



Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



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



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



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

XIV міжнародна науково-практична конференція

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
(MPZIS-2016)**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

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

16-18 листопада 2016 року

Дніпро, Україна

УДК 519.7:004.89
М 34

Міжнародний науковий комітет

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

М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Тези доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції MPZIS-2016, Дніпро, 16-18 листопада 2016 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Д.: ДНУ, 2016. – 260 с. – Текст: укр., рус., англ.

М 34 Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем: Тезисы докладов XIV Международной научно-практической конференции MPZIS-2016, Днепр, 16-18 ноября 2016 г. / Под общ.редакцией Е.М. Киселевой – Д.: ДНУ, 2016. – 260 с. – Текст: укр., рус., англ.

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

Ежегодная международная научно-практическая конференция «Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем» (MPZIS) является популярным форумом специалистов по прикладной математике, интеллектуальных систем принятия решений, системного анализа, новейших информационных технологий. Конференция демонстрирует актуальность проблем разработки, создания и внедрения нового поколения систем управления и обработки информации - интеллектуальных систем, а также тематики автоматизации управления в условиях ускоренного развития математической теории и приложений интеллектуальных систем и сред, их широкого внедрения в повседневную практику.

Оргкомітет:

співголови

Поляков Микола Вікторович – чл.-кор. НАН України, ректор Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р.фіз.-мат.наук, проф.

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

**вчений секретар
члени**

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

Н.І. Ободан – д-р.тех.наук; О.Г. Байбуз – д-р.тех.наук; О.М. Притоманова – канд.економ.наук; Л.Л.Гарт – канд.фіз.-мат.наук; Т.О. Фірсова – канд.фіз.-мат.наук;

Л.І. Лозовська – канд.фіз.-мат.наук; Н.Є. Сегеда – ст.викладач;

Н.В. Балейко – пров. інж; Н.Є. Яцечко – пров.інж; О.В. Пелех – лаборант.

Адреса

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Оргкомітету:

Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики

пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна

телефон: +38056 7451411

e-mail: mpzis@i.ua

URL : mpzis.dnu.dp.ua

© Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, 2016

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ КРУГАМИ ОДИНАКОВОГО РАДИУСА

Антошкин А.А., alex_fire@mail.ru, НУГЗУ,

Панкратов А.В., impankratov@mail.ru, ИПМАШ НАНУ

В последнее время в связи с развитием сенсорных сетей значительно интенсифицировалось исследование задачи построения наименее плотных покрытий плоских объектов кругами [3]. Но аналитические модели для данного класса задач построены лишь для многоугольников в [2] на основе диаграмм Вороного для кругов одинакового радиуса и в [1] на основе предложенного критерия кругового покрытия. Обе модели требуют ввода дополнительных переменных, что приводит к росту размерности задачи.

В данной работе на основе идей статьи [1] предложена математическая модель задачи покрытия кругами одинакового радиуса произвольных ограниченных областей R^2 , не требующая ввода дополнительных переменных.

Пусть задана замкнутая ограниченная область $\Omega \subset R^2$ с границей, сформированной фрагментами аналитически описанных кривых (например, отрезками прямых и дугами окружностей), и множество кругов одинакового радиуса $C = \{C_i, i=1, 2, \dots, n\}$. Множество $\Xi = \bigcup_{i=1}^n C_i$ называется круговым покрытием области Ω , если $\Omega \subset \Xi$. В дальнейшем исключим из рассмотрения покрытия, в которых есть избыточные круги, т.е. $\forall i \ \Omega \not\subset \Xi \setminus C_i$.

Сформируем множество P точек p_k границы области $fr\Omega$, в которых первая производная терпит разрыв. В дальнейшем полагаем, что кривизна границы Ω в любой ее точке, кроме точек из P , меньше кривизны кругов из множества C .

При построении математической модели задачи упаковки используется идея изложенного в [1] подхода для построения аналитического описания кругового покрытия многоугольной ограниченной области при помощи системы функций принадлежности точек областям R^2 .

Назовем круговое покрытие невырожденным, если:

$$C_i \cap C_j \neq \emptyset \rightarrow \text{int } C_i \cap \text{int } C_j \neq \emptyset; \quad \text{fr } C_i \cap \text{fr } C_j \cap \text{fr } \Omega = \emptyset \quad \forall i, j \in I_n, i \neq j;$$

$$\text{fr } C_i \cap \text{fr } C_j \cap \text{fr } C_k = \emptyset \quad \forall i, j, k \in I_n, i \neq j, i \neq k, k \neq j.$$

От вырожденного покрытия всегда можно перейти к невырожденному, увеличив радиусы кругов на достаточно малую положительную величину.

В работе [1] сформулирован критерий кругового покрытия для многоугольных множеств. Он может быть переписан в виде: Ξ является круговым покрытием Ω , если: 1) $\forall p_k \in P \quad \exists C_i, i \in I_n, \quad p_k \in C_i$; 2) $\forall t \in \text{fr } C_i \cap \text{fr } \Omega, i \in I_n \quad \exists C_j, j \in I_n, \quad i \neq j, \quad t \in \text{int } C_j$; 3) $\forall t' \in \text{fr } C_i \cap \text{fr } C_j, i, j \in I_n, \quad i \neq j, \quad t' \in \text{int } \Omega \quad \exists C_s, \quad s \neq i, \quad s \neq j, \quad t' \in \text{int } C_s$.

При построении математической модели выполнение второго критерия обеспечивается добавлением в систему ограничений задачи функции принадлежности $\varphi^{t''\Omega^*}$ точки t'' области $\Omega^* \in R^2 \setminus \text{int } \Omega$ для каждой точки $\forall t'' \in \text{fr } C_i \cap \text{fr } C_j, i, j \in I_n, \quad t'' \in \Omega^*$.

В [1] вводятся дополнительные переменные и переформулируются критерии 2 и 3 для того, чтобы избежать решения квадратных уравнений при вычислении координат точек t' и t'' для кругов различного радиуса.

При покрытии кругами одинакового радиуса координаты точек вида t' и t'' могут быть определены аналитически из достаточно тривиальных геометрических рассуждений, что и позволяет сформулировать математическую модель задачи без привлечения дополнительных переменных.

Список литературы.

1. **Komyak V.** The problem of covering the fields by the circles in the task of optimization of observation points for ground video monitoring systems of forest fires / V. Komyak, A. Pankratov, V. Patsuk, A. Prikhodko // Econtechmod. –2016, –V. 5. No.2, 133-138.
2. **Stoyan Y.G.** Covering a compact polygonal set by identical circles / Y.G. Stoyan V.M. Patsuk // Computational Optimization and Applications. – 2010. –V. 46. –№ 1. – P. 75–92.
3. **Wang. B.** Coverage Problems in Sensor Networks: A Survey // ACM Computing Surveys. – 2011. – V. 43. – № 4, – P. 1-56.

ВЛИЯНИЕ СЛИЯНИЯ БЛИЗКИХ НЕЙРОНОВ НА СКОРОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ СЕГМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ КАРТЫ КОХОНЕНА

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

Введение. При обработке изображений одной из часто решаемых и достаточно сложных задач является сегментация. Одним из способов ее осуществления является визуализация результатов процесса кластеризации. При этом способ их выполнения оказывает существенное влияние на достоверность последующего анализа. В работе [1] было предложено выполнение сегментации путем кластеризации картой Кохонена (SOM) и визуализации на основе сравнения с исходными данными.

Постановка задачи. В этой работе описывается модификация метода визуализации на основе слияния близких нейронов.

Решение задачи. Алгоритм предложенного метода визуализации выглядит следующим образом:

1. Удаление «мертвых» нейронов (количество относящихся к ним исходных данных равно 0). Затем происходит итеративное слияние упорядоченных нейронов (путем попарного усреднения весов), расстояние между которыми меньше заданного значения $\bar{\Delta}$, вычисляемого по формуле:

$$\bar{\Delta} = \left(\sum_{i=1}^{N_n-1} (v_i - v_{i+1}) \right) / ((N_n - 1) \cdot (2 + N_l / (2 \cdot (N_n - 1)))), \quad (1)$$

где v_i , v_{i+1} – веса соседних нейронов, N_n – количество нейронов, а N_l – число нейронов, разность расстояний между которыми меньше среднего по разностям всех расстояний.

2. Вычисление матрицы Евклидовых расстояний D^e для каждой пары нейронов и экземпляров исходных данных X и «функции принадлежности»: $U_{k,i} = D_{k,i}^e / d_k^{\max}, (\forall k \in [1, \dots, N_n], \forall i \in [1, \dots, n])$, (2)

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

3. Получение выходного полутонового изображения по формуле:

$$I_{x,y}^{out} = X_i - \sum_{k=1}^{N_n} (v_k \cdot U_{k,i}), (\forall i \in \{1, \dots, n\}). \quad (3)$$

Экспериментальные результаты были получены при обработке низкоконтрастных медицинских снимков, примером которых служит томограмма мозга (рис. 1 а), выполненная с целью диагностики наличия гематомы и выделения области ее влияния. Его сегментация исходным и модифицированным методами представлена на рис. 1 б – в. Предложенный метод (рис. 1 в) позволяет немного точнее выделить область влияния гематомы и повысить скорость визуализации примерно на 10% (зависит от программной реализации и входного изображения).

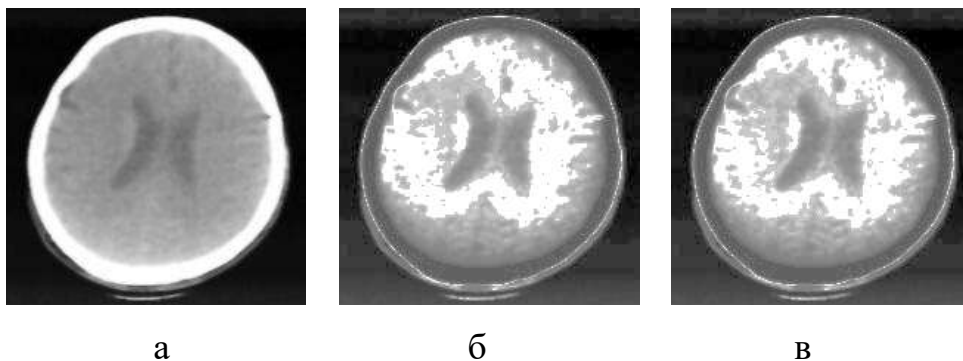


Рис. 1. Сегментация томограммы: а – исходное изображение; визуализация на основе: б – исходного и в – модифицированного методов сравнения с исходными данными

Литература

1. Ахметшина Л.Г. Влияние удаления «мертвых» нейронов на достоверность сегментации карты Кохонена / Л.Г. Ахметшина, А.А. Егоров // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: міжнародна науково-практична конф., 19-21 листопада 2015 р., Дніпропетровськ. – С. 7 – 8.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНОНИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Бабкин В.В., vladiksonic@gmail.com

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

Ранее было показано, задача анонимизации является актуальной, и есть множество различных методов деанонимизации. Соответственно, возникает вопрос, каким же образом можно сохранить анонимность, и скрыть информацию, раскрывающую личность, местоположение, и прочее, во время пребывания в интернете?

Данная работа призвана рассмотреть несколько подходов к анонимизации, основанные, в частности, на публично-доступных данных и средствах.

На первом этапе будет рассмотрена анонимизация на основе прокси-серверов, в частности будет построен список серверов, основанный на нескольких методах, так же оценена анонимность каждого прокси-сервера.

На втором этапе будут рассмотрены уязвимые устройства (IoT), и возможность их применения в целях анонимизации, так же автоматизированные утилиты для проведения атаки, автоматический поиск устройств.

На каждом этапе будут исследованы методы обеспечения анонимности. Так же, будет разработана модель системы анонимизации пользователя.

Как показал анализ существующих средств – данная область не систематизирована, и не существует единого продукта, который бы обладал всеми необходимыми свойствами, потому работа актуальна.

Библиографические ссылки

1. <https://github.com/chill117/proxy-lists>
2. <http://routerpwn.com/>

АНСАМБЛЕВИЙ ПІДХІД У ЗАДАЧАХ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ ПСИХОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПАЦІЄНТІВ

Байбуз О.Г., Сидорова М.Г., Sidorova.m.g@gmail.com,

Дубель О.В., olya.a@i.ua,

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

Метою роботи було запропонувати інформаційну технологію нечіткої кластеризації на основі ансамблевого підходу для підвищення стійкості результатів кластерного аналізу даних психологічного обстеження хворих на артеріальну гіпертензію.

Досліджувалися дані, що є результатом міні-мульт тесту, який являє собою скорочений варіант ММРІ тесту та має 11 шкал (з них 3 – оцінні: відвертості, вірогідності, корекції та 8 базисних: іпохондрії, депресії, істерії, психопатії, паранойяльності, психастенії, шизоїдності, гіпоманії), дійсні числа.

Ансамблі нечіткої кластеризації дозволяють поєднати гнучкість теорії нечіткої логіки та надійність ансамблевої агрегації, оскільки при нечіткій кластеризації об'єкт може належати одразу багатьом кластерам, що покращує рівень гнучкості необхідний для дослідження невизначеності, яка притаманна даним психологічного дослідження. Результати застосування запропонованого підходу на різних наборах даних показали, що ансамблевий підхід дозволяє зменшити ризик отримання неякісного розбиття в умовах невизначеності.

В результаті роботи розроблено програмний продукт кластерного аналізу даних, що реалізує алгоритми С-Means, Густафсона-Кесселя, Давесена, Уіндхема, ансамблеві алгоритми на основі нечіткої агрегації, методу Педрича та запропонованій модифікації, що враховує оцінки якості Рубенса при побудові ансамблю. Програма дозволяє проводити оцінювання якості результатів на основі нечітких критеріїв Рубенса, Хіє-Бені та зовнішніх – Ренда, Жаккарда, Фолка-Меллоу; здійснювати налаштування параметрів (вибір метрики, кількості кластерів, коефіцієнту нечіткості, t -норми тощо) та візуалізацію результатів.

МОДЕЛИ АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСОТЯНИЯ ВОДОЕМА

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

Днепропетровский национальный университет (www.dnu.dp.ua)

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

Для моделирования процесса распространения загрязнений в масштабе «microscale» разработана численная модель, которая основана при применении уравнений Навье-Стокса. Эти уравнения используются для определения поля скорости переноса загрязнений в окрестности водоема. Для расчета рассеивания примесей в этом случае применяется двухмерное уравнение массопереноса. Для численного интегрирования уравнения массопереноса загрязнений используется неявная попеременно-треугольная разностная схема.

При построении разностной схемы осуществляется физическое и геометрическое расщепление уравнения переноса на четыре шага. Незвестное значение концентрации загрязнений на каждом шаге расщепления определяется по явной схеме – методу бегущего счета.

Разработанная численная модель была использована для расчета зоны распространения загрязнений при различных геометрических и гидродинамических условиях, а именно, форма и размеры водоема, различные типы загрязнителей: от твердых частиц до жидкостей различной плотности и вязкости, различные скорости течения жидкости в водоеме. Построено поле концентрации опасных веществ, а также, проанализировано развитие этого поля в течении действия указанных веществ.

Отдельно выполнена оценка риска токсического поражения людей и животных.

Функциональное ядро программного обеспечения математических моделей реализует следующие возможности:

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

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

СИНТЕЗ АДЕКВАТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ КАК РЕШЕНИЕ НЕСТАНДАРТНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ

Баранник М.С., Меньшиков Ю.Л.

Menshikov2003@list.ru

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

Одной из основных целей математического моделирования является достоверное прогнозирование поведения динамических систем или физических процессов. Необходимым условием достоверного прогнозирования является построение адекватного математического описания изучаемого процесса. Под математическим описанием физического процесса в данной работе понимается аналитическая связь (дифференциальная, алгебраическая, интегральная и т.д.) определенной структуры между выбранными переменными состояния исследуемой системы (математическая модель процесса) и внешние воздействия (нагрузки) [1,2]. Дадим возможное определение адекватного математического описания.

Определение. Математическое описание физического процесса будем называть *адекватным математическим описанием (АМО)* исследуемому процессу, если результаты математического моделирования (simulation) по части параметров физического процесса с использованием этого описания совпадают с экспериментальными данными этих параметров (хотя бы одного) с точностью измерений. Сравнение результатов математического моделирования с экспериментальными данными в этом определении обеспечивает объективность результатов математического моделирования. Если математическое описание процесса не является адекватным, тогда дальнейшее использование этого описания лишено смысла.

В настоящее время существует два основных подхода к проблеме построения адекватного математического описания [3,4]. Рассмотрим возможности одного из подходов на примере динамических систем с сосредоточенными параметрами.

Пусть поведение некоторой динамической системы описывается системой обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с некоторым уравнением наблюдения. Тогда задача синтеза адекватного описания может быть сведена к решению интегрального уравнения [2,4]

$$A_p z = u_{\delta,p} = B_p x_{\delta}, \quad (1)$$

где A_p есть линейный оператор $A_p : Z \rightarrow U$, $u_{\delta,p} \in U$, $x_{\delta} \in X$, $B_p : X \rightarrow U$ – линейный оператор, $x_{\delta}(t) = (x(t), z_1(t), z_2(t), \dots, z_r(t))^T$ – исходные

экспериментальные данные; z - искомая функция (внешнее воздействие), (Z, U, X) – функциональные пространства). Предполагается, что операторы A_p, B_p непрерывно зависят от некоторого вектора параметров $p = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)^T \in R^n$ математической модели движения динамической системы.

В дальнейшем будем полагать, что элемент x_δ задан в виде экспериментально полученной зависимости с известной погрешностью:

$$\|x_T - x_\delta\|_X \leq \delta,$$

где x_T есть точный отклик системы, $\delta - \text{const}$, $\delta > 0$.

Обозначим через $Q_{\delta,p}$ множество возможных решений обратной задачи идентификации модели внешнего воздействия (1) при фиксированных операторах A_p, B_p :

$$Q_{\delta,p} = \{z : \|A_p z - B_p x_\delta\|_U \leq \delta \|B_p\| = \delta_0\}. \quad (2)$$

Любая функция z из множества $Q_{\delta,p}$ является хорошей моделью внешнего воздействия, так как функция $A_p z$ совпадает с $B_p x_\delta$ с точностью измерения. В силу свойств динамических систем для типичных функциональных пространств оператор A_p является вполне непрерывным и тогда множество $Q_{\delta,p}$ будет неограниченным при любом δ (некорректная задача) [4]. Для отбора наилучшей модели внешнего воздействия из бесконечного множества различных «хороших» моделей предлагается использовать решение экстремальной задачи для некоторого непрерывного функционала $\Omega[z]$ со специальными свойствами [4].

Заметим, что в данном случае некорректная задача синтеза (1) будет нестандартной обратной задачей, решение которой может не сходиться к точному решению при $\delta \rightarrow 0$ [4].

Рассмотрены также случаи функциональных пространств, на которых решение задачи (1) будет корректно поставленной (устойчивой).

Список использованной литературы

1. Shanon R., Systems Simulation - the art and science. –Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, –New Jersey, –1975, –329p.
2. Меньшиков Ю., Об адекватности результатов математического моделирования // Труды. Международный конференция "Моделирование-2008", –К., –Украина, –2008, –С.119-124.
3. Степашко В.С., Метод критической дисперсии как аналитический аппарат теории индуктивного моделирования // Проблемы управления и информатики, –Киев, –Украина, –2, –2008, –С.27-32.
4. Menshikov Yu.L., Identification of external loads as method of adequate mathematical description synthesis // Proc. of 32nd IASTED International Conference on Modelling, Identification and Control (MIC 2013), February 11 – 13, 2013, –Innsbruck, –Austria, –2013, –8p.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕКЛАДУ СЕНСУ ДОВІЛЬНОГО ТЕКСТУ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ У ЖЕСТОВУ МОВУ

О.В.Бармак¹, Ю.В.Крак², С.О.Романишин¹, І.О.Стеля²

yuri.krak@gmail.com

¹Хмельницький національний університет

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Важливою проблемою для всіх жестових мов[1,2] і, у тому числі для української жестової мови, є створення автоматизованих засобів перекладу з української вербальної мови на жестову мову. Сурдопереклад отримується шляхом знаходження взаємно однозначних пар конструкцій, що передають сенс: речення на вхідній мові → відповідне речення на ЖМ. Зафіксувавши порядок розташування слів у вхідному реченні з одним предикативним зв'язком, пропонується отримати певні структури (узагальнення), у яких, замість конкретних слів у реченні, будуть множини слів, які можуть використовуватись на цих зафіксованих місцях. Таким чином можна отримати невеликий (відносно загальної кількості речень) обсяг граматичних конструкцій перекладу. Граматичною конструкцією речення називається послідовність слів, що належать до частин мови, які передають сенс, тобто у речень відкидаються службові слова.

Алгоритм формування множини граматичних конструкцій перекладу на основі двомовного корпусу речень української текстової та жестової мов наступний:

- серед множини речень, що містяться в корпусі, виконується пошук речень, які частково збігаються; вибираються серед них речення, у яких відмінності між словами є тільки в одному з елементів;
- проводиться групування цих речень та отримуються послідовності слів, які можна використовувати на фіксованих позиціях в кожному з цих речень;
- проводиться аналіз цих послідовностей, визначається, чи кожне з слів послідовності може використовуватись у кожному реченні, виявляються винят-

ки, додаються у послідовність інші аналогічні слова, які можна використовувати у даній позиції;

- у результаті аналізу послідовностей слів, формується граматична конструкція речення;
- після проведення аналізу послідовностей слів для всіх речень, що частково збігаються, додаються граматичні конструкції до списку речень та повторно проводиться пошук речень та граматичних конструкцій, що частково збігаються, доти, поки конструкції не перестануть розширюватись;
- проводиться пошук граматичних конструкцій, у яких послідовності, частково збігаються та проводиться аналіз даних послідовностей для їх розширення.

Після отримання двомовного корпусу речень на основі запропонованих алгоритмів побудовано множину граматичних конструкцій перекладу. Унаслідок групування речень з двомовного корпусу речень української мови та жестової мови було отримано 2101 граматичних конструкцій перекладу. Після відповідного аналізу даних множини перекладу було отримано 293 узагальнених граматичних конструкцій перекладу, що дають змогу виконувати автоматичний переклад речень з навчального корпусу [2].

Для тестування запропонованого підходу було вибрано 500 речень з текстів, які призначені для використання глухими людьми. Шляхом розширення словника та встановлення відповідностей між словами та жестами отримано 85% речень з автоматичним перекладом та 6% речень з автоматизованим перекладом оснований на прогнозуванні з використанням граматичних конструкцій, що частково збігаються, тобто загальний відсоток правильного перекладу склав 91%. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу.

1. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: моделювання інформаційних процесів / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак. – Київ: Наук. думка, 2014.
2. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: трансформація тексту в жести / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак, С.О.Романишин. – Київ: Наук. думка, 2016.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ VRP ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ CUDA

Басанець Д. Г., daniil.basanets@gmail.com,

Кузнєцов К. А., kgoblink@ukr.net

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

Проблема маршрутизації транспортного засобу (Cirtual Routing Problem – VRP) є однією з найбільш досліджуваних серед задач комбінаторної оптимізації. Вона слугує для пошуку оптимального набору маршрутів досягнення усіх клієнтів, використовуючи наявні транспортні засоби. Це задача цілочисельного програмування, відноситься до класу NP-важких задач, обчислювальна складність яких залежить від розміру вхідних даних експоненційно.

З огляду на високу обчислювальну складність завдань маршрутизації точні алгоритми не завжди дають рішення за допустимий час при великому розмірі задачі. Тому для вирішення розроблялися евристичні та мета-евристичні методи. На поточний момент пропонується наступна класифікація методів вирішення завдань маршрутизації [1-2]:

- точні алгоритми - такий підхід перебирає всі можливі рішення, поки не буде знайдено оптимальне;
- евристичні методи - проводиться відносно обмежений пошук по простору рішень, і зазвичай знаходяться хороші рішення за прийнятний час;
- мета-евристичні методи - мета-евристику створює обчислювальна схема, яка об'єднує два алгоритму, один з яких головний, інший підлеглий.

Всі ці методи налаштовані на обчислювання в одному потоці. Зараз існуючи моделі центральних процесорів (ЦП) складаються з кількох обчислювальних ядер та мають частоту до 4 ГГц, тому для більш ефективного їх використання необхідно розпаралелити алгоритми. Крім ЦП існують і графічні процесори (ГП), кількість ядер яких досягає 4000, хоч вони і мають нижчу частоту (близько 1,5 ГГц), завдяки цьому обчислювальна продуктивність ГП в рази вище, ніж ЦП.

CUDA (Compute Unified Device Architecture) – програмно-апаратна архітектура, що дозволяє робити обчислення з використанням графічних процесорів NVIDIA, що підтримують технологію GPGPU (обчислення загального призначення на графічних процесорах).

У роботі [3] порівнювалась ефективність використання графічного процесора для алгоритму матричного добутку. Згідно с висновками, на великих розмірах матриць вдалось досягти прискорення алгоритму на ГП до 250 разів порівняно з ЦП. Тому пропонуємо модифікацію генетичного алгоритму для рішення VRP задачі за допомогою паралельних обчислень на ГП з використанням технології CUDA. У звичайному генетичному алгоритмі в циклі виконуються такі оператори: selection, crossover, mutation, replacing. Всі вони використовують одну популяцію, модифікуючи її на кожній ітерації. Пропонується скопіювати початкову популяцію, щоб кожне ядро ГП мало свій екземпляр. Запустити виконання вищезазначених операторів на кожному ядрі GPU. Після цього зібрати в одну популяцію найкращі особи з результатів виконання на кожному ядрі графічного процесора і знову запустити паралельне виконання, розіславши отриману популяцію на всі ядра. Виходячи з цього – складні обчислення на кожній ітерації циклу будуть паралельно виконуватися на багатьох ядрах, тому можна отримати значне прискорення в залежності від ГП.

Список літератури

1. Toth P. Branch-and-bound algorithms for the capacitated VRP / P. Toth, D. Vigo (Eds.) // The Vehicle Routing Problem. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications: Philadelphia.– 2002.– P. 29 – 51.
2. Cordeau J.-F. Unified tabu search heuristic for vehicle routing problems with time windows / J.-F. Cordeau, G. Laporte, A. A. Mercier // Journal of the Operational Research Society.– 2001.– N 8(52).– P. 928 – 936.
3. Басанець Д. Г. Порівняння ефективності технологій cpu та cuda для алгоритму матричного добутку / Д. Г. Басанець, І.А. Назарова // VI Міжнародна конференція «Моделювання і комп'ютерна графіка» (м. Красноармійськ, ДонНТУ, 25-29 травня 2015 р.).– Красноармійськ, ДонНТУ, Міністерство освіти та науки України.– 2015.– С. 45-49.

ПРО ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ У ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ МЕТАЛУ ТИСКОМ

Богомаз В.М., Богомаз О.В., Нечай І.В.

wbogomas@i.ua

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*

Обробка металів тиском є одним з основних етапів металургійного виробництва. Вона призначена для надання злитку або заготовці нової необхідної геометричної форми, а також формування у майбутнього виробу визначених фізико-механічних властивостей. Одним з основних видів обробки металів тиском є вільне кування.

При обробці якість поковок повинна забезпечувати високі показники механічних властивостей металу, зокрема малу ступінь нерівномірності розподілення деформації в об'ємі металу, оскільки її надмірна величина призводить до появи руйнування в структурі металу. На процес розподілення деформації в металі впливають такі параметри: температура заготовки та повітря, параметри процесу обробки (подача, ступінь деформації за прохід, кути кантування заготовки і т.і.), форма робочих органів відповідної машини.

Залежність деформації металу від напруженого стану при обробці тиском описується законами теорії пластичності. В результаті деформування змінюється внутрішня структура металу. Таким чином, для визначення раціонального технологічного процесу обробки металу тиском необхідно з одного боку забезпечити необхідну форму деталі в кінці процесу, з іншого боку – отримати найменшу ступінь нерівномірності деформацій в деталі. Для вирішення такої проблеми пропонується залучити методи теорії оптимального керування.

З метою побудови ефективного технологічного процесу обробки металів тиском побудована математична модель задачі оптимального керування деформуванням деталі з мінімальним ступенем нерівномірності деформацій. Побудована модель задачі оптимального керування включає: систему еволюційних рівнянь стану та рівнянь зв'язку між деформаціями та напруженнями з крайовими умовами на границі області та початковими умовами, а також цільовий функціонал.

В якості фазових змінних приймаються величини деформацій та напружень, в якості керувань - зовнішні зусилля на заготовку протягом деформування. Таким чином, функції керувань входять до граничних умов відповідної крайової задачі.

Для побудованої задачі оптимального керування приведені умови, які забезпечують існування її розв'язків.

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МЕТРИК В ПРОСТРАНСТВЕ МНОГОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Бодянский Е.В., bodyanskiy@gmail.com,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

Струков В.М., struk_vm@ukr.net,

Харьковский национальный университет внутренних дел,

Узлов Д.Ю., poputcik@i.ua,

Главное управление национальной полиции в Харьковской области

На практике часто встречаются задачи, оперирующие большими массивами многомерных числовых данных, причем эти данные могут измеряться в различных масштабах и единицах измерения. Как правило, эти задачи предполагают полностью заполненные матрицы данных. Вместе с тем встречаются задачи, обладающие некоторыми особенностями, которые не позволяют непосредственно применять классические алгоритмы и методы. К числу таких особенностей можно отнести пропуски в массивах данных - отсутствие каких-либо данных в ячейках, возникающее вследствие различных объективных и субъективных причин при вводе не строго регламентированных данных, и нечисловые шкалы измерений признаков.

Введем следующие обозначения:

- $X = \{x_{ij}\}$, - матрица “объект-свойство”, в которой x_{ij} – значение j -го свойства (признака) i -го объекта, $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$;

- none – пропуск в данных;

n_i – число пропусков в объекте x_i ,

n_l – число пропусков в объекте x_l ,

n_{il} – число общих пропусков (в данном примере $n_{il} = 1$);

$x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{in})^T \in R^n$;

$x_i \cap x_l \neq \emptyset$.

Введем служебную булеву переменную δ_{il} :

$$\delta_{il} = \begin{cases} 1, (x_{ij} \neq \text{none}) \& (x_{lj} \neq \text{none}), \\ 0, (x_{ij} = \text{none}) \& (x_{lj} = \text{none}). \end{cases} \quad (1)$$

С учетом введенных обозначений и выражения (1) расстояние d_{il} между объектами x_i и x_l в общем виде можно записать следующим образом:

$$d_{il} = \frac{1}{n - n_i - n_l + n_{il}} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \text{Op}_j x_{lj}) \delta_{il}; \quad (2)$$

Здесь Op_j – оператор вычисления расстояния между объектами x_i и x_l для j -того признака.

Для учета значимости признаков введем их весовые коэффициенты k_j , которые определяются или задаются экспертами-аналитиками в ходе решения конкретных задач:

$$d_{il} = \sum_{j=1}^n k_j d_{il}^j \delta_{il}. \quad (3)$$

Пронормируем коэффициенты k_j :

$$k'_j = \frac{k_j}{\sum_{j=1}^n k_j}, \quad \sum_{j=1}^n k'_j = 1.$$

Для учета шкалы измерения каждого признака введем служебные переменные:

$$b_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-тый признак измеряется в} \\ & k\text{-той метрике,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

Где k – k -тая метрика, $k=1, 2, \dots, N_s$, N_s – количество шкал измерения, используемых в задаче.

Тогда итоговое обобщенное выражение для вычисления расстояния между объектами x_i и x_l будет иметь следующий вид:

$$d_{il} = \frac{1}{n - n_i - n_l + n_{il}} \sum_{k=1}^{N_s} \sum_{j=1}^n k'_j b_j^k (x_{ij} \text{Op}_j^k x_{lj}) \delta_{il}, \quad (4)$$

где Op_j^k – оператор вычисления расстояния между значениями j -того признака объектов x_i и x_l в k -той метрике.

Сформулированная метрика (4) позволяет применять классические алгоритмы, используемые для числовых метрик, для решения задач (например, кластеризации) с описанными выше особенностями.

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТРЬОХРІВНЕВОГО КРИТЕРІЮ НА ФУНКЦІЯХ НАЛЕЖНОСТІ

**Божуха Л.М., bozhucha@yandex.ua,
Вернигора Д.В., mr.dimey@gmail.com,**

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

Проблема якісної інтерпретації чисельних характеристик виникає при аналізі параметрів різної природи. Побудова лінгвістичного критерію встановлює логічні зв'язки кількісних характеристик виділеної групи з деяким комплексним показником.

Степінь належності функції лінгвістичному критерію розглядається на заданій реальній множині [1]. Метою роботи є не побудова нового класифікатора, а надання методу знаходження вузлових точок для функції належності при відсутності експертної оцінки та формування зон впевненості та невпевненості лінгвістичної критерію за пропорцією $\alpha : u : \beta$ в залежності від обраних вузлових точок.

Гістограму $G = \{X, N, \Delta, n\}$ визначимо як математичний об'єкт, де $X = [x_{min}, x_{max}]$ – інтервал аналізу параметру, N – кількість даних обраного параметру або фактору, $\Delta = (x_{max} - x_{min}) / (1 + \log_2 N)$ – крок гістограми, $n = (n_1, n_2, \dots, n_M)$ – вектор кількості входження даних у відповідну комірку гістограми розмірності M . По вигляду гістограми, яка приведена до вигляду щільності $F(x_i) = n_i / (N \Delta)$, $i = \overline{1, M}$ при $j = \overline{0, M}$, $x_j = x_{min} + j \Delta$ ідентифікується ймовірнісний закон розподілу. Розглядається найпростіший випадок, коли для фактору існує унімодальна гістограма і за цією гістограмою стоїть нормальний розподіл. У якості функції належності можна обрати стандартний 01-класифікатор з трьома рівнями «Низький (Н) – Середній (С) – Високий (В)».

На кожному інтервалі аналізу параметра гістограми $[x_{i-1}, x_i]$ позначимо точки $y_i = (x_i - x_{i-1}) / 2$, $i = \overline{1, M}$ та значення $F(y_i), i = \overline{1, M}$. По центральним точкам $(y_i, F(y_i)), i = \overline{1, M}$ наведеної гістограми побудуємо ламану, відрізки якої мають різні кути нахилу до осі абсцис. Кути відрізків ламаної φ_i , $i = \overline{1, M}$

, приймають від'ємні $(\varphi_{\max}^-, \varphi_{\min}^-)$ або додатні значення $(\varphi_{\max}^+, \varphi_{\min}^+)$ в залежності від знаходження цих відрізків відносно центрального піка гістограми. Чисельні значення $K1 = (\varphi_{\max}^+ + \varphi_{\min}^+)/2$, $K2 = (\varphi_{\max}^- + \varphi_{\min}^-)/2$ надають можливість проаналізувати інформацію про суттєві зміни куту нахилу відрізків ламаної. Для гістограми з невеликою швидкістю зростання і спадання даних доцільним є введення додаткових змінних $K1$ і $K2$, які є важливими характеристиками для визначення вузлів m_1, m_2, m_3 . Чисельні значення вузлів m_1, m_2, m_3 можуть бути прийняті як початковий крок при формуванні лінгвістичного критерію при відсутності експертної оцінки. При діленні відрізків $[m_i, m_{i+1}]$, $i=1, 2$ на зони абсолютної впевненості, зниженої впевненості та абсолютної невпевненості є можливість побудови лінгвістичного критерію на функціях належності $\mu_i (i=\overline{1,3})$, операції з якими можна звести до операцій з їх вершинами.

Змінюючи надалі положення та кількість вузових точок класифікатору, можна отримувати нові функції належності з нестандартною пентшкалою на 01- носії. Так, наприклад, при побудові критеріїв з трьома зонами у пропорції $\alpha:u:\beta$, де параметр $u \geq 0$ виражає глибину невпевненості, параметр $k = (m_3 - m_1)/(\alpha + u + \beta)$, трапецієвидне число $(a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}, a_{4i})$ для $i=\overline{1,3}$ може бути обчислено так: $((2m_i - uk - 2\alpha k)/2, (2m_i - uk)/2, (2m_i + uk)/2, (2m_i + uk + 2\beta k)/2)$.

Побудова класифікатору за наведеною схемою може надати можливість побудувати зони після аналізу кількісних характеристик та сформулювати правило обрання довжин зон за пропорцією. У більш складному випадку, коли симетрії не існує у функції належності, можна проаналізувати характер даних гістограми: параметри пропорції α, u, β при побудові критеріїв можна обрати з урахуванням отриманих вузлів m_1, m_2, m_3 гістограми та середньоквадратичного відхилення від середнього σ .

Бібліографічні посилання

1. Недосекин А.О., Фролов С.Н. Лингвистический анализ гистограмм экономических факторов описаний / [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://sedok.narod.ru>

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ШИХТИ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ ТА МЕТОД ЇЇ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

¹Бойко Л.Т., ²Тогобицька Д.М., ²Белькова А.І., ¹Колісник К.А.

ltboyko@gmail.com, dntog@mail.ru

¹Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

²Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова НАН України

Задача прогнозування властивостей продуктів плавки (чавуну та шлаку) в залежності від складу шихти та технології є актуальною в сучасних умовах доменного виробництва [1, 2].

На сьогоднішній день до числа першочергових відноситься така задача: зробити виробництво чавуну потрібного хімічного складу високо продуктивним при одночасних мінімальних цінових витратах на матеріали шихти, особливо на кокс. Вирішення цієї задачі приводить (з точки зору прикладної математики) до необхідності розв'язування задач векторної оптимізації.

Розглядається така математична задача як модель виробничої задачі:

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

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

$$X \in D.$$

Тут координатами вектора $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ є маси компонент шихти, причому область D визначається такими обмеженнями: $a_i \leq x_i \leq b_i$, $i = \overline{1, m}$, де всі a_i, b_i – відомі додатні числа.

Функція $f_1(X)$ обчислює собівартість 1т виплавленого чавуну; за функцією $f_2(X)$ прогнозується маса виплавленого чавуну (продуктивність виробництва), а за функцією $f_3(X)$ обчислюються витрати коксу на 1т виплавленого чавуну. Значення функцій $f_1(X)$, $f_2(X)$, $f_3(X)$ можна обчислити за певними алгоритмами в кожній точці X області D .

В обмеженнях (2) функції $g_k(X)$, $k = \overline{1, r}$ встановлюють зв'язок між складом шихти та властивостями шлаку (фізико-хімічний еквівалент шлаку, показник стехіометрії шлаку тощо); між складом шихти і деякими важливими характеристиками чавуну (вміст сірки, кремнію тощо); r – кількість параметрів шлаку та чавуну, які характеризують якість продуктів плавки і за якими ведеться контроль. Значення цих r параметрів повинні попасти у відповідні проміжки (2), в яких c_k, d_k , ($k = \overline{1, r}$) – відомі числа.

Значення функцій $g_k(X)$, $k = \overline{1, r}$ обчислюються за певними алгоритмами в кожній точці X області D .

Шукати треба такий вектор $X_* \in D$, який буде компромісним розв'язком трикритеріальної задачі (1) при виконанні умов (2). Як один із можливих підходів до розв'язування задачі (1), (2) обрано метод згортки критеріїв [3], в якому вектор цільових функцій (1) замінено скалярною цільовою функцією

$$F(X) \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$\text{де } F(X) = \alpha_1 f_1(X) - \alpha_2 f_2(X) + \alpha_3 f_3(X), \text{ або } F(X) = \frac{(f_1(X))^{\alpha_1} \cdot (f_3(X))^{\alpha_3}}{(f_2(X))^{\alpha_2}}.$$

Коефіцієнти $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ визначають пріоритети критеріїв у векторі (1), їх вибирають виробничники так, щоб $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$; $\alpha_i \in (0; 1)$, $i = 1, 2, 3$.

Отже, трикритеріальна задача оптимізації (1), (2) зведена до однокритеріальної задачі (3), (2).

Бібліографічні посилання

1. **Тогобицкая Д.Н.** Системный подход к решению задачи выбора оптимального состава доменной шихты / Д.Н. Тогобицкая, А.И. Белькова, А.Ф. Хамхотыко и др. // Наукові вісті. Сучасні проблеми металургії. – Дніпропетровськ: НметАУ. – 2011. – №13. – С. 14–20.
2. **Бойко Л.Т.** 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. Промішлянська // Зб. наук.праць «Питання прикладної математики і математичного моделювання». – Дніпропетровськ. – 2014. – С. 49-54.
3. **Трифонов А.Г.** Многокритериальная оптимизация [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/16.php.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Бомба А.Я., abomba@ukr.net,

Рівненський державний гуманітарний університет

Сафоник А.П., safonik@ukr.net,

Національний університет водного господарства та природокористування

Так як більшість очисних споруд працюють на ручному керуванні, це призводить до зниження їх продуктивності підвищення вартості наданих послуг, а також впливу “людського фактору”. Автоматизація ж водоочисних установок дозволить зменшити трудозатрати на обслуговування і підвищити надійність роботи установок, покращити техніко-економічні показники за рахунок оптимізації і інтенсифікації технологічних процесів, забезпечити отримання води гарантованої якості. При автоматичному управлінні роботою фільтрів досягається зменшення на 10-25% питомих і загальних витрат хімічних реагентів і води на власні потреби. Впровадження автоматизації управління водоочисними установками дозволяє в 2-3 рази збільшити продуктивність цих установок без додаткових капітальних витрат на технологічне обладнання і будівництво. Виходячи з цього розроблена інформаційна система підтримки прийняття рішень на основі відомих методів, а саме: методів математичної фізики та гідродинаміки для побудови математичних моделей процесів очищення рідин шляхом фільтрування; методів розв’язання задач із запізненням; числово-асимптотичних та аналітичних методів; загальних підходів до побудови модельних задач, у яких одні складові домінують над іншими; методів розв’язання обернених задач для ідентифікації невідомих параметрів; методів імітаційного моделювання; методики узагальнення класичних моделей.

1. Бомба А. Я. Нелінійні задачі типу фільтрація-конвекція-дифузія-масообмін за умов неповних даних : Монографія / Бомба А. Я., Гаврилюк В. І., Сафоник А. П., Фурсачик О. А. – Рівне : НУВГП, 2011. – 276 с.

ВАРІАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ ЗОБРАЖЕННЯ З БЕЗШОВНИМ НАКЛАДЕННЯМ ФРАГМЕНТІВ

Боровик М.О., Сердюк М.Є.

mashley@email.ua, me_serdyuk@i.ua

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

Задача безшовного накладення фрагментів зображень має багато корисних застосувань в комп'ютерній графіці і є актуальною задачею автоматичної обробки цифрових зображень. Різноманітні методи моделювання зображень в задачах подібного типу повинні враховувати візуальні особливості обох фрагментів, що комбінуються, такі як колір, яскравість, контраст та інтенсивність. Складність комбінування фрагментів зображень полягає у необхідності створення згладжених переходів між границями вхідних зображень та вирівнювання кольору результуючого зображення. Одним із способів розв'язання таких задач є варіаційний підхід, який полягає у відшукуванні результуючої функції зображення шляхом мінімізації функціоналу, в структурі якого зазвичай враховуються два фактори: близькість полів кольорів вихідних зображень, що комбінуються, та результуючого зображення та близькість їх градієнтних полів.

