алгоритм прогнозування складається з двох частин: перша - аналіз часового ряду з метою кластеризації послідовностей спостережень часового ряду і виділення характерних послідовностей, друга - власне прогнозування динаміки часового ряду на основі виділених послідовностей.

Відзначимо, що істотно важливим параметром даного алгоритму є максимально допустима кількість кластерів M. Збільшення даного числа до деякої межі (рівного теоретично можливому числу для регулярних рядів) призводить до покращення роботи алгоритму, але, природно, уповільнює швидкість його роботи. При цьому алгоритм дозволяє здійснювати прогноз на значне число кроків вперед, при збереженні прийнятної точності прогнозу.

РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСА РОЗПОДІЛУ ВЕРШИН У ДЕРЕВІ ПО РІВНЯМ

Турчина В.А., Пасинков М.П. dwemer88@gmail.com

ДНУ імені Олеся Гончара

Розглянемо задачу по заданому графу *G* і значенню параметра *h* (ширини упорядкування) побудувати паралельне упорядкування мінімальної довжини. Таке упорядкування назвемо оптимальним. Цю задачу позначимо, як *S*(*G*,*h*,*l*). Щільним назвемо упорядкування, у якому

$$|S[i]|=h,\ i= 1,(l-1)\ ,$$

де *l* – довжина упорядкування[1].

В задачах паралельного упорядкування графу розповсюджений спеціальний випадок, коли граф, що розглядається є деревом з довільною, але відомою максимальною кількістю нащадків. Для такого випадку існує точний алгоритм для пошуку оптимального розв’язку згаданої задачі.

Алгоритм передбачає присвоєння вершинам міток, що відповідають глибині їхнього розташування у дереві. Множина вершин з однаковим значенням мітки умовно називається рівнем.

Кількість вершин в графі може сягати мільйонів та більше одиниць. В таких випадках звичайний пошук в глибину (за допомогою якого в класичному випадку розставляються мітки) займає тривалий час, а при реалізації з використанням рекурсії може вивести виконнання за межі стеку викликів.

В таких умовах постає питання паралелізації процесу розстановки міток у дереві. Одним із підходів, що може бути застосованим у даному випадку є метод Ейлерова циклу.

Ідея полягає в тому, щоб кожну дугу дерева замінити двома орієнтованими дугами із взаємно протилежним напрямком. Очевидно, що за таких умов В графі буде існувати ейлерів цикл (шлях у графі, що проходить через усі дуги рівно по одному разу).

Розглянемо випадок бінарного дерева. Кожній із вершин поставимо у відповідність три процесори A, B та C.

Процесор A вказує на процесор A лівого нащадка (якщо він наявний) або на процесор B цієї вершини.

Процесор B вказує на процесор A правого нащадка (якщо він присутній) або на процесор C поточної вершини.

Процесор C вказує на батьківський процесор B, у випадку якщо це лівий нащадок, або на батьківський процесор C (у випадку правого нащадка).

Нехай у кожному процесорі A міститься число 1, у кожному прцесорі B міститься 0, а в кожному процесорі C число -1. Провівши паралельну сумацію префіксів отримаємо у кожному процесорі C номер рівня вершини. У процесорах A і B значення на 1 більше[2].

Алгоритм може бути узагальнено на випадок довільного дерева.

Бібліографічні посилання

1. Бурдюк В.Я., Турчина В.А. Алгоритмы параллельного упорядочения: Учебное пособие. — Днепропетровск: ДГУ. 1985. — 84с.
2. Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Ривест, Р. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — 1-е. — М.: МЦНМО, 2000. — 960 с.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ

Ус. С.А., Станина О.Д., us-svetlana@yandex.ru, stanina@i.ua, *Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»*

Одним из актуальных направлений исследования являются задачи оптимального разбиения множеств (ОРМ), общая содержательная постановка которых может быть сформулирована таким образом [1]: необходимо разместить N предприятий в заданной области Ω и разбить ее на зоны их обслуживания таким образом, чтобы суммарная стоимость доставки продукции была минимальна. Однако, на практике, в частности при размещении многоэтапного производства [2, 3] возникает необходимость учета также стоимости перевозки до определенных фиксированных объектов, например, складов или ж/д станций. Таким образом, получаем задачу ОРМ с дополнительными связями, математическая формулировка которой может быть записана следующим образом:

Минимизировать

$$F\left(\Omega_1,\ldots,\Omega_N,\tau_1^I,\ldots,\tau_N^I,v_{11},\ldots v_{NM}\right)=\alpha_1\sum_{i=1}^{N}\int_{\Omega_i}c_i\left(x,\tau_i^I\right)\rho(x)\,dx+\alpha_2\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}c_{ij}^I\left(\tau_i^I,\tau_j^{II}\right)v_{ij}$$ п

ри ограничениях

$$\mathrm{mes}\left(\Omega_i\cap\Omega_j\right)=0,\ i\neq j,\quad i,j=1,2,\ldots N,$$

$$\bigcup_{i=1}^{N}\Omega_i=\Omega,$$

$$\sum_{i=1}^{N}v_{ij}=b_j^{II},\ j=1,2.\ldots M,$$

$$v_{ij}\geq 0,\quad j=1,2.\ldots M,\quad i=1,2,\ldots N,$$

$$\tau^I=\left(\tau_1^I,\tau_2^I\ldots\tau_N^I\right),\ \tau^I\in\Omega^N,$$

где $\tau^I=\left(\tau_1^I,\tau_2^I\ldots\tau_N^I\right)$, $\tau^I\in\Omega^N$ – координаты предприятий I этапа; $\tau^{II}=\left(\tau_1^{II},\tau_2^{II}\ldots\tau_M^{II}\right)$ – известные координаты предприятий II этапа; $c_i\left(x,\tau_i^I\right)$, –

стоимость доставки единицы сырья от точки x к предприятию τ_i^I; $\rho(x)$ – запасы сырья в точке x; $c_{ij}^I\left(\tau_i^I, \tau_j^{II}\right)$ – стоимость доставки единицы продукции от предприятия τ_i^I к предприятию τ_j^{II}; v_{ij} – объем доставляемой продукции от предприятия τ_i^I к предприятию τ_j^{II}; b_j^{II} – потребность предприятия II этапа; α_1, α_2 – нормирующие коэффициенты.

Особенностью данной модели является комбинирование моделей дискретной и непрерывной оптимизации. Для решения полученной задачи предлагается использовать модифицированный метод ОРМ [1].

Библиографические ссылки

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

2. **Ус С.А.**, О математических моделях многоэтапных задач размещения предприятий / Ус С.А., Станина О.Д. // Питання прикладної математики і математичного моделювання: зб.наук.пр./ редкол. О.М. Кіселева (відп.ред.) та ін. – Д.: Вид-во «Ліра», 2014 – 258-267.