Відомим є метод [1], який базується на мінімізації функціоналу

$$J = \iint_{\Omega} |\nabla f - T_0(\nabla f_0)|^2 dx + T_1 \iint_{\partial\Omega} |f - f_1|^2,$$

де Ω - область вставки фрагмента, $\partial\Omega$ - її границя, f - шукана функція результуючого зображення, f_0 та f_1 - функції вихідних зображень, що комбінуються (f, f_0, f_1 - функції двох змінних, визначені на певних областях піксельної сітки), $\nabla = [\partial_{x_1} \partial_{x_2}]$ - оператор градієнта; T_0 та T_1 - деякі оператори, в якості яких можуть бути використані масштабні коефіцієнти, лінійні або нелінійні функції. Навіть використання постійних коефіцієнтів, обраних певним чином, приводить до результатів, які мають переваги в порівнянні з іншими методами. Але за наявності різких перепадів яскравості на границі в області вставки фрагменту залишаються певні візуальні

проблеми. В даній роботі для мінімізації означених проблем пропонується додати у функціонал J елемент виду:

$$\iint_{\partial\tilde{\Omega}} \alpha (\nabla f - \nabla f_0)^2 dx + \iint_{\partial\tilde{\Omega}} (1 - \alpha) (\nabla f - \nabla f_1)^2 dx,$$

де в якості області $\partial\tilde{\Omega}$ доцільно обрати область на границі вставки, в якій здійснюється змішування градієнтів вихідних зображень, а α – вагова функція маски ($0 \leq \alpha \leq 1$), яка обчислюється в залежності від співвідношення яскравостей вихідних зображень на границі області комбінування. Такий елемент у функціоналі врахує змішування градієнтів фрагментів, що комбінуються, з ваговими коефіцієнтами. Один з можливих варіантів визначення α – розв’язання рівняння Лапласа $\Delta\alpha = 0$, $x \in \partial\tilde{\Omega}$ з умовами Дирихле або/та Неймана на границі $\partial\Omega$. Граничні умови обираються таким чином, щоб забезпечити плавну зміну функції маски від 1 до 0 на області змішування вихідних зображень.

Отже, розв’язання задачі синтезу зображення з безшовним накладенням фрагментів зводиться до такої задачі мінімізації:

$$\min_f \left\{ \iint_{\Omega} |\nabla f - \lambda_0 (\nabla f_0)|^2 dx + \lambda_1 \iint_{\partial\Omega} |f - f_1|^2 + \iint_{\partial\tilde{\Omega}} \alpha (\nabla f - \nabla f_0)^2 dx + \right. \\ \left. + \iint_{\partial\tilde{\Omega}} (1 - \alpha) (\nabla f - \nabla f_1)^2 dx \right\},$$

де λ_0 та λ_1 – масштабуючі коефіцієнти. λ_0 обирається таким чином, щоб вирівняти інтенсивності фрагментів, що комбінуються. λ_1 обирається так, щоб наблизити результуюче зображення до фонового на границі області накладення. Для безпосереднього використання запропонованого методу поставлена задача дискретизується і розв’язується окремо для кожного каналу RGB.

Бібліографічні посилання

1. Zeng Y. A Novel Unified Variational Image Editing Model / Y. Zeng, W. Chen, and Q.-S. Peng J. Comput. Sci. & Technol, Mar. 2006, Vol.21, No.2, pp.224-231.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ОНТОЛОГИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ ТУРОПЕРАТОРОВ

Брыгарь И.В., Золотко К.Е.

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

В настоящее время все большее число различных компаний и фирм начинают предоставлять услуги по организации путешествий и поездок в различные страны мира. При этом, как у таких компаний, так и у людей, которые отправляются в такие поездки, возникает проблема выбора подходящего варианта. Одним из возможных путей решения этой проблемы является использование элементов искусственного интеллекта и, в частности экспертных систем, для выбора подходящего варианта.

В связи с большим объемом и, в большинстве случаев, неструктурированностью информации, такие экспертные системы могут основываться на элементах нечетких множеств, методах поиска в пространстве состояний с использованием эвристик и теории графов. Целью исследований было решение задачи, с помощью которой можно автоматизировать большой жизненный цикл работы туроператоров работы с клиентами, вследствие чего сокращается время поиска тура, а также увеличивается количество релевантного выбора на основе онтологического интерфейса в экспертных системах с самообучением.

Использование онтологий в интерфейсе системы позволяет в значительной степени систематизировать знания и использовать классические методы поиска решений в теории графов. В искусственном интеллекте онтологии используются для формальной спецификации понятий и отношений, которые характеризуют определенную область знаний. Одним из основных понятий, используемых в онтологиях, является понятие *лингвистической переменной*. Значениями лингвистических переменных являются не числа, а слова или предложения некоторого искусственного либо естественного языка.

При вводе информации об онтологии и терм-множестве она представляется в форме, удобной для компьютерной обработки. Обычно онтология задается набором из пяти компонентов: $\langle L, T(L), U, G, M \rangle$, где L -имя лингвистической переменной; $T(L)$ -ее терм-множество; U - область, на которой определены значения лингвистической переменной; G описывает операции по порождению производных значений лингвистической переменной на основе тех значений, которые входят в терм-множество. В нашем случае компонентами онтологий являются формализованные описания и характеристики туристических поездок.

Последовательность работы экспертной системы можно определить следующим образом.

- Клиент, когда заходит на данный сервис, может с помощью специального опросного листа сформулировать требования, которые он предъявляет к туристической поездке.

- После чего система распознает *экземпляры* – нижеуровневые компоненты онтологии, *понятия* – абстрактные группы, *атрибуты*, и строит отношения между ними (включая машинно-интерпретируемые формулировки основных понятий предметной области). Затем с помощью построенных онтологий и методов поиска осуществляется подбор подходящего варианта из существующих в специализированной базе данных (дерево сабклассов).

- Сервис предоставляет пользователю результат. Если нет подходящего варианта, то с помощью уточняющих вопросов происходит дальнейшая работа экспертной системы.

Каждый вариант попадает в базу данных и пополняет дерево сабклассов. При определенном количестве N (одинаковые предложение от разных клиентов), варианты могут попадать в базу предложений автоматически или уходить модератору на проверку.

Базой знаний экспертной системы являются лингвистические переменные и отношения между ними. Такой подход к построению базы знаний обеспечивает:

- системность – онтология представляет целостный взгляд на предметную область;
- единообразие – материал, представленный в единой форме, лучше обрабатывается, воспринимается и воспроизводится;
- научность – построение онтологий позволяет восстановить недостающие логические связи во всей их полноте.

Благодаря использованию онтологий в интерфейсе системы, присутствуют следующие возможности: легкость пополнения базы знаний, не требующая дополнительных умений со стороны пользователя и позволяющая в значительной степени сократить время анализа и заполнения базы данных, а также построить более точную таксономию.

Симбиоз онтологии и экспертной системы позволяет упростить процесс самообучения системы и делает ее более автономной. Для валидации может использоваться статистика или работа модератора, чтобы повысить точность.

METHOD OF IMAGE NORMALIZATION AND ALIGNMENT OF SCENE ILLUMINATION

R. Vorobel, roman.vorobel@gmail.com

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

Introduction. The range of light perceived by human vision system from the real world is approximately equal over four orders of absolute lightness range or brightness dynamic range from shadows to highlights in a single scene. A high dynamic range image cannot be displayed directly without losing visible details using scaling. Thus, in reality, human can't see small details in recorded images and scenes. Therefore technologies of light alignment, based on the multiplicative model of human visual system, described in [2], are used. For this technology resulting image L with size $N \times M$ pixels is presented by product of the two components: illumination $\bar{L}$ and reflectance R . For pixel with coordinate (i, j) of image L the intensity it can be described as

$$L(i, j) = \bar{L}(i, j)R(i, j). \quad (1)$$

Land proposed original method for illumination alignment based on Retinex theory in paper [3]. It uses a multiplicative model of human visual system. It takes into account the Weber-Fechner light perception law by human visual system. This simple method is called Single Scale Retinex.

For evaluation of reflectivity the transformation to logarithmic domain is used.

$$\text{Log}R(i, j) = \log(L(i, j)) - \text{Log}(\bar{L}(i, j)) \quad (2)$$

It is assumed that the illumination $\bar{L}$ is presented as a result of the convolution $\otimes$ of the input image L with impulse response of Gaussian low-frequency filter

$$\bar{L}(i, j) = L(i, j) \otimes F(i, j), \quad (3)$$

which is described by

$$F(i, j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{i^2+j^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

and

$$\text{Log}R(i, j) = \log(L(i, j)) - \text{Log}(L(i, j) \otimes F(i, j)). \quad (5)$$

Then, the resulting image is transformed to the range of input values of gray level pixel by linear or non-linear stretching, histogram equalization or some other method of global tones transformation.

However, this approach has a disadvantage. It is that image processed by this method differs from the result of inversion of processed inversed image. It means that SSR method uses different approaches for processing of low and high gray level pixels. Therefore, the purpose of this paper is to ensure uniform and symmetrical (balanced) processing of pixels with low and high values of intensity.

Illumination alignment method. For this purpose we used approach described in [4] to constructing symmetric (balanced) algebraic structures of logarithmic type. On this basis, SSR technology for symmetric processing of dark and overly brightened image pixels is developed. For this purpose input image is processed using the expression

$$\begin{aligned} \text{Log}R_{\text{new}}(i, j) = & -\text{sign}[L(i, j) - \bar{L}(i, j)] \times \\ & \times \log \frac{2\{\min[L(i, j), \bar{L}(i, j)] - L(i, j) \cdot \bar{L}(i, j)/M\}}{L(i, j) + \bar{L}(i, j) - 2L(i, j) \cdot \bar{L}(i, j)/M}, \end{aligned} \quad (6)$$

where $M = 2^n - 1$ – the number of gray levels of n -bit pixel. After this we compute a similar transformation from logarithmic domain to the range of positive values for every gray level of pixels. For this table of global transformation of tone pixels is used.

Conclusion. Experimental studies have confirmed the effectiveness of the proposed method (6). This opens new opportunities for its using for other modifications of illumination alignment techniques, including multiscale Retinex.

References

1. Reinhard E., Stark M., Shirley P., Ferwerda J. Photographic tone reproduction for digital images // ACM Trans. on Graphics. – 2002. – Vol. 21. – No 3. – P. 267 – 276.
2. Stockham T.G. Jr. Image Processing in the Context of a Visual Model // Proc. of the IEEE. – 1972. – Vol. 60. – No 7. – P. 828 – 842.
3. Land E. The Retinex // American Scientist. – 1964. – Vol. 52. – P. 247 – 264.
4. VOROBEL R.A. LOGARITHMIC IMAGE PROCESSING. KYIV: NAUKOVA DUMKA. – 2012. – 232 P. (IN UKRAINIAN).

MODELING ALGEBRAIC STRUCTURE FOR PROCESSING OF GRAY SCALE IMAGES

R. Vorobel, roman.vorobel@gmail.com

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

Introduction. Construction of modeling algebraic structures [1] is the one of the image processing methods of the last decade. In this case special characteristics of human psychophysical system as exemplary image processing system are selected for the basic properties of such structures. These features derive from psychophysical laws, the base of which is the Weber-Fechner law of human perception of light and the physical laws of light passing through a translucent medium. In [2] the algebraic structure of logarithmic type was built based on this law. For this structure for the set $U \in [0,1)$ of gray levels is defined operations of addition $\oplus$ and operation of multiplying $\otimes$ by a positive scalar as an algebraic structure of a vector space.

This operation is described by adding

$$u_1 \oplus u_2 = u_1 + u_2 - u_1 u_2, \forall u_1, u_2 \in U; \quad (1)$$

and the operation of multiplication of gray level u by a scalar $\alpha \in R^+$

$$\alpha \otimes u = 1 - (1 - u)^\alpha, \forall u \in U, \forall \alpha \in R. \quad (2)$$

Function (1) is known in the theory of triangular norms as a S -norm. On the other hand it is known [1, 3] that the vector space of gray levels $(U, \oplus, \otimes)$ is isomorphic to the space of numbers R^+ via the function $\varphi: U \rightarrow R^+$, described by

$$\varphi(u) = -\ln(1 - u), \forall u \in U, \quad (3)$$

and that isomorphism meets the requirements

$$\varphi(u_1 \langle + \rangle u_2) = \varphi(u_1) + \varphi(u_2), \forall u_1, u_2 \in U, \quad (4)$$

$$\varphi(\alpha \langle \times \rangle u) = \alpha \cdot \varphi(u), \forall \alpha \in R^+, \forall u \in U. \quad (5)$$

So, in this case, the function (3) is modeling logarithmic properties of the response of human to light stimulation.

But arises the question – is it the only way to get the algebraic structure that has basic operations (1) and (2)?

New method. The purpose of work is to develop a new method of constructing algebraic structures of logarithmic type. For this we will use a known functional equation [4]

$$f(x \langle + \rangle y) = f(x) + f(y) + f(x)f(y) \quad (6)$$

and take it as a basis of the method of addition operation construction in a new algebraic structure.

Note that for unambiguous monotonic functions determined in the interval

$x, y \in U = [0, 1)$ and such that $f(0) \in 0$ та $f(1) = \infty$, is true

$$x \langle + \rangle y = f^{-1}[f(x) + f(y) + f(x)f(y)]. \quad (7)$$

Herewith the set U with operation of addition $\langle + \rangle$ (7) forms additive Abelian group.

At the same time, for given set of positive numbers, additive Abelian group

$G = (E, \langle + \rangle)$ with $U = [0, 1)$ and the addition operation $\langle + \rangle$ (7) is true mapping

$\langle \times \rangle : R^+ \times U \rightarrow U$ for $\alpha \in R^+$ which is described by expression

$$\alpha \langle \times \rangle x = f^{-1}\{[1 + f(x)]^\alpha - 1\}. \quad (8)$$

Note that when $f(x) = x/(1-x)$ and $f^{-1}(x) = x/(1+x)$ from equation (7) we obtain an expression identical to (1), and from equation (8) – an expression identical to (2).

Conclusion. Thus, new technology for constructing algebraic structures is built. It uses other basic function generator, and gives an opportunity to get structure identical to the known algebraic structure (1), (2). This gives possibility to extend class of modeling algebraic structures.

References

1. Vorobel R.A. Logarithmic image processing. Kyiv: Naukova Dumka. – 2012. – 232 p. (In Ukrainian).
2. Aczél J. Vorlesungen über Funktionalgleichungen und ihre Anwendungen. Birkhäuser Verlag. Basel. – 1961. – P. 52 – 53.
3. Klement E.P., Mesiar R., Pap E. Triangular Norms. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. – 2000. – 385 p.
4. Jourlin M., Pinoli J.-C. A model for logarithmic image processing // Journal of Microscopy. – 1988. – Vol. 149, Pt. 1. – P. 21 – 35.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РИМУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ВІРША ЗА ВИДОМ РИМИ

Гавран Р.І., r.havran.dev@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Лінгвістична обробка природномовних текстів є однією з центральних проблем інтелектуалізації інформаційних технологій. Велика кількість науково-дослідних програм спрямовані на розвиток лінгвістичних інформаційних систем [1].

Пошук рими відноситься до завдань, що мають точне аналітичне рішення. Та на даний момент не існує програмних аналогів, які б точно проводили пошук рими з урахуванням всіх потрібних для цього критеріїв. Дані наукові результати направлені на вирішення проблеми пошуку рими і покращення якості написання вірша, що включає грамотність, правильну риму.

При розробці програмного засобу використана неієрархічна стратегія аналізу тексту, що виходить з того, що в тексті можна виділяти різні види інформації (синтаксичну, семантичну, комунікативну), і кожна з цих типів інформації має самостійну значимість, тобто не може бути перекладена в інший вид для даної глибини інтерпретації тексту [3, с. 84].

Система для римування та візуалізації формування вірша розробляється як додаток на мові C# з використанням технології WPF. Архітектура системи виконана з використанням шаблону Model-View-ViewModel (MVVM), що полегшує відокремлення розробки графічного інтерфейсу від розробки бізнес логіки та забезпечує гнучкість у розробці додатку [2].

Таблиця даних з мета інформацією, яка зберігає потрібну мета інформацію для пошуку рими (WordTable):

- Id – INT, унікальний ідентифікатор слова.
- Word – VCHAR(MAX), слово без наголосу.
- AccentsIndexArray – VCHAR(MAX), масив індексів наголосів починаючи з кінця слова, оскільки слово може містити декілька наголосів, то тип створений у вигляді масиву індексів.

- TonesIndexArray – VCHAR(MAX), масив голосних букв у зворотньому порядку, тобто починаючи з кінця слова.
- AccentIndexinTones – VCHAR(MAX), індекс наголосу в масиві голосних.

Для коректного пошуку рими використовується наступний алгоритм:

1. При введенні слова виконується пошук в словнику з наголосами та пропонується варіанти слів з наголосами.
2. Після того як слово вибрано відбувається пошук даного слова за індексом у базі даних мета інформації.
3. Отримавши необхідну мета інформацію робиться вибірка з бази даних з такими параметрами як:
 - Останній індекс в полі AccentsIndexArray еталонного слова EQUALS останньому індексу AccentsIndexArray порівнюваного слова.
 - SUBSTRING(etalonWord, acentIndexOfEtalon+1, lastCharIndexEtalon) EQUALS SUBSTRING(comparedWord, acentIndexOfCompared+1, lastCharIndexCompared).
 - Останній наголошений звук еталонного слова рівний звуку порівнюваного слова. Наприклад: (etalonTone == 'y' **OR** etalonTone == 'ю') **AND** (comparedTone == 'y' **OR** comparedTone == 'ю') **OR** ... і так для всіх голосних звуків.

1. **Марченко О. О.** Алгоритми семантичного аналізу природномовних текстів: дис. канд. фіз.-мат. наук: 01.05.01 / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – К., 2005.
2. **Джон С.** Приложения WPF с шаблоном проектирования модель-представление-модель представления [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/magazine/dd419663.aspx>. – Назва з екрану.
3. **Федоров А. В.** Основы общей теории перевода: лингвистические проблемы. – М.; Высшая школа, 1983. – 303 с.

ПРО СТІЙКІСТЬ ПРОЕКЦІЙНОГО МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕКОРЕКТНОГО ЛІНІЙНОГО ОПЕРАТОРНОГО РІВНЯННЯ

Гарт Л.Л.

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

Багато теоретичних та прикладних задач науки, техніки і виробництва приводять до необхідності розв'язання операторних рівнянь першого роду у функціональних просторах. Окремими випадками таких рівнянь є добре відомі інтегральні, диференціальні та інтегродиференціальні рівняння, які, як правило, точно не розв'язуються. Тому для їх розв'язання розроблені і застосовуються різні наближені методи (прямі, в тому числі проекційні, ітераційні, змішані та ін.). Однак, незважаючи на отримані в цій області численні результати, проблема пошуку ефективних стійких методів наближеного розв'язання операторних рівнянь все ще далека від свого завершення.

В даній роботі розглядається питання про стійкість загального проекційного методу розв'язання операторного рівняння

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

з лінійним обмеженим оператором A в банаховому просторі H . Припускається, що обернений оператор A^{-1} не існує, але, тим не менш, рівняння (1) має розв'язок (взагалі кажучи, не єдиний) при будь-якій правій частині $f \in H$. Задача розв'язання рівняння (1) в цьому випадку не є коректною за Адамаром [1–3].

Поряд з рівнянням (1) розглядається послідовність рівнянь

$$A_n u_n = f_n, \quad n = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

де A_n – лінійний оператор в H_n , $\{H_n\}$ – зростаюча послідовність скінченновимірних підпросторів вихідного простору $(H_1 \subset H_2 \subset \dots \subset H_n \subset \dots \subset H, H_1 \neq \emptyset)$; $f_n = P_n f$, P_n – оператор проектування

H на H_n ($P_n^2 = P_n$, $\|P_n\| = 1$). Уведені простори і оператори при кожному $n \in \mathbb{N}$ пов'язані умовами близькості:

$$\|A_n u_n - P_n A u_n\| \leq \alpha_n \|u_n\|, \quad \forall u_n \in H_n; \quad (3)$$

$$\|A u - P_n A u\| \leq \beta_n \|u\|, \quad \forall u \in H; \quad (4)$$

$$\|P_n f - f\| \leq \eta_n \|f\|, \quad \forall f \in H, \quad (5)$$

де $\alpha_n, \beta_n, \eta_n$ – додатні числа, які не залежать від $u \in H$, $u_n \in H_n$, причому $\alpha_n \rightarrow 0$, $\beta_n \rightarrow 0$, $\eta_n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$.

Здійсненність та збіжність проекційного методу розв'язання рівняння (1) обґрунтовано в [4] з використанням методології [5] шляхом переходу від основних просторів H і H_n до фактор-просторів цих просторів по підпросторам нулів $\text{Ker } A = \{u \in H : Au = 0\}$ і $\text{Ker } A_n = \{u_n \in H_n : A_n u_n = 0\}$ точного і наближеного операторів A і A_n відповідно, а також до операторів $\bar{A}$ і $\bar{A}_n$, індукованих основними операторами A і A_n в фактор-просторах $\bar{H} = H \setminus \text{Ker } A$ і $\bar{H}_n = H_n \setminus \text{Ker } A_n$ відповідно [6].

У багатьох прикладних дослідженнях типовою є ситуація із завданням вихідних даних з похибкою. В даній роботі ця загальна ситуація моделюється припущенням, що права частина рівняння (1) задана з похибкою $\delta > 0$, тобто замість $f \in H$ відомо $f_\delta \in H$ таке, що

$$\|f - f_\delta\| \leq \delta. \quad (6)$$

(У більш загальному випадку слід орієнтуватися на задачі виду (1), в яких наближено задана не тільки права частина f , а й оператор задачі A .) Потрібно по $f_\delta \in H$ побудувати наближений розв'язок $u_\delta \in H$ рівняння (1), який задовольняє умову $u_\delta \rightarrow u^*$ при $\delta \rightarrow 0$.

Для розв'язання задачі (1), (6) проекційним методом рівняння

$$Au = f_\delta \quad (7)$$

апроксимується за описаною вище схемою послідовністю наближених рівнянь

$$A_n u_n = f_{\delta,n}, \quad n=1,2,\dots, \quad (8)$$

де $f_{\delta,n} = P_n f_\delta$. Оскільки $\|P_n\| = 1$, то відхилення правих частин відповідних наближених рівнянь (2) і (8) по нормі H не перевищує похибки δ завдання правої частини рівняння (1): $\|f_n - f_{\delta,n}\| = \|P_n f - P_n f_\delta\| \leq \|P_n\| \|f - f_\delta\| \leq \delta$.

Достатні умови стійкості проекційного методу розв'язання рівняння (1) за умови (6) встановлює наступна теорема.

Теорема. Нехай рівняння (1) розв'язне за будь-якої правої частини $f \in H$ і виконані умови близькості (3)-(5). Тоді при всіх $n \geq N \geq 1$, що задовольняють нерівність $p_n \equiv \|\bar{A}^{-1}\|(\alpha_n + \beta_n) < 1$, наближені рівняння (8) також розв'язні за будь-якої правої частини, причому існують такі точні розв'язки u^* рівняння (1) за умови (6) і $u_{\delta,n}^*$ рівнянь (8) ($n \geq N$), що послідовність $\{u_{\delta,n}^*\}_{n=N}^\infty$ збігається в H до u^* , якщо $\delta \rightarrow 0$, з оцінкою похибки

$$\|u_{\delta,n}^* - u^*\| \leq \sigma_{\delta,n}, \quad n \geq N,$$

де $\sigma_{\delta,n} = 2\|\bar{A}^{-1}\| \delta (1 - p_n)^{-1} + \gamma_n$; $\gamma_n = 2\|\bar{A}^{-1}\|((\alpha_n + \beta_n)\|u_n^*\| + \eta_n\|f\|)$; u_n^* – точні розв'язки наближених рівнянь (2).

Список литературы

1. **Тихонов А. Н.** Методы решения некорректных задач [Текст] / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
2. **Иванов В. К.** Теория линейных некорректных задач и её приложения [Текст] / В. К. Иванов, В. В. Васин, В. П. Танана. – М.: Наука, 1978. – 206 с.
3. **Морозов В. А.** Регулярные методы решения некорректно поставленных задач [Текст] / В. А. Морозов. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 320 с.
4. **Гарт Л. Л.** Явный проекционно-итерационный метод решения некорректных операторных уравнений [Текст] / Л. Л. Гарт // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: РВВ ДНУ, 2015. – Вип. 15. – С. 33-47.
5. **Габдулхаев Б. Г.** Теория приближенных методов решения операторных уравнений [Текст] / Б. Г. Габдулхаев. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2006. – 112 с.
6. **Канторович Л. В.** Функциональный анализ [Текст] / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – СПб.: Невский Диалект, 2004. – 816 с.

О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОЙ УПАКОВКИ ЭЛЛИПСОВ

Гиль Н.И.¹, Суббота И.А.²,

¹*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАНУ,*

²*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,*

subbotairina@mail.ru

Работа посвящена разработке конструктивных средств математического и компьютерного моделирования, методов поиска допустимых и локально-оптимальных решений для задач упаковки эллипсов в контейнер минимальных размеров (см., например [1], [2]).

В качестве конструктивных средств математического моделирования для задач оптимальной упаковки эллипсов используются новые классы ϕ -функций и квази- ϕ -функций, которые позволяют в аналитическом виде описывать отношения непересечения эллипсов, включения эллипсов в контейнер, ограничения на допустимые расстояния с учетом ориентации эллипсов, особенностей их метрических характеристик и формы контейнера. Строится обобщенная математическая модель базовой задачи оптимальной упаковки эллипсов в виде задачи нелинейного программирования. В зависимости от: вида функции цели; формы контейнера (прямоугольник, круг, эллипс); ограничений на ориентацию эллипсов (одинаково ориентированы, допускаются непрерывные вращения); особенностей метрических характеристик эллипсов (гомотетичные, произвольные); ограничений на допустимые расстояния рассматриваются основные ее реализации. Предлагаются методы решения задач с использованием методов нелинейного программирования и негладкой оптимизации, которые позволяют получать допустимые и локально-оптимальные решения. Приводятся результаты численных экспериментов.

Литература

1. Гиль Н. И. Задача упаковки неориентированных эллипсов / Н. И. Гиль, А. В. Панкратов, Т. Е. Романова, И. А. Суббота // 36. наук. пр. Харків. ун-ту Повітряних Сил. – Х.: Харків. ун-т Повітряних Сил ім. І.Кожедуба. – 2013. – № 4(37). – С. 87-90.
2. Панкратов А. В. Разработка эффективных алгоритмов оптимальной упаковки эллипсов / А. В. Панкратов, Т. Е. Романова, И. А. Суббота // Восточ.-Европ. журн. передовых технологий. – 2014. – № 5/4 (71). – С. 28-35.

ВІДКРИТІ ТА ЗАКРИТІ ЗОНИ ТРІЩИНИ МІЖ ДВОМА ІЗОТРОПНИМИ МАТЕРІАЛАМИ В КОМБІНОВАНОМУ ПОЛІ НАПРУЖЕНЬ

Говоруха В. Б., govorukhavb@yahoo.com,

Шевельова А. Є., allasheveleva@i.ua

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

Міцність і довговічність композиційних матеріалів залежить від наявності в них дефектів у вигляді тріщин, включень, зон передруйнування та інших механічних пошкоджень. Такі дефекти з'являються в матеріалі як в процесі його виготовлення, так і експлуатації. Врахування наявності таких дефектів необхідне для більш детального опису напружено-деформівного стану як в околі найбільш небезпечних точок щодо можливого розвитку тріщин, так і всього тіла в цілому.

Розглядається міжфазна тріщина $c \leq x_1 \leq b$, $x_2 = 0$ між двома півплощинами з механічними характеристиками μ_1, κ_1 та μ_2, κ_2 . Півплощини навантажуються на нескінченності рівномірними стискаючими нормальними $\sigma_{22}^{(j)} = \sigma^\infty$, зсувними в площині деформації напруженнями $\sigma_{12}^{(j)} = \tau^\infty$ та напруженнями $\sigma_{11}^{(j)} = \sigma_{xxj}^\infty$, які забезпечують виконання умов неперервності на границі поділу матеріалів. Вважається, що міжфазна тріщина відкрита для $x_1 \in [c, a] = L_1$ в той час як її береги контактують без тертя для $x_1 \in (a, b) = L_2$. Таке формулювання відповідає випадку, коли зона контакту виникає в околі правої вершини тріщини. Осцилююча особливість в лівій вершині тріщини істотно не впливає на поля напружень і деформацій в її правій вершині.

Методом комплексних потенціалів отримані представлення напружень і стрибків похідних переміщень на лінії поділу матеріалів через одну функцію комплексної змінної, яка є аналітичною в усій площині за винятком ділянки $L_1 \cup L_2$. Сформульовано комбіновану крайову задачу Діріхле-Рімана для цієї функції і знайдено її точний розв'язок. Аналіз результатів показує, що навіть при дуже великих коефіцієнтах співвідношень стискуючого і дотичного напружень, зберігаються ділянки тріщини, які є відкритими.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И НАКЛОННОЙ ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Гоман О.Г., Катан В.А., Клим В.Ю.

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

Рассмотрена задача об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и наклонной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности под произвольным углом наклона. Постановка задачи об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и цилиндрического тела с поперечным сечением произвольной формы, которое находится на свободной поверхности жидкости, хорошо известна [1]. Поставленная задача с помощью конформного отображения области гидродинамического течения на верхнюю полуплоскость сводится к классической смешанной задаче Келдыша-Седова для характеристической функции течения, решение которой может быть представлено в квадратурах [2].

Для определения положения граничных точек зон отрыва течения жидкости от поверхности тела применяется вариационный принцип Огазо, что приводит к некоторому трансцендентному уравнению относительно некоторого числового параметра, который характеризует положение точки отрыва на контуре тела (вторая точка – точка пересечения контура тела со свободной поверхностью жидкости). Это трансцендентное уравнение содержит сингулярные интегралы в смысле конечной части по Адамару, для вычисления которых применяются формулы Адамара-Манглера [3-4]. В качестве таких тестовых задач были рассмотрены: задача о вертикальном ударе с вращением горизонтальной пластинки в условиях возникновения отрыва, задача о горизонтальном ударе с вращением вертикальной пластинки. В обоих случаях удовлетворительное совпадение решения через несобственные интегралы в смысле конечной части по Адамару и решения, выраженного через элементарные функции, указывает на применимость указанного подхода в матема-

тическом моделировании ударного взаимодействия тела и жидкости со свободной поверхностью [5-6].

После определения положения зоны инерционного отрыва течения были получены гидродинамические распределенные и суммарные характеристики ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и наклонной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности под произвольным углом наклона.

Список литературных источников

1. Седов Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. / Л.И. Седов – М.: Наука. – 1980. – 448 с.
2. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили – М.: Наука. – 1966. – 707с.
3. Общая теория аэродинамики больших скоростей под редакцией У.Р. Сирса – М.: Воениздат. – 1962. – 300 с.
4. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа. / Ж.Адамар – М.: Наука. – 1978. – 352 с.
5. Гоман О. Г. Ударное взаимодействие несжимаемой жидкости и вертикальной пластины, плавающей на ее поверхности, в условиях образования одной зоны отрыва и наличии вращения / О.Г. Гоман, В.А. Катан // Вісник ДНУ. Серія: Механіка. 2013. – № 5(21). – Вип. 17, Т. 1. – С. 191 – 205.
6. Катан В.А. Об одном способе определения положения зоны отрыва течения приударном взаимодействии твердого тела и жидкости, / В.А. Катан // Вісник ДНУ. Серія: Механіка. 2014. – № 5(22). – Вип. 18, Т.1. – С. 63 – 71.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Горлова О.В., Сидорова М.Г.

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

У зв'язку з удосконаленням технологій запису і зберігання даних, існує тенденція накопичення великих обсягів інформації. Для її обробки, виявлення прихованих знань, властивостей, кращого розуміння структури досить часто застосовують кластерний аналіз. Проведені дослідження показали, що на даний момент серед великої кількості підходів не існує універсальних методів, кожен з них має свої переваги та недоліки. Результат досить сильно залежить від структури досліджуваних даних, вибору системи ознак, мір близькості, способів формалізації уявлень про схожість об'єктів та кластерів. Випадковий необґрунтований вибір методу може призвести до того, що отримане ним розбиття буде зовсім відмінним від природної, притаманної досліджуваним даним, кластерної структури.

Метою роботи було створити систему кластерного аналізу даних, що забезпечує підтримку прийняття рішень дослідником щодо вибору найякіснішого розв'язку в умовах невизначеності; запропонувати інформаційну технологію та розробити обчислювальні алгоритми методів, які забезпечать математичну основу і ядро цієї системи.

Запропонована інформаційна технологія кластерного аналізу складається з наступних етапів.

1. Попередня обробка даних. Для поліпшення якості подальшого аналізу пропонується реалізувати процедури стандартизації даних і вибору інформативних ознак. Якщо досліджувані дані містять пропущені значення, пропонується застосовувати метод ZetBraid для їх відновлення або модифікований алгоритм конкурентного навчання.

2. *Кластеризація.* Проводимо кластеризацію вихідного набору об'єктів з використанням різних методів та різних значень параметрів. Система містить різні ієрархічні методи, метод К-середніх і метод нечіткої кластеризації Даве-Сена.

3. *Оцінка якості кластеризації.* На попередньому етапі ми отримали набір розв'язків $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$, де $G_i = \{g_1^{(i)}, g_2^{(i)}, \dots, g_{K_i}^{(i)}\}$, $i = \overline{1, n}$, $g_j^{(i)} = \{x_l\}$, $j = \overline{1, K_i}$, $l = \overline{1, N_j^{(i)}}$, $x_l = \{x_{lh}\}$, $h = \overline{1, p}$, K_i – число кластерів в групі i , $N_j^{(i)}$ – кількість об'єктів в кластері j групи i , $\sum_{j=1}^{K_i} N_j^{(i)} = N$, $\bigcup_{j=1}^{K_i} g_j^{(i)} = X$, $g_j^{(i)} \cap g_t^{(i)} = \emptyset$, $j, t = \overline{1, K_i}$, $j \neq t$, серед яких необхідно виявити такий, що має найвищу якість. Результати алгоритмів кластеризації оцінюються за допомогою функціоналів якості, таких як сума внутрішньокластерних дисперсій за всіма ознаками, сума внутрішньокластерних відстаней; індексів Данна, Беждека-Данна, Калінського й Гарабача, а також на основі багатокритеріальних оцінок отриманих із застосуванням колективних методів прийняття рішень.

4. *Ансамблевий підхід.* Іноді декілька результатів кластеризації можуть представляти різні, але еквівалентні за якістю угруповання. У цьому випадку, замість того, щоб обирати один з розв'язків, пропонується використовувати ансамблевий підхід і отримати колективне результуюче рішення.

5. *Візуалізація і аналіз результатів.* Для аналізу та інтерпретації результатів розроблена система пропонує обчислення статистичних характеристик кожного кластера, а також широкий спектр засобів візуалізації.

Таким чином, в результаті роботи створена система інтелектуального аналізу даних, яка дозволяє застосування різних алгоритмів кластеризації, здійснює оцінювання якості, ансамблеве агрегування, визначення оптимальної кількості кластерів в наборах даних, забезпечує зручну взаємодію з користувачем та підтримку прийняття рішень, що може значно поліпшити результати аналізу даних.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ОДНОГО КЛАССА

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

Рассмотрен частный случай обратной задачи. В качестве объекта исследования использовалась система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) вида

$$\dot{x}_1 = P_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \dot{x}_2 = P_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots \dot{x}_n = P_n(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_n$ - полиномы. Решением системы (1) являются функции времени $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$. Систему (1) будем называть оригинальной системой (ОС).

Требуется, имея в качестве известных данных об ОС только функцию $x_1(t)$, реконструировать исходную ОС или предложить альтернативные системы вида (1), более простые, чем ОС. Более простыми системами будем считать системы с меньшим суммарным числом ненулевых коэффициентов в правых частях системы (1).

Предлагаемый для решения этой задачи подход базируется на понятии стандартной системы (СС), предложенном в [1]. СС – это система вида

$$\dot{y}_1 = y_2, \dot{y}_2 = y_3, \dots, \dot{y}_n = F(y_1, y_2, \dots, y_n), \quad (2)$$

где $y_1(t) \equiv x_1(t)$, функция F - полином или дробно-рациональная функция.

Для решения поставленной задачи на первом этапе численным методом определяется вид функции F . Затем, используя аналитические соотношения, связывающие коэффициенты ОС и СС, получаем системы-кандидаты вида (1), имеющие решение $x_1(t)$. Для выбора ОС с наименьшим числом коэффициентов в правых частях используется анализ, аналогичный проведенному в [2].

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

2. V. Gorodetskyi, M. Osadchuk, Analytic reconstruction of some dynamical systems, Physics Letters A 377 (2013) 703-713.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Гріманов М.А., 1grmisha@mail.ru, Зайцева Т.А., ztan2004@urk.net
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

На сьогодні існує безліч програм для проведення тестувань. Це такі програми як: EasyQuizzzy, Айрен, ADTester, x-TLS, TestOfficePro, VeralTest та інші. Аналіз існуючих програмних продуктів показує, що кожна така програма має як низку своїх переваг, так і недоліків. Тому розробка нової програми даного класу, яка б була максимально функціональна, залишається актуальною.

Розроблена програма представляє собою клієнт-серверний додаток і складається лише з веб-сервера. Взаємодія з клієнтами здійснюється за допомогою протоколу HTTP та WebSocket-з'єднань. Таке рішення дає змогу застосовувати у ролі клієнтської частини звичайний браузер, що в свою чергу робить програму не прив'язаною до конкретної операційної системи. Крім того, сам пристрій клієнта може бути тільки комп'ютером, а і планшетом, смартфоном тощо.

Можливість програми працювати саме з мобільними пристроями є великою перевагою, адже не всі заняття, на яких необхідно проводити тестування проходять у комп'ютерному класі. У той час, як смартфон є у переважної більшості студентів. Тому, щоб удосконалити взаємодію з програмою через мобільні пристрої було розроблено мобільний додаток.

Серверна частина програми реалізована на мові C++. По-перше, це надало змогу зробити програму дуже економічною до ресурсів, що не обмежує її використання на комп'ютерах з не високими системними характеристиками. По-друге, використання мови C++ дає змогу компілювати програму, при необхідності, під різні операційні системи.

Для створення та редагування тестових завдань було розроблено конструктор тестів. Питання, з яких складається тест, програма зберігає у вигляді фрагментів HTML-сторінок. Таке рішення дає змогу використовувати

у тестових завданнях нетекстові елементи та елементи форматування. В окремому файлі зберігаються правильні відповіді та параметри проведення тестування. Кожен тест програма пакує у Zip-архів, що мінімізує як простір, необхідний для зберігання тесту, так і кількість дрібних файлів на жорсткому диску.

Програма використовує файлову систему для зберігання тестових завдань та результатів проведених тестувань. Для пришвидшення роботи такого рішення програма застосовує кеш-файли. Тести, які були запущені також тимчасово зберігаються на диску. Таке рішення дало змогу мінімізувати об'єм оперативної пам'яті, необхідний для роботи програми.

Важливим елементом програми є алгоритм видачі тестових завдань. Кожне завдання в тесті має коефіцієнт складності. програма, в свою чергу, має адаптивний режим видачі тестових завдань, який, в залежності від того, як студент відповідає, видає йому більш складні або менш складні завдання. Алгоритм використовує метод прогновної екстраполяції, а саме метод зважування плинного середнього. Формула метода має наступний вид:

$$F_{i+1} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де F_{i+1} – значення, що прогнозується, A_i – фактичні значення, b_i – вагомість показника. Також програма передбачає випадковий та лінійний режими видачі завдань.

Клієнтська (браузерна) частина реалізована на JavaScript з використанням фреймворка AngularJS. Інтерфейс користувача розроблено з використанням Bootstrap. Мобільний додаток розроблено під найрозповсюдженішу мобільну операційну систему Android.

ВИДООБРАЗОВАНИЕ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

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

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

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

итераций – 5000, макс. количество итераций со стабильным значением приспособленности – 100, погрешность изменения значения приспособленности – 10^{-5} , вероятность мутации – 0.125, вероятность скрещивания пропорциональна приспособленности вида и может колебаться от 0.2 до 0.8. Для каждой функции алгоритм был запущен 10 раз, взят лучший результат функции приспособленности (левая колонка) и среднее значение количества итераций (правая).

Сравнительные результаты работы алгоритмов

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

Библиографические ссылки

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

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СЛОВ В ТЕКСТАХ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Громов В. А., stroller@rambler.ru,

Мигрина А. М., migri10a@gmail.com,

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

Устанавливается тип распределения случайной величины количество слов в тексте русского языка. Исследования проводились на выборках трех типов: корпус литературных текстов русского языка, сообщения социальной сети “Twitter” и посты портала “Pikabu”. Мы полагаем, что первая выборка репрезентативна для письменной речи, вторая – для устной речи. Объёмы выборок составили 10000, 30000 и 20000 текстов соответственно.

Построенная эмпирическая функция распределения имеет выраженный степенной характер.

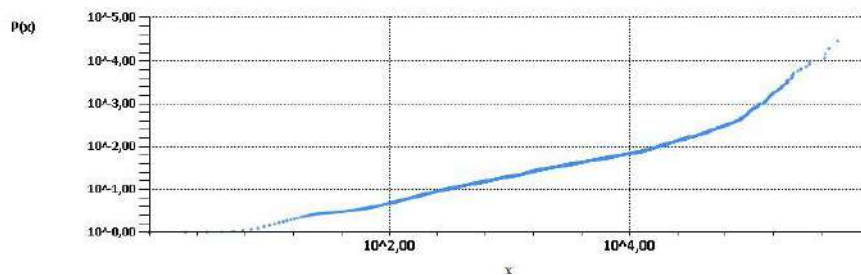


Рисунок 1. Функция распределения количества слов в текстах русского языка (в двойном логарифмическом масштабе)

Для оценки степени степенного распределения была использована формула, предложенная в [1]: $\tilde{\alpha} \cong 1 + n \left[\sum_{i=1}^n \ln \frac{x_i}{x_{min} - \frac{1}{2}} \right]^{-1}$.

Однако, она зависит от x_{min} – значения с которого начинается степенное распределение. Для его нахождения нужно решить задачу минимизации расстояния между эмпирической функцией распределения и моделью. Для расчета расстояния была использована статистика Колмогорова-Смирнова: $D = \sup_{x \geq x_{min}} |S(x) - F(x)|$. В результате для объединённой выборки были получены: $\tilde{\alpha} = 1,56$, $x_{min} = 10$ и $D = 0,06$.

1. **Clauset, A.** Power-Law Distributions In Empirical Data [Text] / A. Clauset, C.R. Shalizi, M.E.J. Newman // SIAM Rev. – 2002. – № 51 (4). – P. 661–703.

ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИТЕНЗОРА ПО ЧАСОВОМУ РЯДУ

Громов В.А., Нечепоренко А.И.

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

В данной работе рассматривается задача выделения информации из часового ряда и представление её в компактном виде. Разработка метода осуществляется на базе алгоритма муравьиных колоний. В качестве средства представления используется мультитензор $G(s, k)$, где s – множество вершин, k – множество рёбер. Каждая вершина соответствует одному из интервалов, на которые разбивается область значений ряда, а вес ребра определяется количеством шагов между точками интервалов.

На вход алгоритма подается нормированный ряд; параметрами алгоритма являются шаг интервала, количество феромона, антиферомона, максимальное расстояние между двумя точками ряда. На каждой итерации муравей проходит заданное количество цепочек фиксированной длины по вершинам мультитензора. На каждое пройденное ребро добавляется феромон. Испаряем феромон со всех рёбер мультиграфа.

При обратном процессе генерации ряда по мультитензору помещаем муравья в вершину выбранной стартовой точки, которую он помечает случайным значением из интервала. В последующем вероятность перехода по m -му ребру к j -й вершине рассчитывается по формуле:

$$P_{jm} = \frac{f_{ijm}}{\sum_{l=1}^M f_l} \quad (1)$$

где f_{ijm} – количество феромона на соответствующем ребре,

M – общее количество рёбер $f_l > 0$.

Таким образом алгоритм построения мультитензора позволяет компактно представить информацию, содержащуюся во временном ряде. Применение алгоритма к ряду синуса дало возможность построить мультитензор с фиксированным множеством ребер и вершин. Обратная операция генерации временного ряда по мультитензору позволяет получить временные ряды с характеристиками близкими к ряду, породившему мультитензор.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ХАОТИЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНСТРУКТИВНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Громов В.О., Шуляка А.В.

stroller@rambler.ru, shulyaka@hotmail.com

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

Розглядається задача прогнозування, що має бути розв'язана за допомогою нейромережної моделі топології, що розширюється (NEAT модель). Використання конструктивних нейронних мереж, а саме до цього класу відноситься NEAT модель, зумовлено необхідністю вибору оптимальної структури нейронних мереж, тобто такої структури, складність якої відповідає складності даних.

NEAT модель являє собою ансамбль неповнозв'язних нейронних мереж прямого поширення при чому кожна із мереж відповідає хромосомі генетичного алгоритму. Саме застосування операторів генетичного алгоритму дозволяє вибрати оптимальну структуру нейронної мережі. У якості функції пристосованості виступає функція помилки узагальнення. Ген хромосоми описує один зв'язок, наявний у структурі нейронної мережі. Кожен ген містить наступну інформацію: номер вихідного та номер вхідного нейронів, вагу зв'язку, номер у глобальному списку інновацій, булеве значення активності зв'язку. На відміну від класичного генетичного алгоритму хромосоми можуть бути різної довжини.

У моделі присутні 5 операторів мутації:

1. Додання нового зв'язку. При його застосуванні між двома незв'язаними між собою нейронами утворюється новий зв'язок з випадковим значенням ваги.
2. Додання нового нейрону. При цьому новий нейрон розриває наявний зв'язок, утворюючи два нових. Якщо вага старого зв'язку w то нових w та 1.
3. Додання нового вхідного нейрону. Ця мутація дозволяє збільшити число попередніх значень хаотичного часового ряду, що використовуються для прогнозування наступних.

4. Деактивація зв'язку.

5. Деактивація нейрону. Цей оператор деактивує всі зв'язки обраного нейрону.

Ще один оператор, присутній у моделі – оператор схрещування двох мереж, що визначається наступним чином – до нащадка переходить один із кожної пари співпадаючих батьківських генів, обраний випадковим чином, гени що не співпадають передаються нащадку повністю.

Для того, щоб уникнути дублювання при описанні різних нейронних мереж, що належать ансамблю використовують так званий глобальний список інновацій, що містить інформацію о всіх мутаціях для всіх мереж усіх поколінь

Щоб уникнути зникнення корисних інновацій у процесі природного відбору на поколіннях генетичного алгоритму у моделі використовується видоутворення, у рамках якого схрещування здебільшого застосовується до мереж всередині одного виду тобто на множині близькоспоріднених хромосом. Метрика, що задає ступінь близькості враховує різницю між числом нейронів, зв'язків і подібність структур. Схрещування між особинами різних видів можливе, але його ймовірність значно нижча ймовірності схрещування всередині виду.

Новий вид на певну кількість поколінь виводиться з-під дії механізму природнього відбору. Тобто хромосоми цього виду схрещуються, мутують, але не вимирають, незалежно від значення функції пристосованості. Таким чином, якщо із першою хромосомою виду пов'язана корисна інновація, то вона має можливість проіснувати у колі собі подібних і притягнути до себе інші інновації.

Прямий і зворотній хід мереж здійснюються по класичним формулам зворотного поширення помилки.

Було створено програмний продукт, що реалізує описаний метод. Для згенерованого часового ряду $y_t = 0.5y_{t-2} + 0.5y_{t-4} + \varepsilon_t$; $|\varepsilon_t| \leq 0.01$ помилка узагальнення отриманої мережі становить 0.007.

DIRECT SEARCH METHODS ANALYZIS FOR DISCRETE OPTIMISATION TASKS

Hubenko M. V., Turchina V. A.
mary.gubenko@gmail.com

Information technologies play a significant role in nowadays business, economy, education, medicine, statistics, and other areas. For marinating of well-functioning work of software, it is important not only to provide a high quality of the hardware systems, but also to apply the most efficient data processing algorithms in order to minimize the consumption of resources and time when running operations. That is why one of the important fields of optimization study is the data compression problem. The poor quality of the Internet signal and traffic overload is an issue that remains unresolved on many territories. One of the possible solutions of the problem mentioned above which doesn't require any hardware renovation is data compression. Also let's take into consideration the fact that images make a significant part of the modern web resources. It is a common practice to load a lightweight low quality version of the image first and then replace it with the original one. It is done in order to display at least some part of the web-page graphical content if the Internet signal is weak and not to make the user wait for too long.

The problem of image compression is quite complex. In this study, the image fractal coding algorithm with quality loss has been researched. This algorithm allows coding of images with a significant compression coefficient and with the high quality of decompressed images at the same time. The idea of the base fractal coding algorithm is based on the fact that any real image contains self-similar areas (hence the name). The image is divided into the set of range and domain blocks among which the search of the most similar pairs is performed and mathematical parameters of these pairs are saved to a separate text file. Due to the fact that the data is saved into binary format and that any text file can be additionally archived, it reduces the size of the resulting file greatly. The decompression process can be performed on any initial image. During a single

decompression iteration the parameters of the previously saved areas are read and certain affine transformations are applied to the initial image. The process takes around 20 iterations in order to make any initial image asymptotically close to the original one. The main disadvantage of the base algorithm is that amount of time required to perform coding is unreasonably long. In fact, the compression process takes much longer than decompression process. The reason of this is that compression is done by brute-forcing of the blocks in which the image is divided. The algorithmic complexity of the compression is square. At the same time the complexity of the decompression algorithm is linear. Normally the number of blocks the image is split into is quite big; so compression of an ordinary image it can take hours of calculations. Obviously such a time interval is unreasonably long and as the result base algorithm of the fractal compression cannot be used widely on practice.

The objective of this study is to develop an optimized version of the fractal coding algorithm which will perform the compression process faster. This is achievable by applying direct search methods for the discrete optimization. The main idea of the algorithm presented in this work is the reduction of algorithmic complexity on the stage of compression. Instead of searching through all possible pairs of blocks, it is proposed to first sort all the range and domain blocks by a certain criteria, so that the range and domain blocks of the same index composed the most similar pairs. In this case, all domain blocks participate in image decompression. It is worth noting that in order to implement the optimized compression algorithm the number of the range and domain blocks should be proportional. It is also a good practice to shuffle the set of ranges and divide it into subsets, number of elements of each is equal to number domains. This approach greatly improves compression duration but at the same time quality of the decompressed image may get worse. This happens because of the side effect of the sorting process: the blocks may be close according to chosen criteria but not similar. This study presents several sorting criteria which were applied and analyzed.

ПРО ВИБІР ТОПОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ БУДІВЛІ

Гук М. К., maximgook@gmail.com

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

Сучасні вимоги до забезпечення безпеки населення всередині приміщень зі складною структурою (багатоповерхових будівель, торгових центрів, офісних споруд) мають на увазі наявність у таких приміщеннях систем, здатних виявити і позиціонувати надзвичайну ситуацію, проінформувати служби і відвідувачів про виникнення ситуації, сприяти ліквідації джерела небезпеки.

У даній роботі пропонується створення системи безпеки будівлі на основі бездротової сенсорної мережі. Елементами мережі є пристрої, які складаються з двох основних модулів - датчика і радіомодуля зв'язку. Для оцінки стану приміщення в якості датчиків можуть бути використані датчики температури, вогню, задимлення, освітленості, тиску, вологості. За допомогою модуля радіозв'язку пристрої обмінюються інформацією між собою. Модуль зв'язку працює в радіодіапазоні 2,4 ГГц, підтримуючи один з основних мережевих протоколів верхнього рівня (ZigBee, Z-Wave).

У мережі розрізняють пристрої трьох типів: координатори (контролюють процес формування і безпеку мережі, дозволяють підключення нових вузлів, проводять шифрування даних, розподіляють ролі всередині мережі між іншими датчиками); роутери (розширюють діапазон мережі, при виході з ладу координатора беруть на себе його роль); кінцеві пристрої (виконавчі пристрої, які забезпечені датчиками).

Оскільки кожен пристрій має обмежені обчислювальну потужність і радіус покриття, то в приміщенні необхідно розташування великої кількості пристроїв для повного покриття сигналами площі, що обслуговується.

Найбільш перспективною для побудови відмовостійкої, захищеної та масштабованої мережі є mesh мережі, в яких всі вузли співпрацюють між собою для розподілу і передачі даних. Для кожного вузла мережі будується де-

рево, яке враховує стан кожного з вузлів, і визначаються вартості шляхів до всіх сусідніх вузлів. Сусідні вузли зв'язуються один з одним за допомогою спеціальних пакетів. Зміни в стані мережі повідомляються регулярно, що забезпечує динамічну наскрізну реконфігурацію. Наявність надлишкових шляхів забезпечує надійність, при правильному розміщенні вузлів відсутні можливі проблеми з передачею даних. Якщо будь-який канал переобтяжений, або вузол вийшов з ладу, мережа автоматично вибирає альтернативний шлях передачі даних. Відповідно до обраного критерію оптимізації будується таблиця маршрутизації, яка направляє трафік по найкоротшому, самому швидкісному або найменш завантаженому на цей час шляху.

Автоматична конфігурація робить мережу такою, що самоналаштовується. Для максимізації продуктивності при передачі даних між вузлами мережі пропонується обчислювати метрики каналу, ґрунтуючись на параметрах смуги пропускання, рівні сигналу, його стабільності, часу затримки або інших параметрах каналу.

Координатори та роутери передають дані між собою без будь-яких обмежень, а кінцеві пристрої підключаються і обмінюються даними тільки з одним роутером, так званим "батьком". Адресація відбувається по протоколу IPv6, а взаємодія заснована на стандарті для малопотужних бездротових мереж IEEE 802.15.4. Для зв'язку з глобальною мережею використовується підключення одного або декількох координаторів до мережі Інтернет за допомогою будь-якого доступного каналу зв'язку. Для забезпечення безпеки передачі даних використовується шифрування даних за стандартом AES-128 та система ідентифікації пристроїв в мережі.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТРІЩИН У ПЛАСТИНАХ

Гук Н.А., Степанова Н.І., nist66@mail.ru*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)*

Задачі визначення місця розташування дефектів в тілах зустрічаються в геофізиці, медицині, сейсмозв'язці, авіаційної та будівельної промисловості. У даній роботі для ідентифікації тріщин пропонується застосовувати апарат обернених задач, який дозволяє в автоматичному режимі ідентифікувати параметри дефектів реальної тонкостінної системи за виміряним в експерименті характеристикам напружено-деформованого стану. Обернена задача формулюється як геометрична обернена задача (невідомими є координати вершин тріщини), для їх визначення використовуються результати вимірювань переміщень на поверхні тіла. Обернена задача зводиться до задачі мінімізації функціоналу:

$$(H(X), U) = \arg \min_{U \in \bar{U}, H(X) \in \bar{H}} E(H(X), U), \quad (1)$$

де $E(H(X), U) = J + \varphi W$; $U \in \bar{U}$; $H \in \bar{H}$ – області визначення невідомих функцій прямої та оберненої задач; J – функціонал повної енергії системи «пластина - зовнішні сили» при попередньому виконанні умов на опорних контурах пластини і берегах тріщини; $W(H)$ – функціонал, що характеризує середньоквадратичне відхилення між вимірюваними та обчисленими з використанням математичної моделі прямої задачі значеннями компонент функції переміщень $U = \{u, v, w\}$ в точках вимірювань X_p ; φ – вектор множників Лагранжа.

Для опису вектору невідомих оберненої задачі $H(X) = \{X_k\}$, $k = \overline{1, N}$, складеного з координат точок пластини – вершин тріщини, введемо вектор $\lambda = \{\lambda_k\}$:

$$\lambda_k(X) = \begin{cases} 1, & \text{якщо точка } X_k \in \text{вершиною тріщини,} \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (2)$$

Для розв'язання оберненої задачі здійснюється перехід до дискретної моделі пластини з використанням методу скінченних елементів (МСЕ). Функціонал в (1) після підстановки скінченно-елементної апроксимації функцій задачі та приєднання за допомогою множників Лагранжа додаткових умов, що обмежують кількість вершин тріщини, зображується у такий спосіб:

$$E(H, U) = \Theta(U_n, U_s, U_d, U_c) + \sum_k T^k \Big|_{\Gamma_p} U_{\Gamma_p}^k \lambda_k + \sum_{k \in \Gamma_p} T^* U_k^{(l)} + \\ + \sum_{p=1}^P \varphi_p (U_p - U_p^*)^T (U_p - U_p^*) + \varphi_0 \left(\sum_k \lambda_k - 2 \right) + \sum_{n=1}^N q_n U_n, \quad (3)$$

де $\Theta(U_n, U_s, U_d, U_c)$ – алгебраїчна функція четвертого порядку відносно функцій вузлових переміщень; $\psi = \{\varphi_0, \{\varphi_p\}\}$, $p = \overline{1, P}$ – вектор множників Лагранжа; T^* – значення відповідних зусиль, моментів, перерізуючих сил у вузлах X_k , які розташовано на берегах тріщини Γ_p ; $U_k^{(l)}$ – скачки значень переміщень та кутів повороту у вузлах X_k на берегах тріщини; $i, j = \overline{1, 2}$.

З умов екстремуму функції $E(H, U)$ формується система алгебраїчних рівнянь, значення компонент вектора визначаються з умови, аналогічної [1]:

$$\lambda_k = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T U + \varphi_0 < 0 \\ 0, & \text{якщо } T U + \varphi_0 > 0 \\ \text{будь-яке число} \in [0, 1], & \text{якщо } T U + \varphi_0 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Впорядковуючи за зростанням значення $T U$, які обчислюються у вузлах X_n , $n = \overline{1, N}$, відшукується послідовність компонент у векторі $\lambda_m = \{\lambda_{km}\} = \{0 \dots \lambda_{km}^* \lambda_{km}^{**} \dots 0\}$, при якій $\sum_n T U = \min \sum_n T U$.

$$\text{Значення } \varphi_0 \text{ визначається у вигляді: } \varphi_0 = \frac{1}{2} \left(\varphi_k \sum_{n=1}^N T_{kn} U_n + \varphi_{k+1} \sum_{n=1}^N T_{k+1n} U_n \right).$$

Запропонований підхід до розв'язання задачі описується алгоритмом. Наводяться приклади розв'язання задач про ідентифікацію тріщин у пластині. Отримано, що координати вершин тріщини відновлюються з точністю $\pm 3\%$.

Список використаних джерел

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

ЗАСТОСУВАННЯ БАЄСОВИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

Гучок Ю. О., yurahuchok@hotmail.com, Левус Є. В., elevus@lp.edu.ua
Національний університет «Львівська політехніка»

Сучасне програмне забезпечення (ПЗ) характеризується інтенсивним розширенням функціональності, що впливає на складність його використання. Інтелектуальні інтерфейси користувача можуть бути засобом для суттєвого спрощення використання комп'ютерних систем, а також – для персоналізації інтерфейсів [3]. Актуальною задачею інженерії ПЗ є побудова відносно простого архітектурного рішення, яке б використало потенціал цієї концепції і надавало можливість ефективного практичного використання [4].

Для реалізації цієї мети запропоновано використовувати віддалені баєсові мережі, які працюють на основі хмарних технологій. Динамічна архітектура баєсової мережі складається з трьох рівнів: рівень кореневих «свідчень»; рівень функцій; рівень специфікацій функцій (Рис.1.) Запропонована архітектури мережі володіє динамічністю за рахунок того, що у залежності від запитів кожен рівень наповнюється вузлами.

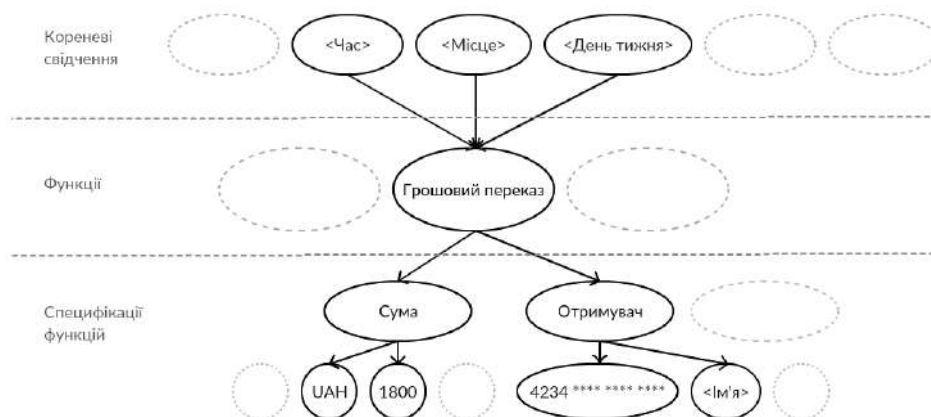


Рис. 1. Динамічна побудова баєсової мережі.

Прикладом практичного застосування є розроблене ПЗ типу «Персональний асистент» з функціями: класичні інструменти (будильник, нагадування тощо) з можливістю пропозицій та автовиконання; автоматичний розклад дня на основі локації, часу тощо; інтелектуальна

система пропозицій та автовиконання зовнішніх функцій (нагадування про дзвінок, автоматичне включення тихого режиму тощо).

Система баєсових мереж працює віддалено – функції «Персонального асистента» супроводжуються API-запитами до мережі з метою отримати результат обрахунків для забезпечення інтелектуальності інтерфейсу [2] (Рис.2). Запити складаються з параметрів, на основі яких будуються вузли і зв'язки між ними. Параметри передаються у форматі JSON, зокрема: ідентифікатор функції, ідентифікатори батьків, список актуальних «кореневих свідчень», список специфікацій функції.

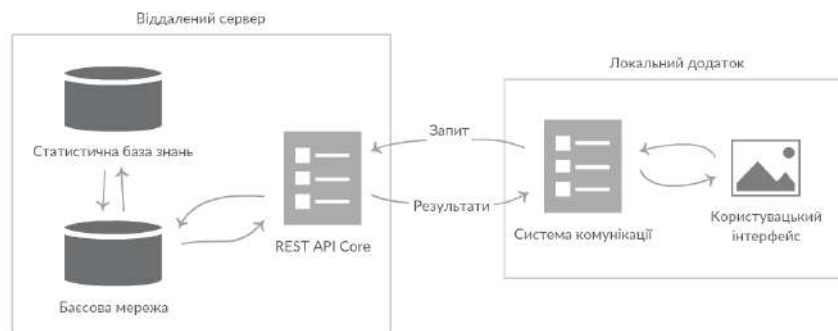


Рис. 2. Архітектура комплексного рішення.

За допомогою цієї модульної системи сервісом баєсової мережі можуть користуватися будь-які програми через високорівневе API. Оскільки, баєсова мережа використовує дані усіх користувачів в якості статистики, точність обрахунків зростає з часом використання [1].

Бібліографічні посилання

1. **Bernardo, J.** Bayesian Theory / Bernardo, J., Smith, A // John Wiley and Sons. – 1994.
2. **Cooper, G.** A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data / Cooper, G., Herskovits, E // Machine Learning. – 1994. – P. 309–347.
3. **Horvitz, E.** Agents With Beliefs: Reflections on Bayesian Methods for User Modeling // Invited talk at Sixth International Conference on User Modeling (Chia Laguna, Sardinia). – 1997.
4. **Horvitz, E.** Compelling Intelligent User Interfaces: How Much AI is Enough? // Position statement, Proceedings of 1997 International Conference on Intelligent User Interfaces (Orlando, FL). – 1997.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ

Димарчук О.С., Кузенков О.О.

dymar@i.ua, kuzenkov1986@mail.ru

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

В роботі досліджено питання розробки нової математичної моделі реальних процесів з використанням логістичної функції як базової.

У наш час існує велика кількість математичних моделей природничих процесів, використання яких дозволяє достатньо точно прогнозувати стан систем та результати штучного втручання. Основною проблемою залишається питання ідентифікації параметрів моделі. Відомо, що параметри моделі не є константами та суттєвим чином можуть залежати як від часу так і від інших параметрів моделі.

Основним завданням роботи є ідентифікація параметрів моделі між-групової динаміки з логістичною функцією у якості базової. В роботі було проведено дослідження ряду статистичних результатів динаміки біогеоценозів Дніпровського регіону, встановлено ряд лінійних та нелінійних залежностей, сформульовано ряд лем, щодо існуючих взаємозв'язків між параметрами моделі та розроблено ряд підходів, щодо ідентифікації параметрів моделі.

На основі результатів представлених в роботі було створено модель популяційної динаміки, достовірність якої підтверджено статистичними дослідженнями. Побудовано ряд діаграм та графіків, фазових портретів та біфуркаційних діаграм, досліджено зміну інваріант системи при зміні параметрів та особливості топології фазового простору при їх фіксованих значеннях.

У подальшому планується застосувати класичні методи якісного аналізу до запропонованої моделі, розгляд системи у тривимірному випадку та залежність динаміки системи від зовнішніх збурень.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ IOS 10 ТА ANDROID 7.0

Дмитренко С. О., Воротняк М. А., Вовк Р. Б., sieergi0@gmail.com,
Івано-Франківський національний технічний університету нафти і газу

В даному дослідженні наведена характеристика двох найпопулярніших мобільних операційних систем iOS та Android на основі їх найновіших версій iOS 10 та Android 7.0 Nougat. Представлено їх формальний опис опираючись на власні дослідження, що дозволяє визначити рівень функціональності даних ОС.

iOS є закритою операційною системою, яка є власною розробкою корпорації Apple. На противагу, Google Inc. розробила відкриту операційну систему Android, яка є доступною для встановлення на будь-який пристрій. Проведемо детальніший аналіз даних операційних систем. Apple дозволяє роботу своєї операційної системи виключно на власних пристроях, а саме iPhone, iPad, iPod та Apple Watch, внаслідок чого iOS досить швидко оновлюється на відміну від ОС Android. Пристрої під керуванням операційної системи Android не мають прямого зв'язку Google, що сприяє появі Android-троянів, чого не спостерігається в iOS [1]. Варто зазначити, що більшість вірусів в Android з'являються через доволі недосконалі фільтри в магазині додатків Google Play. Наприклад, на один новий оригінальний додаток припадають десятки його неперевіраних версій, які зазвичай шкодять функціональності пристрою. Хоча, для багатьох користувачів така велика кількість додатків є однією з переваг Android над iOS. Що ж стосується App Store, перед появою будь-якого додатку, він проходить ретельну перевірку, оскільки Apple контролює дотримання норм безпеки, унікальність контенту та стежить за тим, щоб нові додатки були закінченим проектом, і не містили неперевіреного матеріалу. З одного боку, це ускладнює всім бажаючим розміщувати свої програмні продукти, але це, відповідно, сприяє створенню бази перевірених додатків. У переліку рекомендацій розробникам додатків для iOS на даний момент налічується 23 пункти, в кожному з яких може бути більше десяти підпунктів. Згідно [2]

можна стверджувати, що iOS значно випередив Android в кількості нових власних випущених додатків. Доречно також порівняти віртуальних помічників від Apple та Android. Додаток Siri від Apple має можливість спілкуватися з користувачем природною мовою, відповідати на запитання, надавати поради, пристосовуватися до користувача, а також розмовляти українською мовою. На противагу Google Now - smart-помічник в Android, який відображає інформацію залежно від уподобань користувача, надаючи їх на основі його звичок, пошуку, режиму дня, і є менш функціональним ніж Siri [3]. Отже, на основі проведеного порівняльного аналізу мобільних операційних систем Android та iOS можна стверджувати, що мобільний пристрій з системою iOS, завдяки її закритості, має надійніший захист від вірусів та троянів, і є зручнішим для інтернет-серфінгу. Також перевагою iOS є віртуальний помічник Siri, який може надавати рекомендації та передбачає діалогову взаємодію з багатьма додатками. В свою чергу, Android надає можливість користувачам налаштовувати кожний елемент інтерфейсу та змінювати його зовнішній вигляд, і завдяки відкритості ОС існує змога великого вибору пристроїв з різними ціновими категоріями.

Таким чином, можна стверджувати, що пристрій з операційною системою iOS підійде для користувачів, котрих не обмежує цінова політика компанії Apple і які шукають зручну в користуванні та багатофункціональну операційну систему. Пристрої на Android можна рекомендувати досвідченим користувачам в ІТ-технологіях, яких цікавить велика кількість додатків та можливість гнучкого налаштування програмного інтерфейсу.

Бібліографічні посилання

1. iOS 10 vs Android N, ¿Cuál es el Sistema más Completo? [Електронний ресурс]. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.ipadizate.es/2016/06/17/ios-10-vs-android-n/>
2. Google Play или App Store [Електронний ресурс]. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: <http://gagadget.com/ili/17030-google-play-ili-app-store/>
3. iOS 10: нові функції і головні особливості [Електронний ресурс]. - 2016. - Режим доступу до ресурсу: https://iworm.com.ua/news/ios_10_novi_funkciji_i_golovni_osoblivosti/2016-06-14-3316

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Долгіх А.О., dolgih.nastya@gmail.com, Байбуз О.Г., obaybuz@inbox.ru,

Білобородько О.І., oxanab@ukr.net

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

Особливої актуальності в різних областях людської діяльності набуває задача прогнозування. В економіці – для прогнозування щоденних коливань цін на акції, курсів валют, щотижневих та щомісячних обсягів продаж, річних обсягів виробництва тощо. В природничих науках – для прогнозування кількості опадів, природних явищ, стану забруднення водних ресурсів, оцінки деяких біологічних та біохімічних показників.

Для вирішення задачі прогнозування вдалим рішенням є застосування адаптивних моделей. Ці моделі дозволяють обчислювати прогнозні значення без перерахунку моделі у разі отримання нових даних, не накладають обмежень на розміри ряду та швидко підлаштовуються під динаміку змін рівнів ряду, ґрунтуються на принципі експоненціального згладжування, тобто враховують «старіння» інформації. Серед адаптивних моделей виділяють моделі, що не враховують сезонну складову (Брауна, Хольта, Тейла-Вейджа та Бокса-Дженкінса) та враховують її (лінійна адитивна, лінійна мультиплікативна, експоненційна адитивна та експоненційна мультиплікативна моделі). В адаптивних моделях ряд подають у вигляді функції:

$$u_t = f(a_{1t}, a_{2t}, \dots, a_{pt}, t) + e_t,$$

де $a_{1t}, a_{2t}, \dots, a_{pt}$ – коефіцієнти адаптивної моделі в момент часу t , e_t – відхилення в момент часу t .

Характерною особливістю моделей є те, що на кожному кроці обчислюють нові значення коефіцієнтів $a_{1t} \dots a_{pt}$ з урахуванням відхилення e_{t-1} на попередньому кроці. Для визначення поточних значень $a_{1t} \dots a_{pt}$ використовують значення коефіцієнтів згладжування $\beta_1, \beta_2, \beta_3$. Головним недоліком адаптивних моделей є те, що при зміні значень коефіцієнтів згладжування значення середньоквадратичного відхилення може істотно зростати. Тому важливою задачею є знаходження оптимальних значень коефіцієнтів $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ для заданого часового ряду, при яких значення похибки було б мінімальним.

Метою дослідження було реалізувати алгоритм пошуку оптимальних

значень коефіцієнтів згладжування. Для вирішення цієї задачі використовувався генетичний алгоритм з дійсним кодуванням. На першому кроці програмою генерується початкова популяція хромосом, які представляють собою набір значень $\beta_1, \beta_2, \beta_3$. Далі для кожної хромосоми в популяції розраховують значення середньоквадратичного відхилення MSE . Для цього, використовуючи параметри $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, за обраною користувачем моделлю будують прогнозний ряд. Чим менше значення MSE , тим краще побудована модель підлаштовується під значення заданого ряду. На подальших кроках виконують основні етапи генетичного алгоритму: кросовер, мутацію та селекцію. Алгоритм повторюють ітеративно до отримання достатньої точності прогнозу або максимальної кількості повторень алгоритму.

Програмне забезпечення було застосовано для прогнозування часових рядів, які представляють ціни на акції відомих компаній. У таблиці 1 наведено результати прогнозування на один крок цін на акції компанії AAON inc. в період з січня 2012 року по листопад 2014 року з використанням запропонованого алгоритму. Довжина ряду $N = 250$. Реальне значення ряду $U_{n+1} = 21,11$.

Таблиця 1

<i>Модель</i>	β_1	β_2	β_3	MSE	<i>Прогнозне значення ряду</i>
Модель Брауна	0,503553	N/A	N/A	1,413905	21,622841
Модель Хольта	0,984093	0,003911	N/A	1,210346	21,074379
Модель Тейла - Вейджа	0,998723	0,012622	N/A	1,214295	21,0616
Модель Бокса - Дженкінса	0,966618	0,003144	0,047876	1,206613	21,047948

В результаті виконання експериментів на різних часових рядах було встановлено, що з використанням реалізованого алгоритму можна побудувати досить якісний прогноз приблизно на три кроки вперед. При прогнозуванні на більшу кількість кроків вперед, середньоквадратична похибка прогнозу починає різко збільшуватися і побудований прогноз стає не адекватним.

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РЕШЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Донгаузер И.А., donhauser_ilia@mail.ru

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

Асимптотическое поведение решения стохастического дифференциального уравнения

$$dX_t = a(X_t)dt + \sigma(X_t)dW_t \quad (*)$$

исследовалось многими авторам, в частности в [1].

Здесь рассматривается асимптотическое поведения решения уравнения (*) при $t \rightarrow \infty$ в условиях следующей теоремы.

Теорема. Пусть $a(x)$ – ограниченная функция, значения которой, начиная с некоторого C ($x > C > 0$) принадлежат промежутку $[a_1, a_2]$ ($0 < a_1 < a_2$), $\sigma(x) = bx^\alpha$ ($b > 0, 0 \leq \alpha < 0.5$). Если $P\{\lim_{t \rightarrow \infty} X_t = \infty\} = 1$, то решение уравнения удовлетворяет условию

$$P\left\{a_1 \leq \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{X_t}{t} \leq a_2\right\} = 1$$

Следствие. Утверждение теоремы имеет место также, если $\sigma(x) \leq bx^\alpha$ ($b > 0, 0 \leq \alpha < 0.5$).

На рис. 1 изображены нормированные величиной t реализации решения уравнения (*) с коэффициентами $a(x) = 0.75 \sin x + 1, \sigma(x) = 10x^{0.45}$, а на рис. 2 – с коэффициентами $a(x) = \sin x + 1.2, \sigma(x) = |\sin x|x^{0.3}$

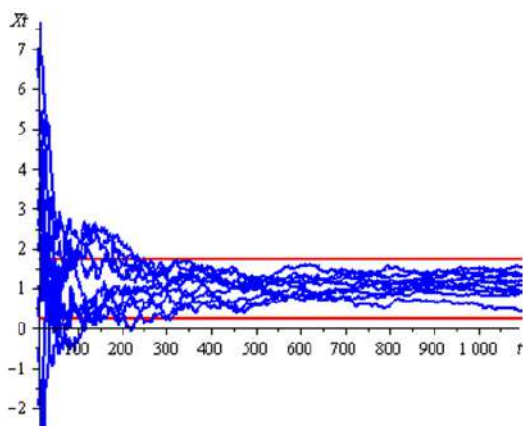


Рис. 1

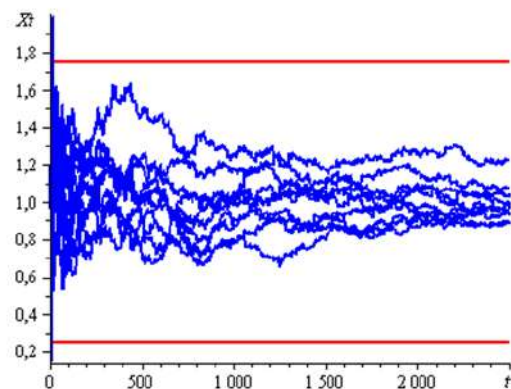


Рис. 2

Список литературы

1. Гихман, И. И. Стохастические дифференциальные уравнения: учеб. / И. И. Гихман, А.В. Скороход; издательство “Наукова думка”, 1968.— 353с.

ЦИФРОВИЙ РЕПОЗИТОРІЙ ДНУ. ОПИС РОЗРОБКИ

Дубовка Р.І., Науменко О.Ю., Антоненко С.В., Гук Н.А., s-p-o-r-t@ya.ru
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Розвиток технологій допомагає вирішувати безліч проблем, створювати різні інформаційні ресурси, організовувати пошук. Одним з варіантів організації навчального процесу та поліпшення доступу студентів до інформації є створення цифрового репозиторію, де можна розміщати корисні електронні ресурси для навчання та наукової роботи.

Для зручності розробки було створено шаблон проектування на мові PHP з використанням бази даних MySQL. До цього шаблону увійшли класи для роботи з базою даних. Файли в шаблоні проектування розміщені у відповідних каталогах: класи, шаблони, ядро. Завдяки такому шаблону зручно та швидко вносити зміни в розроблені файли та створювати нові.

Цифровий репозиторій – це архів навчального матеріалу для студентів усіх факультетів університету. Репозиторій представлений електронними версіями книг, монографій, навчальних посібників, збірниками статей, методичними вказівками, конспектами лекцій, презентаціями, розробленими викладачами та науковими співробітниками університету.

Крім навчальної та наукової бази університету, репозиторій містить розділ «Відкриті ресурси» для пошуку освітньої інформації. В цьому розділі представлено посилання на національні бібліотеки України, республіканські та обласні універсальні наукові бібліотеки, бібліотеки різних вищих навчальних закладів України, посилання на словники, перекладачі, загальні електронні системи вільного доступу, такі як електронні архіви України. Також представлено посилання на інформацію з іноземних ресурсів (бібліотек) вільного доступу та відкриті освітні ресурси світу. Можна знайти інформацію більш масштабного рівня, якщо скористатися посиланнями на дані міжнародних організацій, патентних бюро та державної системи правової охорони інтелектуальної власності.

Розробка «Цифровий репозиторій ДНУ» є веб-додатком, який представлений користувальницькою та адміністративною частинами. Користувальницька частина призначена для здійснення пошуку потрібного матеріалу та його завантаження в разі потреби. Адміністративна частина призначена для внесення даних про факультети, спеціальності, викладачів, предмети, що ви-

кладаються в університеті, для додавання нових колекцій та того головного, для чого розроблено цей додаток, для розміщення електронних матеріалів.

Користувальницька частина містить меню та пошуковий рядок. Представлено наступні пункти меню: Головна, Факультети, Відкриті ресурси, Інформація.

На головній сторінці сайту розміщено коротку інформацію про репозиторій, там же працює пошуковий рядок, який дозволяє швидко та доцільно знайти потрібний студенту матеріал за будь-якими словами, що можуть зустрітися при формуванні матеріалу. Це може бути назва матеріалу чи його частини, автор матеріалу, рік видання, спеціалізація, текст опису матеріалу або його частина.

Розділ «Факультети» формує архів освітнього матеріалу окремих факультетів університету. Далі матеріали розподілені за кафедрами та спеціальностями, що конкретизує напрямок пошуку та робить його зручним у користуванні.

Матеріали згруповано по колекціях. На даний час виділено наступні колекції: посібники, конспекти лекцій, методичні вказівки, публікації викладачів університету, навчальні програми, банки контрольних запитань та завдань до різних дисциплін, матеріали постійно поповнюються.

Цифровий репозиторій має зручну адміністративну панель. В ній адміністратори з кожного факультету мають доступ до відповідного меню: Матеріали, Викладачі, Кафедра, Спеціалізація, Предмети. На кожній сторінці приводиться відповідний список вже існуючих даних у вигляді таблиці, яку можна сортувати за різними ознаками. З таблиці можна отримати доступ до редагування, видалення та створення нового рядка даних. Ця інформація зберігається у відповідних таблицях бази даних. Для зручності додано пошук по кожній такій таблиці. Адміністратор факультету має доступ лише до даних свого факультету. Головний адміністратор має доступ до усіх даних сайту, в його задачі входить створення та редагування інформації про адміністраторів факультетів.

Сайт цифрового репозиторія формує сильне наукове підґрунтя для самостійного освоєння матеріалу багатьох напрямків навчання студентів нашого університету. В подальшому сайт буде збільшувати свої архіви, збагачуватись новими матеріалами. Крім того, будуть проводитись роботи з модернізації, направлені на оптимізацію та збільшення зручності доступу до інформації при роботі користувачів.

РОЗРОБКА WEB-РЕСУРСУ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ ІМ. О.ГОНЧАРА

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

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

Сьогодні кожний навчальний заклад використовує комунікативні можливості веб-сайтів для створення позитивного образу навчального закладу та реклами свого потенціалу з метою залучення абітурієнтів. Технологічні можливості Інтернет дозволяють забезпечити масовість охоплення аудиторії, організацію зворотного зв'язку, надають цілодобовий режим ознайомлення з інформацією, з його використанням можна не тільки повідомити інформацію про діяльність ВНЗ, а й подати її в різних формах (текст, графічні зображення, відео фрагменти). До офіційного сайту висуваються жорсткі вимоги в частині інформаційного змісту, графічного дизайну, навігації, хостингу. Контент ресурсу повинен описувати різні сторони освітнього процесу. Однак для ефективного використання ресурсів ВНЗ в мережі Інтернет інформацію необхідно структурувати таким чином, щоб навігація і доступ до необхідних елементів ресурсу був зрозумілим та зручним.

При розробці сайту факультету прикладної математики виділено такі структурні елементи: інформація про структуру факультету; освітні програми; історична довідка; сучасні професії в ІТ-сфері; інформація про компанії, з якими співпрацює факультет.

Для абітурієнтів розміщено рекламну інформацію, використаний підхід щодо розміщення актуальної інформації про нормативні документи, правила прийому у вигляді посилань на офіційні сайти МОН України та ДНУ ім. О. Гончара усувають проблеми дублювання та актуальності інформації.

Розділ, присвячений студентам, містить інформацію про організацію навчального процесу, про напрямки наукової діяльності співробітників кафедр для забезпечення обґрунтованого вибору тематики дослідження при виконанні дипломної роботи; інформацію від компаній, які є базами практик.

Крім того, ресурс надає вичерпні відомості про кафедри факультету, інформацію про співробітників кафедри (посада, курси, які викладає, сфера наукових інтересів, данні про членство в наукових організаціях, міжнародне співробітництво), інформацію про публікації співробітників кафедри. Стрічка новин висвітлює події студентського життя.

В якості технічних вимог висуваються вимоги до дизайну, до зручності використання і корисності ресурсу, вимоги до системи управління контентом. Веб-ресурс факультету прикладної математики спроектований у вигляді динамічного сайту, що дозволяє розділити роботи по розробці дизайну та заповнення сайту інформацією. При розробці сайту обрані сучасні інструментальні засоби розробки такі як – CMS WordPress, це суттєво спростило процедури модифікації та оновлення сторінок, реагуючі на дії відвідувача. Система управління контентом відповідає таким вимогам: інформація зберігається в базі даних, реалізована індексація всіх матеріалів, здійснюється швидкий пошук за ключовими словами, існує можливість оптимізації за ключовими словами, організовано стрічку новин.

Сайт розміщено на професійному хостингу ukraine.com.ua. Хостинг підтримує всі останні версії середовища розробки сайтів, здійснює резервне копіювання, має високий рівень антивірусного захисту, захисту від підбору паролів до CMS, захисту від спам-ботів, підтримує SMS авторизацію. Для прискорення роботи програмного забезпечення на серверному обладнанні використано SSD диски.

Необхідною елементом є маркетингова програма просування сайту, тому серйозна увага приділяється питанням пошукової оптимізації і реєстрації сайту в пошукових системах. Розроблений ресурс розміщений в мережі Інтернет і впроваджений в практичну діяльність факультету прикладної математики ДНУ ім. О. Гончара. В рамках підтримки і супроводу сайту проводиться періодичний моніторинг ресурсу і оцінювання актуальності розміщеної інформації, конкурентоспроможності, розробляються нові унікальні можливості ресурсу.

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В КОНТЕКСТЕ ПОНЯТИЯ ПОВТОРНОЙ ИСПОЛЬЗУЕМОСТИ

Ефимов В.Н., Vk.yefimov@gmail.com

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

Повторное использование (Re-Use) является очень привлекательным приемом при разработке программного обеспечения (ПО). Этот подход ведет к уменьшению стоимости разработки ПО, повышению его надежности, уменьшению проектных рисков, позволяет эффективно использовать квалифицированных специалистов и, в конечном итоге, приводит к ускорению разработки ПО. Поэтому изучение различных аспектов повторного использования находит достойное место в различных учебных курсах по программной инженерии [1].

Понятие повторного использования прошло развитие от простого использования одной и той же процедуры в различных местах программы до использования общих архитектур ПО в семействах программных продуктов. Все это привело к технологии проектирования ПО с повторным использованием компонентов [2]. Под компонентом понимается независимо выполняемый программный объект, который задается своим интерфейсом. Можно выделить пять уровней абстракций компонентов: функциональная абстракция, бессистемная группировка, абстракция данных, абстракция кластеров и системные абстракции. Использование компонентов не требует знания их исходного кода, поэтому такой компонент не компилируется совместно с другими компонентами системы. Эти идеи нашли воплощение в технологиях COM (Component Object Model) и DCOM (Distributed COM) от компании Microsoft.

Но в настоящее время понятие повторной используемости получило гораздо более широкое толкование. Повторное использование кода находит широкое применение в технологиях разработки операционных систем в виде реентерабельных и повторно входимых программных компонентов, что привело к идее использования библиотек динамической компоновки (DLL для Windows) или общих объектов (shared objects для UNIX).

Идеи повторного использования нашли свое воплощение в виде выделения общих методов разработки алгоритмов [3] из богатого арсенала классических алгоритмов [4], их изучению и выработке рекомендаций по их использованию при решении разнообразных задач программирования вплоть до автоматического преобразования программ с целью повышения их качества в некотором смысле. Это привело к созданию паттернов проектирования как повторяемой архитектурной конструкции предлагающей решение типо-

вой проблемы проектирования в рамках некоторого часто возникающего контекста. Обобщение этого подхода привело к созданию архитектурных паттернов.

В 1980-ые годы развитие программирования шло под девизом "Хороший язык программирования - это объектно-ориентированный язык программирования". Многие языки программирования стремились включить в свой арсенал ОО-средства. Появились языки C++, Object Pascal и др. Для целей ОО-проектирования был создан язык UML (Unified Modeling Language). В 1990-ые годы были разработаны системы визуального программирования (DELPHI, C++ Builder и др.). Но сложность этих языков и специфичность классов в прикладных разработках затрудняли их повторное использование в новых проектах. Это привело к созданию скриптовых (сценарных) языков, ориентированных на простоту повторного использования компонентов особенно в области WEB-программирования. Например, такие скриптовые ОО-языки как JavaScript и Python ориентированы на ускорение разработки распределенного ПО программистами-непрофессионалами и используют прототипно-ориентированный и аспектно-ориентированный подходы к созданию ПО. Все они являются интерпретируемыми кросс-платформенными языками предназначенными интегрировать в рамках одного проекта различные подходы и технологии разработки распределенного ПО.

Идеи повторной используемости находят свое отражение в теоретических и практических аспектах подготовки специалистов по программной инженерии на кафедре математического обеспечения ЭВМ в рамках учебных дисциплин "Алгоритмы и структуры данных", "Архитектура компьютера", "Анализ требований к ПО", "Логическое и функциональное программирование", "Архитектура и проектирование ПО" и др., а также при выполнении курсовых и дипломных проектов. Это позволяет познакомить студентов с современными методами и технологиями разработки ПО с использованием самых современных систем программирования, фреймворков и других CASE-средств [2].

1. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах = Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001: Computer Science: пер. с англ. — М.: ИНТУИТ.РУ "Интернет-Университет Информационных Технологий", 2007. — 462с.: ил.
<http://window.edu.ru/library/pdf2txt/533/70533/45938/page3>
2. Соммервилл, Иан. Инженерия программного обеспечения, 6-е издание. : Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2002, - 624с., ил.
3. Д.О. Маленко, В.М. Єфімов. Класифікація методів програмування в алгоритмах пошуку з позицій їх повторного використання. В кн.: Проблеми математичного моделювання та обробки даних. Збірник наукових праць. Дніпропетровськ, ДНУ, 2003 р.
4. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: В 3т. /Сортировка и поиск./ - М.: Мир, 1978. - Т.3 - 844 с.

СОЗДАНИЕ ОНЛАЙН УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОЙ ПЛОТФОРМЫ OPEN EDX

Ефимов В.Н., Омельченко Д.В.

vk.yefimov@gmail.com, dpixelstudio@gmail.com

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

Уже давно не секрет, что в настоящее время IT-рынок является наиболее динамично развивающимся рынком планеты. Доля Украины в нем составляет 1% от объема мирового рынка [1]. IT – это самая прогрессивная отрасль, в которой новые технологии появляются почти каждый день. В то же время текущая система образования в Украине обладает значительной инерцией, что делает затруднительным подготовку специалистов соответствующую требованиям рынка. Количество курсов и материалов, которое нужно усвоить студентам, из-за человеческого фактора усложняет масштабирование. Для того что бы преподавать новые курсы нужны новые преподаватели.