3. **Ус С.А**., Алгоритм решения двухэтапной задачи размещения производства с предпочтениям / Ус С.А., Станина О.Д. // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць – Випуск 2 (91). , с.116–124.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ

Фирсов А.Д., phirsof@mail.ru, *АТСУ*

Системы электронного документооборота на сегодняшний момент стали неотъемлемой частью современных управленческих структур[1,2]. Одним из преимуществ таких систем является формализация процедур обмена данными и введение единых правил обработки документов. Что позволяет получить отдачу в виде ускорения обработки, многоадресной доставки, трекинга и мониторинга конкретных документов. С другой стороны, сами по себе документы, приведённые к стандартному виду, становятся актуальным источником данных, позволяя накапливать статистику, а в отдельных случаях и вести учёт. К примеру, система электронного таможенного декларирования товаров в автоматическом режиме, кроме накопления данных и начисления платежей, ведёт сверку декларируемой стоимости с подобными товарами и учитывает историю конкретного декларанта.

Использование шаблонов документов позволяет перейти на следующий уровень функционирования системы, а именно перейти от работы с данными внутри документа к работе с данными в контексте документа.

Под шаблоном документа будем понимать не форматирование, а формализованное требование на обслуживание с набором параметров. При таком подходе подразделение рассматривается не как источник документов, а как источник требований или запросов на обслуживание. Естественно, что число возможных запросов принимается конечным, при этом новый по смыслу запрос добавляется к существующим (стандартным).

Под контекстом документа будем понимать все документы с аналогичным требованием (отличающиеся параметрами) и связанные документы. Идеальный случай – проверка всех связанных документов с полной глубиной вложенности, то есть фактически всех требований за весь период работы системы управления. Потенциальное ограничение в виде вычислительных возможностей решается путём использования накопленных

знаний о связях и результатах предыдущих анализов и ограничения на глубину поиска в зависимости от важности требования.

Таким образом, вся система переходит на новый уровень представления и обработки данных – к анализу знаний в режиме их постоянного накопления, при этом функции накопления данных сохраняются, а сами данные подвергаются анализу методами поиска внутренней связности.

Такой способ работы позволяет дополнить стандартную систему документооборота элементами искусственного интеллекта[3]. Каждое требование может быть оценено на адекватность, своевременность, безопасность и т.д., кроме этого может быть оценена и реакция управленцев на требование по тем же критериям. Кроме того, появляется возможность отследить цепочки подобных требований и опять же оценить адекватность как требования так и реакции на него, причём реакции также вносятся в базу знаний. Что в целом позволяет использовать систему электронного документооборота на предприятии как систему накопления знаний о сути управленческих процессов и одновременно систему аудита требований.

Библиографические ссылки

1. Асеев Г.Г. Электронный документооборот / Уч. –К.:Кондор, 2007. –500с.
2. Рейнгольд Л. Обзор систем электронного документооборота // iXBT.com [Электронный ресурс]. Режим доступа: ixbt.com/soft/sed.shtml
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный поход / Пер. и ред. К.Птицын. -2-е издание. –М.:Вильямс, 2006. –1408с.

ДОКУМЕНТООБОРОТ ПРИ ВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА

Хорольский О.А, Филоненко Н.Ю.
no_mad@i.ua, natph@mail.ru
ГУ «Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины»
кафедра медико-биологической физики и информатики

Одним из важнейших вопросов для ВУЗов является документооборот. С учетом современных технологий возможно ведение и регистрация документом в электронном виде. Для моделирования электронного документооборота необходимо выделить основные субъекты этого процесса и связь между ними. В частности, для ведения электронного журнала следует выделить следующие отдельные субъекты: учебная часть, деканат, кафедра.

Учебная часть выполняет следующие функции в этом процессе: указывает перечень и количество дисциплин для групп, научно обоснованное планирование, организация и контроль учебного процесса; внедрение принципов всеобщего управления качеством в деятельность всех подразделений вуза; внедрение в учебный процесс современных технологий, технических средств обучения и контроля знаний студентов, повышение квалификации преподавателей; планирование и совершенствование форм и методов самостоятельной работы студентов.

Деканат: формирует студенческие группы, осуществляет контроль над учебным процессом и контролирует выполнение студентами учебных планов и программ; контролирует посещение студентами учебных занятий.

Функции кафедры в этом процессе: проведение учебных занятий, предусмотренных учебными планами; разработка и представление учебных планов и программ по дисциплинам кафедры; ведение учета учебной, научной, методической и другой работы профессорско-преподавательского состава кафедры.

На основании выше изложенных функций субъектов была построена блок-схема и получена модель документооборота в высшем учебном заведении.

СПЛАЙН-МЕТОД ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ

Худа Ж.В., Тонконог Є.А.

Дніпродзержинський державний технічний університет

Побудовано сплайн-колокаційний метод розв'язання крайової задачі для диференціального рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами. Розроблена схема, яка базується на використанні майже інтерполяційних L-сплайнів порядку три, дозволяє підвищити точність наближеного розв'язку в порівнянні з розв'язками знайденими існуючими методами.

В дослідженні розглянуто питання відшукання наближеного розв'язку крайової задачі виду

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x); \tag{1}$$

$$y'(a) = y'_a\,,\ y'(b) = y'_b\ , \tag{2}$$

де $p(x), q(x), f(x)$ - двічі неперервно диференційовані функції.

Пропонується шукати наближений розв'язок задачі (1) - (2) за допомогою колокаційної схеми, а в якості наближеного рішення можна використовувати сплайни виду

$$S_3(y,x) = \sum_{i=-1}^{N+1} C_i B_{3,i}(x - ih) \qquad (i = 0,1,\ldots,N), \tag{3}$$

які, в свою чергу, на кожному відрізку $[x_i\,, x_{i+1}]$ є розв'язками рівнянь виду

$$S_3{}^{(4)} + P_i S_3{}^{(3)} + Q_i S_3'' = 0, \qquad (i = 0,1,\ldots,N). \tag{4}$$

В якості коефіцієнтів $P_i; Q_i$ можуть бути обрані значення функцій $p(x)\,, q(x)$ в точках рівномірного розбиття $\Delta_{N[a,b]}$ відрізка $[a,b]$ на частини, $\Delta_{N[a,b]} = \{x_i | x_i = a + ih, h > 0, i = 0,1,\ldots,N\}$, а $B_{3,i}(x)-$ базисні функції з мінімальним носієм $[x_{i-2}\,, x_{i+2}]$, які також задовольняють рівнянню (4) і нормовані умовою: $B_{3,i}(x_{i+1}) + B_{3,i}(x_i) + B_{3,i}(x_{i-1}) = 1.$ Сплайни (3) є узагальненими L-сплайнами порядку три. Узагальнені базисні функції $B_{3,i}(x)$ побудовані та наведені в роботах [1] – [2].

Наближений розв'язок задачі (1) – (2) будуємо у вигляді сплайну (3), де параметри сплайну вибираються на підставі умов

$$\begin{cases} S'(a) = y'_a, \\ S'(b) = y'_b, \\ S''_i + p_i S'_i + q_i S_i = f_i, \end{cases} \qquad (i = \overline{0, N}) \tag{5}$$

де $p_i = p(x_i), q_i = q(x_i), f_i = f(x_i)$ $(i = \overline{-1, N+1})$ на кожному інтервалі $[x_{i-1}, x_i]$; $S_i = S(x_i)$.

Доведено, що порядок точності такої схеми складає $O(h^4)$ в довільній точці розбиття для сплайнів виду (3).