Решением этой проблемы в последние 5 лет стало дистанционное онлайн обучение с использованием таких ресурсов как Coursera [2], edX [3] и др., где студенты могут найти онлайн курсы от ведущих мировых ВУЗов по всевозможным предметам и направлениям. Таким образом, дистанционная форма обучения становится все более привычной. Возможно, что в недалеком будущем, она займет основное место в системе образования. Поэтому современным ВУЗам нужно готовиться к использованию такого формата обучения.

В 2013 году университет Стэнфорда в сотрудничестве с некоммерческим предприятием для онлайн обучения edX [3], созданным университетом Гарварда и Массачусетским Технологическим Институтом, открыли исходный код платформы и создали проект Open edX [4], распространяемый под лицензией ALGPL 3. Учреждения могут размещать свои собственные экземпляры Open edX и распространять свои собственные курсы. Педагоги могут расширить платформу для создания обучающих средств, которые

точно будут соответствовать их потребностям. Разработчики могут создавать новые дополнения к этой платформе.

Платформа состоит из следующих компонентов:

- Open edX Studio – является инструментом Open edX, который используется для создания курсов. Позволяет организовать тексты, видео, практические задания и другие материалы для создания качественного онлайн курса, а также управлять его публикацией, расписанием и многим другим.
- Open edX LMS (Learning Management System) – Система управления обучением, открытый инструмент, используемый студентами для доступа к контенту курса, в том числе видео, учебникам и задачам, а также позволяет отслеживать их прогресс в процессе обучения.
- Форум для обсуждения.
- XBlock – архитектура для создания компонентов системы Open edX. С ее помощью разработчики могут создавать различные плагины и расширять функционал системы.

Данная платформа может быть развернута на сервере под управлением операционной системы Linux. Исходный код системы написан на языке Python с использованием мощного веб-фреймворка Django. Система качественно спроектирована, что позволяет ее сравнительно легко модифицировать.

Итак, Open edX является отличным фундаментом для построения системы онлайн обучения для украинских высших учебных заведений и может послужить первым шагом к прорыву в отечественной системе образования. В связи с чем планируется развернуть (установить все компоненты) систему на тестовом сервере в рамках курса «Архитектура программного обеспечения».

1. Информационный портал Delo.ua – <http://delo.ua/tech/k-koncu-2016-goda-it-otrasl-zarabotaet-38-trln-320139/>
2. Образовательная платформа Coursera – <https://www.coursera.org>
3. Образовательная платформа edX – <https://www.edx.org>
4. Официальный сайт платформы Open edX – <https://open.edx.org>

КОНТРОЛЬ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРОГЕНЕРАТОРАХ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ КУТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ

Зайцев Е.А., zaitsev@i.ua, *Інститут електродинаміки НАН України*

Важливою задачею контролю повітряного зазору в гідрогенераторах є підвищення його достовірності. Вирішення задачі потребує застосування сучасних комп'ютеризованих інтелектуальних ІВС з відповідним програмним забезпеченням призначеним для обробки та аналізу результатів вимірювань, що мають розподіл у просторі та часі.

У гідрогенераторах при вимірюванні повітряного зазору між статором та ротором, як правило, передбачається стаціонарне закріплення пари датчиків в одній площині під кутом 90^0 на розточці статора. В якості датчиків можуть використовуватися як поширені ємнісні сенсори [1], так і запропоновані в [2] оптичні сенсори (рис.1.а). В ідеальному випадку обвідна верхніх точок ротору гідрогенератора має форму «кола». В реальному випадку зміна положення полюсів ротора від ідеального значення буде відбуватися через наявність зміщення або перекосу ротора відносно статора, ексцентриситету ротора, спотворення форми ротора або статора, а також можливі випадки зміни висоти окремих полюсів ротора відносно розрахункового значення [1].

Під час контролю повітряного зазору первинна вимірювальна інформація з датчиків отримується регулярно, тобто періодично через детермінований період T_{HC} (обумовлений відстанню між полюсами ротора), який в часі t залежить від швидкості обертання ротора та має прив'язку до координат траєкторії руху ротора відносно розміщення датчиків на статорі. При обробці отриманих первинних даних виникає задача їх обробки в циліндричній системі координат. Для вирішення задачі обробки даних в циліндричній системі координат є доцільним застосування відомих з теорії статистичного аналізу кругових спостережень [3] методів та статистик. В цьому випадку динамічне значення величини зазору з прив'язкою до часу і простору, є функцією $D_{HC}(x, y, t, \bar{d})$, де $\bar{d}$ - вектор величини повітряного зазору.

В доповіді наведено результати використання методів статистичного аналізу кругових статистик, які значно полегшують аналіз отриманих даних про повітряний зазор (рис.1.б), дозволяють прогнозувати зміну повітряного зазору для кожного з полюсів робота, а також зміну вектора направленості та значення ексцентриситету та інше.

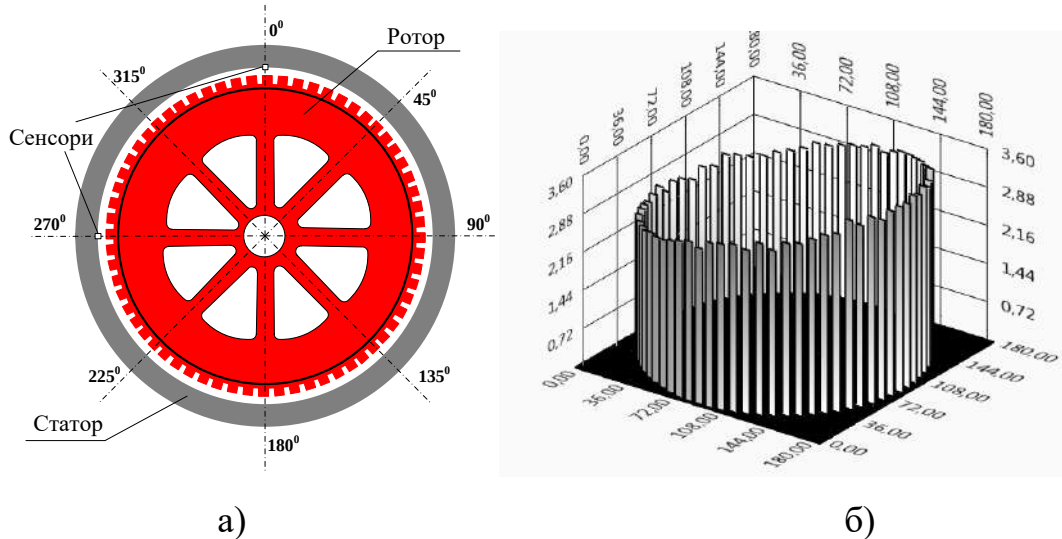


Рис. 1. Схема гідрогенератора з встановленими датчиками(а), відображення результату спостережень у циліндричній системі координат (б)

Перелік використаних джерел:

1. Левицький А.С, Федоренко Г.М., Грубой О.П. Контроль стану потужних гідро- та турбогенераторів за допомогою ємнісних вимірювачів параметрів механічних дефектів. – К.: ІЕД НАНУ, 2011. – 242 с.
2. Зайцев Е.А., Кононенко А.Г., Масюренко Ю.А., Ниженский А.Д. Лазерный волоконно-оптический измеритель зазоров в гидрогенераторах // Технічна електродинаміка. – 2008. - №2. – с. 51-58.
3. Мардиа К. Статистический анализ угловых наблюдений. – М.: Наука, 1978. – 240 с.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Зайцев В.Г., Ясько М.М., nyasko@hotmail.com

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

Метод граничних елементів використано для моделювання обтікання літальних апаратів в рамках потенціальної моделі нестисливої рідини.

Теорія і експеримент показують, що ефекти, пов'язані зі стисливістю повітря, починають проявлятися лише при числах Маха $M > 0.5$, тому припущення про нестисливе середовище при дослідженні аеродинаміки літального апарата не призводить до помітних похибок і є цілком прийнятним. В'язкість середовища проявляється, в основному, в прикордонному шарі і зводиться до визначення сил дотичного тертя між поверхнею і середовищем і виявлення місць відриву потоку від обтічної поверхні. Перша обставина, пов'язана з визначенням сил тертя, в даній роботі не розглядається. Другий з названих ефектів - відрив потоку від обтічної поверхні істотно впливає на структуру течії і в принципі не може бути однозначно вирішено в рамках моделі ідеальної рідини. Для вирішення цієї проблеми в роботі реалізований підхід, при якому місця відриву потоку задавалися заздалегідь і фіксувалися на певних лініях: кромки несучих поверхонь, ребра корпусу. Місця відриву задавалися заздалегідь там, де це було природним з міркувань фізичності обтікання, або виходячи з апріорної інформації про обтікання. У місцях відриву потоку формувалася вихрова завеса, інтенсивність вихорів якої зменшується з часом по експоненціальному закону.

Поверхня літального апарата моделювалася набором трикутних панелей, число яких було близько 10000. Система лінійних рівнянь на кожному кроці по часу розв'язувалася методом біспряжених градієнтів. Приводяться дані обчислень по розподілу коефіцієнта тиску по поверхні літального апарату та величині підйомної сили в залежності від кута атаки.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Золотько К.Е.

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

Системы защиты информации в последние годы приобретают все большую актуальность. Этому способствует простое и доступное использование Internet, наличие специализированных процессоров и, как результат, возрастающее количество попыток несанкционированного доступа к закрытой информации государственных и частных корпораций, а также личных данных пользователей.

При проектировании систем защиты информации необходимо большое внимание уделять разработке политики безопасности информационной системы. Политика безопасности включает в себя систему правил обращения с информацией и скоординированных мер, которые позволяют снизить опасности несанкционированного доступа и ущерб, который, может быть нанесен атаками. Основой большинства политик безопасности являются криптографические системы защиты данных.

В настоящее время чаще всего в системах защиты информации используются симметричные и несимметричные блочные алгоритмы типа DES, AES, RSA и т.п. Эти криптографические алгоритмы являются хорошо адаптированными к элементной базе компьютерной техники. Однако это же способствует и разработке специализированных компьютерных систем для их взлома. Так, например, считается, что использование процессоров типа FPGA и ASIC позволяет уменьшить время подбора ключа в алгоритме DES с нескольких месяцев (для обычных компьютеров) до 12 часов.

Процесс шифрования и расшифровки данных в блочных алгоритмах можно представить следующим образом:

$$C=E_{k1}(M);$$

$$M=E_{k2}(C),$$

где M - исходный (открытый) блок данных;

C - зашифрованный блок данных,

k_1, k_2 – ключи шифрования и расшифровки (несовпадают для несимметричных алгоритмов),

E - алгоритм шифрования.

Во всех этих алгоритмах используются методы перестановки и перемешивания данных. Для усиления эффекта от перестановки и перемешивания применяют комбинирование алгоритмов, последовательное использование одних и тех же алгоритмов несколько раз и т.п. Однако у симметричных и несимметричных алгоритмов есть свои достоинства и недостатки. Например, считается, что симметричные алгоритмы обладают большой скоростью шифрования и дешифровки, но менее защищены. Поэтому все более широкое распространение получают комбинированные алгоритмы, которые считают в себе симметричные, несимметричные и простейшие (Цезаря, скитало и т.п.).

Использование интеллектуальной системы для анализа данных, которые подлежат шифрованию, позволяет в значительной степени сократить их время обработки и повысить скорость работы системы. Так при больших объемах информации и не высоких требованиях к ее защите целесообразно использовать комбинации симметричных и простейших алгоритмов. Это увеличивает надежность системы, так как применение специализированных процессоров уже не даст большого эффекта. При увеличении требований к системе, могут использоваться несимметричные алгоритмы в комбинации с простейшими или симметричными. Также в разработке интеллектуальной системы необходимо учитывать, что большое количество блочных алгоритмов основано на использовании сети Фейштеля и их комбинация не дает особого эффекта по увеличению надежности шифрования.

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ШТУЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАГАТОКАНАЛЬНИХ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ВИСОКОЇ ПРОСТОРОВОЇ ЗДАТНОСТІ

Кавац О.О., alena.kavats@gmail.com, *НМемАУ*

Гальченко Е.Б., dozor-edd@i.ua, *НМемАУ*

Кавац Ю.В., yukavats@gmail.com, *EOS Data Analytics Ukraine*

Вступ. Розвиток галузі дистанційного зондування Землі обумовлений не тільки постійно зростаючою кількістю супутникових систем, але і поліпшенням технічних характеристик. На сьогоднішній день супутник WorldView-3 дозволяє отримувати знімки надвисокої просторової здатності. У багатоканальному режимі роздільна здатність системи складає 1,2 м, а в ближньому ІЧ - 3,7 м. Слід зазначити, що сучасні системи дистанційного зондування Землі фіксують одночасно панхроматичні зображення і багатоспектральні дані, які у порівнянні з панхроматичними мають більш низьку просторову здатність. Наслідком таких модифікацій технічних характеристик супутникових систем є зростання обсягу даних як кількісно, так і на одиницю зберігання, що стає на заваді ручного розпізнавання штучних об'єктів. Для ручної локалізації штучні об'єкти (зокрема, будівлі) досить складні і вимагають значної кількості точок для опису. У зв'язку з цим широко затребувані автоматичні і напівавтоматичні способи розпізнавання штучних об'єктів, які потребують участі оператора тільки для контролю процесу розпізнавання об'єктів тематичного шару.

Основна частина. Традиційно, для розпізнавання фотограмметричних зображень використовують класифікацію з навчанням (контрольована класифікація) або класифікацію без навчання (неконтрольована класифікація). Проведені дослідження [1] показали, що процес визначення штучних об'єктів, класичними методами на багатоканальних фотограмметричних зображеннях надвисокої просторової здатності слабо автоматизований і вимагає комплексного вирішення задачі розпізнавання. У роботі пропонується алгоритм розпізнавання штучних об'єктів на багатоканальних фотограмметричних зображеннях високої просторової

здатності. Алгоритм розпізнавання заснований на побудові відносин між спектральними характеристиками (наприклад, яскравість або контраст) і фізичними характеристиками (наприклад, висота або спрямованість). Що описується морфологічним індексом будівель (MBI), який розраховується за наступним виразом:

$$MBI = \frac{\sum_d \sum_s TH - DMP(d,s)}{D \times S}, \quad (1)$$

де D і S - значення напрямку і величина структурного елементу, відповідно, DMP диференціальний морфологічний профіль трансформації дахів (Top-Hat) [2]. Найбільш поширені 4 напрямки (45° , 90° , 135° і 180°). Значення параметрів визначаються відповідно до розмірів будівель і просторового розділення MBI заснованого на тому факті, що будівельні конструкції мають великі значення і напрямки від більшості варіантів, в основному через локальний контраст і ізотропність. Як наслідок, структури з великими значеннями MBI швидше за все будуть будівлями. Тим самим їх можна відфільтрувати від інших елементів.

Висновки. У роботі запропоновано алгоритм розпізнавання штучних об'єктів на багатоканальних фотограмметричних зображеннях високої просторової здатності на основі морфологічних індексів. Проведені дослідження показали, що застосування алгоритму розпізнавання будівель на основі морфологічних індексів призводить до чіткого визначення дахів будівель у порівнянні з класичними алгоритмами класифікації. Наші подальші дослідження будуть присвячені вдосконаленню розробленого алгоритму.

Бібліографічні посилання:

1. **Hnatushenko V.V.** Conditions and limitations of digital satellite image pre-processing for the further 3D modeling / V.V. Hnatushenko, O.O. Kavats, M. Kubanek, Y.O. Kibukevych/ Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics Year 2016, Volume 15, Issue 3, Pages 57-65 DOI: 10.17512/jamcm.2016.3.06
2. **Huang X.** Building Change Detection From Multitemporal High-Resolution Remotely Sensed Images Based on a Morphological Building /Xin Huang, Liangpei Zhang, Tingting Zhu// IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing. No 7(1):105-115. - January 2014. DOI: 10.1109/JSTARS.2013.2252423.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И СИСТЕМЫ ТЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛОВ В СМЫСЛЕ КОНЕЧНОЙ ЧАСТИ АДАМАРА

Катан В.А., vlad_aleks@i.ua

Днепропетровский национальный университет (www.dnu.dp.ua)

Рассмотрена задача о произвольном ударе с вращением системы плоских тел, которые находятся 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. Трактровка 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 системе трансцендентных уравнений относительно параметров, определяющих положение отрывных зон. После нахождения положения отрывных зоны, а также значений произвольных констант, входящих в решение задачи Келдыша-Седова, определялись гидродинамические характеристики, а именно: распределение импульсивного давления по смоченным поверхностям системы тел, распределение скорости на свободной поверхности и на поверхности отрывных зон, 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 удастся 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 кинематических условий, при которых на каждом теле системы возникает только одна отрывная зона. Представлены и проанализированы зависимости гидродинамических характеристик от геометрических и кинематических параметров, а также, установлены условия возникновения областей отрыва в зависимости от геометрических характеристик тел и кинематических характеристик ударного взаимодействия. Полученные результаты могут быть использованы на стадии эскизного проектирования гидродинамических аппаратов различного назначения.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ, ВОЗНИКШЕГО В РЕЗУЛЬТАТЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Катан В.А., Суима К.И.

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

Рассмотрена задача об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и горизонтальной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности. Постановка задачи об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и цилиндрического тела с поперечным сечением произвольной формы, которое находится на свободной поверхности жидкости, хорошо известна [1]. Поставленная задача с помощью конформного отображения области гидродинамического течения на верхнюю полуплоскость сводится к классической смешанной задаче Келдыша-Седова для характеристической функции течения, решение которой может быть представлено в квадратурах [2].

Для определения положения граничных точек зон отрыва течения жидкости от поверхности тела применяется вариационный принцип Огазо, что приводит к некоторому трансцендентному уравнению относительно некоторого числового параметра, который характеризует положение точки отрыва на контуре тела (вторая точка – точка пересечения контура тела со свободной поверхностью жидкости). Это трансцендентное уравнение содержит сингулярные интегралы в смысле конечной части по Адамару, для вычисления которых применяются формулы Адамара-Манглера [3-4].

После определения положения зоны инерционного отрыва течения были получены распределения нормальной и тангенциальной составляющих скорости жидкости вдоль границ течения, а именно, на участках свободной поверхности слева и с справа от пластинки, а также на самой пластинке, в широком диапазоне кинематического параметра, равному отношению поступательной скорости и угловой скорости, помноженной на длину пластинки. Для вертикальной и тангенциальной составляющих скорости были выведены аналитические формулы, содержащие несобственные интегралы в смысле конечной части по Адамару, но более высоких степеней сингулярности. Для их вычисления были получены специальные формулы, аналогичные формулам Адамара-Манглера [3-4]. По результатам расчетов поострены линии течения и эквипотенциальные линии. Обнаружено, что линии тока, начинаются на поверхности пластинки и заканчиваются на свободной поверхности слева или справа от пластинки. Одна из линий тока начинается на пластике и уходит в бесконечность, разделяя при этом область течения на две несмешивающиеся части. Проанализировано зависимость точки начала разделяющей линии тока от кинематического параметра.

Полученные результаты расчетов могут быть использованы для проектирования рулевых устройств высокоскоростных гидродинамических надводных и подводных устройств научного и хозяйственного назначения.

Список литературных источников

1. Седов Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. / Л.И. Седов – М.: Наука. – 1980. – 448 с.
2. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили – М.: Наука. – 1966. – 707с.
3. Общая теория аэродинамики больших скоростей под редакцией У.Р. Сирса – М.: Воениздат. – 1962. – 300 с.
4. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа. / Ж.Адамар – М.: Наука. – 1978. – 352 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОНЕЧЕТКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ ПО МЕТОДУ PMBOK PMI

Киселева Е.М., Притоманова О.М., Журавель С.В. olgmp@ua.fm
Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Большинство программных продуктов являются уникальными. Это позволяет им конкурировать с другими продуктами. Создание уникального продукта в ограниченный период времени приводят нас к понятию проекта. Проект – это временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата [1]. По статистике 90% проектов заканчиваются неудачно. Около 80% ошибок в программах происходят из-за неправильной коммуникации. В связи с этим управление проектами и процессами столь важно для разработки программного обеспечения.

Управление проектом – это приложение знаний, навыков, инструментов и методов к работам проекта для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту. Одним из необходимых условий успеха проекта является нахождение баланса между конкурирующими базовыми (объем работ, ресурсы и расписание) и дополнительными ограничениями (качества, рисков, вовлеченности заинтересованных сторон, коммуникации, экспертизы команды (возможностью ее набора в данном городе/стране) и др.).

При управлении проектами по модели waterfall выделяют три ограничения – объем работ, ресурсы и расписание. При выполнении проекта стараются не отклоняться от заданных при старте проекта величин. Данный подход успешно зарекомендовал себя в строительных проектах. Но при создании проектов в сфере информационных технологий классическое управление проектами становится малоприменимо в связи с быстрой изменчивостью данной сферы.

В связи с этим возникла модель Agile и методологии/фреймворки Scrum, Kanban, PRINCE2 а так же гибкие методы управления Project Management Body of Knowledge (PMBOK PMI) guide 5th edition [1]. Так же

применяется японский метод постоянного улучшения процессов и практик kaizen.

Очевидно, что в процессе выполнения проекта необходимо понимание того, какие факторы оказывают наибольшее влияние на итоговый результат.

Количественная оценка рисков, soft-skills, мотивации, коммуникации, вовлеченности заинтересованных сторон становится сложной задачей. Но качественно оценить данные факторы можно адекватнее.

Для моделирования сложных процессов, объектов, систем, когда нет явной аналитической зависимости, описывающей поведение исследуемого объекта, или, если экспертные знания об объекте можно сформулировать только в лингвистической форме, целесообразно применять системы с нечеткой логикой [2].

При построении нейронечеткой модели оценки эффективности проекта входными параметрами можно рассматривать факторы, заданные лингвистически, например, руководителем и/или разработчиками проекта, заказчиком и др. Выходными параметрами возможно устанавливать экономическую эффективность проекта либо мнение заказчиков проекта о поставляемом результате.

Математическая модель оценки эффективности проекта, построенная на основе нейронечетких технологий, позволяет моделировать влияние каждой составляющей на результат, а также получать множественные возможные оценки состояния проекта. Построение данной модели поможет улучшить наиболее важные «узлы» проекта и не тратить ресурсы на улучшения, не влияющие на результат.

Список литературы:

1. Project Management Institute. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pmi.org/>
2. Киселева Е.М. Оценка инвестиционной привлекательности стартапов на основе нейронечетких технологий / Е.М. Киселева, О.М. Притоманова, С.В. Журавель. - Проблемы управления и информатики. – К, 2016. - №5. – С. 123-143.

СРАВНЕНИЕ ДВУХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ-РАЗБИЕНИЯ

Киселева Е.М., Притоманова О.М., Журавель С.В.

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

Рассматриваются два подхода к решению непрерывных нелинейных задач оптимального размещения-разбиения («location-allocation»).

Первый подход предложен в работе [1], где была рассмотрена классическая модель для задачи размещения-разбиения и разработан алгоритм для ее решения в нелинейном случае, когда спрос представлен в виде нелинейной функции, непрерывной на всей рыночной области. Новизна данного алгоритма заключается в том, что при решении задачи размещения-разбиения больший приоритет отдается задаче разбиения, а лишь затем - размещения. В разработанном алгоритме значительная часть вычислительной работы тратится на определение местоположения одиночных объектов за счет того, что необходимо проводить расчеты для каждого возможного объекта, количество которых может достигать десятков тысяч.

Второй подход предложен в работе [2], в котором оптимальное решение исходной бесконечномерной нелинейной задачи размещения-разбиения удастся свести к отысканию решения некоторого операторного уравнения с параметрами. Эти параметры, в свою очередь, находятся как решение вспомогательной конечномерной недифференцируемой задачи оптимизации.

В отличие от первого подхода, второй подход, во-первых, не зависит от количества размещаемых пунктов производства. Во-вторых, на каждой итерации одновременно улучшаются как разбиения, так и размещения, что приводит к значительному повышению эффективности второго подхода по сравнению с первым.

Список литературы:

1. Murat A. A Continuous Analysis Framework for the Solution of Location-Allocation Problems with Dense Demand / A. Murat, V. Verter, G. Laporte // Les Cahiers du GERAD, 2008 May. G-2008-42. – 25 p.
2. Киселева Е.М. Модели и методы решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств: линейные, нелинейные, динамические задачи: монография / Е.М. Киселева, Л.С. Коряшкина. – К.: Наукова думка, 2013. – 606 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОНСТРУКТОРА ДЛЯ ПОБУДОВИ ТА НАВЧАННЯ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ

**Кісельова О.М., Притоманова О.М., Хабарлак К., olgmp@ua.fm,
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)**

Одним з перспективних методів аналізу даних є поєднання нечітких моделей з нейронними мережами. Такі моделі є дуже гнучкими та завдяки великій кількості параметрів можуть бути адаптовані до актуальних проблем.

Метою цієї роботи є побудова програмної реалізації конструктора саме таких моделей. До конструктора було поставлено наступні вимоги: доступність – безкоштовність використання; гнучкість та розширюваність – кожен користувач має свої специфічні потреби для аналізу даних, тому було вирішено створити систему, яка в разі потреби може бути легко доповнена іншими розробниками; легкість користування – для користування продуктом не потрібно вивчати деталі реалізації програми.

Сьогодні існує невелика кількість систем, що реалізують нечіткі моделі у поєднанні з нейронними мережами. Найбільш повною реалізацією є інструмент MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. Це програмний продукт із зрозумілим інтерфейсом та можливістю вибору параметрів моделі. Але він не є безкоштовним. Цей інструмент є спеціалізованим для певного кола задач та його розширення досить обмежено.

У програмі закладено наступні етапи роботи з конструктором: визначення виду функцій приналежності (дзвоноподібна, гауса та ін.), вибір операторів типу «та», «або», що використовуються у нечіткому виведенні (напр. добуток і сума, обмежена згори), вибір алгоритму нечіткого виводу (напр. Мамдані), обрання методу дефазифікації та способу навчання нечіткої моделі.

Побудований конструктор дозволить ефективно аналізувати ряд практичних проблем таких, як питання подальшого фінансування ідей науковців; інтелектуального керування тощо. У майбутньому завдяки можливості розширення розробленого конструктора, користувачі зможуть вирішувати проблеми, які навіть не існували під час розробки продукту.

УМОВИ ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКУ БАГАТОПРОДУКТОВОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ

Кісельова О.М., Притоманова О.М., Шаравара В.В., olgmp@ua.fm,

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

Велика кількість практичних задач оптимізації та інших прикладних наук зводяться до задач розбиття деякої заданої множини на підмножини з метою мінімізації деякого критерія якості розбиття. Серед прикладів таких задач можна навести задачі оптимального розташування веж сотового зв'язку, виборчих округів, шкіл, лікарень та ін.

В даних задачах виникають різні типи додаткових обмежень, серед яких можна назвати, наприклад, обмеження на обсяги виробництва підприємств, обмеження на пропускні здатності комунікацій та ін.

Математична постановка багатопродуктової задачі оптимального розбиття множин з обмеженнями у формі рівностей та нерівностей та додатковими обмеженнями на пропускні здатності комунікацій, записана у термінах характеристичних функцій, має наступний вигляд:

$$\min_{\{\lambda_1^1, \dots, \lambda_i^j, \dots, \lambda_N^M\}} \int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N (c^j(x, \tau_i) + a_i^j) \rho^j(x) \lambda_i^j(x) dx \quad (1)$$

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) \lambda_i^j(x) dx = b_i, \quad i = 1, \dots, p \quad (2)$$

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) \lambda_i^j(x) dx \leq b_i, \quad i = p + 1, \dots, N \quad (3)$$

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) c^j(x, \tau_i) \lambda_i^j(x) dx \leq l_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

$$\lambda_i^j(x) = 0 \vee 1 \text{ майже всюди для } x \in \Omega, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i^j(x) = 1 \text{ майже всюди для } x \in \Omega, j = 1, \dots, M, \quad (6)$$

де функції $c^j(x, \tau_i)$ – дійсні, обмежені, вимірні по x при будь-якому фіксованому $\tau_i \in \Omega$ для всіх $i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$; функції $\rho^j(x)$ – обмежені, вимірні на Ω для всіх $j = 1, \dots, M$.

Обмеження (2)-(3) – це обмеження на обсяги виробництва підприємств, а обмеження (4) – обмеження на пропускні здатності комунікацій.

Важливим етапом дослідження даної задачі є розгляд питання про умови, яким повинні задовольняти константи $b_i, l_i, i = 1, \dots, N$ та функції $\rho^j(x), c^j(x, \tau_i), j = 1, \dots, M$ для того, щоб розв'язок задачі існував.

Відповідь на питання про необхідні умови дає теорема 1, яка доведена за природних умов

$$\rho^j(x) \geq 0, c^j(x, \tau_i) \geq 0 \quad \forall x \in \Omega, j = 1, \dots, M, i = 1, \dots, N. \quad (7)$$

Теорема 1. Для того, щоб розв'язок задачі (1) – (6) існував, необхідне виконання наступних умов:

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) dx \leq \sum_{i=1}^N b_i \quad (8)$$

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) dx \geq \sum_{i=1}^p b_i \quad (9)$$

$$\int_{\Omega} \sum_{j=1}^M \rho^j(x) \min_{1 \leq i \leq N} c^j(x, \tau_i) dx \leq \sum_{i=1}^N l_i \quad (10)$$

Питання про достатні умови наразі є відкритим, і дослідження в цьому напрямі активно ведуться.

ДЕЯКІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

Кісельова О.М., kiseleva47@ukr.net, ДНУ ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Строєва В.О., vikastroeva@ukr.net, Дніпродзержинський державний
технічний університет

Задачі оптимального розподілу ресурсів виникають у різних областях науки, техніки, соціальних сферах та ін., при цьому характер ресурсів, що розподіляються та зміст оптимальності можуть бути різними в залежності від досліджуваної прикладної області і конкретної задачі.

Зокрема, очевидно, що енергетична галузь України потребує сучасного оновлення та подальшого розвинення, а для вибору оптимальних шляхів модернізації необхідно проводити змістовний науковий аналіз можливих напрямків розвинення енергетичної галузі конкретних регіонів нашої країни. Отже, в процесі розподілу ресурсів на розвинення енергогалузі виникають доволі складні задачі, математичні постановки яких можуть бути сформульовані у термінах неперервних задач оптимального розбиття множин, які є некласичними задачами нескінченновимірною математичного програмування з булевими змінними [1].

Метою роботи є:

- побудова нових актуальних математичних моделей задач оптимального розподілу ресурсів, які зводяться до неперервних задач оптимального розбиття множин;
- розроблення та теоретичне обґрунтування методів розв’язання поставлених задач.

Бібліографічні посилання

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

ПОБУДОВА ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ В ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

Кісельова О.М., Фірсова Т.О., Сидорук Ю.О., jjulia5@yandex.ua

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

Розглядається задача ідентифікації відбитків пальців. Пропонується підхід до її розв'язання, заснований на теорії неперервних задач оптимального розбиття множин (ОРМ).

Усі алгоритми ідентифікації відбитків поділяються на три класи: засновані на мінюціях; засновані на папілярних лініях; змішані.

У даній роботі реалізовано алгоритм, заснований на мінюціях. Одним із його основних кроків є побудова діаграми Вороного із центрами у точках мінюцій. Цю задачу сформульовано як задачу ОРМ [1].

Постановка задачі: *шляхом порівняння двох екземплярів відбитків пальців необхідно встановити, чи належать вони одній особі [2].*

В ході її розв'язання постає задача виділення унікальних структур відбитків для їх порівняння. Найбільш розповсюдженим є порівняння таких структур: окремі мінюції з обох відбитків; трійки мінюцій (triplets); структури, що складаються з центральної мінюції та деякої заданої кількості найближчих до неї мінюцій.

У даній роботі для порівняння було обрано структури, засновані на побудові оптимального розбиття зображення відбитку. З урахуванням цього вихідна задача зводиться до задач 1) відшукування оптимальних розбиттів зображень відбитків, 2) побудови певних структур на основі цих розбиттів та 3) порівняння таких структур. Першу задачу математично можна сформулювати так:

Нехай Ω – множина пікселів зображення відбитка. Позначимо клас усіх можливих розбиттів множини Ω через $\sum_{\Omega}^N$, тобто

$$\Sigma_{\Omega}^N = \{(\Omega_1, \dots, \Omega_N) : \bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, \text{mes}(\Omega_i \cap \Omega_j) = 0, i \neq j; i, j = 1, \dots, N\}.$$

Уведемо функціонал:

$$F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} c(x, \tau_i) dx, \quad (1)$$

де $c(x, \tau_i)$ – функції відстані, дійсні, обмежені, визначені на $\Omega \times \Omega$, вимірні за x при будь-якому визначеному $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \tau_i^{(2)}) \in T$ – i -й мініюції відбитку, $i = 1, \dots, N$; $x = (x^{(1)}, \dots, x^{(n)}) \in \Omega$ – точка зображення відбитка.

Необхідно знайти

$$\min_{\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\} \in \Sigma_{\Omega}^N} F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}). \quad (2)$$

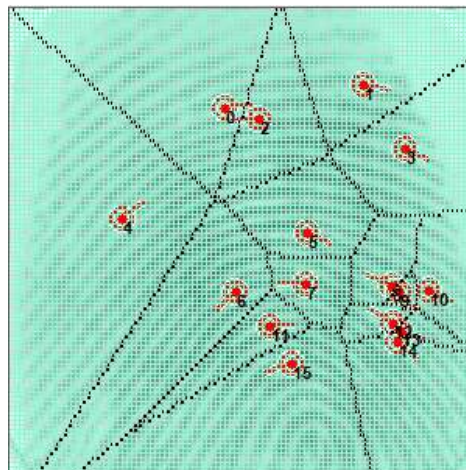


Рис.1. Побудоване оптимальне розбиття відбитку

Бібліографічні посилання

1. Киселева, Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения [Текст] / Е.М. Киселева, Н.З. Шор // – Київ : Наукова думка. – 2005. – 564 с.
2. Fingerprint recognition [Електронний ресурс] / National science and technology council – Режим доступу: https://www.fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/biometric-center-of-excellence/files/fingerprint-recognition.pdf

ДЕКОМПОЗИЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ

Коваленко С.І., Турчина В.А., ghostship0704@gmail.com

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

Виконання робіт в будь-якій сфері виробництва представляється у вигляді набору операцій, деяким чином пов'язаних між собою. Великі підприємства і виробництва можуть містити великий обсяг робіт, тому виникає необхідність додаткового аналізу інформації про роботи з метою зменшення часу завершення виробничого процесу. Це можна здійснювати як на основі досвіду, так і за допомогою наукових підходів, що полягають в побудові математичних моделей, які описують даний процес.

Зручним способом аналізу інформації є представлення залежностей між нею у вигляді графів. В роботі розглядаються графи, в яких вершини відповідають деяким роботам, а дуги — відносинам і зв'язкам між ними.

Нехай маємо скінчену множину робіт V . Лінійним упорядкуванням S називається розташування елементів множини V по n місцях, так, що кожен елемент розташовується тільки на одному місці і при цьому розподілені всі елементи. Довжиною $l(S)$ упорядкування S називається кількість непорожніх місць упорядкування. Шириною $h(S)$ упорядкування S називається величина $\max |S[i]|$, де $S[i]$ — множина елементів, які знаходяться в упорядкуванні S на місці i .

Паралельним упорядкуванням множини вершин V називається таке лінійне упорядкування елементів цієї множини, при якому, якщо із вершини v_i є дуга в v_j , то вершина v_i знаходиться в упорядкуванні S лівіше вершини v_j [1].

Розглянемо задачу побудови такого паралельного упорядкування мінімальної довжини, для якого виконується умова:

$$|(S[i])| \leq h_i,$$

де $\{h_i\}, i = \overline{1, k}$ — множина заданих обмежень.

В роботі розглядається випадок, коли у якості графа виступає кореневе дерево. Відомо, що, коли значення h_i однакові, існує точний алгоритм поліноміальної складності побудови паралельного упорядкування мінімальної довжини [2]. В випадку узагальненої задачі, що розглядається у роботі, цей алгоритм являється наближеним навіть для дерева.

В роботі запропоновано новий алгоритм розв'язання узагальненої задачі для випадку кореневого дерева. В його основі лежить метод декомпозиції. Його ідея полягає в тому, що ми від дерева T переходимо до лісу, який складається з k піддерев, у яких коренева вершина це та вершина, з якої йде дуга в кореневу вершину дерева T . Якщо у дерева T є піддерева, які містять тільки одну вершину, вони об'єднуються в одне піддерево, яке складається тільки із висячих вершин. Після декомпозиції дерева T упорядкування S будується наступним чином. На кожному кроці на місце i в упорядкуванні перш за все вибираються помічені вершини того піддерева, яке має найбільшу кількість вершин. Якщо таких піддерев декілька, то з них вибирається піддерево з більшою кількістю вершин, що не мають вхідних дуг.

Виділено підклас дерев, для яких цей алгоритм є точним.

Бібліографічні посилання:

1. **Бурдюк В. Я.** Алгоритмы параллельного упорядочения / В. Я. Бурдюк, В. А. Турчина. - Д.: ДГУ, 1985. - 84с.
2. **Ху Т. С.** Параллельное упорядочивание и проблемы линии сборки. - Кибернетический сборник. М.: Мир, 1967, вып. 4, с. 43-56.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Кожухівський А.Д., andrejkd@mail.ru,
Намофілова О.О., olga_namofilova@rambler.ru,
Черкаський державний технологічний університет

Метою роботи є дослідження і аналіз недоліків, які існують при роботі з генетичними алгоритмами.

Проведений аналіз свідчить про наявність наступних недоліків при роботі з генетичними алгоритмами (ГА):

1. Повторна оцінка функції пристосованості (фітнес-функції) для складних проблем, часто є фактором, що обмежує використання алгоритмів штучної еволюції.
2. ГА погано масштабуються під складність розв'язуваної проблеми.
3. Розв'язок за допомогою ГА є більш придатним лише в порівнянні з іншими рішеннями для конкретної задачі.
4. У багатьох задачах ГА мають тенденцію сходиться до локального оптимуму або, навіть, до спірних точок, замість глобального оптимуму для даної задачі.
5. Як і для будь-якого алгоритму оптимізації, для ГА є деякі типи функцій, з якими їм працювати «складніше», ніж з іншими.

Наведемо властивості функцій пристосованості, що створюють складність для ГА.

Багатоекстремальність – це проблема для будь-якого методу пошуку, так як створюється безліч помилкових атракторів.

Складність пошуку глобального екстремуму виникає у функціях, які мають багато локальних оптимумів, таких, що значення функції в сусідніх екстремальних точках відрізняються на досить малу величину. Прикладом є функція Растрігіна $f(x) = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i))$ (рис. 1).

Оманливість – характеристика функції, побудованої так, що шаблони

малого порядку відводять популяцію до локального екстремуму, тобто при роботі ГА сходиться до локального екстремуму (рис. 2).

Ізольованість (“пошук голки в копиці сіна”) – проблема для будь-якого методу оптимізації, оскільки функція не надає ніякої інформації, в якій області шукати максимум. Така проблема трапляється з функціями, де глобальний екстремум знаходиться в області “короткого сплеску” функції. Тільки випадкове «попадання» особини в зону глобального екстремуму функції дозволить знайти оптимальне рішення задачі (рис. 3).

Додатковий шум – розкидає значення пристосованості шаблонів, тому часто навіть хороші гіперплощини малого порядку не проходять відбір, що уповільнює пошук рішення (рис. 4).

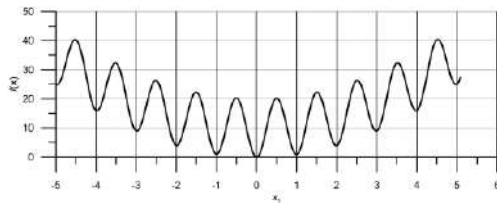


Рис. 1. Багатоекстремальність. Функція Растрігіна



Рис. 2. Оманливість

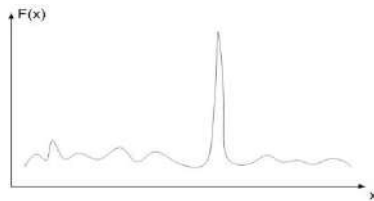


Рис. 3. Ізольованість

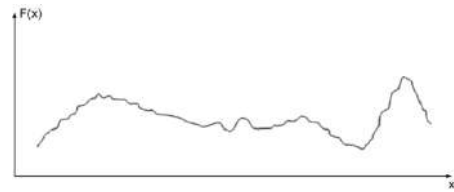


Рис. 4. Додатковий шум

Висновки. Вищенаведені недоліки створюють необхідність обирати підходящу до задачі функцію придатності. Цільова функція повинна мати різноманітний рельєф. В іншому випадку на поверхні функції є великі плоскі ділянки і ГА не буде ефективним. Це пов'язане з тим, що більшість особин у популяції при різноманітті в генотипі не будуть відрізнятися фенотипом. Тобто, не дивлячись на те, що особини різноманітні, вони мають однакову придатність, а значить алгоритм не має можливості обрати «краще рішення» і напрямком подальшого розвитку. В цьому випадку ГА просто зупиниться чи буде «блукати» зовсім випадково. Також до функції придатності є вимога мінімуму обчислювальних ресурсів при її оцінці, тому що це впливає на швидкість обчислень.

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НОРМАЛЬНОМ И ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ

Козакова Н.Л., kmm.dnu@ukr.net,

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

Рассматривается упругий слой толщиной H , лежащий на упругом основании и нагруженный распределенной поверхностной нормальной $q(x_1)$ и тангенциальной нагрузкой $t(x_1)$. Для решения задачи использовалась вариационная постановка, в которой ограничение в виде неравенств присоединяются к основному функционалу, что при использовании метода конечных элементов приводит к конечномерной задаче обусловленной оптимизации.

Из результатов расчетов следует, что при больших значениях относительной жесткости слоя раскрытие практически отсутствует, при малых – имеет тот же порядок, что и проскальзывание, но не зависит от коэффициента трения. Проскальзывание в обоих случаях имеет одинаковый порядок и зависит от коэффициента трения. Так, при изменении коэффициента трения от 0.7 до 0.3 проскальзывание изменяется в 1.4 раза.

При комбинированном нагружении поперечной нагрузкой

$$q(x_1) = \begin{cases} q & \text{при } -b \leq x_1 \leq b, \\ 0 & \text{при } x_1 > b, x_1 < -b; \end{cases}$$

$$\text{и } t(x_1) = t_0 \delta(x_1 - a)$$

раскрытие при большой относительной жесткости отсутствует, при малой – зависит от коэффициента трения и имеет порядок проскальзывания. Проскальзывание уменьшается в обоих случаях по сравнению со случаем $q=0$, но существенно зависит от относительной жесткости слоя и от коэффициента трения.

Картина напряженного состояния на линии контакта при комбинированном нагружении существенно отличается от случая $q=0$ – даже в случае $t/q=2$ она определяется поперечной нагрузкой.

ЭВОЛЮЦИОННО-ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧИ О МАКСИМАЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ НА ГРАФАХ

Козин И.В., ainc00@gmail.com, Батовский С.Е., user.sergey.b@gmail.com
Запорожский национальный университет

Рассматривается одна из вариаций NP-полной задачи о максимальном разрезе на графах [1, 2]. По условию задан непланарный граф $G = (V, E)$ в котором каждому ребру поставлено в соответствие неотрицательное число $w(e) \in \mathbb{Z}^+$ – вес ребра. Также, задано некоторое положительное число K . Задача заключается в том, чтобы найти такое разбиение множества V на два непересекающихся множества V_1 и V_2 , чтобы сумма весов рёбер, соединяющих в вершины из множеств V_1 и V_2 , была не менее K .

Известно, что в случае, когда по условию задачи граф является планарным, решение может быть найдено за полиномиальное время [2], в остальных случаях задача относится к классу NP-полных.