Теорема. Нехай $q(x)$, $f(x) \in L^4_{\infty\,[a,\,b]}$, $p(x) \in L^5_{\infty\,[a,\,b]}$, $q(x) < 0$ для $x \in [a,b]$ і h таке, що для $x \in [x_{i-1}, x_i]$ виконуються умови

$$\frac{1}{h^2} - \frac{p_i}{2h} - \frac{{p_i}^2}{6} + \frac{q_i}{12} + \frac{h}{24}\left(q'_i - p_i q_i - p'_i p_i\right) > 0, \tag{6}$$

$$q_i - h^2\left(\frac{(p'_i)^2}{12} - \frac{p'_i q_i}{24} + \frac{{p_i}^4}{192} + \frac{q''_i}{24} - \frac{p''_i p_i}{24} - \frac{{p^2}_i q_i}{96}\right) < 0,$$

якщо $y_*(x) \in L^6_{\infty\,[a,b]}$ - точний розв'язок задачи (1) – (2), а $S_3(x)$ – сплайн вигляду (3), який задовольняє умовам (4) і системі (5) , тоді при $h \to 0$ виконується нерівність

$$\| y_* - S_3 \|_{C_{[a,b]}} \le Bh^4 , \tag{7}$$

$$B = \max_{1 \le i \le N} \left| \frac{1}{24}\left(y''_i + p_i y'_i + (q_i + p'_i) y_i\right) + \frac{1}{36}\left(y_i{}^{(4)} + p_i y_i{}^{(3)} + q_i y_i{}''\right) \right| .$$

1.**Худая Ж.В.** Об одном свойстве L–сплайнов с переменными коэффициентами. / Худая Ж.В. // Питання прикладної математики та математичного моделювання. –Д.: ДНУ.–2006.–С.250-260.

2**. Худая Ж.В.** Об асимптотике приближения функции L –сплайнами в зависимости от положения точки. / Худая Ж.В. // Питання прикладної математики та математичного моделювання.–Д.: ДНУ.–2007.–С .317-327.

МЕТОДЫ ПОИСКА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КОНЦЕПТАМИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОНТОЛОГИЙ

Чижевский А.В., chij7@mail.ru, **Брилевская О.В.**
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Важной задачей автоматического построения онтологических моделей в информационных системах является формирование связных концептов. Методы нахождения концептов при автоматическом синтезе онтологий и нахождения шаблонных связей между ними (типа «часть-целое» и «является») рассматриваются, в частности, в работах [1 – 3]. В работе [4] предлагаются методы нахождения концептов и связей типа «отношение», используемых для семантического машинного анализа текстов. Однако применение этих методов в составе модуля автоматического синтеза онтологий не всегда позволяет сформировать множества онтологических концептов и связей между ними, однозначно соответствующих множествам, составленным экспертом предметной области. В частности:

– не всегда удается правильно найти связи между концептами;

– не всегда удается выделить концепты, имеющие связь с наибольшим количеством других концептов;

– найденные связи между концептами будущей онтологии не всегда актуальны для конкретной предметной области. При этом не только повышается используемый объем памяти и увеличивается время на создание онтологии и обработку запросов к ней, но и избыточным становится объем онтологии, что снижает оперативность дальнейшего ее применения.

Такие проблемы возникают, как правило, из-за того, что при связывании концептов в онтологии сначала автономно выделяются слова-связи, а уже потом к ним подбираются концепты.

Выделим три основных подхода для решения задачи установления связей между концептами проектируемой онтологии:

– поиск слова-претендента для использования в качестве связи в онтологии и последующий подбор концептов, для которых эта связь актуальна (метод 1);

– составление для какого-либо концепта списка вероятных слов-претендентов для использования в качестве связи для этого концепта и последующий подбор концепта для установления связи (метод 2);

– нахождение в онтологии двух концептов, которые необходимо связать, и последующий подбор связи для данных концептов (метод 3).

Достоинства первого подхода (метод 1) [ ].:

– поиск в тексте слов-связей и концептов осуществляется отдельно. Это означает, что концепт и связь не обязательно должны составлять в тексте словосочетание, для поиска данной связки в тексте программы автоматического синтеза онтологии;

– возможность варьировать количество учитываемых связок «концепт-связь-концепт» с помощью настраиваемых коэффициентов (уменьшать в случае

нахождения большого количества ненужной информации и увеличивать в случае недостаточного количества связей в онтологии).

Недостатки данного подхода:

– в общем множестве найденных связей между концептами присутствуют несущественные или несуществующие связи;

– некоторые важные концепты предметной области не имеют связей из сформированного множества с какими другими концептами проектируемой онтологии (это связано с тем, что изначально концепты подбираются под уже найденные слова-связи, и некоторые из концептов могут не попадать в контекстное множество данной связи).

Устранению отмеченных недостатков способствует комбинированное применение второго и третьего подходов (метод 2 и метод 3).

Для сравнительного анализа рассмотренных методов автоматического формирования связных концептов онтологической модели было проведено их тестирование (на корпусе текстов по компьютерной инженерии) и последующее сравнение полученных результатов с результатами создания онтологии экспертом предметной области на основе представленных текстов.

Оценка эффективности проводилась по двум параметрам: R – точность поиска связей (отношение правильно найденных связей к общему количеству найденных связей); P – полнота поиска связей (отношение правильно найденных связей к общему количеству связей, выявленных экспертом). Результаты сравнительного анализа методов представлены в таблице.

Таблица – Оценка эффективности методов поиска связей между концептами

Оценки\методы	Метод 1	Метод 1	Метод 1
R	57%	78%	77%
P	65%	82%	85%

Тестирование показало, что более эффективными являются методы автоматического формирования связных концептов проектируемой онтологии, основанные на втором и третьем подходах.

Литература:

1. Чалая, Л. Э. Метод автоматического построения онтологии с древовидной структурой концептов. [Текст] /Л.Э. Чалая, А.В. Чижевский, Ю.Ю. Шевякова // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» ИСТ-2012. – Морское: 2012. – С.75.

2. Чалая, Л. Э. Меры важности концептов в семантической сети онтологической базы знаний. [Текст] /Л.Э. Чалая, Ю. Ю. Шевякова, А. Ю. Шафроненко // Матеріали другої міжнар. наук.-техн. конф. «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління». – Киев : КДАВТ, 2011. – С. 51.

3. Зябрев И.Н. Использование спектральных характеристик лексем для улучшения поисковых алгоритмов [Текст] / И.Н.Зябрев, О.В.Пожарков, И.Н.Пожаркова //Труды РОМИП 2010. Казань: Казанский ун-т. С. 40-48.