Поскольку не существует точных методов решения таких задач, работающих за полиномиальное время, вполне оправданным является применение классов недетерминированных алгоритмов – метаэвристик [3].

Для построения фрагментарной модели вводится конечный алфавит $\Sigma = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$, где n – количество вершин графа данной задачи, и понятие допустимого слова. Так, слово, состоящее из символов алфавита Σ , называется допустимым, если:

- слово состоит из $n + 1$ различных символов;
- символ a_0 не является первым или последним в слове.

Имеет место следующая теорема.

Теорема. Существует отображение, которое ставит в соответствие каждому допустимому слову некоторое разбиение множества вершин графа на два непересекающихся множества.

Действительно, если каждому символу a_i , $i = \overline{1, n}$ из алфавита Σ поставить в соответствие вершину графа, то допустимое слово является

разбиением множества всех вершин графа на два непересекающихся множества, с помощью символа a_0 .

Таким образом, становится возможным определение отображения из множества перестановок S_{n+1} в множество действительных чисел, если каждой перестановке символов $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$, образующей допустимое слово, поставить в соответствие сумму весов всех рёбер $a_i a_j$, где a_i стоит перед a_0 в перестановке, а a_j – после.

В результате, построенная фрагментарная модель [3] для задачи о максимальном разрезе на графах позволяет применить к ней универсальный эволюционно-фрагментарный алгоритм для получения приближённого решения [4].

Литература

1. Karp R.M. Reducibility among combinatorial problems / R.M. Karp; in R.E. Miller and J.W. Thatcher (eds.) // Complexity of Computer Computations. – New York: Plenum Press. – 1972. – P. 85-103.
2. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон; пер. А. Фридман. – М.: Мир. – 1982. – С. 264.
3. Козин И.В. О свойствах фрагментарных структур / И.В. Козин, С.И. Полюга // Вісник Запорізького національного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка. – 2012. – № 1. – С. 99-106.
4. Кривцун Е.В. Эволюционно-фрагментарная модель для множественной задачи коммивояжера / Е.В. Кривцун, И.В. Козин, С.Е. Батовский // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: зб. наук. праць. – Д.: «Ліра». – 2015. – С. 114-115.

ПРО ЗАДАЧУ РІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛУ КОНТЕЙНЕРІВ НА ПРЯМОКУТНІЙ ПЛАТФОРМІ

Козін І.В., Терешко Я.В.

ainc00@gmail.com, nsteronua@gmail.com, *ЗНУ*

Розглядається задача розміщення прямокутних контейнерів на прямокутній платформі. Особливістю такої задачі є те, що поряд з класичним критерієм щільності упаковки, з'являється критерій рівномірного розподілу ваги по площі платформи. При цьому критерій рівномірності при розміщенні вантажу є лексикографічно найбільш значущим. Найпростіший варіант критерію рівномірності - відстань від центра ваги вантажу до геометричного центру платформи. Подібна задача часто виникає під час перевезення вантажу на залізничному транспорті. Однак варіанти задачі зустрічаються і в інших предметних областях, наприклад в поліграфії.

Для даної задачі алгоритм поліноміальної трудомісткості пошуку оптимальних або близьких до оптимального розв'язків невідомий. Існуючі на сьогодні методи зводяться до простого перебору можливих варіантів розміщення. З огляду на складність завдання рівномірної упаковки вантажу, виправданим є застосування метаевристик для пошуку оптимуму задачі.

Для пошуку оптимального розв'язку задачі пропонується гібридна метаевристика, що заснована на комбінації трьох алгоритмів: алгоритму формування стеків, фрагментарного алгоритму [1] і еволюційного алгоритму на перестановках. Стеки представляють собою прямокутні паралелепіпеди, отримані шляхом з'єднання вантажів близьких розмірів. Будемо припускати, що кожен елементарний фрагмент упаковки є стеком. Тоді задача зводиться до одношарової упаковки стеків або до задачі плоского розміщення прямокутників на прямокутній матриці-основі.

Литература:

1. Козин И. В. Фрагментарные структуры и эволюционные алгоритмы / И. В. Козин // Питання прикладної математики і математичного моделювання : зб. наук. праць / [ред. кол.: О. М. Кисельова (головний редактор) та ін.]. – 2008. – С. 138-146.

АЛГОРИТМ МОДИФІКОВАНОГО КООРДИНАТНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ З ДРОБОВО-ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЦІЛІ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ

Колєчкіна Л.М., ludapl@ukr.net, Двірня О.А., rodionovaoa@mail.ru

*Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі»*

При розв'язуванні задач оптимізації та побудові математичних моделей економічних та технічних процесів виникає необхідність в оптимізації деякого відносного показника, який може бути представлений дробово-лінійною функцією цілі [1, 3], що знайшла своє застосування у ряді прикладних задач, пов'язаних з визначенням рентабельності, собівартості, продуктивності і т.п. Якщо область допустимих значень задачі має властивості деякої комбінаторної конфігурації, то мова йде про екстремальну комбінаторну задачу з дробово-лінійною цільовою функцією.

Задача формулюється наступним чином: знайти таке $x^* \in D \subseteq X$, що

$$x^* = \arg \mathop{\text{extr}}_{x \in D \subseteq X} F(x), \text{ де } F(x) = \frac{\sum_{i=1}^m c_i x_i + c_0}{\sum_{i=1}^m d_i x_i + d_0} \text{ – дробово-лінійна}$$

цільова функція, $D \subseteq X$ – підмножина допустимих розв'язків задачі, що формується із системи додаткових лінійних обмежень, X – деяка комбінаторна конфігурація. $\text{extr} \in \{\min, \max\}$ – напрямок оптимізації.

При розв'язуванні задач з дробово-лінійними функціями зазвичай застосовують перетворення, які зводять задачу до лінійної. Розв'язування поставленої задачі запропонованим у [2] модифікованим координатним методом не вимагає виконання таких перетворень, оскільки працює безпосередньо із системою обмежень, визначаючи лише точки комбінаторної конфігурації, які задовольняють ці обмеження. Множина розв'язків задачі формується шляхом порівняння значень критерію оптимальності у знайдених точках конфігурації.

Алгоритм модифікованого координатного методу для розв'язування задач з дробово-лінійною цільовою функцією

Крок 1. Ввести вхідні дані задачі: коефіцієнти дробово-лінійної функції, додаткових обмежень, елементи комбінаторної конфігурації.

Крок 2. Сформулювати комбінаторну конфігурацію.

Крок 3. До кожного з k обмежень задачі визначити множину $D_k \subseteq X$ точок комбінаторної конфігурації, які його задовольняють, застосувавши алгоритм модифікованого координатного методу [2].

Крок 4. Знайти перетин множин $D^* = D_1 \cap D_2 \cap \dots \cap D_k$.

Крок 5. Знайти значення цільової функції в визначених точках $x \in D^*$.

Крок 6. Порівняти знайдені значення, обравши відповідний напрямок оптимізації. Визначити екстремальне значення функції. Закінчити роботу.

Запропонований метод значно спрощує процес розв'язування екстремальних задач з дробово-лінійними цільовими функціями на комбінаторних конфігураціях. Його алгоритм дозволяє уникнути процесу перетворення функцій до лінеаризації, що позитивно впливає на його ефективність. Подальша робота у даному напрямку є перспективною.

Список використаних джерел

1. Донець Г.П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях. Монографія / Г.П. Донець, Л.М. Колечкіна. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 362 с.
2. Колечкіна Л.Н. Модификация координатного метода решения экстремальных задач на комбинаторных конфигурациях при условии многокритериальности / Л.Н. Колечкіна, Е.А. Дверная, А.Н. Нагорная. // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – Том 50. № 4. – С. 154-161.
3. Ємець О.О. Задачі комбінаторної оптимізації з дробово-лінійними цільовими функціями: Монографія / О.О. Ємець, Л.М. Колечкіна. – К.: Наук. думка, 2005. -113 с.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ

Коробчинский К.П.¹, Пичугина О.С.²

kirill.korobchinskiy@gmail.com

¹ *Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

² *Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

На сегодняшний момент класс оптимизационных задач на множестве перестановок недостаточно изучен в силу неполиномиального числа элементов множества и ограничений многогранника перестановок. В то же время само общее множество E n -перестановок обладает рядом важных свойств [1-3].

В докладе рассмотрены следующие свойства, которые положены в основу методов и вычислительных схем решения задач оптимизации на E :

1. E образовано в пересечении многогранника и сферы: $E = P \cap S$;
2. E разлагается по семействам параллельных плоскостей;
3. Задача о нахождении проекции произвольной точки на E и линейная задача на нем эквивалентны и разрешимы в явном виде;
4. Задачи поиска ближайшего ребра, гиперграни и, в общем случае, грани произвольной размерности к заданной точке эффективно разрешимы;
5. E представимо системой n уравнений: $h_i(x) = 0, i \in J_n = \{1, \dots, n\}$, где $h_i(x)$ – симметричный многочлен степени $i, i \in J_n$ [3].

Рассмотрим задачу:

$$f_0(x) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$x \in E, \quad (2)$$

$$f_i(x) \leq 0, i \in J_k; f_i(x) = 0, i \in J_m \setminus J_k. \quad (3)$$

В докладе перечислены особенности применения к ее решению перечисленных свойств такие как:

- Из свойства 1 следует вершинная расположенность E и отсутствие допустимых точек внутри многогранника и его граней. На данном свойстве основан метод комбинаторных отсечений [2] решения линей-

ных задач (1)-(3), а его поверхностные обобщения [4] используют также отсутствие допустимых точек на большей части S .

- Свойство 1 положено в основу полиэдрально-сферического метода [5] решения нелинейных задач (1), (2), который позволяет строить выпуклое дифференцируемое продолжение $f(x)$, а затем комбинировать два вида ее релаксации:

- полиэдральную $f_0(x) \rightarrow \min_P$,
- сферическую $f_0(x) \rightarrow \min_S$.

При этом задача сводится к серии аналогичных задач меньшей размерности (свойства 2, 4). При этом полиэдральная релаксация эффективно разрешима методами условного градиента с использованием свойства 3, а сферическая – для квадратичных задач. В процессе оптимизации, помимо нижних, улучшаются и верхние оценки целевой функции по свойству 3.

- Свойство 5 позволяет сводить (1)-(3) к задаче безусловной оптимизации и применять Лагранжевые методы, например метод Ньютона, штрафные методы, а также их комбинации.

1. Стоян Ю. Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – К., 1986.
2. Ємець О. О. Відсікання в лінійних частково комбінаторних задачах евк-лідової комбінаторної оптимізації / О. О. Ємець, Є. М. Ємець // Доп. НАН України. – 2000. – 9. – С. 105–109.
3. Пичугина О. С. Функционально-аналитические представления общего перестановочного множества / О. С. Пичугина, С. В. Яковлев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий". – 2016. – 1/4 (79). – С. 27-38.
4. Пічугіна О. С. Поверхностные и комбинаторные отсеки в задачах евклидовой комбинаторной оптимизации // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – 2016. – 1(13). – С. 144–160.
5. Pichugina O. Continuous Approaches to the Unconstrained Binary Quadratic Problems / O. Pichugina, S. Yakovlev // In: Mathematical and Computational Approaches in Advancing Modern Science and Engineering, Edited J. Bélair et al. – Springer, Switzerland. – 2016. – P. 689-700.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МНОГОМАСШТАБНОЙ КОМПРЕССИИ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВИДОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ КРИТЕРИЯМ

Корчинский В.М., korchins50k@i.ua

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

Видовые данные (изображения) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) формируются в значительном количестве спектральных интервалов и имеют растровый характер [1]. Множество распределений яркости таких многоспектральных изображений (далее - МСИ) может быть представлено массивом данных $\mathbf{M}_{k \times n \times m}$, где k – количество фиксируемых спектральных интервалов, $n \times m$ – размерность раstra изображения каждого спектрального канала. Передача МСИ по каналам связи требует их значительной пропускной способности, что может быть компенсировано уменьшением избыточности непосредственно зафиксированных МСИ посредством их компрессии – селекции по информационным критериям, сводящейся к исключению несущественных для надежного тематического анализа компонент при сохранении аномальных статистических характеристик первичных видовых данных.

Предлагаемая информационная технология многомасштабной компрессии МСИ основана на способе ортогонализации многомерного векторного представления МСИ, предложенном в работе [1]. Посредством такой ортогонализации достигается статистическая независимость преобразованных распределений яркости спектральных составляющих МСИ. Существенно, что в результате ортогонализации формируются нецелочисленные значения распределений яркости спектральных компонент МСИ [1].

Следующий этап предлагаемой информационной технологии состоит в многомерной развертке Пеано-Гильберта (см., напр., [3]) ортогонализированного массива $\mathbf{M}_{k \times n \times m}$. Показано, что результаты

пакетного вейвлет-разложения разверток $P_k(x)$ различных спектральных каналов инвариантны относительно аффинных преобразований распределений яркости МСИ.

Для оценки информационной значимости разверток использованы их дифференциальные энтропии в виде интеграла по траекториям

$$E_k = \int_0^X P_k(x) \cdot dP_k(x), \quad (1)$$

где X – длина развертки.

Реконструкция распределений яркости МСИ после исключения информационно малозначимых компонент реализуется операциями, обратными выполненным на этапе ортогонализации. Порог селекции сохраняемых составляющих МСИ устанавливается в результате ранжирования значений E_k по убыванию на основе вейвлет-технологии обработки цифровых сигналов [4].

Тестирование предложенной информационной технологии на первичных видовых данных с различным пространственным разрешением подтвердило ее эффективность как в части информационных показателей, так и на уровне визуального анализа полученных изображений.

1. **Showengerdt R.** Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. - New York: Academic Press; 2007. – 528 p.
2. **Корчинский В.М.** Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли Вестник Херсонского национального технического университета, 2014. - № 3 (50). – С. 90-93.
3. **Александров Р.В., Горский И.Д.** Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. – Л.: Наука, 2005. – 102 с.
4. **Дремин И. М., Иванов О.В., Нечитайло В.А.** Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. - 2001. - Т. 171. - № 5. - С. 465-501.

ТИПОВЫЕ МОДЕЛИ ЛЕКСИЧЕСКИХ СПИСКОВ В СОСТАВЕ МЕДИЦИНСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Костра В.В., kostra@list.ru

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ

Создание интеллектуальных процедур в программном обеспечении позволяет повысить эффективность его использования. К таким процедурам в медицинском программном обеспечении можно отнести процедуры формализации профессиональных медицинских знаний в информационной системе.

В предложенном ранее подходе формализация медицинской терминологии выполнялась с помощью лексических списков. Подход формирования лексического списка естественно-языкового содержания в виде фраз с медицинской лексикой предлагается как вариант составления всевозможных текстовых описаний в разделах медицинской документации для различных медицинских специализаций. За последние 15 лет накоплено большое количество лексических списков для различных типов документов: осмотры врачей-специалистов, диагностические исследования, функциональная диагностика, протоколы операций, дневники наблюдений.

Проанализировав массив используемых составов списков, сделан вывод о необходимости построения типовых моделей структур списков (используя элементы теории множеств). Такие модели обобщают структуры списков с медицинской терминологией для различных типов медицинской документации. Применение полученной модели к новым разрабатываемым спискам призвано дать априорную оценку использования списка в интерактивных элементах ввода данных, в которых эти списки применяются. Такая оценка позволит определить возможное время работы со списком и предложить оптимальные процедуры его использования.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «РЕЙТИНГ ВИКЛАДАЧА ДНУ ІМ. О. ГОНЧАРА»

Кочубей О. О., Рибалка Д. Н., rybalkadn@gmail.com

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

Рейтингове оцінювання професійної діяльності науково-педагогічних працівників є складовою системи забезпечення якості освітньої діяльності та якості освіти. Європейські стандарти і рекомендації для внутрішнього забезпечення якості вищих навчальних закладів рекомендують вищим мати механізми і критерії оцінювання компетентності науково-педагогічних працівників (НПП). Рейтингова оцінка якості діяльності НПП є елементом системи управління вузом і являє собою інструмент формування ефективної кадрової політики, націленої на стимулювання професійного зростання.

Організація рейтингової оцінки роботи НПП у Дніпропетровському національному університеті ім. Олесея Гончара здійснюється відповідно до Закону України «Про освіту», зокрема, на підставі Положення про рейтингове оцінювання професійної діяльності науково-педагогічних працівників ДНУ імені Олесея Гончара. Метою впровадження рейтингового оцінювання професійної діяльності НПП є створення (на засадах єдиних критеріїв) системи об'єктивного аналізу якості кадрового забезпечення освітньої, наукової діяльності університету, спрямованої на пошук та реалізацію механізмів нарощування й ефективного використання кадрового потенціалу, впровадження в університеті інноваційних інтегрованих технологій і методик організації навчально-виховного процесу, наукової та науково-дослідної роботи [1].

Для обробки, аналізу та узагальнення інформації щодо рейтингового оцінювання професійної діяльності НПП університету розроблено інформаційну систему «Рейтинг викладача» (ІС «Рейтинг викладача»). Оцінювання професійної діяльності НПП проводиться як у цілому по університету, так і окремо за групами посад. Рейтинговий бал НПП визначається як сума унормованих балів за його досягнення у навчально-методичній, науково-

інноваційній, організаційно-виховній роботі та балу за наслідками анкетування студентів. Рейтингова оцінка професійної діяльності декана факультету, завідувача кафедри враховує особисті показники та також рейтинг факультету або кафедри відповідно.

ІС «Рейтинг викладача» розроблено у вигляді Web-додатка та розташовано на офіційному сайті Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара. При розробці ІС використовувалась сучасна технологія ASP.NET, яка підтримує засоби програмування на Web-серверах для динамічного створення та відображення Web-сторінок. Web-сторінки ASP.NET можна переглядати у Web-браузерах для різних платформ та операційних систем, оскільки ASP.NET відображає розмітку (типу HTML) в запитуючому браузері. База даних системи «Рейтинг викладача» формується шляхом обробки персональних рейтинг-листів науково-педагогічних працівників. Фізичне зберігання даних в системі реалізовано на базі СУБД MS SQL Server, її застосування дозволяє зберігати значні обсяги даних та підтримувати роботу багатьох користувачів, що здійснюють одночасний доступ до бази даних. Дані організовані в вигляді таблиць, зберігають інформацію, необхідну для складання індивідуального плану викладача, його рейтингу, рейтингу кафедр. ІС «Рейтинг викладача» забезпечує розрахунок та формування рейтинг-листів окремих НПП, узагальнених відомостей щодо рейтингових оцінок професійної діяльності науково-педагогічних працівників кафедр, факультетів, ранжирування рейтингових оцінок за різними критеріями (загальним рейтингом, певними видами діяльності, групами посад тощо).

ІС «Рейтинг викладача» впроваджено у діяльність Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.

Список використаних джерел

1. Положення про рейтингове оцінювання професійної діяльності науково-педагогічних працівників Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара [Електронний ресурс] . – Режим доступу:
<http://text.ru/rd/aHR0cDovL3d3dy5kbnuUuZHAudWEvZG9jcy9kbnuUvcG9sb3pfcmlVpdF9ucHAuZG9j>

ТРИВИМІРНІ ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ЗА НЕПОВНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

Кравцов Д.В., Кузьменко В.І., dimaerudit@gmail.com, ДНУ ім. О.Гончара

Роботу присвячено дослідженню проблеми визначення навантажень на поверхні тіла, які викликають у заданій області всередині тіла розривні напруження. Поряд з теоретичним інтересом такі дослідження також можуть використовуватися на практиці, зокрема при обробці металів, виготовлення труб та інших деталей тощо.

Метою роботи є знаходження розподілу прикладеного до поверхні тіла навантаження, що викликає розривні напруження у певній області тіла. Для виконання умов на напруження, що задаються нерівностями на співвідношення напружень всередині тіла, вводяться штрафні функції. Для регуляризації некоректної екстремальної задачі використовується метод Тихонова [3]. Для подальшого числового розв'язання дискретної задачі використовується метод локальних варіацій [1]. Для отримання зв'язку між навантаженнями на поверхні тіла та напружень у певній області всередині нього використовуються функції Гріна [2]. Відповідний ітераційний алгоритм реалізований у вигляді програми. Це дозволяє знаходити розподіл навантаження на поверхні тіла при різних вхідних параметрах.

За допомогою програми були отримані розв'язки для деяких задач, що дозволило перевірити роботу алгоритму. Також проаналізовані залежності точності розв'язку від конкретних параметрів, а саме: відстань від області розривних напружень до поверхні, де діє сила; кількості елементів у розбиттях; кількості точок, у яких перевіряються напруження тощо.

Робота може бути цікавою для фахівців, які працюють над проблемами ідентифікації механічних систем та розв'язанням некоректних задач. Результати досліджень можуть бути застосовані для аналізу необхідних навантажень для створення розривних напружень та у експериментально-розрахункових методах.

Список використаної літератури

1. Баничук, Н.В. Численное решение вариационных и краевых задач методом локальных вариаций/Н.В.Баничук, В.М.Петров, Ф.Л.Черноуцько. – Журнал вычислительной математики и математической физики, том 6, номер 6, 1966.
2. Новацький, В. Теория упругости/В.Новацький. – М.: Мир, 1975.
3. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач/А.Н.Тихонов, В.Я.Арсенін. – М.: Наука, 1986.

ПЛАТФОРМОНЕЗАЛЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ

Крак Ю.В., Кондратюк С.С., krak@unicyb.kiev.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Доповідь присвячену вирішенню актуальної проблеми створення інформаційної технології, реалізація якої буде доступна на широкому наборі існуючих платформ та пристроїв, як стаціонарних, так і мобільних. У якості ядра технології для модуля моделювання жестів було обрано існуючу бібліотеку LibHand (ресурс: <http://www.libhand.org/>). Дана бібліотека LibHand має зручний програмний інтерфейс для інтеграції з бібліотекою OpenCV (<http://opencv.org/>), що дозволяє використовувати напряму вихід з модуля моделювання на інші модулі, сумісні з OpenCV. Наприклад, для реалізації робочого сценарію необхідно [1]:

1. Обрати необхідний жест з наявної бази жестів, або змінити модель руки необхідним чином.
2. Експортувати зображення жестів у форматі, сумісному з OpenCV.
3. Виконати необхідні перетворення за допомогою функцій з OpenCV.
4. Передати результат на інші модулі, також сумісні з форматом OpenCV.

Для відображення (рендеру) моделі руки використовується рушій Orge3D (www.ogre3d.org/), серед переваг якого: швидкодія, кросс-платформеність, потужність існуючих компонентів, велика кількість користувачів. Для інтерфейсу програми, орієнтованої на кінцевого користувача, використовується фреймворк Qt (www.qt.io/), серед переваг якого слід відзначити такі, як кросс-платформеність, швидкодія, швидкість розробки.

Таким чином, для розробки інформаційної технології для моделювання дактилем дактильної абетки української жестової мови [2] запропоновано використовувати наступні технології для модулю моделювання:

- Ogre3D – рушій для рендеру моделі руки;
- LibHand – бібліотека для моделювання жестів руки (із вільною ліцензією);
- OpenCV – бібліотека для методів комп’ютерного зору (computer vision);
- Qt – бібліотека із вільним доступом для формування інтерфейсу дружнього для користувача.

Доцільність використання саме таких технологій обиралися виходячи з необхідності високої швидкодії та крос-платформеності. Усі модулі написані на мові C++, що забезпечує необхідні характеристики.

Для розпізнавання елементів дактильної мови пропонується використовувати наступні технології:

- OpenCV – для необхідних перетворень зображень руки перед подачею на алгоритми розпізнавання;
- Xgboost (xgboost.readthedocs.org), Caffee – методи розпізнавання наявні на Python та C++ кросплатформені бібліотеки з реалізованими алгоритмами xgboost, convolutional neural network.

Відзначимо, що усі технології з модуля розпізнавання є крос-платформеними, оптимізованими для високої швидкодії на одно та багатопроцесорних системах.

Таким чином, запропоновано підхід і засоби для створення інформаційної технології моделювання та розпізнавання дактильної жестової мови, яку можна використовувати без прив’язки до платформи на якій реалізовано той чи інший користувацький пристрій, тим самим розширюючи аудиторію потенційних користувачів даної розробки.

1. **Кривонос Ю.Г.** Формалізація жестоутворення за допомогою трьохмірної моделі людини для української жестової мови / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, О.В.Бармак, Г.М.Єфімов // Проблеми програмування. – 2012. – №2-3. – С. 398-405.
2. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: моделювання інформаційних процесів / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак. – Київ: Наук. думка, 2014.

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТІ ПК

Красношанка Д.В., dimakrasnoshapka@yahoo.com

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

В сучасних умовах широкого використання персональних комп'ютерів (ПК) в багатьох галузях діяльності людини, у тому числі бізнесі та науці, велике значення має висока надійність функціонування ПК і швидке визначення та усунення проблем у їх роботі. Для вирішення цих завдань можна ефективно використовувати експертні системи для пошуку несправності ПК [1].

Був розроблений прототип експертної системи для пошуку несправності ПК, який працює в дещо обмеженій області визначення помилок та несправностей комп'ютера. Знання з даної предметної області були отримані шляхом інтерв'ю з експертами у галузі комп'ютерних наук, вивчення та аналізу документації і практичного спостереження. У ході розробки прототипу експертної системи використовувалася система програмування SWI WIN пролог. В якості механізму висновку був обраний зворотній механізм висновку (backward chaining). База знань для представлення інформації використовує пари атрибут-значення (властивість-значення). Система інтерфейсу користувача використовує такі форми діалогу як таблицна та обмежена фразова.

Даний прототип експертної системи можна вдосконалювати в напрямках розширення бази знань для ідентифікації якомога більшої кількості можливих несправностей ПК, додавання модулів пояснення та набуття знань і вдосконалення інтерфейсу користувача.

Бібліографічні посилання

1. A. D. M. Africa. "An Expert System Algorithm for Computer System Diagnostics." International Journal of Engineering (IJE), 5(5), PP. 435 -467, 2011.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Ю.Г.Кривонос¹, Ю.В.Крак^{1,2}, krak@unicyb.kiev.ua

¹*Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

В доповіді приведені результати наукових розробок, які отримані за останні п'ять років. В області дослідження інтелектуальної комунікаційної інформації були запропоновані та розроблені [1-6]:

- методи для побудови просторової моделі руки людини для можливості продукування та анімації комунікаційної інформації;
- просторова модель руки людини з можливостями оперування пальцями рук, долонею і зап'ястям для моделювання та анімації рухів, які відповідають жестовим зображенням букв дактильної абетки;
- методи знаходження ефективних характеристичних ознак, методи класифікації і кластеризації інформації для задач розпізнавання дактильної інформації;
- нові методи моделювання та розпізнавання міміки людини, артикуляції, емоційного стану на обличчі людини, вирішення проблеми «читання по губам»;
- нові підходи до створення просторової моделі людини (клону) з можливостями максимальної схожості до реально існуючих людей для відображення динамічних рухів людини у виглядах і формах, які передають візуальну комунікаційну інформацію;
- методи відображення як слів жестової мови, так і речень з моделюванням природних переходів між жестовими одиницями;
- методи ефективної перевірки засвоєння знань про жестові одиниці та смислові одиниці;
- метод перетворення текстової інформації флексивних мов у аналоги жестової мови на основі трансферних лінгвістичних правил;

- моделі, методи і алгоритми для вирішення проблеми «перетворення тексту - жест» для української мови на основі архітектурних підходів до лексикографічних баз даних, наповнення банків даних лексики концептів, методів функціональної обробки тексту, а саме пряме перетворення природного тексту до штучного тексту лексики концептів.

Практичне значення досліджень полягає у створенні інформаційної технології для моделювання і анімації української жестової мови, яка може бути використана в різних додатках, зокрема, як універсальний жестівник української жестової мови, як навчальні програми для різного рівня шкіл, як довідникові навчальні програми спеціальної спрямованості, розпізнавання емоцій на обличчі людини, автоматизації сурдоперекладу тощо.

Подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення запропонованих підходів та методів, впровадження отриманих результатів у зацікавлених організаціях, розширення та знаходження нових можливих областей застосування даних досліджень.

1. **Кривонос Ю.Г.** Формалізація жестоутворення за допомогою трьохмірної моделі людини для української жестової мови / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, О.В.Бармак, Г.М.Єфімов // Проблеми програмування. – 2012. – №2-3. – С. 398-405.
2. **Крак Ю.В.** Системы описания мимических проявлений в жестовом языке / Ю.В.Крак, А.С.Тернов, В.О.Кузнецов // Штучний інтелект. – 2012. – №4. – С.298-306.
3. **Кривонос Ю.Г.** Конструирование и идентификация элементов жестовой коммуникации / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак, Д.В.Шкільнюк // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – №2. – С.3-8.
4. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: моделювання інформаційних процесів / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак. – Київ: Наук. думка, 2014.
5. **Крак Ю.В.** Подход к определению эффективных признаков и синтеза оптимального полосно-разделяющего классификатора для элементов дактильно-жестовой речи / Ю.В.Крак, Ю.Г.Кривонос, А.В.Бармак, А.С.Тернов // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – №2. – С.3-12.28.
6. **Кривонос Ю.Г.** Системи жестової комунікації: трансформація тексту в жести / Ю.Г.Кривонос, Ю.В.Крак, А.В.Бармак, С.О.Романишин. – Київ: Наук. думка, 2016.

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Кузенков О.О., Совгіренко Т.Г., tarasovg@yandex.ru, ДНУ (www.dnu.dp.ua)

Метою роботи – є дослідження одного класу математичних моделей популяційної динаміки, їх кількісний та якісний аналіз. Актуальність якісного аналізу динамічних систем полягає у можливості не тільки кількісно описати поведінку деяких природничих процесів, але й зробити адекватний прогноз на деякий час [1]. Такі підходи є досить актуальними, зокрема при дослідженні питання зникнення представників фауни та флори через руйнування ареалів їх існування. А проведення якісного аналізу моделей цих процесів може дати розуміння того як вплине на систему штучне втручання.

У роботі були досліджені моделі популяційної динаміки та проведений їх якісний аналіз. Була розроблена програма, яка наочно демонструє динаміку популяцій у моделі «хижак-жертва», при різних значеннях параметрів.

У моделі Лотки-Вольтерри, з логістичною поправкою, яка представлена системою диференціальних рівнянь було:

- визначені стаціонарні точки;
- досліджено стійкість стаціонарних точок системи, виходячи із знаку дійсної частини їх інваріант;
- проведено біфуркаційний аналіз.

Подальше дослідження згаданих систем полягає у дослідженні моделі природничих процесів із трьома складовими, проведення її якісного аналізу та дослідження біфуркаційних властивостей.

Література

1. Лаврик В. І. «Методи математичного моделювання в екології» - К. : Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 203 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ КОЛЬОРОВИХ СКЛАДОВИХ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Курочкін В. М., kurochkin.official@gmail.com, НАУ

Розглянемо задачу вибору кольорової системи зображення, в якій можна досягти найкращих результатів кластерного аналізу цифрового зображення на прикладі обробки даних аерофотозйомки посівних площ [1], та можливості обмежитись аналізом однієї складової кольорової системи.



Рис. 1 Цифрове зображення посівної площі

Нехай дано цифрове зображення посівної площі (Рис. 1 а). Задача на обробку є наступна: необхідно відокремити врожайні ділянки, що характеризуються густою рослинністю від неврожайних. Для порівняння будуть використані наступні кольорові системи: RGB [2], YUV [3] та HIS [4]. Гістограми розподілу значень

кольорових складових різних систем (Рис. 2) являють собою графіки наближені до графіку щільності розподілу випадкової величини при наявності суміші двох нормально розподілених випадкових величин [5].

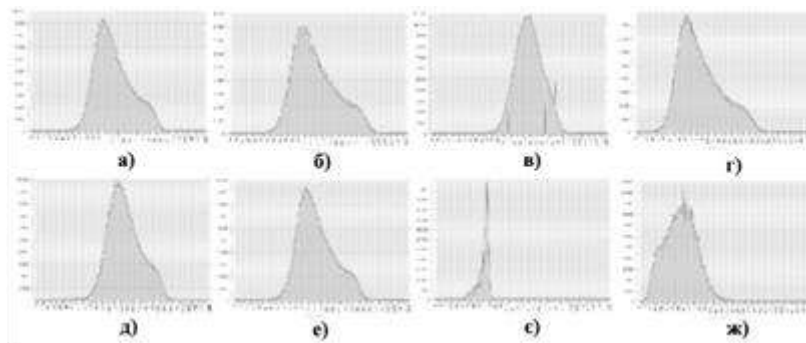


Рис. 2 Гістограми розподілу значень кольорових складових кольорових моделей RGB (а - усереднення, б, в, г - складові), YIQ (д – Y складова), HSI (е – I, є – S, ж – H)

В результаті проведення кластерного аналізу (Рис. 3), було зроблено наступні висновки: використання середніх значень кольорових складових призводить до втрати великої кількості інформації; аналіз всіх складових системи призводить до надлишкової інформації; найбільш ефективним є використання кольорової моделі HSI та її складових H та S, що відповідають за тон та насиченість зображення.

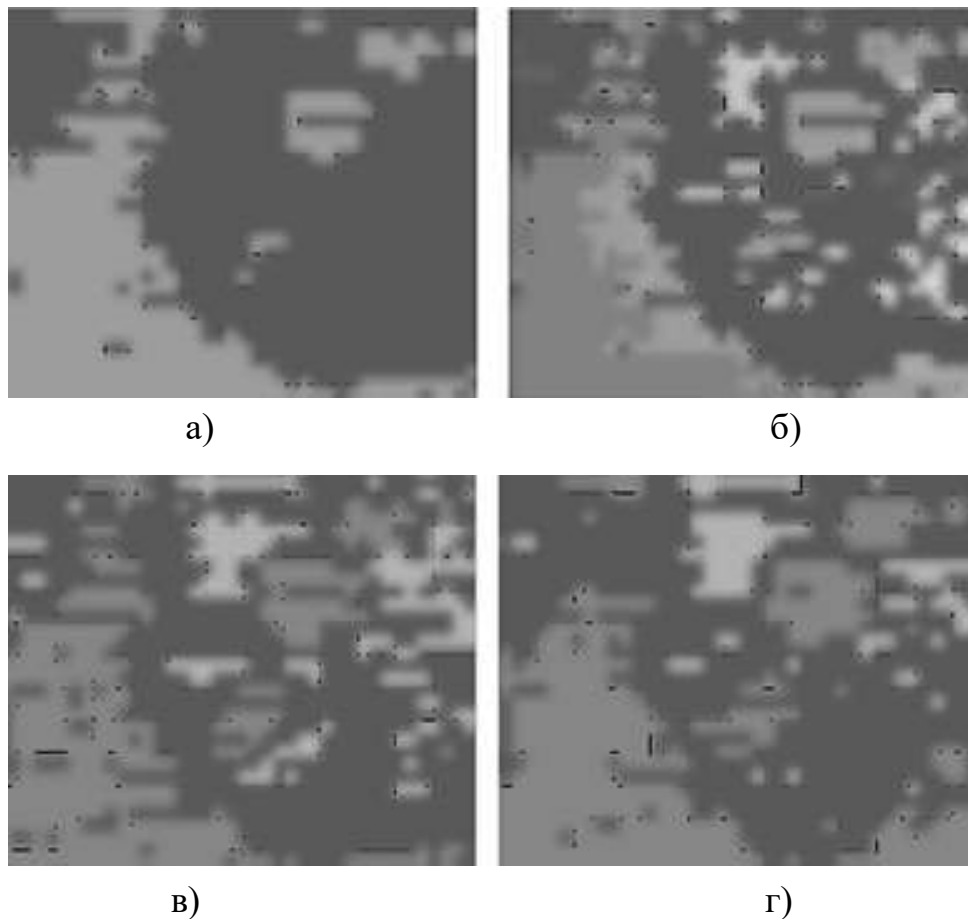


Рис. 3. Результати кластеризації проведеної на основі а) арифметичного середнього складових RGB, б) співставлення результатів окремого аналізу складових RGB, в) H складової системи HSI, та г) S складової системи HSI

Бібліографічні посилання

1. **Курочкін В. М.** Система «ElfinTest» обробки моніторингу довкілля на основі кластеризації – Наукоємні технології, №2 (26), 2015 р. – С. 127–133
2. **Harmeet K. K.**, A Review: Color Models in Image Processing / K. K. Harmeet, K. Prabhpreet, // Int. J. Computer Technology & Applications, Vol. 5 (2), 2014. С. 319–322
3. **Лигун А. О.** Комп'ютерна графіка / А. О. Лигун, О. О. Шумейко // Д.: Біла К. О., 2010. – С. 83
4. **Nakajima N.**, A novel color image processing scheme in HSI color space with negative image processing / N. Nakajima, A. Taguchi // ISPACS, 2014 – С. 29–33
5. **Курочкін В. М.** Аналіз неоднорідних текстур посівних площ на основі оцінки суміші розподілів – Наукоємні технології, №4 (28), 2015 р. – С. 305–310

ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО СЛОЯ

Ламзюк В.Д., kmm.dnu@ukr.net,

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

Предложена методика решения основных и смешанных (контактных) граничных задач теории упругости для неоднородного по глубине слоя. Рассматриваемый слой сцеплен с недеформируемым основанием. Предполагается, что слой состоит из изотропного упругого материала, модуль Юнга и коэффициент Пуассона которого может изменяться по глубине. Деформация слоя осуществляется известной нагрузкой, которая прикладывается к свободной поверхности слоя.

Выяснено, что в пространстве трансформант Фурье определение напряженно-деформированного состояния неоднородного слоя может быть сведено, в общем случае, к решению двух граничных задач для нормальных систем обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами соответственно четвертого и второго порядка.

Разработана методика сведения этих краевых задач к последовательному решению двух задач Коши соответственно для вспомогательного векторного уравнения типа Риккати и построенной системы линейных дифференциальных уравнений, что позволило эффективно осуществлять их численное решение. Для построения полного комплекта начальных условий исходных систем линейных

дифференциальных уравнений используется идея введения так называемых функций податливости, которые зависят только от структуры исходной системы дифференциальных уравнений и от характера граничных условий, а не от их значений. Таким образом, функции податливости могут быть построены для данного неоднородного слоя заблаговременно, то есть до начала решения конкретной краевой задачи. Необходимо также заметить, что разработанная методика не требует численного решения каких-либо систем алгебраических уравнений.

Проведено исследование свойств функций податливости. Их построение имеет и самостоятельный интерес, так как при рассмотрении смешанных (контактных) задач для неоднородного слоя с помощью функций податливости определяются ядра разрешающих уравнений. Предложенный алгоритм решения основных граничных задач теории упругости для неоднородного по глубине слоя реализован в виде программного продукта в случае плоской, осесимметричной деформации и деформации кручения. Получено также численное решение следующих контактных задач: о кручении неоднородного слоя штампом; о характере взаимодействия штампа с неоднородным слоем (плоская и осесимметричная деформации).

Предложенный алгоритм с велаия краевых двухточечных задач для систем линейных дифференциальных уравнений к последовательному решению задач Коши может быть использован не только в задачах теории упругости, но и для решения широкого класса задач математической физики.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ З НЕПАРНОЮ КІЛЬКІСТЮ РІВНЯНЬ

Литвин Т.М., Варех Н.В., kmm.dnu@ukr.net

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

В даній роботі досліджується система з непарною кількістю рівнянь ($n = 5$) вигляду

$$\begin{cases} y'_i(t) = a_i(t)y_i^{\alpha_{i+1}}(\tau_{i+1}(t)) \\ y'_n(t) = a_n(t)y_1^{\alpha_1}(\tau_1(t)) \end{cases} \quad i = \overline{1, n-1} \quad (1)$$

при таких припущеннях: $0 \leq a_k(t) \in C[t_0, \infty)$; $0 < \alpha_k$, α_k - відношення непарних чисел; $0 < \tau_k(t) \in C[t_0, \infty)$, $\lim_{t \rightarrow \infty} \tau_k(t) = \infty$; $k = \overline{1, n}$

Окремим випадком системи (1) є рівняння $y^{(n)}(t) - p(t)y^\alpha(\tau(t)) = 0$.

Раніше було встановлено, що асимптотична поведінка навіть для цього окремого випадку суттєво залежить від парності числа n . В останній час ця думка була підтверджена для більш загальних випадків системи вигляду (1).

Дану роботу слід розглядати узагальненням робіт [1], [2], в яких або нелінійність була зосереджена лише в останньому рівнянні ($\alpha_i \equiv 1, i = \overline{2, 5}$), або відхилення аргументу містилось в останньому рівнянні ($\tau_i(t) \equiv t, i = \overline{2, 5}$), або відхилення аргументу мало характер запізнювання.

В даній роботі на відміну від попередніх розглядається система (1), в якій нелінійність і відхилення аргументу входять в кожне рівняння, а відхилення аргументу можуть мати мішаний характер.

Сформулюємо отримані результати.

Теорема 1. Нехай виконуються умови ($n=5$):

$$1) \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 = 1; \quad (2)$$

$$2) g(t) = \min\{t, \tau_1(t)\}, \tau_i(t) \leq t \quad (i = \overline{2, 5})$$

$$3) \int_{t_0}^{\infty} a_1(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_2(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_3(t)dt = \int_{t_0}^{\infty} a_4(t)dt = \infty, \quad (3)$$

$$4) \int_{t_1}^{\infty} a_5(l) \left(\int_{t_1}^{\tau_1(t)} a_1(p) \left(\int_{t_1}^{\tau_2(p)} a_2(z) \left(\int_{t_1}^{\tau_3(z)} a_3(s) \left(\int_{t_1}^{\tau_4(s)} a_4(x) dx \right)^{\alpha_4} ds \right)^{\alpha_3} dz \right)^{\alpha_2} dp \right)^{\alpha_1} dl = \infty \quad (4)$$

$$5) \int_{t_1}^{\infty} a_5(t) \left(\int_{t_1}^{\frac{g(t)}{2}} a_1(p) \left(\int_{t_1}^{\tau_2(l)} a_2(z) \left(\int_{t_1}^{\tau_3(v)} a_3(s) \left(\int_s^{2s} a_4(x) dx \right)^{\alpha_4} ds \right)^{\alpha_3} dv \right)^{\alpha_2} dl \right)^{\alpha_1 - \varepsilon} dt =$$

$$\infty$$

$$t1 \infty a5 t t1 18 g t a1 l l 2 l a2 v v 2 v a3 s s 2 s a4 x d x \alpha 4 d s a3 d v \alpha 2 d l \alpha 1 - \varepsilon d t = \infty$$

$$(0 < \varepsilon < \alpha_1)$$

Тоді кожен розв'язок системи (3.4') або сильно осцилює, або кожна його компонента монотонно прямує до нескінченності при $t \rightarrow \infty$.

Теорема 2. Нехай виконуються умови (2),(3),(4) та

$$1) \tau_5 \left(c \tau_4 \left(c \tau_3 \left(c \tau_2 (\tau_1(t)) \right) \right) \right) \leq t, \quad C > 1$$

$$2) \int_{t_1}^{\infty} a_5(t) \left(\int_{t_1}^{\tau_1(t)} a_1(m) \left(\int_{\tau_2(m)}^{c \tau_2(m)} a_2(p) \left(\int_{\tau_3(p)}^{c \tau_3(p)} a_3(s) \left(\int_{\tau_4(s)}^{c \tau_4(s)} a_4(x) dx \right)^{\alpha_4} ds \right)^{\alpha_3} dp \right)^{\alpha_2} dm \right)^{\alpha_1 - \varepsilon} dt = \infty$$

$$3) \int_{t_1}^{\infty} a_5(t) \left(\int_{t_1}^{\tau_1(k)} a_1(m) \left(\int_{\tau_2(m)}^{c \tau_2(m)} a_2(p) \left(\int_{\tau_3(p)}^{c \tau_3(p)} a_3(x) \left(\int_{\tau_4(z)}^{c \tau_4(z)} a_4(s) ds \right)^{\alpha_4} dx \right)^{\alpha_3} dp \right)^{\alpha_2} dm \right)^{\alpha_1 - \varepsilon} dt = \infty$$

Тоді кожний розв'язок системи (3.4') або сильно осцилює, або всі його компоненти монотонно прямують до нескінченності при $t \rightarrow \infty$.

Цю роботу слід розглядати продовженням досліджень роботи [3].

[1] Колесник Є.О., Тен А.В., Варех Н.В. Дослідження диференціальних систем з відхиленням аргументу загального характеру. XII міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем», 2014, С.128-129.

[2] Степанова М.П., Варех Н.В. «Про асимптотичну поведінку розв'язків диференціальних систем з відхиленням аргументу». XIII міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем», - 2015, С.213-214.

[3] Н.В. Варех, Т.М. Литвин., Г.Ф.Мусаєва «Про властивості розв'язків диференціально-функціональних рівнянь». Міжнародна наукова конференція «Математичні проблеми технічної механіки», - 2016, С.139.

СЕПАРАБЕЛЬНІ ЗАДАЧІ ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Ломага М.М.¹, Семенова Н.В.²

lomagamarija@yandex.ua, nvsemenova@meta.ua

¹ ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна

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

На практиці обґрунтованою є формальна заміна вхідної задачі більш простішою таким чином, щоб множини оптимальних розв'язків цих задач співпадали, або хоча б оптимальні розв'язки отриманої задачі були оптимальними розв'язками вхідної задачі [1-3]. Еквівалентна трансформація критеріальних функцій або множини допустимих значень в деяких задачах лексикографічної оптимізації приводить до сепарабельних лексикографічних задач такого вигляду:

$$\min^L \{F(x) | x \in X\}, \quad (1)$$

$$\text{де} \quad F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x)), \quad f_k(x) = \sum_{j=1}^n f_{kj}(x_j), \quad k = 1, 2, \dots, l,$$

$$X = \{x \in R^n | g^i(x) \leq 0, x \geq 0\}, \quad g^i(x) = \sum_{j=1}^n g_j^i(x_j), \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Побудована апроксимуюча задача до задачі (1). Встановлені умови, за яких локальний мінімум апроксимуючої задачі співпадає з її глобальним мінімумом. Досліджені властивості розв'язків та особливості розв'язання задачі (1). Апроксимація задачі (1) її лінійним аналогом дає можливість для одержання наближеного розв'язку використовувати математичний апарат розв'язання лінійних задач лексикографічної оптимізації.

Бібліографічні посилання

1. **Подиновский В.В.** Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – 2-е изд., испр.и доп. – М., 2007.
2. **Семенова Н.В.** Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання / Н.В. Семенова, Л.М. Колєчка. – Київ, 2009.
3. **Ломага М.М.** Розв'язання задач лексикографічної оптимізації з лінійними функціями критеріїв на опуклій множині // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія математика і інформатика. – 2015. – Вип. № 2(27). – С. 70-75.

ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯРИЗУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕКОРЕКТНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВОЛЬТЕРА

Лисов М. С., matve-lyso@yandex.ru,

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

Інтегральним рівнянням називається рівняння, яке містить невідому функцію під знаком інтеграла. Наприклад:

$$x(t) = \lambda \int_a^t K(t,s)x(s)ds + f(t).$$

Тут $K(t,s)$, $f(t)$ – задані функції, λ – комплексний параметр, $x(s)$ – шуканий розв'язок. Функції $K(t,s)$, $f(t)$ називаються ядром і вільним членом інтегрального рівняння. Наведене вище інтегральне рівняння має змінну межу інтегрування. Інтегральне рівняння зі змінними межами інтегрування та вільним членом називається рівнянням Вольтера I роду.

Різні класи задач, що виникають у науці та техніці, зводяться до вирішення інтегральних рівнянь Вольтера I-го роду. Існує багато методів для пошуку чисельного розв'язку таких рівнянь. Необхідно чітко усвідомлювати доцільність використання того чи іншого методу розв'язання інтегрального рівняння для конкретної задачі. Методи характеризуються різною точністю обчислень, збіжністю, необхідною кількістю ітерацій.

Задача розв'язання рівняння Вольтера I-го роду є проміжною між задачами розв'язання рівнянь Вольтера II-го роду та Фредгольма I-го роду, та може бути коректною чи некоректною в залежності від того, в яких просторах вона розглядається, і яким методом розв'язується.

Для розв'язання некоректних інтегральних рівнянь Вольтера I-го роду можуть бути використані наступні підходи.

Використання квадратурних формул. Передбачає перехід від некоректного рівняння Вольтера I-го роду до коректного рівняння, у якому інтеграл буде замінено деякою сумою:

$$\int_a^t K(t, s) x(s) ds = h \sum_{i=0}^N M_i K(t, s_i) x(s_i) + \psi(t),$$

Передбачається, що перехід до суми має регуляризуючий вплив на ядро некоректного інтегрального рівняння. На наступному кроці інтегральне рівняння може бути зведене до системи лінійних алгебраїчних рівнянь, яка може бути вирішена будь-яким з існуючих методів розв'язку СЛАР.

Метод регуляризації Тихонова. Основна ідея цього методу полягає в зведенні некоректної задачі до задачі мінімізації згладжуючого функціоналу, у загальному випадку:

$$M^\alpha[u] = \|A_h u - f_\delta\|^2 + \alpha \|u\|^2.$$

Тут A_h - лінійний обмежений апроксимуючий оператор. У випадку інтегрального рівняння Вольтера I-го роду функціонал має наступний вигляд:

$$M^\alpha[u] = \|A_h u - f_\delta\|_{L_2}^2 + \alpha \|u\|_{W_2^1}^2 = \int_c^d \left(\int_a^t K_h(x, s) u(s) ds - f_\delta(x) \right)^2 dx + \alpha \int_a^t [u^2(s) + (u'(s))^2] ds$$

де $\alpha > 0$ - параметр регуляризації.

На великих об'ємах даних навіть декілька ітерацій можуть значно збільшити кількість необхідного машинного часу, що є критичним для бізнес-орієнтованих задач. Ефективність наведених підходів до розв'язання некоректних інтегральних рівнянь Вольтера з різними за характеристиками функціями ядра потребує детального вивчення.

Бібліографічні посилання

1. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: Методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие. – Киев: Наукова думка, 1986. – 543 с.
2. Морозов В.А. Методы регуляризации неустойчивых задач. – М.: Изд-во Московск. ун-та, 1987. – 217 с.
3. 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.

РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Матвєєва Н.О., 31NATA@ukr.net , Копілов О.В.

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

При проведенні неруйнівного контролю цілісності виробів з волокнистих та вуглецевих композитів виявляються лише поверхневі дефекти суцільності, котрі створюють найбільшу загрозу конструкційній цілісності. При скануванні виробів важливо враховувати шорсткість контрольованої поверхні, яка спричиняє перекоси та відводи датчика, що породжує адитивний шум змінної інтенсивності.

При скануванні виробів з композитних матеріалів залежно від довжини і розташування дефекту (тріщини або розшарування) датчик видає унімодальні або бімодальні сигнали. За формою сигналу можна судити про довжину тріщини: вузький унімодальний сигнал виявляє тріщину, довжина якої перевищує зону контролю, а бімодальний з найбільшим провалом вершини характеризує точкові дефекти.

В роботі запропоновано використовувати нейронну мережу прямого розповсюдження – багатошаровий перцептрон (multilayer perceptron - MLP) для розпізнавання форми сигналів. В якості функції навчання використовувалась функція на основі зворотного розповсюдження помилки (back-propagation learning) за алгоритмом оптимізації Левенберга-Маркарта. Кожний нейрон MLP має нелінійну гладку функцію активації, в якості якої використовували нелінійну сигмоїдальну функцію активації типа логістичної та гіперболічного тангенса.

Сформована тришарова нейронна мережа з 21 нейронів у вхідному шарі (за кількістю компонент вхідного вектора). Запропоновано у першому скритому шарі використовувати 10 нейронів з функцією активації *radbas*, яка за своєю формою повторює форму вхідного сигналу. Другий скритий шар має 2 нейрони з функцією активації *logsig*, яка визначена у діапазоні від 0 до 1, що задовольняє значенням досліджуваного сигналу. Нейронна мережа має

1 нейрон у вихідному шарі та використовує функцію активації *purelin* для прийняття рішення щодо відношення сигналів до однієї з форм.

Для моделювання форми сигналів від унімодальної до бімодальної використовувався вираз[1]:

$$y(x) = \exp(-1,5x^2) - k \cdot \exp(-3x^2) \quad (1)$$

де x – віддаленість від площини дефекту, $y(x)$ – амплітуда, а $k = 0 \dots 1$.

У загальному випадку сигнал корелює з шумом, який можна вважати адитивним гаусовським. Моделювання білого гаусівського шуму виконувалось за допомогою функції *awgn(x,snr,'measured')*, де x – вектор сигналу, скаляр snr задає відношення сигнал/шум в децибелах.

Спочатку нейрона мережа навчалася на ідеальних сигналах без шуму, потім навчання відбувалось при наявності шуму різної інтенсивності[2]:. Перевірка функціонування нейронної мережі проводилась на 1000 векторах входу при відношенні сигнал/шум від 100 до 10 децибел.

Можливо зробити висновок, що запропонована нейронна мережа показує прийнятні результати розпізнавання викривлених шумом сигналів при значеннях відношенні сигнал/шум від 100 до 40 децибел

Бібліографічні посилання

1. Хандецкий В.С. Спектральная идентификация сигналов в дефектоскопии композитов с использованием теории статистических испытаний / Хандецкий В.С., Герасимов В.В. // Вісник ДНУ: Фізика. Радіоелектроніка. – Дніпропетровськ: – 2003. № 10. – С. 128 – 132
2. Матвеева Н.А. Использование искусственных нейронных сетей для решения задач классификации в дефектоскопии. // Матвеева Н.А. / «Системні технології» - 2014, 1(90), Дніпропетровськ, – С. 79-88.

АНАЛІЗ ДОСТОВІРНОСТІ ОПИСУ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ПЗ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИМИ ФУНКЦІЯМИ ЗУСИЛЬ ТЕСТУВАННЯ

Мацелюх В.А., Яковина В.С., volodymyr.matselyukh@yandex.ru,
Національний університет «Львівська політехніка»

Більшість сучасних технічних систем працюють під управлінням програмного забезпечення (ПЗ) в тому чи іншому вигляді. Використання таких систем для критичних застосувань підвищує вимоги до достовірності оцінювання показників їх надійності. Водночас сучасні програмні засоби стають все складнішими, удосконалюються і стають складнішими технології і методології їх розробки, що призводить до зменшення ступеня адекватності існуючих моделей надійності ПЗ.

Протягом останніх десятиліть для оцінки якості та надійності ПЗ було запропоновано та досліджено значну кількість аналітичних моделей надійності ПЗ. Переважна більшість моделей припускає ідеальне відлагодження – імовірність усунення помилки становить 100%, під час усунення помилки не вводиться нових, таким чином кількість помилок, що залишилась в програмі є незростаючою функцією тривалості відлагодження [1, 2]. Порівняно з ідеальним відлагодженням, недосконале може описувати процес тестування більш адекватно і достовірно. В останні роки процес недосконалого відлагодження привертає до себе все більше уваги [3–7]. Одним з підходів до урахування процесу недосконалого відлагодження в моделях надійності ПЗ, який активно розвивається протягом останніх років, є використання функції зусиль тестування [8].

В цій роботі досліджено найбільш поширені функції розподілу зусиль тестування – постійну, Вейбулла, логістичну та логарифм-логістичну – на прикладі достовірності опису ними процесу тестування реального ПЗ. Для дослідження використано набір даних системи Т1 Римського повітряного центру розробки [9]. Параметри функцій розподілу зусиль тестування отримували з експериментальних даних методом найменших квадратів. Для оцінювання якості апроксимації зусиль тестування моделями розподілу

зусиль тестування згідно використовували такі критерії: середньоквадратична похибка апроксимації, сума різниці відхилень, дисперсія, середньоквадратична помилка прогнозування.

В роботі показано, що логарифм-логістична функція зусиль тестування досить точно описує емпіричні дані: критерії якості апроксимації дещо поступаються логістичній кривій і практично не поступаються кривій Вейбулла. Так, на початкових стадіях розробки ПЗ, коли зусилля тестування нарастають спочатку повільніше, а потім стрімко збільшуються, логарифм-логістична функція описує їх подібно до функцій Вейбулла та логістичної. Водночас на завершальних етапах життєвого циклу ПЗ, коли логістична і вейбулівська функції демонструють зупинку приросту зусиль тестування, логарифм-логістична функція зусиль тестування описує повільно спадаючу криву, що добре відображає фазу супроводу та розробки нового функціоналу ПЗ. Таким чином, ця функція краще підходить для опису розподілу зусиль тестування в проєктах з активною фазою супроводу.

Бібліографічні посилання

1. **Goel A.L.** Software Reliability Models: Assumptions, Limitations, and Applicability / A.L. Goel // IEEE Trans. Software Eng. – 1985. – Vol. 11. – P. 1411–1423.
2. **Pham H.** Software Reliability Models for Critical Applications / H. Pham, M. Pham // EGG—2663 Technical Report. Idaho National Engineering Laboratory, EG&G Idaho Inc. – 1991. – 98 p.
3. **Pham H.** A Software Cost Model with Imperfect Debugging, Random Life Cycle and Penalty Cost / H. Pham // International Journal of System Science. – 1996. – Vol. 27. – P. 455–463.
4. **Kapur P.K.** Modelling an Imperfect Debugging Phenomenon in Software Reliability / P.K. Kapur, S. Younes // Microelectronics and Reliability. – 1996. – Vol. 36. – P. 645–650.
5. **Slud E.** Testing for Imperfect Debugging in Software Reliability / E. Slud // Scandinavian Journal of Statistics. – 1997. – Vol. 24. – P. 555–572.
6. **Одарущенко О.Н.** Учет вторичных дефектов в моделях надежности программных средств / О. Н. Одарущенко, А. А. Руденко, В. С. Харченко // Математичні машини і системи. – 2010. – № 1. – С. 205–217.
7. **Маевский Д.А.** Влияние вторичных дефектов на надежность динамических информационных систем / Д.А. Маевский // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 50(956). – С. 54–58.
8. **Ce Zhang** A Unified and Flexible Framework of Imperfect Debugging Dependent SRGMs with Testing Effort / Ce Zhang, Gang Cui, Hongwei Liu, Fanchao Meng, Shixiong Wu // Journal of Multimedia. – 2014. – Vol. 9, No. 2. – P. 310–317.
9. **Peng R.** Testing effort dependent software reliability model for imperfect debugging process considering both detection and correction / R. Peng, Y.F. Li, W.J. Zhang, Q.P. Hu // Reliability Engineering and System Safety. – 2014. – Vol. 126. – P. 37–43.

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СХЕМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ СПЛАЙН-РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Мацуга О.М., molgan@ua.fm

Назаренко О.С., alexandranazarenko323@gmail.com,

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

В інформаційному забезпеченні обробки статистичних даних актуальна задача виявлення та відновлення регресійних залежностей. Необхідність одержання більш адекватних та вірогідних залежностей привела до введення сплайн-регресійних моделей. Проте обчислювальні схеми відновлення таких моделей передбачають знаходження оцінок вузлів склеювання шляхом повного перебору значень незалежної змінної [2]. В сучасних умовах, коли обсяги спостережуваних даних стрімко зростають, обчислювальні схеми на базі повного перебору не можна вважати ефективними.

Тому ставиться задача оптимізувати процес відновлення сплайн-регресійних моделей, зокрема знаходження вузлів склеювання.

Вирішення задачі у роботі проведено для лінійних сплайн-регресійних моделей з одним та двома вузлами. Було розглянуто дві обчислювальні схеми для відновлення кожної моделі:

1) класичну, яка передбачає знаходження оцінок вузлів склеювання шляхом повного перебору [2],

2) модифікацію класичної схеми, в якій оцінки вузлів склеювання знаходяться за допомогою методу оптимізації. У роботі для сплайн-регресійної моделі з одним вузлом було застосовано метод «золотого перерізу», з двома вузлами – метод Ньютона для випадку декількох змінних [1]. Застосування цих методів оптимізації є доцільним внаслідок того, що залежність залишкової дисперсії від вузлів склеювання є однокремальна. Про це свідчить візуальний аналіз графіка зазначеної залежності.

Як в класичній, так і модифікованій обчислювальних схемах оцінки параметрів сплайн-регресійних моделей за фіксованих оцінок вузлів склеювання визначаються за допомогою методу найменших квадратів [2].

Зазначені обчислювальні схеми було програмно реалізовано, і на їх основі розроблено програму RegressionRecoverer. Програма написана на мові програмування java у програмному середовищі IntelliJ IDEA Community Edition 14.0.1 та функціонує в будь-якій операційній системі за наявності JVM (Java Virtual Machine).

За результатами роботи кожної схеми у програмі виводяться на екран:

- 1) оцінки вузлів склеювання,
- 2) оцінки параметрів сплайн-регресійних моделей,
- 3) показники, що характеризують адекватність і вірогідність відновлення сплайн-регресійних моделей (залишкова дисперсія, коефіцієнт детермінації, результати F-тесту),
- 4) час роботи схем,
- 5) кількість звернень до цільової функції під час оцінювання вузлів склеювання.

Тестування програми та реалізованих у ній обчислювальних схем здійснено на штучних даних. Його результати засвідчили, що модифікації класичних схем дозволяють відновлювати лінійні сплайн-регресійні моделі з одним та двома вузлами склеювання за значно менший час, ніж класичні схеми. При цьому відновлення залишається так само вірогідним.

Також було проведено практичну апробацію програми на даних медичного моніторингу, що засвідчило спроможність давати адекватні результати на реальних даних.

Бібліографічні посилання

1. **Аббасов М. Э.** Методы оптимизации: Учеб. пособ. / Аббасов М. Э. – СПб.: Издательство “ВВМ”, 2014. – 64 с.
2. **Приставка А.Ф.** Вычислительные методы и программная среда корреляционного и регрессионного анализа: Учеб. пособ. / А.Ф. Приставка, А.И. Передерий, О.В. Райко, В.М. Остропицкий. – Днепропетровск: ДДУ, 1996. – 192 с.

РОЗРОБКА САЙТУ З БАЗОЮ ДАНИХ ДЛЯ ПІДБОРУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Мащенко Л.В., lvmas@email.dp.ua, Антонов О.А.

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

Мета - дослідження і прогнозування сезонності і зміни цін на певні групи товарів, які залежить від неї, пропонування користувачу матеріалів, що забезпечать енергозбереження за певними показниками.

Ринок будматеріалів є важливою галуззю економіки, і характерним явищем для неї є сезонність. Під сезонністю, або сезонними коливаннями, розуміють більш менш стійку закономірність внутрішньорічної динаміки соціально-економічних явищ. Їх причинами є особливості товарної пропозиції, купівельного попиту, зміни витрат залежно від зміни кліматичних умов в різні часові проміжки даного періоду і так далі. Іншими словами, сезонністю називають стійку закономірність динаміки внутрішньорічних і таких, що постійно повторюються, коливань попиту і пропозиції.

Практичне значення вивчення сезонних коливань полягає в тому, що отримувані при аналізі внутрішньорічної динаміки кількісні характеристики відображають специфіку продажу по місяцях (кварталах) річного циклу, що важливо для оцінки купівлі та застосування матеріалів.

Аналіз продажу будматеріалів по місяцях показує, що для них характерна явна форма сезонності.

Найбільш " гарячий" сезон - весна і літо, в холодну ж пору року загальні темпи продажів сповільнюються. Проте на певні товари є своя специфіка. Восени, припустимо, підвищуються продажі матеріалів для теплоізоляції; взимку на обробні матеріали і лакофарбні вироби (хоч останні і не мають яскраво вираженої сезонності, оскільки використовуються у більшості випадків для внутрішньої обробки приміщень, і не залежать від погоди, взимку відсоток їх продажів дещо вищий, оскільки зайняття іншими видами будівництва проблематичне в цей період.)

Для розв'язання задачі треба насамперед провести дослідження методом ручного пошуку інформації, інтерв'юванням і анкетуванням; подальшим аналізом наявних даних, на залежності зміни цін по місяцям\кварталам\сезонам, перевірка отриманих результатів по рокам (припустимо, квітень за 2012,2013,2014,2015 року), виявлення зв'язків, закономірностей. Перевірка даних, на основі отриманих зв'язків. Створення пробного прогнозу на певну групу товарів, його перевірка. Підтвердження або спростування прогнозу. Створення рекомендацій по

підвищенню\пониженню цін на певні товари, створення акцій і підбір необхідних товарів в певні часові проміжки.

Особлива увага приділяється рекомендаціям по енергозбереженню і пошуку матеріалів для нього. В розрахунок береться необхідна якість самих матеріалів, їх енергозбережні властивості, відповідні цінові категорії, тип необхідних робіт, т.і. На основі цього підбираються оптимальні методи енергозбереження.

На наступному етапі застосовуються оцінки експертів. Їх рекомендації слід врахувати, щоб ознайомитися з декількома вже підібраними варіантами енергозбереження з описаними плюсами і мінусами вибору. Особливо корисно для тих, хто ще не визначився, який тип утеплення йому вибрати.

Для розробки сайту планується використати сучасні технології на базі HTML, CSS, PHP, JavaScript та інших скриптових мови програмування, що використовуються для написання сценаріїв для багатофункціональної роботи сайту.

Для впровадження бази даних використовується MySQL, XAMPP (кросплатформенна збірка веб-сервера, що містить, Apache, MySQL, інтерпретатор скриптів PHP і велику кількість додаткових бібліотек, що дозволяють запустити повноцінний веб-сервер без реєстрації окремого хостингу).

База даних повинна мати: захист від помилок, розраховану на багато користувачів підтримку, неспотворення даних при роботі в розрахованому на багато користувачів режимі, збереження даних при збоях техніки, неможливість видалення нарізно пов'язаних даних різних таблиць, високу продуктивність, засоби адміністрування, и т.п.

Сайт повинен мати: дружній призначений для користувача інтерфейс, захищеність, зрозумілу структуру навігації сайту, підказки по використанню.

Структура сайту максимально орієнована на користувача:

- Вгорі буде меню: Новини; Товари і матеріали; Поради експертів; Сформувати групу товарів(для певного типу енергосбереження); Акції (можливо)

- Внизу: буде написано про сайт, контакти, копірайты

- Справа: рамка з останньою доданою акцією або порадою експерта (із зазиваючими назвами)

На базі сайту буде продовжено вивчення питання сезонності на ринку будматеріалів, оскільки це досить важлива галузь в економіці і знайдені приховані закономірності допоможуть підвищити продажі з одного боку і зменшити витрати з іншого.

1. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - М.: Научно-информационный издательский центр и редакция журнала, 3,2011.

2. Инновации в науке. - Новосибирск: Сибирская академическая книга, 29,2014.

MAKING THE GREEN'S FUNCTIONS INSTRUMENT ATTRACTIVE TO ENGINEERING COMMUNITY

Max Melnikov, mmelnikov@cumberland.edu

Cumberland University, USA

Volodymyr Borodin, vnboroda@gmail.com

Tennessee Technological University, USA

Powerful apparatus of Green's functions is traditionally recognized in classical mathematical physics for nearly two centuries. It is widely employed as one of the most effective instruments in the qualitative analysis of boundary value problems stated for applied partial differential equations. In recent decades, a remarkable computational potential of Green's functions has also been discovered. It was popularized in [1] supplying engineers with another alternative option for their practical work.

The emphasis in this lecture is on providing a brief review of our recent developments on the construction of Green's functions for applied partial differential equations, with a special attention paid to obtaining their readily computable forms. It appears that most representations of the available in literature Green's functions for second-order elliptic equations, for example, are obtained in non-uniformly convergent series form. This makes them difficult to practically work with. One of the typical examples of this kind is the Dirichlet problem for the Laplace equation stated in a rectangle and the classical Fourier-series expression for its Green's function.

Our group has been involved in the indicated research area for decades, and the experience gained thus far is summarized, to a certain extent, in [2] creating a productive basis for a further progress. In this presentation, we focus on second-order elliptic and parabolic type partial differential equations widely applicable in science and engineering. Boundary value problems are explored as simulating potential fields induced by point sources in structures consisting of thin-walled elements of irregular configuration. Well-posed problem settings are considered for the Laplace equation written in geographical coordinates. A variety of mixed problem statements, with all the three classical types (Dirichlet, Neumann, and Robin) of boundary conditions imposed, are treated.

Within the scope of the current research, a number of easily accessible representations of Green's functions is also presented, in this lecture, for a special class of two-dimensional terminal-boundary value problems stated for the Black-Scholes equation which belongs to second-order parabolic type and is broadly applicable in nowadays financial engineering.

[1] Dean Duffy, *Green's Functions with Applications*, CRC Press, Boca Raton, 2001.

[2] Yuri Melnikov and Max Melnikov, *Green's Functions. Construction and Applications*, DeGruyter, Berlin/Boston, 2012.

ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ

Мінько О.В., minko.oleg@gmail.com, ДНУ ім. Олеса Гончара

Робота присвячена паралельному обчисленню розріджених матриць. В ході роботи були спроектовані та оптимізовані за допомогою мови програмування C алгоритми для роботи з розрідженими матрицями для наступних операцій: транспонування, множення розріджених матриць, множення розрідженої матриці на щільний вектор, додавання розріджених матриць.

Для збереження даних розроблено гнучкий алгоритм, який застосовує найбільш оптимальний варіант збереження для конкретного типу операцій. Для прискорення роботи програми використовується технологія паралельного обчислення OpenMP, яка дає можливість на апаратному рівні мінімізувати ресурси та час виконання.

Результати дослідження

Провівши експерименти використовуючи для обчислення матриці різного порядку та порівнюючи час виконання роботи програми на 1 потоці, на 8 потоках та за допомогою бібліотеки MKL, яка має найвищі показники швидкодії серед продуктів даного класу задач. Результати експерименту наведені на рис. 1.

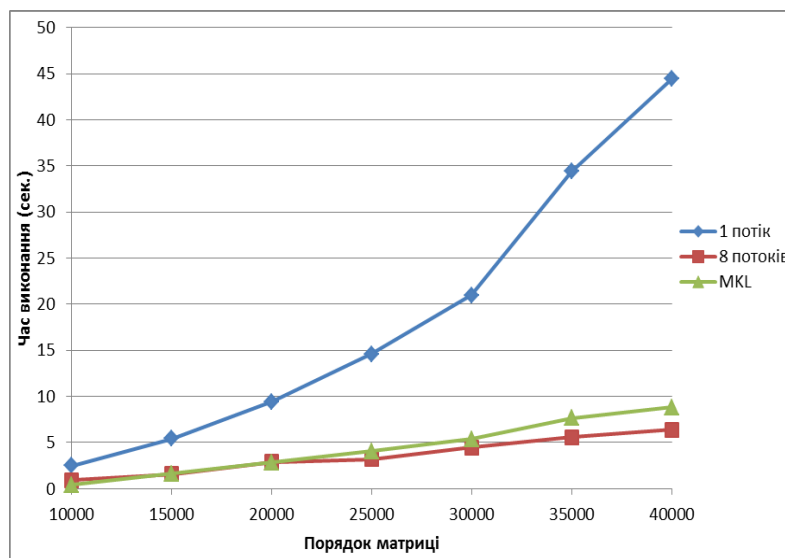


Рис. 1. Порівняння часу множення розріджених матриць

Проаналізувавши отримані результати приходимо до висновку, що наша реалізація працює повільніше для матриць, порядок яких менший 20000, а переходячи цей порядок іде потужний виграш у часі для 8 потоків та більше.

При аналізі результатів було помічено що спеціальні алгоритми обробки розріджених матриць працюють набагато швидше ніж їхні аналоги для обробки звичайних (щільних матриць) рис. 1. та чим більша розрідженість вхідних матриць тим ефективніше працюють реалізовані алгоритми. І навпаки, чим щільніша матриця, тим ефективніші будуть стандартні алгоритми її обробки. Дана закономірність була врахована в розробленому продукті та фінальне тестування показало значне зменшення часу виконання програми рис. 2.

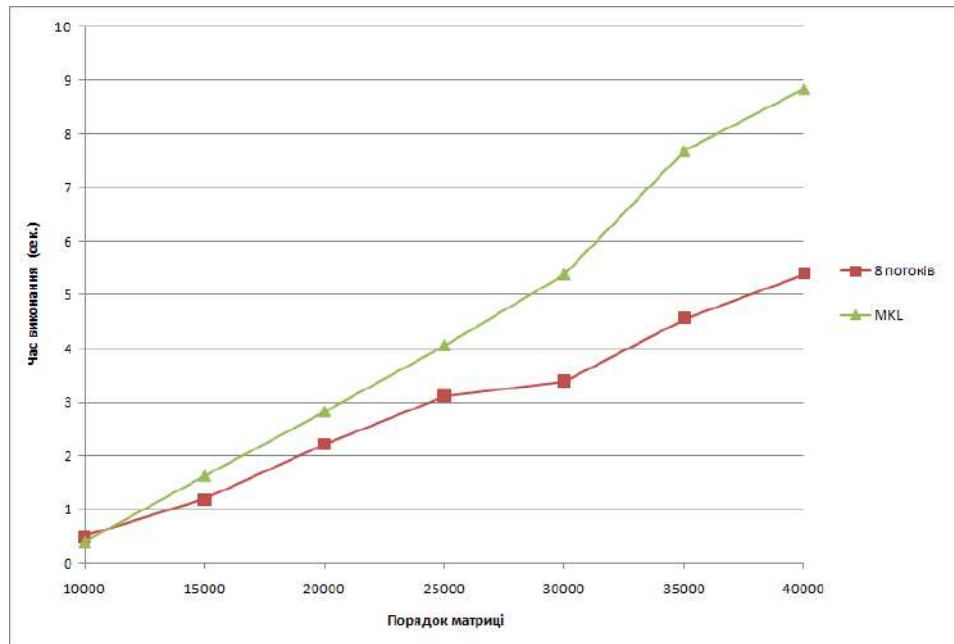


Рис. 2. Порівняння часу множення розріджених матриць на основі оптимізованого алгоритму

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

- методу кінцевих елементів;
- методу сіток.

Список використаної літератури

1. Писсанецки С. Технологія розріджених матриць. — М.: Мир, 1988.
2. Джордж А., Лю Дж. Числове вирішення великих розріджених систем рівнянь. — М.: Мир, 1984.
3. Тьюарсон Р. Розріджені матриці. — М.: Мир, 1977.
4. Камерон Х'юз. Паралельне і розподілене програмування з використанням C ++

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕШЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ БИОМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЯ

Михальчук А. И., ai.mikhalchuk@gmail.com

Днепропетровский национальный университет (www.dnu.dp.ua)

Опираясь на анализ кинематики движения биологических объектов, способных перемещаться по произвольно ориентированным поверхностям, в работе [1] предложена математическая модель квазистатического движения сплошных упругих тел вдоль твердых поверхностей. Этот класс задач характеризуется сложными условиями взаимодействия тела с поверхностью в зоне сцепления. Еще одна особенность задач связана с тем, что область контакта заранее неизвестна. Для учета перечисленных особенностей в постановке задачи использованы неравенств. Однако применение неравенств становится причиной нелинейности контактных задач даже для линейно-упругих тел.

Методика решения базируется на применении вариационного подхода. Для дискретизации вариационной задачи используется метод конечных элементов. Экстремальная вариационная задача приближенно заменяется задачей минимизации функции многих переменных с ограничениями в виде неравенств. Решение полученной задачи математического программирования выполняется методом последовательной верхней релаксации, модифицированным для учета ограничений в виде линейных неравенств.

Дальнейшие исследования связаны с анализом движения полых тел вдоль недеформируемых поверхностей. Численное решение выполняется на основе методики, разработанной для решения задач движения сплошных упругих тел.

Разработана программная среда для анализа напряженно-деформированного состояния сплошных и полых тел при их движении вдоль поверхностей.

1. Кузьменко В. І. Контактні задачі руху пружних тіл уздовж твердих поверхонь / В. І. Кузьменко, Г. Й. Михальчук // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2013. – 56, №1. – С. 84–93.

РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ДЕРЕВ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ЇХ СКОРОЧЕННЯ

Назаренко К.В., kstinx@mail.ru,

Мацуга О.М., molgan@ua.fm

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

Дерева класифікації є ефективним та широко використовуваним інструментом для вирішення завдання розпізнавання з навчанням, або класифікації. Їх значною перевагою є наочність правила класифікації, яке будується у вигляді дерева, а також можливість одночасно враховувати в правилі кількісні та якісні ознаки. Але суттєвий недолік полягає у тому, що алгоритми часто будують досить складні та гіллясті дерева, схильні до перенавчання. З метою усунення цього недоліку побудовані дерева скорочують шляхом відсікання гілок.

У роботі з метою підтримки експертів предметної області під час прийняття рішень на основі дерев класифікації створено програмне забезпечення «Tree Builder», яке надає такі можливості:

- Побудова дерева класифікації, використовуючи алгоритми C4.5 та CART [1-3].
- Відсікання гілок побудованого дерева одним з двох методів: reduced error pruning або cost complexity pruning [1].
- Оцінка якості класифікації шляхом ковзного контролю; оцінка якості проводиться для повного дерева та одержаного після відсікання гілок.
- Консольна візуалізація побудованих дерев класифікації.

Програмне забезпечення написано на мові Java у середовищі IntelliJ IDEA 14. Його тестування здійснено на штучних даних та даних про іриси Фішера.

Бібліографічні посилання

1. **Rokach L.** Data Mining with Decision Trees. Theory and Applications / L. Rokach, O. Maimon. – Singapore: World Scientific Publishing, 2015. – 305 p.
2. **Шахиди А.** Деревья решений – CART математический аппарат. [Ел. ресурс] / А. Шахиди. – Режим доступу: <https://basegroup.ru/community/articles/math-cart-part1>.
3. **Шахиди А.** Деревья решений – C4.5 математический аппарат. [Ел. ресурс] / А. Шахиди. – Режим доступу: <https://basegroup.ru/community/articles/math-c45-part1>.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТЕ

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

Никулин А.В., Днепропетровский ГТУ

Потребность большинства студентов в повышении уровня математической подготовки для решения прикладных и профильных задач формирует интерес к поиску нестандартных и комбинированных методов решения. Решение таких задач может осуществляться в профильных или специальных дисциплинах обучения, в индивидуальной подготовке или в виде самообразования. Во всех этих случаях базовая подготовка должна быть прозрачной, студент должен видеть перспективу в начале обучения и должен соизмерять уровень фактически получаемой подготовки с заявленными образцами по разным темам.

На начальном этапе актуальной является совместная деятельность студента и преподавателя по разработке плана подготовки по математике с учетом различных вариантов ее продолжения. Определяя план будущей подготовки, фактически разрабатывается стратегия повышения уровня образования по математике [1].

Изучение тем по математике не может происходить хаотично. Во-первых, для выбранных тем должен быть установлен порядок их изучения, а во-вторых, все эти темы нужно равномерно распределить в течение учебного года, чтобы они согласовывались с изучаемым материалом в университете. Структурное изображение набора этих тем с их взаимосвязями приводит к построению графа, а затем и к построению кластера. В этот момент кластер относится к понятийному типу, так как он воспринимается как набор новых понятий и новых методов. Дальнейшая конкретизация содержания каждой темы, показывает, что она как система снова содержит некоторые элементы. Каждая тема становится подкластером, элементы которого можно изобразить на исходном кластере.

Например, одним из основных разделов математического анализа, входящего в нормативную математическую подготовку студентов университетов, является теория рядов. Рассматриваем ее как подкластер математики при подготовке методического обеспечения, планировании и проведении аудиторных занятий и самостоятельной работы (рис. 1).

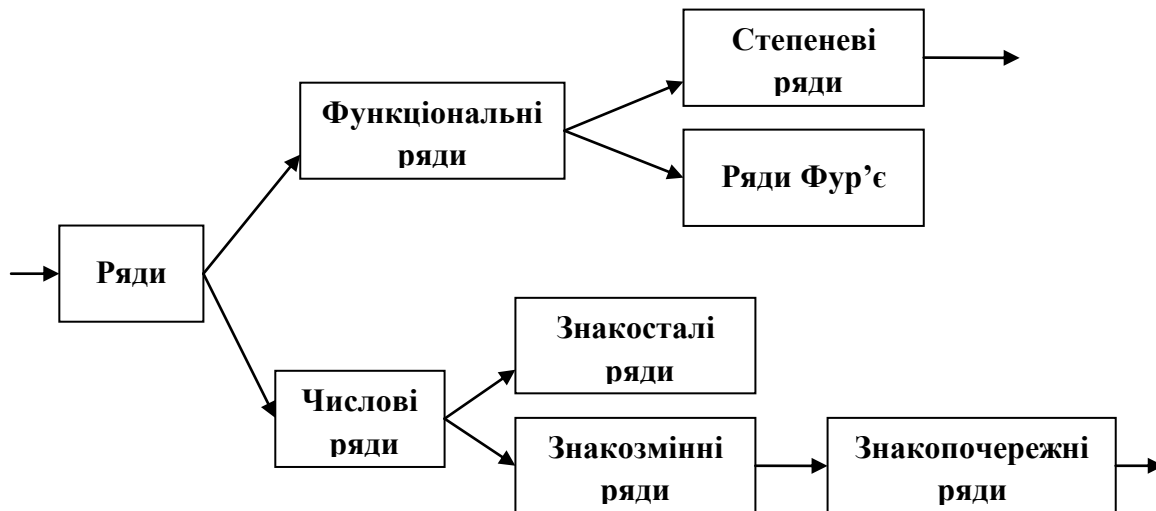


Рис. 1. Графова модель обучения раздела «Ряды» учебного пособия [2].

При построении любого кластера изображение элементов кластера в виде графа или другой графической модели отражает конкретное расположение элементов. Визуализация текстовой, формульной и расчетной информации важна для понимания, нужна для дальнейшего оперирования элементами, но конкретный кластер отражает иногда некоторый частный случай или некоторый тип общего понятия. Методические рекомендации по использованию кластера должны ориентировать на переход от общего понятия, зашифрованного в текстовой информации, к изображению кластера, а значит иллюстрации на некоторых частных случаях, и возврату для получения выводов на языке общего случая.

Бібліографічний список

1. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підручник / З.І. Слєпкань. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища школа. – 2006. – 582 с.
2. Нікулін О.В. Вища математика: факти і формули, задачі і тести: навч. посіб. / О.В. Нікулін, Т.В. Наконечна. – Дніпропетровськ: Біла К.О., 2015. – 188 с.

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ БИФУРКАЦИЙ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ КАРМАНА

Ободан Н. И., Громов В. А.

stroller@rambler.ru

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

Обратная задача определения апостериорного бифуркационного состояния может быть сформулирована как отыскание среди множества предвестников бифуркации ближайшего (в смысле евклидовой метрики) к последовательности наблюдаемых состояний системы. Наблюдаемая последовательность решений, отражает изменение решений уравнений Кармана, описываемых с помощью значений функций решения в точках области определения.

Предвестник бифуркации представляет собой характерную последовательность решений. Евклидово расстояние вычисляется как сумма евклидовых расстояний между наблюдаемыми и характерными для данного предвестника решениями.

Для построения предвестников бифуркации для решения обратной задачи теории бифуркаций для уравнений Кармана осуществлялось выявление характерных последовательностей решений путём кластеризации решений, соответствующих совокупности ветвей первичного и вторичного ветвления нелинейной краевой задачи для уравнений Кармана: в такой постановке каждый кластер будет связан с некоторым участком ветви первичного либо вторичного ветвления.

Алгоритм решения обратной задачи бифуркации может быть разделён на две части: в рамках первой части осуществляется генерация обучающей выборки с последующей её кластеризацией, в рамках второй – идентификация наблюдаемых последовательностей решений.

КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДАЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ

Ободан Н.И., Магас А.С., magas.olexiy@gmail.com

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

Проблемно-ориентированные нейросети для диагностики остаточной прочности конструируются с точки зрения возможности создания моделей действительности указанных систем. Задача об идентификации параметров модели деформируемой системы рассматривается по результатам наблюдения за откликами системы на внешние воздействия как обратная.

В качестве квазирешения задачи используются параметризованные с помощью метода конечных элементов значения соответствующих функций, доставляющие минимум функционалу, характеризующему среднеквадратичное отклонение на всей рассматриваемой области измеренных параметров, от вычисленных с помощью решения прямой задачи при фиксированных параметрах модели.

Реализация такого подхода осуществляется с помощью инверсной нейросети, структура которой определяется с помощью генетического алгоритма, при этом используется многосвязная сеть. Входом конструируемой сети являются значения наблюдаемых параметров, а выходом – параметры модели.

Рассматриваемый генетический алгоритм базируется на двух операторах структурной мутации.

Мутация «добавления новой связи между нейронами». Случайным образом выбираются два элемента нейронной сети (сенсор или нейрон) и соединяются (т.е., в хромосому добавляется активированный ген с инновацией, соответствующей связи между случайными элементами сети).

Мутация «добавления нового скрытого нейрона». Случайным образом выбирается существующее соединение между элементами сети, и на его месте размещается новый нейрон, связанный с элементами этого соединения

(т.е., в геноме случайным образом отключается один ген, и добавляется два активных гена с инновациями, которым соответствуют связи между этими элементами сети и новым нейроном)

Обучение сети производится на результатах прямых расчетов, построенных на заданном множестве возможных изменений параметров модели, при этом множество должно удовлетворять условию компактности. Размеры обучающей выборки зависят от свойств решений прямых задач, они увеличиваются при возможности большой изменчивости свойств решений от параметров модели.

Процесс наблюдения в режиме online не может обеспечить число измерений, равное числу определяемых параметров, поэтому входной вектор нейросети имеющий заданную размерность, меньшую, чем число определяемых параметров, выбирается из условия минимума уклонения результатов идентификации при уменьшении размерности вектора входа.

Информативные точки измерений определяются введением специальных функций, из условия минимума по которым и определяется информативный входной вектор нейросети.

Приводятся результаты построения оптимальной структуры нейросети с точки зрения количества и способов связи нейронов промежуточных слоев, а также информативного входного вектора. Предлагаемый подход может быть использован при решении других задач диагностики по наблюдаемым откликам системы.

Библиографические ссылки

1. **Ободан Н.І.** Обернена задача визначення зовнішніх навантажень при деформації тонкостінних оболонок / Н.І. Ободан, Н.А. Гук // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2011. – № 1. – С. 47–50.
2. **Пупков К. А., Егупов Н. Д., Гаврилов А. И.** Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления. // Изд. МГТУ им. Баумана. – Москва. – 2002.
3. **Kenneth O. Stanley, Risto Miikkulainen** Evolving Neural Networks Through Augmenting Topologies // Evolutionary Computation – 2002 – №10 (2) – С. 99–127.

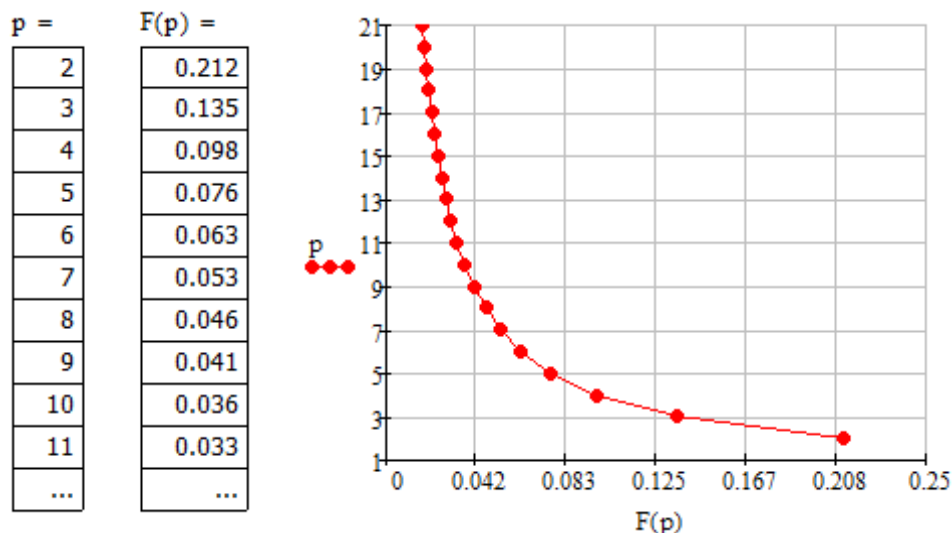
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ $\{c_p(\sin \alpha t)\}$ Оловарь І.Д., Черницька О.В. chernitskaya.olga@ukr.netДніпропетровський національний університет ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

Для того, щоби константа $c_p = c_p(x)$ була для неперервної функції $x(t)$ константою найкращого наближення в метриці простору $L_p[a, b]$ ($1 \leq p < \infty$) достатньо і (у випадку $p=1$ при умові $\text{mes}\{t: t \in [a, b], x(t) = c_p\} = 0$) необхідно, щоб виконувалась умова

$$\int_a^b |x(t) - c_p|^{p-1} \text{sign}[x(t) - c_p] dt = 0 \quad [1].$$

Вивчається залежність поведінки послідовності констант $\{c_n(x)\}$ від властивостей функції. Висунута гіпотеза про монотонність послідовності $\{c_n(x)\}$ для монотонних опуклих функцій. На відрізку $\left[0, \frac{\pi}{2}\right]$ розглядаються функції $f(t) = \sin \alpha t$, які не є монотонними та змінюють напрям опуклості.