4. Чалая, Л.Э., Формирование множества связных концептов для автоматического синтеза онтологий [Текст] / Л.Э. Чалая, А.В. Чижевский// International Journal “Information Theories and Applications”. – Vol. 21, Number 3. – 2014. – P. 203 – 212.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ WEB MINING ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Шапар Г.О., Грибовський О.В., Холодняк О.О., Пономарьов М.Ю.
annshapar@yandex.ua, chapk@ukr.net, sanyaw2@yandex.ru,
ponomarov-maxim@mail.ru
Херсонський національний технічний університет

Соціальна мережа являє собою структуру яка складається з вузлів, які представляє собою різні соціальні об'єкти (спільноти, людей, країни, громадські організації та ін.), а також зв'язки між ними, які символізують соціальні відносини [1]. Формально соціальну мережу можна представити у вигляді орієнтованого графа, що складається з об'єктів і зв'язків між ними:

$$G(S, R)$$

де S - множина вершин, відповідних суб'єктам (агентам) мережі, *R*- ребера, які відповідають взаємодіям суб'єктів мережі.

В інтернет-просторі під соціальною мережею розуміється інтерактивний багатокористувацький веб-сайт, заснований на концепції Web 2.0, який служить для створення і підтримки особистих та професійних зв'язків між людьми. Істотним в цих визначеннях є велика кількість агентів, взаємодія яких в мережі збільшує її цінність [2]. Технології Web 2.0, являють собою методику, проектування систем, які за допомогою обліку мережевих взаємодій стають тим краще, чим більше людей ними користуються. Особливістю Web 2.0 є принцип залучення багатьох користувачів до наповнення і багаторазової вивірки змісту сайту. Дана технологія використовує нові способи об'єднання людей в соціальних мережах для співробітництва в різних інтернет-спільнот. У даній ситуації, аналіз соціальних мереж має справу з взаємодією між людьми по розглядаючи їх як вузлів мережі (графа), тоді як їх відносини перетворені в мережеві дуги. Вивчення таких структур лежить на перетині різних областях досліджень: соціології, теорії графів та аналізу даних.

В даному доповіді розглянуті питання, пов'язані з аналізом соціальних мереж з використанням методів Web Mining. Методи і концепції web mining соціальних мереж розглянуті разом з точки зору про те, як використовувати методи web

mining для аналізу соціальних мереж. У доповіді докладно розглянуто процес аналізу соціальної мережі, з використанням технологій web mining. В цілому загально процес використання методів Web Mining для аналізу соціальних мереж наведено на рисунку 1.

Рис. 1. Узагальнена схема процесу аналізу соціальної мережі

В якості підходу до соціальних досліджень, аналіз соціальних мереж відображає чотири функції (властивості): структурну інтуїцію, системні відносини даних, графічних зображень і математичні або обчислювальні моделі.У доповіді описані підходи застосовуваних методів web mining для аналізу соціальних мереж, а також наведено аналіз відповідних літературних джерел присвячені застосуванню методів web mining для аналізу мереж.

Однак є кілька проблем в цій галузі дослідження, яка буде подолана. Наприклад, обсяг вибірки даних є великою проблемою, у використанні методів web mining для аналізу соціальної мережі. В аналізі соціальних мереж важким завданням є вибір відповідного представника зразків реальних соціальних мереж. Іншою проблемою включають спільноти відкриття в соціальні мережі, знаходження зразків в соціальних мережах і аналіз перекриваються спільнот.

1.**Ting, I. H.** “Web Mining Techniques for Online Social Networks Analysis” In Proceedings of International Conference on Service Systems and Service Management, Melbourne, June 30-July 2, 2008, pp 1-5.

2**. Goth, G.** “Are Social Networking Sites Growing Up?” IEEE Distributed Systems Online, Vol. 9, No. 2, February 2008.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВОГНЕТРИВІВ

Шебанова Н.В., Наумов О.С., htvm@mail.ru,
Національна металургійна академія України

Перспективність застосування динасових легковагів обумовлена їх експлуатаційними теплоізоляційними властивостями, які забезпечуються за рахунок розвиненої пористої структури, що формується в процесі високотемпературного випалу виробів і обумовлює низькі значення уявної щільності і теплопровідності.

Метою даної роботи є розробка складів та технологічних параметрів одержання легковагого динасу з використанням пилоподібних відходів металургійних виробництв та добавок поліфункціональної дії в складі кремнеземистих мас.

У відповідності з поставленою метою у роботі передбачалося вирішити наступні задачі: підібрати раціональний речовинний склад кремнеземистих мас; визначити фізико-хімічні властивості зразків; оптимізувати технологічні параметри виготовлення динасових вогнетривів.

В якості сировинних матеріалів при проведенні досліджень використовувалися: кварцит кристалічний Овручевського родовища; коксовий дріб’язок ПАТ «Авдіївський коксохімічний завод»; вапно будівельне, а також пластифікуюча добавка «Реламікс» та мікрокремнезем (МК) – шламові відходи виробництва феросплавів (м. Стаханів) марки «ШОФП».

Дослідження впливу добавок у кремнеземистих масах на показники властивостей динасових легковагів проводили за допомогою повного факторного експерименту (ПФЕ 2^3). В якості факторів обрано: вміст мікрокремнезему – X_1 (3 – 7 мас.%); вміст пластифікуючої речовини – X_2 (0,15 – 0,85 мас.%); вміст вигоряючої добавки – X_3 (25 – 35 мас.%). За параметр оптимізації Y прийнято відкриту пористість. Статистичну обробку результатів експериментів і побудову діаграм «склад – властивість» виконували на ЕОМ за допомогою розробленого пакету прикладних програм.

На підставі проведеного експерименту було побудовано матрицю планування експерименту та отримано математичну модель першого порядку, яка пов'язує відкриту пористість зразків з кількістю залучених добавок в кремнеземисту масу:

$$Y = 50{,}33+0{,}494\ X_1–0{,}294\ X_2–0{,}619\ X_3–0{,}756\ X_1X_2+0{,}26\ X_2X_3+0{,}444\ X_1X_2X_3.$$

Отримана математична модель дозволяє оцінити ступінь як самостійного, так і спільного впливу факторів процесу виготовлення вогнетривів. За допомогою отриманого рівняння регресії було визначено, що для підвищення відкритої пористості динасових виробів необхідно збільшувати вміст у масі мікрокремнезему (X_1) і зменшувати вміст пластифікуючої речовини (X_2), а також розраховано відкрита пористість динасових вогнетривів для випадку зміни одного з факторів у досліджуваній області за умови фіксування двох інших факторів на нульовому рівні.

Як слідує з отриманих даних, зменшення у складі вогнетривкої маси вмісту мікрокремнезему з 7 мас.% до 5 мас.%, суперпластифікатору «Реламікс» з 0,5 мас.% до 0,15 мас.% при постійному вмісті вигоряючої добавки 25 мас.% призводить до незначного збільшення показника відкритої пористості динасових легковагих вогнетривів з 51,44 % до 51,50 %. Збільшення вмісту мікрокремнезему з 5 мас.% до 7 мас.% та вигоряючої добавки з 25 мас.% до 30 мас.% при постійному вмісті суперпластифікатору «Реламікс» 0,15 мас.% забезпечує підвищення відкритої пористості динасових легковагих вогнетривів до 51,88 %.

Таким чином в якості оптимальних технологічних факторів, які забезпечують виготовлення динасових вогнетривів підвищеної відкритої пористості більше 51 %, рекомендуються наступні, мас.%: мікрокремнезему – 7; суперпластифікатору «Реламікс» – 0,15; вигоряючої добавки – 30.