Було створено алгоритм для обчислення констант найкращого наближення $\{c_p(\sin \alpha t)\}$ за допомогою програмного пакету Mathcad 14.

Рис.1. Значення констант для функції $f(t) = \sin 3t$

Зокрема, встановлено, що константи $\{c_p(\sin 3t), p = \overline{2, 11}\}$ монотонно спадають.

1. Корнейчук Н.П. Точные константы в теории приближения, Москва Наука, 1987.

LAYOUT PROBLEMS FOR IRREGULAR OBJECTS IN CONVEX DOMAINS

A. Pankratov¹, T. Romanova¹, A. Kotelevskiy²

¹*Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, mikklosh.kh@gmail.com*

²*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

The layout problem has rich applications. The common task is to arrange a set of objects of specified shapes and sizes within a given area taken into account special design restrictions (for example, prohibited areas, allowable distances). To maximize utilized space one wants to arrange shapes as close to each other as possible.

The problems are NP-hard and as a result solution methodologies predominantly utilize heuristics and nearly all practical algorithms deal with shapes which are approximated by polygons

We extend here the methodology for solving packing and clustering problems, developed in [1], [2], to layout problems. Now both objects and containers may be bounded by circular arcs and line segments or may be ellipses. We allow free object translations and rotations. Minimal and maximal allowable distances between objects may be given.

For describing non-overlapping, containment and distance constraints phi-functions, adjusted phi-functions, quasi-phi-functions and adjusted quasi-phi-functions are used [3], [4].

We provide a general mathematical model as nonlinear programming problem with nonsmooth functions. We propose here the automatic feasible region generator, using solution trees. The generator allows us to form ready-to-use systems of inequalities with smooth functions in order to apply efficient nonlinear optimisation procedures. We develop an efficient solution algorithm and original solver for layout problems which uses the core representation of inequalities in a symbolic form and provides exact calculation of Jacobian and Hessian matrixes. The search for local minima of NLP-problems is performed by IPOPT algorithm [5].

An essential part of our local optimisation scheme is LORA algorithm that simplifies description of feasible region of the problem and reduces the runtime of local optimisation. It is due to this reduction our strategy can work efficiently with collections of composed objects and search for “good” local-optimal solutions for layout problems in reasonable time. We provide computational results for different shapes of objects and types of containers.

Reference

1. Stoyan, Yu. Cutting and Packing problems for irregular objects with continuous rotations: mathematical modeling and nonlinear optimization / Yu. Stoyan, A. Pankratov, T. Romanova // Journal of Operational Research Society, – 2016. –№ 67(5). – P. 786–800.
2. Bennell, J. Optimal clustering of a pair of irregular objects / J. Bennell, G. Scheithauer, Y. Stoyan, T. Romanova, A. Pankratov // Journal of Global Optimisation, – 2015. –№ 61(3). – P. 497-524.
3. Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova, T.: Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Comput. Geom.: Theory and Appl. 43(5): 535–553 (2010).
4. Stoyan, Y., Pankratov, A., Romanova, T.: Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses. Journal of Global Optimization, 2016, Volume 65, Issue 2, pp 283–307.
5. Wachter, A., Biegler, L. T. On the implementation of an interior-point filter line-search algorithm for large-scale nonlinear programming/ A. Wachter, L.T. Biegler // Mathematical Programming. –2006. –№ 106(1). – P. 25-57.

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНО-МИТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДНІПРОВСЬКОГО РЕГІОНУ

Пасічник А. М., pasichnyk@amsu.dp.ua, Мирошніченко С.В., Дунда Л. В.
Університет митної справи та фінансів

Сучасний розвиток транспортної інфраструктури передбачає одним із першочергових завдань створення розгалуженої мережі регіональних логістичних центрів. Логістичний центр – транспортний об’єкт із відповідною інфраструктурою яка забезпечує реалізацію оптимальних технологій переробки, зберігання, розподілу та управління вантажними потоками. В сучасній термінології такі об’єкти називають логістичними хабами. Рациональне розміщення логістичного центру є дуже важливою проблемою, але одночасно і досить складною, оскільки необхідно врахувати велику кількість факторів, які впливають на формування, спеціалізацію і розташування центру.

В даній роботі запропоновано методику та проведено обґрунтування розміщення транспортно-логістичного центру Дніпровського регіону на основі оцінки його привабливості з використанням методу аналізу ієрархій.

Розроблена методика передбачає формування та системний аналіз базових факторів, які згідно з дослідженнями чи за пріоритетними напрямками діяльності логістичного центру є значущими для його розміщення. Виділені такі групи показників: соціально-економічні (щільність населення, кількість суб’єктів ЄДРПОУ, показник валового регіонального продукту, середній дохід на душу населення, обсяг промислового виробництва, обсяг роздрібного товарообігу, експорт продукції з регіону, імпорт продукції в регіон); інфраструктурно-географічні (забезпеченість регіону автомобільними дорогами з твердим покриттям, забезпеченість регіону залізничними шляхами, наявність міжнародних транспортних коридорів на території регіону); чинники транспортної роботи регіону (обсяг перевезених вантажів залізничним транспортом, обсяг перевезених вантажів автомобільним транспортом).

На основі запропонованого підходу проведено аналіз логістичної діяльності підприємств міста Дніпро для визначення доцільності розташування транспортно-логістичного центру. За отриманими показниками в динаміці за п’ять років була розрахована оцінка привабливості регіону, яка включає в себе визначення лінійного коефіцієнта кореляції та розрахунку відповідної кореляційної матриці методом Сааті, визначення вагових коефіцієнтів на основі матриці угруповання регіонів за рівнем привабливості для розміщення логістичного центру. На основі проведених розрахунків проведено обґрунту-

вання доцільності розміщення логістичного центру у Дніпровському регіоні.

Відповідно до класифікації видів логістичних центрів за відповідними показниками даний центр був віднесений до регіонального логістичного транспортно-митного комплексу. Конкретизація параметрів логістичного центру має наступні характеристики:

- Розмір – великий;
- Кількість поверхів – одноповерховий;
- Форма власності – ЛЦ-готель (колективного користування);
- Транспортне сполучення – з під’їзними коліями залізничного транспорту;
- Товарна спеціалізація – спеціалізований (спеціалізація на товари промислового виробництва, а саме машинобудування);
- Ступінь механізації – автоматизований;
- Виконання функцій – ЛЦ з основною функцією транспортування;
- Приналежність до категорії – ЛЦ регіонального значення;
- Приналежність до класу – ЛЦ класу «А», що включає в себе:
 - Місцезнаходження за межами міста, на транспортній магістралі;
 - Наявність залізничних колій.
 - Сучасна інфраструктура для обслуговування вантажного транспорту.
 - Сучасна одноповерхова будівля із висотою стелі – від 10 м.
 - Ідеально рівна та водостійка підлога.
 - Система пожежної сигналізації та автоматичного пожежогасіння.
 - Регульований температурний режим.
 - Централізоване кондиціонування або примусова вентиляція.
 - Відеоспостереження та система охоронної сигналізації.
 - Офісні приміщення розміщуються поряд зі складськими площами, реалізовані сучасні системи комунікацій.
 - Професійний менеджмент.
- Функціональне призначення – регіональні ЛЦ (класу «А» і «В») розташовані в місцях взаємодії магістральних видів транспорту з метою консолідації, сортування та перевантаження товарів і забезпечують прискорене проходження вантажів залежно від спектра клієнтів.

Проведений аналіз, показує що новий термінальний логістичний транспортно-митний комплекс необхідно будувати на кільцевій дорозі з південної сторони від міста Дніпро. Реалізація запропонованого проекту дозволить забезпечити роботу транспортно-логістичного комплексу на сучасному рівні без додаткових навантажень на транспортну мережу міста.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НДС ПЛАСТИНИ З ПРУЖНИМ ЗАЩЕМЛЕННЯМ КОНТУРУ

Пасічник В. А., vmasterua@yahoo.com

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

Тонкі пружні пластини мають широке застосування в якості силових елементів конструкцій у різних галузях машинобудування. При цьому у більшості випадків реальні конструкції дуже часто мають складні умови закріплення контуру пластини які можливо моделювати так: вільний край – защемлення або різні варіанти пружного защемлення, а також мішані крайові умови. Тому удосконалення математичних моделей та методів розрахунку таких конструкцій є надзвичайно актуальним для підвищення ефективності конструктивних рішень із застосуванням пластин при проектуванні та експлуатації.

Дослідження напружено-деформованого стану пластин зводиться до побудови розв'язків диференціальних рівнянь у частинних похідних четвертого порядку:

$$\nabla^4 w = q; \quad q = q(x, y) = \text{const.} \quad (1)$$

з граничними умовами:

$$w = 0 \quad w_{xx} = 0 \quad \text{при} \quad x = \pm 0.5k, \quad (2)$$

$$w = 0 \quad w_{yy} = \bar{H}(x) \cdot \varepsilon \cdot (w_{yy} \pm w_y) \quad \text{при} \quad y = \pm 0.5, \quad (3)$$

де $\bar{H}(x) = H(x - \mu k) + H(-x - \mu k)$, $H(x)$ – функція Хевісайда; μ – коефіцієнт пружного защемлення; $0 \leq \varepsilon \leq 1$, при цьому $\varepsilon = 0$ відповідає шарнірному закріпленню, при $\varepsilon = 1$ – маємо жорстке защемлення, проміжні значення моделюють пружне защемлення.

Розв'язок крайової задачі (1) – (3), що визначає прогин пластини, представимо у вигляді суми двох складових:

$$w = w_1 + w_2, \quad (4)$$

$$w_1 = \frac{q}{8k} \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{(-1)^{\frac{m-1}{2}}}{\alpha_m} \left(1 - \frac{\alpha_m \operatorname{th} \alpha_m + 2}{2 \operatorname{ch} \alpha_m} \operatorname{ch} 2\alpha_m y + \right. \\ \left. + \frac{\alpha_m}{\operatorname{ch} \alpha_m} y \operatorname{sh} 2\alpha_m y \right) \cos \frac{\pi m}{k} x; \quad (5)$$

$$w_2 = \frac{1}{8} \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{(-1)^{\frac{m-1}{2}}}{\alpha_m^2} \frac{A_m}{\operatorname{ch} \alpha_m} (\alpha_m \operatorname{th} \alpha_m \operatorname{ch} 2\alpha_m y - \\ - 2\alpha_m y \operatorname{sh} 2\alpha_m y) \cos \frac{\pi m}{k} x; \quad (6)$$

Вираз (5) описує згин шарнірно опертої по контуру пластини; вираз (6) – згин шарнірно опертої по контуру пластини, згинаючими моментами.

Використовуючи представлення (4) – (6) та застосовуючи метод збурення за нескінченно малим параметром ε [1], розв'язок крайової задачі (1) – (3) зводиться до розв'язання рекурентної системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

На основі розв'язку отриманого методом збурення за нескінченно малим параметром ε , що відповідає системі пружного защемлення та виконуючи його перетворення із застосуванням апроксимант Паде, отримуємо скінченні вирази для знаходження коефіцієнтів розкладень (5), (6).

На основі отриманих розв'язків були проведені розрахунки прогину і моментів згину пластини. Результати порівняння розв'язків отриманих на основі запропонованого підходу та на основі відомих методів наведені на рис.1. На рис. 1 використані такі позначення: — — — — результати отримані на основі запропонованого підходу; • — розрахунки отримані методом парних рядів; — • — — результати отримані методом МСЕ.

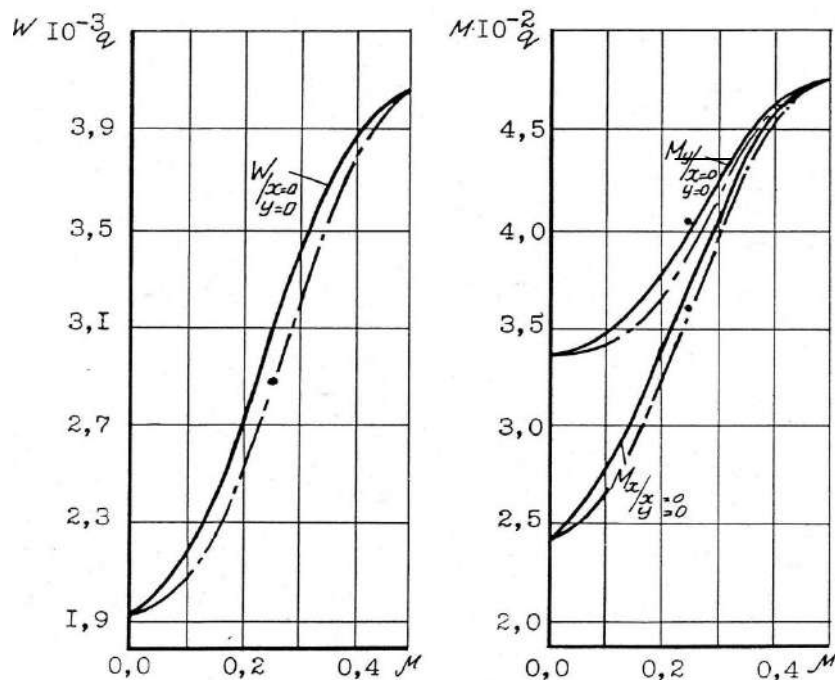


Рисунок 1 – порівняння результатів розрахунку прогину і моментів згину пластини

Порівняльний аналіз результатів проведених розрахунків дозволяє зробити висновок про достатню точність запропонованого підходу для проведення розрахунків напружено-деформованого стану конструктивних елементів на основі пластин зі складними умовами пружного закріплення контуру.

1. Пасечник В. А. Асимптотический метод исследования нелинейного деформирования балки со сложными граничными условиями [Текст] / В. А. Пасечник //Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – 1997. – Т.1. – С.88 – 90.

THE EDDY CURRENTS DATA HANDLING TECHNOLOGY FOR ORTHOTROPIC COMPOSITES WITH DISSIPATIVE LOSS

Pashchenko V.O., 31NATA@ukr.net

Dnipro's Oles Honchar national university (www.dnu.dp.ua)

Analytically tangential projections of eddy currents density induced by the external nonstationary excitation of rectangular contour under the plane surface of orthotropic paramagnetic composite with dissipative loss have been defined in dimensionless coordinates.

The electromagnetic field in the composite $(x, y, z \geq h)$ -point has been created by the rectangular $2a \times 2b$ -contour of the external current with the density $J(t) = J_0 f(t)$, where J_0 and $f(t)$ are the amplitude and the rounding accordingly. The contour is in parallel to the composite plane surface with the clearance h . Contour sides as well as abscissa and ordinate axes have been oriented across and along to the armor direction in the composite.

The passage characteristic of orthotropic paramagnetic composite with dissipative loss is defined by analytical expressions for its x, y -projections ($i = \sqrt{-1}$):

$$\Pi_{x,y} \left[t - \frac{r_{x,y}^{\mp}(m,n)}{c} \right] = 2I_0^{-1} \left\{ 2 \sqrt{-i \frac{\sigma_{x,y}}{4\pi\epsilon_0 c} \left[\int_0^{ct} (d_{x,y}(s - ct) + 1) I_0(d_{x,y}s) ds \right]} \right\},$$

where ϵ_0 is dielectric permeability in the air, $\sigma_{x,y}$ is the conductivity along x, y -coordinate, c is the field spreading speed, I_0 is 0-order imaginary argument Bessel function, $d_{x,y}$ is the dissipation coefficient along x, y -coordinate, t and τ are the time and its delay, and besides

$$r_x^{\mp}(m) = \sqrt{(x - x^{(m)})^2 + (y \pm b)^2 + h^2}, \quad r_y^{\mp}(h) = \sqrt{(x \pm a)^2 + (y - y^{(n)})^2 + h^2}$$

are x - and y -projections of removals of the composite surface (x, y, h) -point from elementary $(x^{(m)}, \mp b, 0)$ - and $(\mp a, y^{(n)}, 0)$ -sources of the rectangular contour ($m \in [-a, a], n \in [-b, b]$).

The transition to dimensionless coordinates has been carried out so as:

$$X_x = \frac{x}{\Delta_x}, Y_x = \frac{y}{\Delta_x}, Z_x = \frac{z}{\Delta_x}, T_x = \frac{t}{\Delta_x^t} \left(\Delta_x = \frac{2\sqrt{\pi}}{\sigma_x \rho}, \Delta_x^t = \frac{4\pi\epsilon_0}{\sigma_x}, \Delta_x^t = \mu_0 \sigma_x \Delta_x^2 \right);$$

$$X_y = \frac{x}{\Delta_y}, Y_y = \frac{y}{\Delta_y}, Z_y = \frac{z}{\Delta_y}, T_y = \frac{t}{\Delta_y^t} \left(\Delta_y = \frac{2\sqrt{\pi}}{\sigma_y \rho}, \Delta_y^t = \frac{4\pi \varepsilon_0}{\sigma_y}, \Delta_y^t = \mu_0 \sigma_y \Delta_y^2 \right),$$

where μ_0 is magnetic permeability, $\rho = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0} = 120\pi(0\text{hm})$ is the wave resistance of the air. Note that dimensionless constants and variables have been presented by capital letters of same names.

Tangential projections of reduced density of elementary eddy currents induced by one from pair of point sources of the same name that are located on opposite sides of rectangular contour: $(X^{(m)}, -B, 0)$ and $(X^{(m)}, B, 0)$ on horizontal sides or $(-A, Y^{(n)}, 0)$ and $(A, Y^{(n)}, 0)$ on vertical sides are defined by the expression:

$$\frac{j_{x,y}(X_{x,y}, Y_{x,y}, Z_{x,y}, T_{x,y})}{\left(\frac{\sigma_{x,y} p}{2\sqrt{\pi}}\right)^3} = \sigma_{x,y} \cdot \frac{(Z_{x,y} - H_{x,y})}{\sqrt{2\pi} R_{x,y}^{\mp}(m,n) p^3} \exp \left[-\frac{(Z_{x,y} - H_{x,y})^2}{2p^2} \right] \times \\ \times \int_{R_{x,y}^{\mp}}^{T_{x,y}} \Pi_{x,y}(\tau_{x,y} - R_{x,y}^{\mp}/2\sqrt{\pi}) \cdot df(T_{x,y} - \tau_{x,y}),$$

where $p \leq 0.1$ is the modelling parameter.

Consequence 1. Eddy currents density are equal to zero on the outward side of the dipole layer of composite surface (if $Z_{x,y} = H_{x,y}$).

Consequence 2. Eddy currents density decreases exponentially with a deeping to the composite (skin-effect).

x-projection of eddy currents density induced by the rectangular contour of nonstationary excitation have the following form:

$$\frac{j_x^{\Sigma}(X_x, Y_x, Z_x, T_x)}{\Delta_x^{-3}} = \sigma_x \frac{(Z_x - H_x)}{\sqrt{2\pi} p^3} \exp \left[-\frac{(Z_x - H_x)^2}{2p^2} \right] \times \\ \times \sum_m \left\{ \frac{1}{R_x^+(m)} \int_{R_x^+(m)}^{T_x} \Pi_x \left[\tau_x - \frac{R_x^+(m)}{2\sqrt{\pi}} \right] df(T_x - \tau_x) - \right. \\ \left. - \frac{1}{R_x^-(m)} \int_{R_x^-(m)}^{T_x} \Pi_x \left[\tau_x - \frac{R_x^-(m)}{2\sqrt{\pi}} \right] df(T_x - \tau_x) \right\}.$$

y-projection of eddy current density induced by the rectangular contour of nonstationary excitation have the analogical form.

Thus the theoretic basis of data handling technology for eddy currents density induced by the rectangular contour of nonstationary excitement in the orthotropic paramagnetic composites with dissipative loss has been founded in dimensionless coordinates.

ON LIFTING APPROACHES TO GEOMETRIC DESIGN PROBLEMS

Pichugina O.S.¹, Romanova T.E.², Yakovlev S.V.³

pichugina_os@mail.ru¹, sherom@kharkov.ua², svsyak@mail.ru³

¹*Kharkiv National University of Radio Electronics*

²*N.E. Zhukovsky National Aerospace University*

³*A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Geometric design problem [1] is a part of both operational research and computational geometry. The problem is NP-hard and has multiple applications in modern biology, mineralogy, medicine, materials science, nanotechnology, in the chemical industry, power engineering, etc. In particular, the problem arises in space engineering for rocketry design (see, e.g. [2]).

Geometric design problem deals with a collection of placement objects $\mathbf{O} = \{O_i, i \in J_n = \{1, \dots, n\}\}$ and a domain O_0 in which the objects have to be placed taken into account special placement constraints. These constraints involve non-overlapping and containment constraints. Each object (a domain) is characterized by its shape, metric characteristics (m), and placement parameters (v). Typically, an objective function f depends on placement parameters of objects $\mathbf{O}$ and metric characteristics of the domain O_0 . But, in general, both (m) and (v) may be variables.

We formulate a basic geometric design problem as the following optimization problem: find the extremum of objective function $f(m, v)$ and define the values of the appropriate variable metric characteristics and placement parameters, provided that the placement constraints are met. A mathematical model of the problem may be formulated as a continuous nonlinear programming problem. In our study, we assume that (m) are elements of a discrete set, which is possible to describe analytically. Finding such a description, we actually come to a new formulation of the geometric design problem with fixed metric characteristics of objects. An issue is to find such a functional representation of the feasible region of the stated problem in order to obtain an equivalent formulation of the optimization problem in a higher dimensional space.

As it is known [3] construction of the equivalent problem by increasing the dimension of a space of variables is called a *lifting* and an inverse procedure of returning in the original space is called a *projection*. The lifting/projection procedure is the basis of numerical optimization such as the Newton's method and other Lagrangian methods. We employ the *lifting* procedure to the basic geometric design problem in a different way. One approach is to reduce it to optimization of the Lagrangian in the higher dimension space of primal and dual variables (an extended problem). The primal and dual variables are treated equally in the new unconstrained optimization problem. That allows us (in some cases) to solve the problem explicitly by means of the Lagrange multipliers method, or, at least, to get bounds on the global solution and obtain an approximate solution even in those cases if, in the original space, the problem is solvable heuristically only. Another way is the above approach to consider both (m) and (v) as variables subject to additional constraints.

To illustrate the applicability of our approach, we present a number of mathematical models for practical problems related to a balanced circular packing problem proposed in [4]. We consider packing problem of arbitrary dimension balls taken into account prohibited areas in the domain O_0 . Also, we extend the model from the Euclidean norm to L_p -norm that allows us to extend the class of placement objects, as well as to generate new models of practical problems reducible to polynomial optimization of an order p if p is even. For example, if $n > 3$ then $p = 1, 4, \infty$ corresponds to packing hyperoctahedrons, superspheres of an order four, and hypercubes into a hyperoctahedron, supersphere, and hypercube, respectively.

1. **Стоян Ю. Г.** Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – К., 1986.
2. **Fasano G.** Optimized Packings and Their Applications / G. Fasano, J. D. Pintér (Eds.). – Springer Opt. and its Appl. **105**, 2015.
3. **Balas E.** A lift-and-project cutting plane algorithm for mixed 0–1 programs / E. Balas, S. Ceria, G. Cornuéjols // Mathematical Programming. – 1993. – 58 (1–3). – P. 295–324.
4. **Stetsyuk P. I.** On the global minimum in a balanced circular packing problem / P. I. Stetsyuk, T. E. Romanova, G. Scheithauer // Optimization Letters. – 2015. – 10 (6). – P. 1347–1360.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Повстяный Г.В., Кузенков А.А.

gpovstyany@gmail.com, kuzenkov1986@mail.ru

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

Работа посвящена аналитике различных метрик профилей пользователей и групп социальных сетей для выявления закономерностей и восстановления отсутствующих данных.

В наше время социальные сети являются достаточно мощным инструментом хранения и систематизации персональных данных о пользователях, которые могут быть использованы в ряде прикладных задач[1]. В наше время пользователи охотно делятся своими персональными данными на ресурсах общего доступа. Профили пользователей содержат достаточное количество личной, профессионально-ориентированной и другой информации.

Исследования в работе проводятся на примере социальной сети ВКонтакте. Она имеет достаточно большое распространение среди пользователей Украины, а так же среди частных предпринимателей, которые организуют свои группы, страницы и т.д.

В силу того, что к данным сети нет прямого доступа, в работе решена техническая (программная) задача, отвечающая за получение данных из сети. Программный компонент, отвечающий за получение данных, состоит из двух модулей: Parser и Analyser. Parser отвечает за доставку “сырой” информации из сети в необходимом виде и формате, а Analyser непосредственно за анализ данных (генерация и прогнозирование).

В программном модуле реализованы алгоритмы прогнозирования страны, города, школы, ВУЗа, факультета, кафедры пользователя. Результативность алгоритмов оценена на выборке из 773 профилей пользователя 773 профиля. Полученная точность прогноза для различных полей приведена в таблице:

№ п/п	Поле	Точность прогноза (%)
1	Страна	97
2	Город	90
3	Университет	80
4	Факультет	70

Для улучшения качественных показателей результатов анализа необходима более мощная аппаратное обеспечение, а так же больший объем результатов работы модуля Parser.

В рамках дальнейших исследований будет оптимизирована работа технического модуля Analyser, после чего будет проведена строгая оценка результативности алгоритмов прогнозирования. Так же разрабатываются подходы к оценке дополнительных метрик страницы пользователя и алгоритмы нахождения владельца страницы на опубликованных фотографиях.

Источники:

1. Wasserman S. Social Network Analysis: Methods and Applications. — Cambridge University Press, 1994. — 825 с. — ISBN 0-521-38707-8.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗСІЮВАННЯ ШКІДЛИВОЇ РЕЧОВИНИ У ПОВІТРІ

Полонська А.Є., Омельницький Д.А.

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

Для моделювання забруднення атмосферного повітря викидами промислового підприємства локальної ділянки використано моделі, що базуються на процедурах методики ОНД-86 на тривимірну модель переносу [1].

Концепція повітреохоронної діяльності базується на поняттях гранично припустимої концентрації (ГПК) та гранично припустимого викиду (ГПВ). ГПВ встановлюється для кожного природокористувача та для кожного джерела викиду забруднюючої речовини в атмосферу.

ГПВ встановлюється таким чином, щоб на межі санітарно-захисної зони (СЗЗ) концентрація забруднюючої речовини не перевищувала ГПК. Якщо у СЗЗ є жилі будівлі, то нормування проводиться по житловій зоні.

Для цілей нормування викидів та встановлення ГПВ в ОНД-86 розв'язано задачу вибору метеоумов, при яких необхідно розрахувати концентрацію забруднюючої речовини.

Є випадки, коли ОНД-86 працює не достатньо достовірно:

- викид забруднюючої речовини на великі висоти (модель не розглядає такі випадки, оскільки вони не мають максимальних концентрацій);
- перенос забруднюючої речовини на великі відстані (більше 30 км.).

До недоліків методики ОНД-86 слід віднести і її детермінований характер. Значення певних коефіцієнтів які використовуються методикою є строго затабульованими постійними величинами. Однак їх природної характер, який вони в собі несуть, є досить змінним.

Література

1. Беляев Н.Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / [Беляев Н.Н. Згуровский М.З. Скопечкий В.В., Хрущ В.К.]. -К: Наукова думка, 1997. - 368с

АДАПТИВНИЙ ПОШУК НА ВІДЕО ОБ'ЄКТІВ, СХОЖИХ НА ЦІЛЬ**Приставка П.О.**, chindakor37@gmail.com**Чирков А.В.**, artem.chyrkov@nau.edu.ua*Національний авіаційний університет*

Для обробки відео з камер цільового навантаження безпілотного повітряного судна (БПС) розроблено алгоритм адаптивного пошуку об'єктів, схожих на ціль, на основі гістограмного аналізу фрагментів цифрових зображень [1–2]. Визначено апіорний словник ознак об'єктів класифікації, сформульовано необхідні статистичні гіпотези та наведено критерії перевірки [2]. Проведено тестування запропонованого алгоритму при реалізації на персональному комп'ютері та на одноплатному комп'ютері з процесором архітектури ARM.

Алгоритм дозволяє визначати об'єкти, схожі на ціль, у потоковому відео в режимі, близькому до реального часу, при цьому забезпечується можливість онлайн-навчання автоматизованої системи пошуку з метою зменшення імовірності похибки ідентифікації. На швидкість роботи алгоритму впливають такі особливості апаратної архітектури, як кількість ядер процесора, наявність набору SIMD-команд, наявність альтернативної можливості виконання арифметичних операцій (наприклад, CUDA). Тому при реалізації в програмному забезпеченні слід використовувати дані можливості.

Подальші дослідження мають на меті створення програмно-апаратного комплексу на борту БПС із включенням до його складу, окрім блоку цільового навантаження, системи навігації та управління.

Список літератури

1. **Чирков А.В.** Пошук підозрілих об'єктів на відео з камери цільового призначення БПЛА в режимі реального часу методом аналізу одновимірних гістограм локальних областей / Чирков А.В. // Політ: тези доповідей XV міжн. наук.-практ. конф., м. Київ, 8–9 квітня 2015 р., Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2015. – С. 92.
2. **Anastasia Rogatyuk** The Mathematical Foundations of Foreign Object Recognition in the Video from Unmanned Aircraft / Anastasia Rogatyuk, Philip Prystavka // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №3(64). – P. 133-139.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ НА РИНКУ ПРАЦІ

Притоманова О.М., Березовська О.В., elena95vga@gmail.com

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

Ринок праці є складною динамічною системою, тому ефективність наукових досліджень процесів на ринку праці значною мірою залежить від методів та інструментарію, які застосовуються при виконанні цих досліджень. Сучасний рівень таких досліджень спирається перш за все на загальнонаукові методи досліджень: (системний підхід, формалізація, моделювання тощо) та прикладний інструментарій економіко-математичного моделювання. Серед економіко-математичних методів і моделей застосовують як такі, що вже стали класичними та застосовуються і в інших сферах економіки (імітаційні, оптимізаційні, економетричні, рейтингового оцінювання, багатовимірний аналіз та ін.), так і специфічні, що застосовуються саме для аналізу ринків праці (визначення попиту та пропозиції робочої сили, еластичності ринку праці, природного рівня безробіття та ін.). Вважаємо, що аналіз та прогнозування процесів для такої складної динамічної системи як ринок праці потребує застосування математичних методів системного аналізу, які поєднують загальнонаукові методи та потужний прикладний інструментарій.

Метою роботи є аналіз математичних методів, які застосовують вітчизняні та зарубіжні науковці при аналізі та прогнозуванні процесів на ринку праці.

Виділяють два основних підходи до аналізу процесів на ринку праці: кількісний (у Франції, Нідерландів, США, Німеччини, Великобританії) та якісний (Греція, Італія). У Британії при прогнозуванні трудових ресурсів використовується Cambridge MDM model, за допомогою якої будують прогноз зміни зайнятості в цілому, а вже після будують моделі за галузями. У Німеччині, на відміну від Британської моделі, починають побудову з етапу прогнозування економічної динаміки по галузям, після чого переходить до прогнозу ринку праці в цілому.

Кількісні моделі представлені, як правило, системою регресійних рівнянь, перед побудовою яких проводять горизонтальний часовий аналіз, вертикальний структурний аналіз, факторний та кластерний аналізи для ряду фундаментальних показників: ВВП, поточної статистики зайнятості, статистики зайнятості за професіями, кількості безробітних та ін. Але довгострокові прогнози на основі статистичних та економетричних моделей мають невелику достовірність, тому що в них не закладається вплив факторів, які або дуже важко, або ж неможливо передбачити на основі минулих спостережень та досліджень. Для вітчизняної економіки побудова таких моделей також ускладнюється нестабільним економічним станом.

Для подолання цих недоліків використовують комбінацію кількісних та якісних підходів. Серед системних методів якісного аналізу використовують такі: експертне оцінювання, передбачення, імітаційне моделювання, нечітке моделювання та ін.

Одним із сучасних перспективних підходів до моделювання процесів на ринку праці є підхід, запропонований українським вченим М.В. Михалеви-чем на основі двухаргументної функції пропозиції праці. Обґрунтування властивостей запропонованої функції проведено на основі аналізу моделі поведінки особи, що працює по найму. У цій моделі ураховується не тільки користність грошей та вільного часу для працюючої особи, а й вплив на її дії при ризику втратити роботу. Далі за допомогою побудованої функції пропозиції праці визначаються умови, при яких можливі пряма або зворотна залежність між оплатою праці та рівнем безробіття, потім двухаргументна функція застосовується для дослідження конкурентного та монопсонічного ринків праці.

Такий підхід дозволяє провести оцінку дуже важливого та актуального для України питання: наслідків державного регулювання оплати праці та зайнятості.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Притоманова О.М., olgmp@ua.fm, Бушуев К.М.

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

Нейросетевые алгоритмы нашли свое применение в форме математического ядра интеллектуальных систем принятия решений, экспертных систем, оболочек для имитационного моделирования, нейросетевых баз знаний и др. Целью работы является исследование эффективности применения нейросетевых технологий для прогнозирования динамики показателей на основе сравнительного анализа некоторых нейросетевых методов.

Для проведения сравнительного анализа авторами были исследованы различные нейросетевые методы прогнозирования, а именно:

1. Многослойный нейрон и его обучение алгоритмом обратного распространения ошибки (АОРО). Алгоритм имеет много преимуществ, нейронная сеть с АОРО или родственными алгоритмами является едва ли не единственным приемлемым средством для решения задачи прогнозирования в случае сложной зависимости между входными факторами и результирующими характеристиками, в особенности, если последние имеют векторное представление.

2. RBF-сети. Главным отличием между RBF-сетью и нейросетями, которые обучаются с помощью алгоритма АОРО, является то, что первые обеспечивают глобальную аппроксимацию нелинейного отображения, в то время как вторые – локальную.

3. Сети встречного распространения. В отличие от нейронной сети с АОРО сети встречного распространения (СВР) предназначены для начального быстрого моделирования. Сеть встречного распространения рекомендуется использовать для предварительного прогнозирования (для этого достаточно на входы обученной сети подать только вектор X и получить на выходе и

X , и Y). По сравнению с нейронной сетью с АОРО сеть СВР учится значительно быстрее, но точность результата ниже.

Нейронные сети имеют следующие преимущества:

- наследование определенных механизмов работы мозга;
- возможность универсальной аппроксимации непрерывных зависимостей;
- способность к восстановлению информации при разрушении или удалении некоторой части нейросети;
- параллельная обработка информации.

К недостаткам нейросетей можно отнести:

- отсутствие четкой теории и механизмов интерпретации функционирования и результатов работы;
- низкая скорость обучения и необходимость разработки алгоритмов избегания «паралича», переобучения и попадания в локальные оптимумы;
- необходимость выбора нейросетевых парадигм и разработки соответствующих формализаций для решения конкретных задач.

Преимущества нейросетевые технологии способствуют их изучению, исследованию и усовершенствованию, а также разработке систем, в которых интегрированы нейронные сети и другие методы, а недостатки ограничивают их практическое применение. В значительной мере это определяется качеством программного обеспечения, которое реализует нейропарадигмы, а также необходимостью выполнения значительного объема работ, связанного с предварительной подготовкой входных данных и определением архитектуры и структуры нейронных сетей. Поэтому прогнозирование показателей процессов не может быть эффективно осуществлено лишь путем использования нейросетевых технологий, необходимым является и знание «инфраструктуры» прогнозируемых процессов.

МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ БАЗ ЗНАНЬ

Притоманова О.М., olgmp@ua.fm, Королев О.

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

Під задачею ідентифікації об'єкта розуміють побудову його математичної моделі, яка встановлює взаємозв'язок між вхідними та вихідними змінними на основі експериментальних даних. Класичні методи ідентифікації для побудови математичних моделей використовують кількісні співвідношення у вигляді алгебраїчних, диференціальних, різницевих, інтегральних рівнянь. Але у великій кількості інтелектуальних задач класичні кількісні методи ідентифікації складних нелінійних залежностей дають не достатньо точний результат або взагалі не можуть бути використані.

Нечіткий підхід до побудови математичних моделей ідентифікації дозволяє включати в модель показники, що мають якісну природу. Для побудови нечіткої моделі об'єкта з одним виходом та n входами вважають відомими: інтервал зміни вихідної змінної y ; інтервал зміни кожної вхідної змінної x_i , $i=1,2,...,n$; функції належностей для представлення змінних y та x_i у вигляді нечітких множин; експертні знання у вигляді системи логічних висловлювань «ЯКЩО – ТО», які можуть бути представлені у вигляді бази знань про об'єкт дослідження.

Необхідно розробити алгоритм прийняття рішень, який дозволяє фіксованому вектору вхідних змінних поставити у відповідність рішення у з інтервалу зміни вихідної змінної. Якість побудованої нечіткої моделі значною мірою визначається вдалим вибором виду й параметрів функцій належності та алгоритму нечіткого логічного висновку. Вважаємо, що для конкретних інтелектуальних задач ідентифікації необхідно розробляти спеціальне програмне забезпечення, яке і дозволить зробити оптимальний вибір складових нечіткої моделі та оцінити її якість за заданими критеріями.

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОГНОЗУВАННЯ

Притоманова О.М., olgmp@ua.fm, Сульдин А.

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

Сучасні технології прогнозування складають методи, моделі, алгоритми, що базуються на використанні статистичного аналізу, методу найменших квадратів, нейромережні технології, методи теорії нечіткої логіки та нечітких множин, еволюційне та гібридне моделювання та ін.

Класичні статистичні методи базуються на регресійних моделях та методі найменших квадратів, застосування якого вимагає виконання певного ряду передумов. Тому класичні методи не є самостійними методами, що застосовуються при розв'язанні слабо структурованих задач. Але важливою їх особливістю є розвинений математичний апарат, за допомогою якого можна оцінювати якість побудованих моделей, їх точність та адекватність.

Нейронні мережі викликають зростаючу світову наукову активність універсальністю своєї парадигми та потенціальною можливістю апроксимації будь-яких неперервних залежностей. Але відсутність чіткої теорії та механізмів інтерпретації функціонування та результатів роботи нейронних мереж суттєво обмежують їх практичне застосування.

Методи еволюційного моделювання були запропоновані як такі, що зможуть подолати деякі обмеження класичних методів оптимізації. Але, оскільки кожний еволюційний алгоритм є ітераційним методом, то їх реалізації неминуче виникають питання швидкості збіжності, проведення препроцесінгу даних.

Штучні нейронні мережі, еволюційне моделювання, теорія нечітких множин є розділами Soft Computing, кожний з них має свій пріоритетний напрямок використання. Сучасний напрямок розвитку Soft Computing базується на взаємопроникненні положень однієї з цих теорій в іншу.

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Прокопчук Ю.А.^{1,2}, Рыжков И.В.², Пономаренко Е.А.², itk3@ukr.net

¹*Институт технической механики НАНУ и ГКАУ,*

²*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

В докладе рассматриваются некоторые задачи обеспечения функциональной устойчивости измерительных и информационно-управляющих систем сложных технических объектов (СТО) на основе концепции «вычислительного интеллекта». Данная концепция известна также под названиями «когнитивные компьютеры» (KogK) и Real World Computers (RWC) – «компьютеры реального мира», что подчеркивает максимальное приближение новых информационных технологий к реально используемым человеком и живой природой средствам и методам кодирования, обработки, преобразования и передачи информации [1]. Одни из наиболее существенных преимуществ измерительных и информационно-управляющих систем СТО на основе KogK/RWC – это высокая робастность, высокая скорость принятия решений в ситуациях сверхнеопределенности (отказа или зашумленности части измерительных каналов), отказоустойчивость (тотальная диверсификация), формирование и использование дополнительной семантической информации (так называемой «модели мира»), формирование виртуальных устройств и консилиумов на основе кластера СТО (роя, колонии, стаи), самонастройка.

Авторами решаются, в частности, следующие задачи [1, 2]: разработка методов регуляризации задач контроля состояния СТО на основе дополнительной семантической информации; проблема универсальной формализации взаимовлияния факторов; выделение переменных состояния с высокой степенью наблюдаемости и управляемости; самонастройка систем измерения и управления; продолжение функционирования СТО при неисправных датчиках ориентации, положения.

Предложен способ обеспечения устойчивости решения измерительной задачи путем адаптации бортовой измерительной системы СТО к изменени-

ям условий измерений на борту (в штатных и нештатных ситуациях). Предложена методика регуляризации задачи контроля технического состояния СТО в нештатных ситуациях путем привлечения дополнительной семантической информации, формируемой подсистемой смыслопорождения («искусственным коннектомом») [1]. Проанализирована задача наблюдаемости нештатных ситуаций и возможность ее решения на основе парадигмы предельных обобщений (ППО), включающей принцип информационной избыточности, когерентности и принцип переформулировок задач. Рассмотрены способы создания информационной избыточности (орграфы значений тестов, доменов, набросков образов; базисы конкурирующих предельных моделей знаний; множества суррогатных моделей разной степени обобщенности).

Вместо поиска одной (числовой) закономерности, связывающей фактор с другими (как это имеет место, например, в статистических или нейросетевых моделях), для каждого значения фактора в рамках любого домена предлагается авто/гетеро-ассоциативное формирование множества конкурирующих индукторов, что обеспечивает требуемые характеристики. На наш взгляд именно такой подход реализован в природных ИС.

Рассматриваются методы построения самонастраиваемых распределенных сетевых структур комплексов бортового оборудования СТО и кластеров СТО. Одной из ключевых компонент таких структур являются системы смыслопорождения. Предложена технология контроля нештатных ситуаций.

1. 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.
2. Пономарева Е.А. Перспективы развития информационно-измерительной системы контроля пространственной ориентации объектов / Е.А. Пономарева, И.В. Рыжков // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Стародубовские чтения 2014. — 2014. — №73. — С.196-201.

МЕТРИКИ И СТАТИСТИКА МОБИЛЬНОЙ КАЗУАЛЬНОЙ ИГРЫ

Прокудин Г.В., chudilo_1@mail.ru,
Волошко Л.В., lyubov@voloshko.com,
ДНУ им. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

При запуске мобильной игры к ней сразу подключается сервис статистики, который обрабатывает данные и позволяет рассчитать необходимые метрики для проекта. Метрики в свою очередь нужны для того чтобы понять успешность игры. Основной задачей вычисления метрик является проверка окупаемости проекта.

Существуют разные стратегии получения прибыли с игровых продуктов. Некоторые зарабатывают на рекламе, некоторые продают копии или подписку. Можно «переливать» трафик через кросс-промо других игр или надеяться на виральность проекта. Однако для F2P-игр наиболее простое условие окупаемости можно записать так:

$$LTV > CPI,$$

где *LTV* (Lifetime Value) – количество финансовых средств, которое в среднем приносит один пользователь за все время использования игры, а *CPI* (Cost Per Install) – стоимость привлечения одного игрока.

Если *CPI* известен от тех, кто размещает рекламу игры, и можно работать над его уменьшением, в частности оптимизировать рекламные каналы, то *LTV* зависит в первую очередь от самого продукта.

Методы вычисления *LTV*

1. Через объем аудитории и выручку:

$$LTV = \frac{total\ Revenue}{users\ Overall}$$

Если игра уже запущена, то известно, сколько она заработала за определенный период, например, за месяц. Также известно, сколько игроков заходило в проект за этот же период. Деление выручки за период

на количество игроков, заходивших в игру за этот период, дает нужный показатель.