Таким чином на підставі проведених досліджень встановлено технологічні параметри виробництва динасових легковагих вогнетривів з відкритою пористістю більше 51 %, що відповідає раніше оптимізованим факторам при міцності не менш 8 Н/мм^2.

ТРІЩИНА З ЧАСТКОВО ЗАВАНТАЖЕНИМИ БЕРЕГАМИ МІЖ ДВОМА П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Шевельова А. Є., allasheveleva@i.ua, *ДНУ ім. О.Гончара*

Проблема тріщини між двома п'єзоелектричними матеріалами є виключно важливою для практики, тому вона привертає значну увагу дослідників. Для випадку рівномірно розподіленого навантаження по берегам тріщини ця проблема досліджена досить повно. В той же час, якщо напруження є ненульовими лише на окремих ділянках берегів тріщини, то побудова розв'язку викликає значні труднощі. Якраз такий випадок і розглянутий у даній роботі.

Розглянемо електрично-проникну тріщину між двома різними п'єзоелектричними матеріалами, частково завантажену по її берегах нормальними та дотичними напруженнями, що забезпечують розкриття тріщини. Вважається, що ці напруження рівномірно розподілені по відрізках, що примикають до вершин тріщини. Використовуючи представлення переміщень та напружень через одну кусково-аналітичну функцію, проблема зведена до задачі лінійного спряження, розв'язок якої представлений у вигляді інтегралів типу Коші.

Основна увага приділена знаходженню стрибків нормального та дотичного переміщень. Отримано замкнені представлення цих факторів через гіпергеометричні функції. Окрім точного аналітичного розв'язку задачі пропонується та оцінюється також наближений розв'язок, який є набагато простішим і водночас має досить високий ступінь точності. Використовуючи малість біматеріального параметра, отримано наближені асимптотичні формули для знаходження розкриття тріщини.

На конкретних прикладах шляхом порівняння результатів розрахунків показано, що вказані наближені формули для стрибків переміщень мають високу точність як для п'єзоелектричних, так і для ізотропних матеріалів.

SOLUTION OF INTEGRAL EQUATION WITH AFTEREFFECT FOR INTELLIGENT SELF-LEARNING SYSTEM OF MUSIC CREATION

Shyshkanova G.A.*, Zaitseva O.A., Fridman A.D.****

shganna@mail.ru, musik.olga@googlemail.com, afridman@mail.ru

**Zaporizhzhya national technical university,*

*** Dniepropetrovsk national university named by Oles' Gonchar*

Intelligent interactive self-learning system is considered. The system behavior is changed in accordance with the impact of the user. By means of the system the user himself creates algorithm analysis and interpretation of data in the command control flow musical instruments and ways of interacting with them. Input data are the nervous and muscular bioelectric signals. The person reacts to external audio or visual stimulus, the device detects the response and modifies in a certain way external musical melody, which, as a result, responds to the reaction of the person, and the person responds to change, and so on. This system uses the principle of biofeedback.

Obviously, the present state of the system has to depend on some set of reactions that occurred during a certain period preceding this moment. Music should be coherent and consistent, so a continuous sequence of past states affect the future evolution of the musical melody. It is necessary to consider the aftereffects in such system. Decoding and identification of the signal obtained from the device is described by the system of integro-differential equations of species evolution with aftereffect. So, we come to the solution of Volterra equations.

The numerical method of quadratures was used for the solution of Volterra integral equations of the second kind. The solution problem of Volterra equations of the first kind is incorrect in some spaces. And even where it is correct, there is a certain instability of the solution. To improve the stability of solution, and hence accuracy, it is proposed to use a linear regularization. Software is developed for the solution of such equations. It was made the comparison of the results obtained in test examples for which possible analytical solution.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ. СМЕЖНЫЕ ВОПРОСЫ

Яценко Н.В.

ИК НАНУ

Введение. Актуальная на сегодня проблема разработки параллельных методов для решения оптимизационных задач теории графов позволяет не только во много раз увеличить скорость счета, но и подтвердить необходимость параллельных алгоритмов для уже созданных и проектируемых вычислительных систем. Задачи оптимизации возникают как в теоретических исследователях, так и в многочисленных приложениях, которые прекрасно укладываются в термины теории графов. Новые возможности открываются при переходе от привычных последовательных алгоритмов к параллельным.

При распараллеливании можно выделить три узловых этапа прохождения задачи: разработка метода, программирование и вычисления. Понятно, что параллельные численные методы включают математическую постановку задачи, выбор или разработку параллельного метода ее решения и создание параллельного алгоритма. Мы рассмотрим следующие вопросы: способы преобразования последовательных алгоритмов в параллельные, а оптимизацию структуры данных и распределения их между параллельно работающими процессорами рассматривать не будем.

Постановка задачи. Все понятия и обозначения, не определяемые здесь, можно найти в [2]. Пусть G есть граф, G=(V,R), для которого набор вершин V_i, $0<i<n$, задается множеством V, а список дуг графа определяется множеством R. В общем случае дугам графа могут приписываться некоторые числовые характеристики (веса) w_j, $0<j<m$ (взвешенный граф).

Известны различные способы задания графов. При малом количестве дуг в графе (т. е. $m<<n^2$) целесообразно использовать для определения графов списки, перечисляющие имеющиеся в графах дуги. Представление достаточно плотных графов, для которых почти все вершины соединены между собой

дугами (т. е. $m \sim n^2$), может быть эффективно обеспечено при помощи матрицы смежности:

$$A=(a_{ij}),\ 1<i,j<n,$$

ненулевые значения элементов которой соответствуют дугам графа.

Теорема Менгера: граф G является k-связанным тогда и только тогда, когда любые два различные узла x и y графа G соединены по крайне мере k путями, не содержащими общих узлов.

k-связанные графы представляют особый интерес для сетевых приложений. Определенную проблему составляет автоматическое отображение графа на экране или бумаге. Кроме того, для многих приложений (например, CAD) все узлы графа должны совпадать с узлами технологической сетки. Возникают и другие ограничения, например необходимость размещения всех узлов на прямой линии.

Если узлы графа могут быть соединены несколькими путями, сеть, описываемая таким графом, обладает повышенной надежностью.

Рассмотрим способы параллельной реализации последовательных алгоритмов на графах на примере (1)задачи поиска кратчайших путей между всеми парами пунктов назначения и (2)задачи выделения минимального охватывающего дерева (остова) графа. Кроме того, мы рассмотрим (3)задачу оптимального разделения графов, широко используемую для организации параллельных вычислений.

Заключение. В кратком виде излагаются некоторые достижения в решении оптимизационных задач теории графов. Рассмотрены способы преобразования последовательных алгоритмов в параллельные. При реализации параллельных алгоритмов добавляется проблема сбалансирования загрузки процессоров и затрат на обмен данными между ними. Так проявляется проблема машинной реализации.

ЗМІСТ

1. **Акулов М.Г.** АГРЕГАТИВНА МОДЕЛЬ КЛАСТЕР-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ 4
2. **Антоненко А.М.** ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАННІ ДЕРЖАВНИХ СЛУЖБОВЦІВ 6
3. **Ахметшина Л. А., Егоров А.А.** ВЛИЯНИЕ УДАЛЕНИЯ «МЕРТВЫХ» НЕЙРОНОВ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ СЕГМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ КАРТЫ КОХОНЕНА 7
4. **Бабенко Ю.В., Кирия Р.В., Михалёв А.И.** ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНВЕЙЕРНОГО ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА 9
5. **Бабичев С.А., Стрелковская Л.А., Ткачев А.М., Ткачева И.Ф.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ЭНТРОПИИ В СИСТЕМАХ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВЫСОКОРАЗМЕРНЫХ ДАННЫХ 11
6. **Байбуз О.Г., Архангельська Ю. М.** ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ПИТНИХ ВОД 13
7. **Бардачов К.Д., Земляна С.В.** РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИХ ПРОЕКТУ «РОЗКЛАД ФПМ» 15
8. **Басин В.И.** ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ BRAIN EDUCATION 16
9. **Бахрушин В.Є., Дудко І.О**. ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛУ ПОКАЗНИКІВ АБІТУРІЄНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ 17
10. **Білозьоров В. Є., Мищенко О. С.** ПОБУДОВА НЕЯВНОГО ДИСКРЕТНОГО ХАОТИЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ДЛЯ 3D КВАДРАТИЧНИХ СИСТЕМ 19
11. **Blyuss O., Zaikin A.** ON LONGITUDINAL MULTIMARKER ANALYSIS FOR OVARIAN CANCER DIAGNOSIS 21
12. **Блюсс О.Б., Коряшкина Л.С., Гранкина Н.А.** ПРИМЕНЕНИЕ R-АЛГОРИТМА ШОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПОЛЯ ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКОВ В ОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ 22
13. **Бобров С.В., Тонкошкур И.С.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБКЕ С ЭЛАСТИЧНЫМИ СТЕНКАМИ 25
14. **Bobyl'ova O.** FRACTAL GRAPHS, GRAPHS OF DIVISORS AND GRAPHS OF HANOI: RECOGNITION OF AN OPTIMAL HAMILTONIAN CICLE 26
15. **Бойко Л.Т., Тогобицька Д.М., Белькова А.І., Промишлянська В.М.** ПРО КОМП'ЮТЕРНУ ПРОГРАМУ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЗАДАЧІ ВИБОРУ СКЛАДУ ДОМЕННОЇ ШИХТИ 28
16. **Бохан Є.**, **Білобородько О.І., Бохан Н.С.** РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ЗМІСТОМ 30
17. **Бурдюк В. Я.** ЩЕ РАЗ ПРО ГІПОТЕЗУ ЧОТИРЬОХ КОЛЬОРІВ 32

18. **Васильєва Є.М., Бердник М.Г**. МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ІНТЕРНЕТ МАГАЗИН» ЗА ДОПОМОГОЮ ДІАГРАМ МОВИ UML 34

19. **Верес Н.І., Романиченко Г.В.** ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ НЕКОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ 36

20. **Висторопський С.О., Полонська А.Є.** ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ СТАНУ ЗБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ 38

21. **Вітер М.Е., Бердник М.Г**. ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАОЩАДЖЕНЬ У ЦІННИХ ПАПЕРАХ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ 39

22. **Voloshko L.V., Voloshko V. L.** ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR CALCULATING OPTIMAL CONTROL OVER PARAMETERS OF BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR INHOMOGENEOUS BIHARMONIC EQUATION 41

23. **Vorobel R.** EXTENSION OF ALGEBRAIC STRUCTURE OF LOGARITHMIC TYPE FOR APPLICATION IN IMAGE PROCESSING 43

24. **Воробйов К.Ю., Бердник М.Г**. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ У СУЦІЛЬНОМУ ЦИЛІНДРІ ЯКИЙ ОБЕРТАЄТЬСЯ 45

25. **Галкін О. А.** ПРОЦЕДУРА ВИБОРУ СМУГИ ПРОПУСКАННЯ ДЛЯ L-КЛАСОВИХ ЗАДАЧ ДИСКРИМІНАНТНОГО АНАЛІЗУ 47

26. **Гарт Л.Л., Лисов М.С.** ДО ПИТАННЯ ПРО ЗБІЛЬШЕННЯ ТОЧНОСТІ ІТЕРАТИВНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ ФРІДМАНА ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ІНТЕГРАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ФРЕДГОЛЬМУ І-ГО РОДУ 49

27. **Гарт Л.Л., Манойло М.В.** ПРО ДЕЯКІ СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ВИТРАТ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ФРІДМАНА В ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗМАЗАНОГО ЗОБРАЖЕННЯ 52

28. **Гнатушенко В.В., Владимирська Н.О.** МОДЕЛЮВАННЯ АГРЕГОВАНОГО ТРАФІКУ У МЕРЕЖІ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ 56

29. **Гнатушенко В.В., Середа С.Ю.** ТРАНСФОРМУВАННЯ РІЗНОЧАСОВИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НАДВИСОКОЇ ПРОСТОРОВОЇ ЗДАТНОСТІ 58

30. **Гринько Е.П., Логвинович В.Я.** РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ GMT APP ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ 60

31. **Гришанович Т.О.** ЗАДАЧА РОЗКЛАДАННЯ АРИФМЕТИЧНОГО ГРАФУ ЗА ЙОГО ВЕРШИНАМИ ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО ПРОГРАМУВАННЯ 62

32. **Громов В. А., Доронин Д. А.** ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ 64

33. **Громов В. А., Конев А. С.** ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОПУЛЯРНОСТИ НОВОСТИ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА MLANS 65

34. **Huk M.** DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEM OF GEODETIC MEASUREMENTS PROCESSING 66

35. **Гук Н.А., Степанова Н.И.** ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ В ДЕФОРМИРУЕМОЙ ПЛАСТИНЕ 68

36. **Гуносов А.А.** РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО ПОРТАЛА НА «ОБЛАЧНОЙ» ПЛАТФОРМЕ REDHAT OPENSHIFT 70

37. **Гусейнов М.Ю., Сердюк М.Є.** РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ВТРАЧЕНОЇ ДІЛЯНКИ РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ 71

38. **Долгополов Е. А.** АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕЧЁТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ 73

39. **Єфімов В. Н., Яцуба І. О., Мацишин Є. О**. РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ, ЩО ПОЄДНУЄ ПЕРЕВАГИ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ 74

40. **Жарикова М.В., Шерстюк В.Г.** СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА 76

41. **Жело А.М., Коряшкина Л. С.** О ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРИ РАСКРОЕ МАТЕРИАЛА 78

42. **Жихарєва Я.С., Філоненко Н.Ю.** МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ АТОМАМИ 80

43. **Zaikin A.** DEVELOPING CLASSIFICATION ALGORITHMS FOR CANCER PATHOLOGIES BASED ON DNA METHYLATION DATA 81

44. **Зиновеева М.И., Козин И.В.** ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР ДЕЛЕЖА 82

45. **Золотько К.Е.** ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ 84

46. **Золотько К.Є.**, **Красношапка Д.В.** ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАЗМОВИХ ПРИСКОРЮВАЧІВ 86

47. **Івахнік Г.В., Земляная С.В.** ПОШУК ТОЧНИХ ЗНАЧЕНЬ КРИТИЧНИХ МЕЖ ОПТИМАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ 88

48. **Кавац О.О.** ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ HSV, HCS ТА IHS – ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ЯКІСТЬ ЗЛИТТЯ ЦИФРОВИХ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ 89

49. **Кавац О.О., Кібукевич Ю.О.** АЛГОРИТМ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ФІЛЬТРІВ 91

50. **Калиновський А.О., Хижа О.Л.** АВТОМАТИЧНЕ ДОВЕДЕННЯ ПРАВИЛЬНОСТІ АЛГОРИТМІВ, СПЕЦИФІКАЦІЯ ЯКИХ МІСТИТЬ КВАНТОР КІЛЬКОСТІ, У СИСТЕМІ FRAMA-C 93

51. **Карасевич А.В.** ПРОЗРАЧНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ - СТАБИЛЬНОСТЬ БИЗНЕС ПРОЦЕССОВ КОМПАНИИ 95

52. **Кармазіна В. В., Нужна С. А.** ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОПЕРАТИВНОМУ ОБЛІКУ 97

53. **Карпов О.Н.** ФОНЕМНО-СЕГМЕНТНЫЙ РАСПОЗНАВАТЕЛЬ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ОПИСАНИИ СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В КЛАССЕ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ ФУНКЦИЙ 99

54. **Катан В.А.** ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛОВ В СМЫСЛЕ КОНЕЧНОЙ ЧАСТИ АДАМАРА В ГИДРОМЕХАНИКЕ 100

55. **Кириченко В.В., Хижа О.Л.** ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ВЕРИФІКАЦІЇ РЕКУРСИВНИХ ПРОГРАМ 101

56. **Kyrychko Y.N., Blyuss K.B.** ANALYSIS OF SYNCHRONIZATION IN SYSTEMS WITH DISTRIBUTED TIME DELAYS 102

57. **Кісельова О.М., Вороніна С.В.** ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ НЕПЕРЕРВНОЇ ОДНОПРОДУКТОВОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИНИ ДЛЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ КУЛЬОВОГО ПОКРИТТЯ 103

58. **Кісельова О.М, Довгай П.О.** ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПОКРАЩЕННЯ ЗА ТРУДОМІСТКІСТЮ ДЛЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ОРМ 104

59. **Киселева Е.М., Коряшкина Л. С.** ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ ДИАГРАММАХ ВОРОНОГО ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОГО МНОЖЕСТВА И МЕТОДАХ ИХ ПОСТРОЕНИЯ 105

60. **Киселева Е.М.,. Коряшкина Л.С, Михалева А.А.** О ВЫБОРЕ НАПРАВЛЕНИЯ СПУСКА В ЗАДАЧАХ МИНИМИЗАЦИИ РАДИУСА МНОГОКРАТНОГО ПОКРЫТИЯ МНОЖЕСТВА ИЗ ПРОСТРАНСТВА E_N 107

61. **Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Шевченко Т.О.** ПРО УЗАГАЛЬНЕННЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ДИНАМІЧНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З РУХОМИМИ ГРАНИЦЯМИ МІЖ ПІДМНОЖИНАМИ 110

62. **Кісельова О.М, Лозовська Л.І., Гаран О.С.** МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОДНОПРОДУКТОВОЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИНИ 112

63. **Киселева Е.М., Притоманова О.М.** НЕЙРОНЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА 114

64. **Киселева Е.М., Притоманова О.М.** 116

65. **Кісельова О.М., Строєва В.О.** ПРО ОПТИМАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ В УМОВАХ ТЕХНІЧНИХ ОБМЕЖЕНЬ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ 118

66. **Коваленко А.А**, **Панкратов А.В., Романова Т.Е., Стецюк П.И.** МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БАЛАНСНОЙ КОМПОНОВКИ ЦИЛИНДРОВ 119

67. **Koldunova A.A., Sidorova M.G.** STATISTICAL PROCESSING OF MAGNETOTELLURIC SOUNDING USING CLUSTER ANALYSIS METHODS 121

68. **Колесник Є.О., Тен А.В., Варех Н.В.** ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ СИСТЕМ З ВІДХИЛЕННЯМ АРГУМЕНТУ ЗАГАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ 123

69. **Комаров П.Д., Бердник М.Г**. ПРОГРАМНО- МАТЕМАТИЧНО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ OPEN MP ТА INTEL THREADING BUILDING BLOCKS 125

70. **Комков С.А.**,**Золотько К.Е.** ШИФРОВАНИЕ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ХАОТИЧЕСКИХ АТТРАКТОРОВ 127

71. **Корчинский В.М.** ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЕНСАЦИИ АРТЕФАКТОВ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОРТОГОНАЛИЗАЦИИ ИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ 129

72. **Коряшкина Л. С., Правдивый А.В., Череватенко А.П.** РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 131

73. **Костра В.В.** ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ ВРАЧА В ИНТЕРАКТИВНОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 133

74. **Крак Ю.В.**, **Голік А.О.** РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ КОНТУРНОГО АНАЛІЗУ 134

75. **Крак Ю.В.**, **Ізотов А.В., Ляшко В.І.** РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ДЕСКРИПТОРІВ ОСОБЛИВИХ ТОЧОК ДОЛОНІ ЛЮДИНИ 136

76. **Крак Ю.В., Коваль Ю.В.**, **Тернов А.С.** ДО РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЖЕСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ 138

77. **Крак Ю.В.**, **Соломянюк І.Г., Шкільнюк Д.В.** АЛГОРИТМ СМУГОВОЇ РОЗДІЛЬНОСТІ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАКТИЛЕМ 140

78. **Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В.** ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ 142

79. **Кривцун Е. В.**, **Вишневская В. Г.** ЭВОЛЮЦИОННО-ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРАССИРОВКИ 144

80. **Крошка К.М., Бердник М.Г.** КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПОРТФЕЛІВ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ Х-СЕРЕДНІХ 146

81. **Кузенков О.О.** ПИТАННЯ ІСНУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ АТРАКТОРІВ В N-ВИМІРНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЯХ ПРИРОДНИЧИХ ПРОЦЕСІВ 148

82. **Кузнєцов К.А., Козар С.В.** ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕПЕРЕРВНИХ ЗАДАЧ PSRP, УМОВНИЙ КОМБІНАТОРНИЙ АЛГОРИТМ 149

83. **Кутєєва Д.В., Деменков Ю.Ю., Мірошник А.В., Харченко Я.О., Земляна С.В., Гук Н.А.** РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО РЕПОЗИТОРІЮ ДНУ 151

84. **Лада А.В., Притоманова О.М.** ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ СТАРТАП ПРОЕКТІВ НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ 153

85. **Лахно В.А.** МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ЗАГРОЗ 154

86. **Литвиненко В.І., Одинець К.О.**, **Корнелюк О.І.** ВИКОРИСТАННЯ КЛОНАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТРЕТИННОЇ СТРУКТУРИ БІЛКА 156

87. **Лур'є І.А.**, **Осипенко В.В., Корніловська Н.В.**, **Литвиненко В.І.**, **Дідик О.О.** МОДИФІКОВАНИЙ ІНДУКТИВНИЙ АЛГОРИТМ С-СЕРЕДНІХ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ БІОІНФОРМАТИКИ 158

88. **Луценко О.П., Байбуз О.Г., Мащенко Л.В.** БАЙЄСІВСЬКА ОЦІНКА ПАРАМЕТРУ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РИЗИКУ РОЗЛАДНАННЯ ПРОЦЕСУ КОЛИВАНЬ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ 160

89. **Liahushyn P.V.** ABOUT A NON-LINEAR MODEL OF THE MIXING 162

90. **Мамедов Д.Б.**,**Ющенко А.Г**. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ САПР СВЧ ФИЛЬТРОВ 164

91. **Мацуга О.М., Дудукіна С.О., Ризоль О.О.** ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГІТ-МОДЕЛІ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПАЦІЄНТІВ, ОПИСАНИХ ЗМІШАНИМ НАБОРОМ ОЗНАК 166

92. **Меньшиков Ю.Л., Поляков Н.В., Тогобицкая Д.Н.** СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ ФОРМЕ МЕТОДОМ ИДЕНТИФИКАЦИИ 167

93. **Михальчук А. И.** О РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ОДНОЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ВАРИАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ 169

94. **Наконечная Т.В., Никулин А.В.** МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ 171

95. **Нідзельський О.В.**,**Ясько М. М**. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШУМУ ВІТРОАГРЕГАТІВ 173

96. **Обласова М. В., Зайцева Т. А.** МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТУРИСТИЧНОЇ АГЕНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ 175

97. **Ободан Н. И., Громов В. А.** ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ПРОДОЛЬНЫМ РАЗРЕЗОМ, ПОДВЕРГНУТОЙ ДЕЙСТВИЮ РАВНОМЕРНОГО ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ 177

98. **Ободан Н.И., Гук Н.А.** РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА НАЧАЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ 178

99. **Олійник Л.**, **Земляна С. В.** ВІДНОВЛЕННЯ РОЗФОКУСОВАНИХ ТА ЗМАЗАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ 180

100. **Паламарчук І.О., Байбуз О.Г.** МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ 181

101. **Панкратова Н.Д.** СИСТЕМНАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ 182

102. **Пасічник А. М., Пасічник В. А., Кутирєв В. В.** МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ ФОРДА-ФАЛКЕРСОНА 184

103. **Pashchenko V.O.** THE SPATIAL-TEMPORAL ELECTROMAGNETIC TESTING DESCRIPTION BASED ON THE POTENTIAL THEORY 186

104. **Петрук Є.С., Сердюк М.Є.** ПРО ВІДНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, СПОТВОРЕНИХ ЗМАЗОМ ТА РОЗФОКУСУВАННЯМ 188

105. **Притоманова О.М.** 190

106. **Прокопчук Ю.А., Белецкий А.С.** ИСКУССТВЕННЫЕ КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ: ГОНКА ЗА ТЕХНОЛОГИЕЙ СИНГУЛЯРНОСТИ 191

107. **Пушко К.А., Мацуга О.Н.** ВОССТАНОВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОПУЛА-ФУНКЦИЙ 193

108. **Романенков Ю. О., Вартанян В. М., Зєйнієв Т. Г.** ГРАФОАНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ 194

109. **Сафіулліна О.М., Кривченко О.М., Копича С. В., Бондаренко А.В.** СЕМАНТИЧНИЙ АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ 196

110. **Сегеда Н.Є.** РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ БІБЛІОТЕК У ПРОЕКТАХ VBA 198

111. **Сєдушев О.Ю., Буров Є.В.** ПОКРАЩЕННЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ВМІСТУ БАЗ НЕЧІТКИХ ЗНАНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ 199

112. **Семененко В.П., Сорокин В.И., Тарасов С.В.** ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВАЯ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКА КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА РАЗНОЙ ПРИРОДЫ 201

113. **Семенова Н.В., Чайка Д.О.** МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ І ВТОРИННИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ 203

114. **Сірик С.Ф.** ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ 205

115. **Скалозуб В.В.** ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 206

116. **Соколова Н.О., Гнатушенко В.В., Касьяненко Т.В., Щербина В.М.** АВТОМАТИЗАЦІЯ ДЕШИФРУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ 208

117. **Степашко В.С.** ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ 210

118. **Стецюк П.И.**, **Фесюк А.В.** ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ 212

119. **Stoyan Yu. G., Romanova T.E., Pankratov A., Chugay A.** OPTIMIZED OBJECT PACKINGS USING QUASI-PHI-FUNCTIONS 214

120. **Subota I.O., Pankratov A. V., Romanova T. E.** OPTIMAL ELLIPSE PACKINGS USING PHI-FUNCTIONS 215

121. **Тилик В.М, Бурлай О.І, Кузнєцов К.А** РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 217

122. **Тимофієва Н.К.** КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ ЯК ВХІДНІ ДАНІ В ЗАДАЧАХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ 218

123. **Тонкошкур И.С., Харченко К.Ю.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ ОКОЛО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИСКА 220

124. **Троценко Є. І., Земляна С.В.** РОЗРОБКА ПРОЕКТУ «РОЗКЛАД ФПМ» 221

125. **Турчина В.А., Галічева В.С.** ЗАСТОСУВАННЯ СІТКОВИХ МОДЕЛЕЙ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО РОЗКРОЮ 223

126. **Турчина В.А., Громов В.О., Міняйло А.Ю.** ЗВЕДЕННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ХАОТИЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ДО ЗАДАЧІ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ 225

127. **Турчина В.А., Пасинков М.П.** РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСА РОЗПОДІЛУ ВЕРШИН У ДЕРЕВІ ПО РІВНЯМ 226

128. **Ус. С.А., Станина О.Д**. ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ 228

129. **Фирсов А.Д.** ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ 230

130. **Хорольский О.А, Филоненко Н.Ю.** ДОКУМЕНТООБОРОТ ПРИ ВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА 232

131. **Худа Ж.В., Тонконог Є.А.** СПЛАЙН-МЕТОД ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ 233

132. **Чижевский А.В.**, **Брилевская О.В.** МЕТОДЫ ПОИСКА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КОНЦЕПТАМИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ОНТОЛОГИЙ 235

133. **Шапар Г.О., Грибовський О.В., Холодняк О.О., Пономарьов М.Ю.** ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ WEB MINING ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ 237

134. **Шебанова Н.В., Наумов О.С.** ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВОГНЕТРИВІВ 239

135. **Шевельова А. Є.** ТРІЩИНА З ЧАСТКОВО ЗАВАНТАЖЕНИМИ БЕРЕГАМИ МІЖ ДВОМА П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ МАТЕРІАЛАМИ 241

136. **Shyshkanova G.A., Zaitseva O.A., Fridman A.D.** SOLUTION OF INTEGRAL EQUATION WITH AFTEREFFECT FOR INTELLIGENT SELF-LEARNING SYSTEM OF MUSIC CREATION 242

137. **Яценко Н.В.** ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ. СМЕЖНЫЕ ВОПРОСЫ 243