Это наиболее простая оценка имеет сразу два недостатка. Во-первых, она работает только для уже запущенных проектов, не включая возможности прогнозирования. Во-вторых, на практике всегда возникает трудность в определении периода, за который нужно брать данные.

2. Через усредненный *Lifetime* (LT)

$$LTV = ARPU * Lifetime(days),$$

где *ARPDau* (Average Revenue Per Daily Active User) – количество финансовых средств в среднем за один день, приносимых одним игроком, т.е. это *ARPU* (Average Revenue Per User), делённое на 30, а *Lifetime* (days) – количество дней, которое пользователь «живет» в игре.

Если *LTV* больше *CPI*, то проект считается прибыльным.

Таким образом, благодаря собранной статистике мы можем рассчитать самую важную метрику для игры и увидеть ее дальнейшие перспективы.

Список используемой литературы

1. **Бабаев А.В.** Качай деньги! Маркетинг мобильных игр и приложений / Николай Евдокимов, Михаил Боде, Юрий Барбашов – М., 2015
2. **Галенкин С.Н.** Маркетинг игр – М., 2015

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ЗА МЕТОДОЛОГІЄЮ AGILE

П'єщик А.П., Федасюк Д.В.

Національний університет «Львівська політехніка»

Останнім часом Agile методологія розробки програмного забезпечення (ПЗ) використовується все частіше. Однак, попри ряд переваг ця методологія не надає засобів для оцінки якості програмного продукту[1]. Тому актуальною стає задача вдосконалення існуючих моделей оцінки якості ПЗ розробленого за методологією Agile.

Модель метрик якості – це набір характеристик та зв'язків між ними, які використовуються для оцінки якості програмного продукту за різними критеріями та забезпечують відповідність найвищим стандартам якості.

За останні десятиліття було запропоновано десятки різноманітних моделей якості ПЗ, однак, тільки деякі з них отримали широке застосування: МакКола, Боема, Дромера, FURPS, ISO-9126, ISO-25010(SQuaRE), Quamoco[2].

Розглянемо стандартну модель ISO-25010, яка визначає базові поняття і підходи до оцінки якості ПЗ. Ця модель поділяє характеристики якості на три категорії:

- **якість в процесі використання** - характеристики, які можуть бути отримані коли кінцевий продукт використовується користувачем в реальних умовах;
- **внутрішні атрибути** – статичні характеристики, які можна виміряти проаналізувавши код програмного продукту;
- **зовнішні атрибути** – характеристики, які можна виміряти запустивши програмний продукт;

Дана модель використовується для оцінки ПЗ, яке було розроблене за традиційними методологіями. Однак Agile методологія суттєво відрізняється

від традиційних, а використання всіх характеристик описаних в моделі ISO-25010 є недоцільним та неефективним[3].

Тому нижче наведено характеристики якості, на яких базуються головні принципи Agile методології[4]:

1. Доступність – кінцевий користувач приймає участь протягом всього процесу розробки, тому продукт має бути завжди доступним.
2. Гнучкість – продукт повинен швидко адаптуватися до змін вимог користувача.
3. Масштабованість – оскільки процес розробки є ітеративним, функціональність продукту повинна розширюватись та змінюватись безперешкодно.
4. Зручність використання – ще один атрибут якості, який досягається при постійній залученості кінцевого користувача в процес розробки.

Таким чином, проаналізувавши основні принципи методології Agile, ми отримали найбільш важливі характеристики для підвищення точності оцінювання якості ПЗ. Подальші дослідження будуть спрямовані на отримання метрик якості, які дозволять вимірювати ці характеристики, вдосконалити на їх основі модель оцінки якості та в подальшому прогнозувати якість ПЗ за допомогою Баєсових мереж.

Бібліографічні посилання

1. **Eman A. Altameem** Impact of Agile Methodology on Software Development // Computer and Information Science. – 2015. – Vol. 8, No. 2,
2. **José P. Miguel , David Mauricio** A Review of Software Quality Models for the Evaluation of Software Products // IJSEA. – 2014
3. **Денисюк, А. В.** Актуальні проблеми якості програмного забезпечення // Электротехнические и компьютерные системы. – 2013. – № 09 (95), С. 142 – 148
4. **Doaa M. Shawky** The impact of agile approaches on software quality attributes an empirical study // Software Paradigm Trends (ICSOF-PT), – 2014.

ХМАРНА ОПЕРАЦІЙНА СИСТЕМА COREZOID ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Ремез І. І., dnipro.kozak@gmail.com,

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

Автоматне програмування, інакше кажучи «програмування від станів» або «програмування з явним виділенням станів» — це метод розробки програмного забезпечення (ПЗ), заснований на розширеній моделі кінцевих автоматів і орієнтований на створення широкого класу застосунків.

Усупереч поширеній думці, тут мова йде не тільки і не стільки про використання кінцевих автоматів у програмуванні, скільки про метод створення програм у цілому, поведінка яких описується автоматами.

Одна з центральних ідей автоматного програмування полягає у відділенні опису логіки поведінки (за яких умов необхідно виконати ті чи інші дії) від опису його семантики (власне сенсу кожної з дій). Крім того, опис логіки при автоматному підході жорстко структурований. Ці властивості роблять автоматний опис складної поведінки наочним і зрозумілим.

Основна рекомендація щодо застосування автоматного програмування дуже проста: використовувати автоматний підхід при створенні будь-якої програмної системи, в якій є сутності зі складною поведінкою. Досвід показує, що такою властивістю володіє практично будь-яка серйозна система. Однак зазвичай не всі компоненти системи характеризуються складною поведінкою. Тому дану вище рекомендацію можна доповнити ще однією: використовувати автоматний підхід при створенні тільки тих компонентів системи, які є сутності зі складною поведінкою. Це доповнення закликає не перевантажувати специфікації і код описом логіки там, де в цьому немає необхідності.

Базовим поняттям автоматного програмування є «стан».

При використанні поняття «стан» знання передісторії більше не було необхідним. Стан можна розглядати як особливу характеристику, яка в неявній формі об'єднує всі вхідні впливи минулого, від яких залежить реакція сутності в даний момент часу. Реакція залежить тепер тільки від вхідного впливу і поточного стану [1].

Corezoid — це хмарна операційна система для створення ІТ-рішень із використанням методів автоматного програмування з явним виділенням станів.

Corezoid дозволяє створювати і обробляти будь-які алгоритми і процеси, а також керувати технікою і програмним забезпеченням будь-якої складності. На Corezoid можна будувати процеси з викликом будь-яких зовнішніх прикладні програмні інтерфейси (API, Application Programming Interface) [2]. Основні поняття, якими оперує ОС:

- Процес — алгоритм і програма, реалізована за допомогою послідовності, набору чи багатьох вузлів.
- Вузол — універсальний обчислювальний елемент (УОЕ), який описує стан об'єктів. Вузол має такі характеристики як черга, функції, логіка, лічильники. Кожен процес у Corezoid складається з вузлів. Заявка рухається процесом від вузла до вузла слідуючи логіці, яка вказана в поточному вузлі.

Джерела

1. **Шалыто А. А.** Автоматное программирование / А. А. Шалыто, Н. И. Поликарпова. — СПб., 2008.
2. Tutorials | Corezoid [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://new.corezoid.com/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРО-ФАЗЗИ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ ON-LINE КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛИТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Рябова Н.В., nataliya.ryabova@nure.ua,
Золотухин О.В., oleg.zolotukhin@nure.ua,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Одной из актуальных проблем, с которыми сталкиваются в своей работе пользователи Интернет, является информационная перегруженность и, как следствие, необходимость классификации потока последовательно поступающих на обработку Web-документов в on-line режиме. Задача осложняется тем, что Web-документы могут быть политематическими, т.е. относиться одновременно к нескольким категориям. Большинство известных методов классификации не учитывают этой особенности и ориентированы на нахождение четких классов, а кроме того, не могут классифицировать входные данные в последовательном режиме, что является существенным недостатком. В связи с этим в данной работе рассматривается подход к классификации политематических текстовых документов (ПТД) с учетом пересекающихся классов и последовательной подачи документов на обработку на основе методов вычислительного интеллекта, а именно, нейро-фаззи технологий.

Пусть на обработку в on-line режиме поступает n подлежащих классификации политематических текстовых документов $TD_i(t)$, представленных в виде $(n \times 1)$ -векторов признаков $x(t)$, где $t = 1, 2, \dots, V$ имеет смысл номера образа в обучающей выборке. Количество документов n может меняться во времени, и каждый из них может принадлежать одному или одновременно относиться к нескольким классам. В процессе обработки политематических текстовых документов требуется определить центроиды классов $m_i(t)$, их количество p , а также $(p \times 1)$ -вектор $u_i(t)$, который составляют уровни принадлежности образа $x_i(t)$ документа $TD_i(t)$ к каждому

из p классов. Результаты обработки должны быть представлены в виде матрицы нечеткого разбиения размерности $n \times p$.

Для решения поставленных задач были использованы несколько нейро-фаззи технологий [1,2]. Разработаны архитектура и метод обучения нечеткой вероятностной нейронной сети, которая характеризуется наличием в первом скрытом слое прототипов вместо слоя образов, что позволяет избежать «проклятия размерности» при большом количестве и размерности классифицируемых документов, и организовать их обработку в on-line режиме. Разработаны архитектура и метод обучения адаптивной нечеткой нейронной сети векторного квантования для классификации ПТД, которая характеризуется настройкой синаптических весов в режиме обучения с учителем с элементами конкуренции по типу «победитель получает все», что позволяет решать задачу классификации ПТД в режиме последовательной обработки в условиях пересечения классов. Разработана нейронная сеть встречного распространения с контролируемым обучением, которая характеризуется улучшенными аппроксимирующими свойствами благодаря тому, что выходной слой сети образован на основе элементарных персептронов Розенблатта, а скрытый слой сети сформирован на основе обучаемого векторного квантования, что позволяет увеличить скорость процесса классификации. Проведено имитационное моделирование на тестовых данных корпуса текстов Reuters-21578. Разработанные нейро-фаззи технологии для задачи классификации ПТД позволяют проводить классификацию в режиме последовательной подачи текстов на обработку, а также учитывают наличие пересекающихся классов.

Библиографические ссылки

1. **Бодянский Е.В.** Многослойная адаптивная нечеткая вероятностная нейронная сеть в задачах классификации текстовых документов / Е.В. Бодянский, Н.В. Рябова, О.В. Золотухин // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2015. – №1(32). – С. 39-45.
2. **Бодянский, Е.В.** Классификация политематических текстовых документов с использованием нечетких нейро-сетевых технологий / Е.В. Бодянский, Н.В. Рябова, О.В. Золотухин // Системи обробки інформації. – 2012. – № 9(107). – С. 101-105.

ВИКОРИСТАННЯ ОБРОБНИКІВ ПОДІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРФЕЙСУ У ПРОЕКТАХ VBA

Сегеда Н.Є., segeda@ua.fm

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

Обробники подій, що виникають при роботі з визначеними об'єктами, слід розміщувати в спеціальних модулях класу відповідного об'єкта. Для більшості стандартних об'єктів Office ці модулі створюються автоматично у момент формування основного об'єкту, але для об'єкту Application (прикладка) та вбудованих діаграм Excel такий модуль класу з WithEvents-змінною програміст повинен додати до проекту власноруч. Також необхідно урахувати деякі особливості механізму обробки подій, що впливають із моделі ієрархії об'єктів. Практично всі події, що відбуваються з об'єктом Workbook (робоча книга), можуть бути оброблені на двох рівнях – об'єктом Application і самим об'єктом Workbook. Що буде, якщо обробка однієї і тієї ж події передбачена на двох рівнях? В таких випадках спочатку виконається обробник події, що має більш локальну область дії, тобто пов'язаний з об'єктом Workbook, для наведеного прикладу. Однак також є особливості щодо об'єктів одного рівня ієрархії: на відміну від об'єкту Worksheet (робочий лист), всі події якого можуть бути оброблені на верхньому рівні, об'єкт Chart (лист діаграми) має специфічні події, повідомлення про яких прямують лише йому одному. Все це необхідно враховувати у проектах, де інтерфейс базується на використанні обробників подій. Цей механізм має значні переваги з точки зору автоматичного виконання запрограмованих дій, але він має і значний недолік, який виражається інколи в надлишковому вияві «активності» обробників подій, на відміну від цілком «керованих» засобів інтерфейсу – меню, діалогових вікон, гарячих клавіш, кнопок, StatusBar (рядок стану), тощо.

Проведена апробація різноманітного компонування в проектах VBA обробників подій для створення інтерфейсу використовується в програмних комплексах методичного забезпечення при викладанні навчальних курсів напрямів «Програмна інженерія», «Прикладна математика».

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ ОСВІТИ

Сербез К.Л., Скороход Г.І., kserbez@gmail.com, ДНУ ім. О. Гончара

Розроблено програмне забезпечення для потреб освіти:

- 1) комп'ютерний тренажер для опанування математичними твердженнями,
- 2) база даних для допомоги у розв'язанні математичних задач,
- 3) сайт громадської освітньої організації.

1. Комп'ютерний тренажер призначений для пред'явлення студенту значної кількості запитань з курсу математичної дисципліни. Запитання подаються у формі шаблонів запитань, які розроблені на основі шаблонів тверджень. Основні твердження навчальної дисципліни: 1) означення поняття, 2) якості об'єкту, 3) відношення між об'єктами, 4) теореми [1].

2. Створена оболонка бази даних у програмі Microsoft Access, яка призначена для допомоги у розв'язанні математичних задач. База має наступні зв'язані таблиці: 1) перелік об'єктів, 2) характеристики об'єктів, 3) якості об'єктів, 4) відношення між об'єктами, 5) типи задач, 6) методи розв'язання задач кожного типу, 7) приклади розв'язаних задач кожного типу. На основі цієї інформації користувач має можливість ввести свою задачу, дізнатися, якими методами вона може бути розв'язана, ознайомитись з розв'язками задач такого ж типу.

3. Створений сайт для громадської організації «Відкрите знання», який дає можливість публікувати новини за розділами, запрошувати людей до участі в різних заходах та ін.

Адреса сайту: <http://openknowledge.16mb.com>

Список використаної літератури

1. **Скороход Г.І.** Комп'ютерний тренажер для усвоения основных утверждений опорного конспекта: Матеріали конф.: В 2 т. / Г.І. Скороход, К.Л. Сербез // Математичні проблеми технічної механіки: міжн. наук. конф. – Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Київ, 2016. – Т.1 – С. 138.

RELIABILITY ANALYSIS OF COMPOSITE RAMIFIED SYSTEMS

A.Sydor, sydor_ar@polynet.lviv.ua

Lviv Polytechnic National University

Reliability as one of main indices of quality deals with products in service. There has developed the intensive study of distribution types in the reliability theory. Unsymmetrical hierarchical systems often have elements which are exposed to aging on the output level. Lifetime of such elements is circumscribed by the Weibull or the Rayleigh distribution. Lifetime of elements of upper levels is circumscribed by the exponential distribution [1].

Let us consider a symmetric composite system, ramified to level 3, with Weibull distributed output elements (Fig. 1), where a_1 elements of level 1 are subordinate to the element of level 0, a_2 elements of level 2 are subordinate to every element of level 1, a_3 elements of level 3 are subordinate to every element of level 2. a_1 is a coefficient of ramification to level 1, a_2 is a coefficient of ramification to level 2 and a_3 is a coefficient of ramification to level 3.

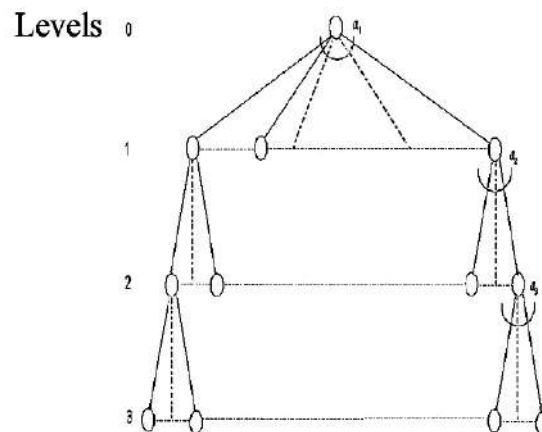


Fig. 1 A symmetric system ramified to level 3

We use $T_{3W}(x_3)$ to denote the average duration of the system's stay in a state of x_3 operating output elements on condition that lifetime of ageing output elements is circumscribed by the Weibull distribution. It is calculated in case of $x_3 > 0$ by the next equation:

$$T_{3W}(x_3) = \sum_{x_1 = \text{ceil}\left(\frac{\text{ceil}\left(\frac{x_3}{a_3}\right)}{a_2}\right)}^{a_1} C_{a_1}^{x_1} \sum_{x_2 = \text{ceil}\left(\frac{x_3}{a_3}\right)}^{a_2 x_1} C_{a_2 x_1}^{x_2} C_{a_3 x_2}^{x_3} \sum_{j_1=0}^{a_1-x_1} C_{a_1-x_1}^{j_1} (-1)^{j_1} \sum_{j_2=0}^{a_2 x_1 - x_2} C_{a_2 x_1 - x_2}^{j_2} \times$$

$$\times (-1)^{j_2} \sum_{j_3=0}^{a_3 x_2 - x_3} C_{a_3 x_2 - x_3}^{j_3} (-1)^{j_3} \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_0 + \lambda_1(x_1 + j_1) + \lambda_2(x_2 + j_2))t} e^{-\lambda_3(x_3 + j_3)t^{\beta_3}} dt.$$

The sum of average durations of the system's stay in states over count of output elements from k to a total number of output elements of the system is equal to the average duration of the system's stay in the prescribed availability condition k . Let $T_{I3W}(k)$ be the average duration of the system's stay in the availability condition k provided that the lifetime of ageing output elements is circumscribed by the Rayleigh distribution. We obtain:

$$T_{I3W}(k) = \sum_{x_3=k}^{a_1 a_2 a_3} T_{3W}(x_3) = \sum_{x_3=k}^{a_1 a_2 a_3} \sum_{x_1 = \text{ceil}\left(\frac{\text{ceil}\left(\frac{x_3}{a_3}\right)}{a_2}\right)}^{a_1} C_{a_1}^{x_1} \sum_{x_2 = \text{ceil}\left(\frac{x_3}{a_3}\right)}^{a_2 x_1} C_{a_2 x_1}^{x_2} C_{a_3 x_2}^{x_3} \sum_{j_1=0}^{a_1-x_1} C_{a_1-x_1}^{j_1} (-1)^{j_1} \times$$

$$\times \sum_{j_2=0}^{a_2 x_1 - x_2} C_{a_2 x_1 - x_2}^{j_2} (-1)^{j_2} \sum_{j_3=0}^{a_3 x_2 - x_3} C_{a_3 x_2 - x_3}^{j_3} (-1)^{j_3} \int_0^{\infty} e^{-(\lambda_0 + \lambda_1(x_1 + j_1) + \lambda_2(x_2 + j_2))t} e^{-\lambda_3(x_3 + j_3)t^{\beta_3}} dt.$$

Prediction of reliability parameters at stages of design of symmetric ramified systems makes possible to evaluate their time reliability indices.

REFERENCES

- [1] **Sydor A.** Modelling reliability indices of hierarchical systems / A.Sydor, V.Teslyuk // Proceedings of the XII th International Conference "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2016)". – 2016. – Slavske, Ukraine. – P.111-113.

ПРОТОКОЛЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В СЕТЯХ ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Сирик С.Ф., siryk10@mail.ru, ДНУ ім. О.Гончара (www.dnu.dp.ua)

В мобильной связи 3-го поколения остро стоит вопрос синхронизации всех элементов сети. Для решения этих задач в транспортных сетях мобильных операторов связи, построенных на IP-технологиях используют два типа протоколов синхронизации: Sync Ethernet, PTP (Precise Time Protocol).

Данные протоколы имеют свои достоинства недостатки.

Протокол Sync Ethernet .

К преимуществам технологии Sync Ethernet можно отнести использование SDH-структуры физического уровня, а вместе с этим - огромный и бесценный опыт проектирования и построения сетей тактовой сетевой синхронизации.

При создании технологии Sync Ethernet физический уровень и методы кодирования были заимствованы у технологии SDH, а второго (канального) уровня изменения практически не коснулись. Структура кадров осталась неизменной, за исключением SSM-байта статуса синхронизации. Основой для значений стала технология SDH.

К недостаткам можно отнести то, что во всей сети передачи каждое устройство должно поддерживать новый стандарт. Все устройства, которые стоят за этим узлом, не могут работать в синхронном режиме, если в линии остается устройство, которое не поддерживает Sync Ethernet. Так же к недостаткам следует отнести, что данный метод поддерживает передачу только частотной синхронизации.

Протокол Precise Time Protocol (PTP).

Способ передачи синхронизации, который в последнее время становится все более популярным, - это протокол Precise Time Protocol (PTP). Он описан в рекомендации IEEE 1588. В 2008 году вышла вторая версия этого

документа, которая описывает использование протокола в телекоммуникационных сетях.

Краткий принцип работы. Сетевыми элементами, которые участвуют во взаимодействии по протоколу РТР, являются следующие устройства: РТР Grand Master и РТР Slave. Обычно Grand Master берет синхронизацию от GNSS приемника и, используя эту информацию, обменивается пакетами с Slave устройством и постоянно корректирует временные расхождения между Grand Master и Slave устройствами. Чем активнее будет этот обмен, тем точность корректировки будет выше.

Достаточно сложное управление задержками в буферах таких маршрутизаторов, и они носят случайный характер. В протоколе РТР был введен специальный параметр - метка времени (Time Stamp). Параметр предназначен для осуществления контроля над этими случайными ошибками, а также для более точного расчета расхождения времени между Grand Master и Slave. Таким образом, эта метка указывает на время прохождения пакета через маршрутизатор. Случайную ошибку, связанную с прохождением пакетов РТР через IP сеть можно будет свести к минимуму, если на всем пути от Grand Master до Slave маршрутизаторы будут обладать функциональностью РТР и выставлять метку времени.

Преимуществом РТР является то, что протокол ориентирован для передачи всех трех видов синхронизации: частотной, фазовой и временной. Основной недостаток протокола - это зависимость от нагрузки. При перегрузках на IP сети, которыми сложно управлять, гарантировать строгое выполнение норм передачи синхронизации по сети достаточно сложная задача.

Протокол синхронизации РТР является менее качественным чем протокол Sync Ethernet, но за счет того, что он позволяет передавать три вида синхронизации, он находит все больше применение в сетях пакетной передачи данных.

ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ПЗ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ADALINE

Сколоздра М. Р., Яковина В.С., skmpost15@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. Оскільки в наш час створюється багато програмних продуктів, які потребують високої надійності та якості, тому виникає потреба в нових ефективніших способах оцінювання та прогнозування потенційних відмов ПЗ. Одним з напрямків інженерії надійності є аналіз процесу виникнення відмов і розроблення математичних моделей надійності ПЗ, призначених для оцінювання і прогнозування значень різних характеристик надійності.

Для прогнозування скористаємося засобами штучного інтелекту, а саме нейронними мережами. Дослідивши різні архітектури НМ, які придатні для прогнозування було обрано одношаровий перцептрон Adaline [1].

Постановка задачі. Оскільки в багатьох роботах використання нейронних мереж для прогнозування показує хороші результати, наприклад [2, 3], тому доцільно дослідити вплив обраної нейромережі на ефективність прогнозування відмов ПЗ. Метою даної роботи є дослідження впливу кількості вхідних нейронів та швидкості навчання на ефективність прогнозування кількості виявлених у ПЗ помилок, поданих у вигляді часового ряду, використовуючи нейронну мережу Adaline.

Опис проведених експериментів. Для виконання експериментів використано програмну реалізацію нейронної мережі Adaline. Цей модуль нейромережі створено за допомогою бібліотеки Encog.

Вхідними даними для навчання та прогнозування нейронної мережі служать результати тестування веб-браузера Chromium.

Проведено шість серій експериментів. Оцінювання ефективності прогнозування проводиться за такими параметрами: кількість епох навчання, швидкість навчання (ступінь за яким буде змінена матриця ваг при наступній ітерації навчання) та середньоквадратичне відхилення. Результати дослідження винесено у Таблицю 1.

Таблиця 1. Статистичні характеристики якості прогнозування надійності ПЗ нейронною мережею Adaline з варіацією параметрів

Експеримент, №	Кількість вхідних нейронів	Швидкість навчання	Квадрат коефіцієнту кореляції	Середньоквадратичне відхилення
1	12	0.01	0,9912	212,37
2	30	0.01	0,9943	359,47
3	12	0.02	0,9965	36,7
4	30	0.02	0,8333	115,07
5	12	0.03	0,9758	202,51
6	30	0.03	0,9966	44,61

Аналіз отриманих результатів. Як показано у таблиці 1, найкращі статистичні показники якості прогнозування при кількості вхідних нейронів «12» та швидкості навчання «0,02». Проте в процесі дослідження було виявлено, що також хороші результати при більшій кількості нейронів (експеримент №6).

Висновки. Досліджено вплив кількості вхідних нейронів та коефіцієнту швидкості навчання нейронної мережі Adaline на ефективність прогнозування відмов програмних продуктів. Найкращі результати прогнозування досягаються при малій кількості вхідних нейронів та зі значенням коефіцієнту швидкості навчання «0,02».

Бібліографічні посилання

1. **Мірошник О.О.** Моделювання нейронної мережі для задач прогнозування фізичних параметрів. Мірошник О.О., Святобатько А.В. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ, 2013. - Вип. 13, Т.5. – С. 34-40.
2. **Яковина В.С.** Вплив функції активації RBF нейронної мережі на ефективність прогнозування кількості відмов програмного забезпечення // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» Комп'ютерні науки та інформаційні технології. — № 732 (2012). — С. 36–39.
3. **Yakovyna V., Synytska O., Kremen T., Smirnov V.** On the possibility of software reliability prediction using RBF neural network // Proc. VI-th Int. Sci. Tech. Conf. «Computer Science and Information Technologies» CSIT 2011, Lviv, Ukraine, 39–42.

ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ПРОСТОРУ ОЗНАК В ПРОЦЕСІ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ

Скоробогатова І.Д., Мацуга О.М., redleaves@mail.ru, molgan@ua.fm
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара (www.dnu.dp.ua)

Під час вирішення завдань розпізнавання образів, зокрема кластеризації, часто доводиться мати справу з даними, що описуються великою кількістю ознак. В умовах високої розмірності простору ознак підвищується рівень зашумленості даних та зростає складність обчислень. Внаслідок цього важче відшукати закономірності, присутні у даних. Тому на початку доцільно проводити зменшення розмірності простору ознак.

У роботі для розв'язання цієї задачі використано підхід, який передбачає перехід до нового простору меншої розмірності, ознаки в якому є комбінаціями початкових ознак. Такий підхід представляється більш доцільним, коли подальшим завданням є кластеризація.

Було створено програмне забезпечення «FeatureExtraction» для зменшення розмірності простору ознак, ядро якого склали методи:

- 1) головних компонент [1];
- 2) екстремального групування ознак, у двох варіантах (для різних критеріїв оптимальності) [1];
- 3) багатовимірного шкалювання [2].

Програмне забезпечення створено у середовищі Visual Studio 2012.

Тестування та практичну апробацію програмного забезпечення здійснено на реальних даних психологічного тестування пацієнтів. Більш природними з точки зору медичної інтерпретації виявилися нові ознаки, знайдені методом екстремального групування. Порівняння результатів кластеризації в просторах меншої розмірності, одержаних різними методами, є завдання подальшого дослідження.

1. **Айвазян С.А.** Классификация многомерных наблюдений / С.А. Айвазян, З.И. Бежаева, О.В. Староверов. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.

2. **Borg I.** Modern Multidimensional Scaling. Theory and Applications. / I. Borg, P.J.F. Groenen. – New York: Springer, 2005. – 614 p.

ПРОГРАММА **ralgb5** ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОВРАЖНЫХ ВЫПУКЛЫХ ФУНКЦИЙ

Стецюк П.И., stetsyukp@gmail.com

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

Введение. Субградиентные методы, в которых используется растяжение пространства в направлении разности двух последовательных субградиентов, предложены в [1, 2]. Они получили название r -алгоритмов (от русского слова "разность") и стали одним из центральных результатов докторской диссертации Н.З. Шора (1970). Программные реализации r -алгоритмов оказались вполне конкурентноспособны как по надежности так и по времени счета и точности результатов с наиболее эффективными методами решения гладких плохо обусловленных задач. Ускоренную сходимость r -алгоритмов при минимизации негладких выпуклых функций обеспечивает сочетание в них двух тесно связанных между собой идей.

Первая идея состоит в использовании процедуры наискорейшего спуска в направлении антисубградиента выпуклой функции в преобразованном пространстве переменных. Она гарантирует монотонность по значениям выпуклой функции для точек минимизирующей последовательности, которая конструируется r -алгоритмами. Если поиск минимума функции в направлении антисубградиента осуществляется приближенно, то тогда "монотонность" по минимизируемой функции заменяется на "почти монотонность". Вторая идея состоит в использовании операции растяжения пространства в направлении разности двух последовательных субградиентов, где второй субградиент вычислен в точке минимума функции по направлению первого антисубградиента. В результате этого растяжения уменьшаются поперечные составляющие субградиентов вдоль направления на точку минимума, что позволяет уменьшить степень "вытянутости" овражной функции в преобразованном пространстве переменных.

В статье опишем субградиентный метод **ralgb5**, который является одной из реализаций r -алгоритмов с адаптивной регулировкой шага в направлении нормированного антисубградиента в преобразованном пространстве переменных и постоянным коэффициентом растяжения пространства. Метод **ralgb5** реализован одноименной функцией на языке **octave** [3] и базируется на устойчивой B -форме r -алгоритмов, где B – невырожденная $n \times n$ -матрица. Его название связано с тем, что коррекция матрицы B и другие вычисления на каждой итерации метода требуют $5n^2$ арифметических операций умножения.

Статья содержит три раздела. В первом разделе описана вычислительная форма $r(\alpha)$ -алгоритмов и проанализированы ее свойства. Во втором разделе описаны $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивной регулировкой шага и имеющиеся его программные реализации. В третьем разделе описана **octave**-функция **ralgb5** и приведен ее код.

1. $r(\alpha)$ -алгоритм. Пусть $f(x)$ – выпуклая функция, где x – вектор из n переменных. Минимальное значение функции $f(x)$ будем обозначать $f^* = f(x^*)$, $x^* \in X^*$. Будем предполагать, что $f(x)$ имеет ограниченное множество минимумов X^* , т.е. выполняется условие $\lim_{\|x\| \rightarrow \infty} f(x) = +\infty$. Это условие обеспечивает корректность регулировки шага в r -алгоритмах. Обозначим α – коэффициент растяжения пространства, такой что $\alpha > 1$.

$r(\alpha)$ -Алгоритмом для минимизации $f(x)$ называется итеративная процедура нахождения последовательности n -мерных векторов $\{x_k\}_{k=0}^{\infty}$ и последовательности $n \times n$ -матриц $\{B_k\}_{k=0}^{\infty}$ по следующему правилу:

$$x_{k+1} = x_k - h_k B_k \xi_k, \quad B_{k+1} = B_k R_\beta(\eta_k), \quad k = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где

$$\xi_k = \frac{B_k^T g_f(x_k)}{\|B_k^T g_f(x_k)\|}, \quad h_k \geq h_k^* = \arg \min_{h \geq 0} f(x_k - h B_k \xi_k), \quad (2)$$

$$\eta_k = \frac{B_k^T r_k}{\|B_k^T r_k\|}, \quad r_k = g_f(x_{k+1}) - g_f(x_k), \quad \beta = \frac{1}{\alpha} < 1. \quad (3)$$

Здесь x_0 – стартовая точка; $B_0 = I_n$ – единичная $n \times n$ -матрица¹; h_k^* – величина шага из условия минимума функции $f(x)$ в направлении нормированного антисубградиента в преобразованном пространстве переменных; $R_\beta(\eta) = I_n + (\beta - 1)\eta\eta^T$ – оператор сжатия пространства субградиентов в нормированном направлении η с коэффициентом $\beta = \frac{1}{\alpha} < 1$; $g_f(x_k)$ и $g_f(x_{k+1})$ – субградиенты функции $f(x)$ в точках x_k и x_{k+1} . Если $g_f(x_k) = 0$, то $x_k = x^*$ и процесс (1)–(3) останавливается.

Комментарий. На каждой итерации r -алгоритмов реализуется субградиентный спуск для выпуклой функции $\varphi(y) = f(B_k y)$ в преобразованном пространстве переменных $y = A_k x$, где $A_k = B_k^{-1}$. На самом деле, если обе части формулы $x_{k+1} = x_k - h_k B_k \xi_k$ умножить слева на матрицу A_k , то получим

$$y_{k+1} = A_k x_{k+1} = A_k x_k - h_k \xi_k = y_k - h_k \frac{B_k^T g_f(x_k)}{\|B_k^T g_f(x_k)\|} = y_k - h_k \frac{g_\varphi(y_k)}{\|g_\varphi(y_k)\|}, \quad (4)$$

где вектор $g_\varphi(y_k) = B_k^T g_f(x_k)$ является субградиентом функции $\varphi(y) = f(B_k y)$ в точке $y_k = A_k x_k$ пространства переменных $y = A_k x$. Это легко видеть из того, что субградиент функции $f(x)$ в точке x_k удовлетворяет неравенству

$$f(x) \geq f(x_k) + (g_f(x_k))^T (x - x_k) \quad \forall x \in E^n,$$

откуда, осуществляя замену переменных $x = B_k y$, получаем

$$\varphi(y) \geq \varphi(y_k) + (B_k^T g_f(x_k))^T (y - y_k) = \varphi(y_k) + (g_\varphi(y_k))^T (y - y_k) \quad \forall y \in E^n.$$

¹ В качестве матрицы B_0 часто выбирают диагональную матрицу D_n с положительными коэффициентами по диагонали, с помощью которой осуществляется масштабирование переменных.

Если $h_k = h_k^*$, то формула (4) означает точный поиск минимума функции $\varphi(y) = f(B_k y)$ в направлении нормированного антисубградиента в преобразованном пространстве переменных $y = A_k x$, а если $h_k \approx h_k^*$, то – приближенный поиск. Если функция $f(x)$ является недифференцируемой в точке x_k , то возможен случай $h_k = h_k^* = 0$, с которым связаны основные проблемы с условием останова r -алгоритмов для негладких функций.

Метод (1)–(3) называют B -формой r -алгоритмов; на каждой его итерации корректируется матрица, связанная с заменой переменных $x = By$. Итерация метода требует порядка $5n^2$ арифметических операций умножения, которые определяют вычислительную трудоемкость итерации (операции сложения учитывать не будем из-за их малого вклада в трудоемкость итерации). Из них $3n^2$ умножений требуется для вычисления векторов $B_k \xi_k$, $B_k^T g_f(x_k)$ и $B_k^T r_k$ (умножение матрицы на вектор), а $2n^2$ умножений требует одноранговый пересчет матрицы $B_{k+1} = B_k R_{\beta_k}(\eta_k)$. Действительно,

$$B_{k+1} = B_k R_{\beta_k}(\eta_k) = B_k(I_n + (\beta_k - 1)\eta_k \eta_k^T) = B_k + (\beta_k - 1)(B_k \eta_k) \eta_k^T,$$

откуда легко видеть, что вычисление вектора $\eta = B_k \eta_k$ требует n^2 умножений и столько же умножений требует построение одноранговой матрицы $\eta \eta_k^T$.

2. $r(\alpha)$ -Алгоритм с адаптивным шагом. Одним из эффективных зарекомендовал себя $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивной регулировкой шага. Это вариант r -алгоритмов, в котором величина шага h_k настраивается в процессе выполнения одномерного спуска в направлении нормированного антисубградиента в преобразованном пространстве переменных с помощью параметров h_0 , q_1 , n_h , q_2 . Здесь h_0 – величина начального шага (используется на 1-й итерации, на каждой последующей итерации эта величина уточняется); q_1 – коэффициент уменьшения шага ($q_1 \leq 1$), если условие завершения спуска по направлению выполняется за один шаг; q_2 –

коэффициент увеличения шага ($q_2 \geq 1$); натуральное число n_h задает число шагов одномерного спуска ($n_h > 1$), через каждые из которых шаг будет увеличиваться в q_2 раз.

Условие завершения спуска по направлению выполняется как только обнаружена точка x_{k+1} , для которой $(x_{k+1} - x_k)^T g_f(x_{k+1}) \geq 0$, и легко проверяется, так как в силу положительности шага равносильно выполнению неравенства $(B_k B_k^T g_f(x_k))^T g_f(x_{k+1}) \leq 0$. Последнее неравенство означает, что угол между двумя последовательными субградиентами в преобразованном пространстве переменных будет неострым. Действительно, его можно записать как неравенство $(B_k^T g_f(x_k))^T B_k^T g_f(x_{k+1}) \leq 0$, которое равносильно неравенству $(g_\varphi(y_k))^T g_\varphi(y_{k+1}) \leq 0$, где $g_\varphi(y_k) = B_k^T g_f(x_k)$ и $g_\varphi(y_{k+1}) = B_k^T g_f(x_{k+1})$ являются субградиентами функции $\varphi(y) = f(B_k y)$ в точках $y_k = A_k x_k$ и $y_{k+1} = A_k x_{k+1}$ преобразованного пространства переменных $y = A_k x$, где $A_k = B_k^{-1}$. Поскольку предполагается, что $\lim_{\|x\| \rightarrow \infty} f(x) = +\infty$, то после конечного числа шагов адаптивного спуска в направлении нормированного антисубградиента обязательно выполнится условие завершения спуска.

Итеративный процесс в $r(\alpha)$ -алгоритме с адаптивной регулировкой шага продолжается до выполнения некоторого критерия останова, где ключевую роль играют параметры ε_x и ε_g . Они определяют два условия останова: метод останавливается в точке x_{k+1} , если выполнено условие $\|x_{k+1} - x_k\| \leq \varepsilon_x$ (останов по аргументу); метод останавливается в точке x_{k+1} , если выполнено условие $\|g_f(x_{k+1})\| \leq \varepsilon_g$ (останов по норме субградиента, используется для гладких функций). Кроме них используются еще два условия останова метода: стандартный останов, если превышено максимальное количество итераций, и аварийный останов, который

сигнализирует о том, что либо функция $f(x)$ неограничена снизу, либо начальный шаг h_0 слишком мал и его требуется увеличить. И хотя $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивной регулировкой шага не гарантирует монотонного убывания функции, однако, как показали эксперименты, возрастание функции происходит достаточно редко. Подробные рекомендации по выбору коэффициента растяжения пространства и параметров адаптивной регулировки шага можно найти в [4], стр. 45–47. Суть их выбора состоит в том, чтобы адаптивный способ регулировки шага позволял увеличивать точность поиска минимума функции по направлению в процессе счета и при этом число шагов по направлению не должно превышать в среднем двух-трех на одну итерацию.

Если $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивной регулировкой шага применять для минимизации негладких функций, то рекомендуется следующий выбор параметров: $\alpha = 2 \div 4$, $h_0 = 1.0$, $q_1 = 1.0$, $q_2 = 1.1 \div 1.2$, $n_h = 2 \div 3$. Если известна априорная оценка расстояния от начальной точки x_0 до точки минимума x^* , то начальный шаг h_0 целесообразно выбирать порядка $\|x_0 - x^*\|$. При минимизации гладких функций рекомендуемые параметры такие же, за исключением q_1 ($q_1 = 0.8 \div 0.95$). Это обусловлено тем, что дополнительное измельчение шага способствует увеличению точности поиска минимума функции по направлению, что при минимизации гладких функций обеспечивает более быструю скорость сходимости. При таком выборе параметров, как правило, число спусков по направлению редко превосходит два, а за n шагов точность по функции улучшается в три-пять раз. Параметры останова $\varepsilon_x, \varepsilon_g \sim 10^{-6} \div 10^{-5}$ при минимизации выпуклой функции, даже существенно овражной структуры, обеспечивают нахождение точки x_r^* – приближения к точке x^* , для которого значение функции, достаточно близко к оптимальному: $\frac{f(x_r^*) - f^*}{|f^*| + 1} \sim 10^{-6} \div 10^{-5}$ – для негладких

и $\frac{f(x_r^*) - f^*}{|f^*| + 1} \sim 10^{-12} \div 10^{-10}$ – для гладких функций. Это подтверждается результатами многочисленных тестовых и реальных расчетов.

В настоящее время $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивной регулировкой шага и ее модификациями реализован рядом компьютерных программ на языках программирования Фортран, Си, C++, C# и octave. На основе различных модификаций метода (1)–(3) разработаны компьютерные программы **ralg** (Фортран, Си, C++), **ralgb4** (Фортран), **SolveOpt** (Фортран, Си). На основе B -формы, которая использует метод (1)–(3), построена компьютерная программа **ralgb5** (Фортран, octave, C++ и C#).

Исторически одной из первых была фортрановская программа **ralg** (автор Н.Г. Журбенко) для решения вычислительных задач на компьютерах БЭСМ-6 и ЕС-1040 [5]. В 70–80 гг. прошлого века программа **ralg** активно использовалась как сотрудниками и аспирантами Института кибернетики АН Украины, так и сотрудниками других организаций, которые сталкивались с задачами оптимизации негладких функций. В 90-ые годы программа **ralg** послужила основой для программной реализации фортрановской программы **ralgb4** (автор П.И. Стецюк), которая использует модификацию r -алгоритма из [6]. С помощью программы **ralg** А.В. Кунцевич разработал комплекс программ **SolveOpt** (языки Фортран и Си), где использована усложненная адаптивная регулировка шага и критерии останова $|x_{k+1}^i - x_k^i| \leq \delta_x |x_{k+1}^i|$ и $|f(x_{k+1}) - f(x_k)| \leq \delta_f |f(x_{k+1})|$ с заданными достаточно малыми δ_x и δ_f [7]. В конце прошлого – начале этого века программа **ralg** послужила основой для разработки компьютерных программ на языках программирования Си, C++ (авторы Н.Г. Журбенко и А.П. Лиховид).

В 2007-2008 гг. была разработана и протестирована фортрановская программа **ralgb5** (автор П.И. Стецюк), которая использует метод (1)–(3). Ее название связано с тем, что в основу программы положена B -форма r -алгоритма, которая требует $5n^2$ арифметических операций умножения на

каждой итерации. Фортрановский код программы **ralgb5** приведен на стр. 34–38 отчета [8], где программа использовалась при решении задач нелинейного программирования для нахождения оптимальных нагрузок энергоблоков тепловых электростанций при планировании почасового суточного графика потребления электрической энергии. В 2010 году программа **ralgb5** была переписана на язык octave, ее код приведен в [9], с. 384–385. Octave-программа **ralgb5** оказалась быстрее фортрановской программы, если речь шла о решении задач для тысячи и более переменных. Это было обусловлено тем, что библиотека BLAS для языка octave позволяет быстрее выполнять матрично-векторные операции в r -алгоритмах, чем это позволяет исполняемый код при оптимизирующих опциях компилятора Фортрана. В настоящее время программа **ralgb5** переведена А.П. Лиховидом на языки C++, C# и используется в программных имплементациях алгоритмов решения различного рода задач нелинейного программирования.

3. Octave-функция **ralgb5.** Программа **ralgb5** находит точку x_r^* – приближение к точке минимума выпуклой функции $f(x)$ от n переменных, которая для $r(\alpha)$ -алгоритма с адаптивным шагом определяется выбранными: стартовой точкой x_0 ; коэффициентом растяжения пространства α , параметрами адаптивной регулировки шага h_0 , n_h , q_1 и q_2 ; параметрами останова ε_g , ε_x и **maxitn**. Программа использует octave-функцию вида **function [f,g] = calcfg(x)**, которая вычисляет значение функции $f = f(x)$ и ее субградиента $g = g_f(x)$ в точке x . Имя функции вида **calcfg(x)** может быть произвольным, которое допускает синтаксис языка octave. Программа **ralgb5** использует следующие входные и выходные параметры.

```
% Входные параметры:
% calcfg -- имя функции вида calcfg(x) для вычисления f и g
% x -- начальная точка x0(1:n) (на выходе портится)
% alpha -- коэффициент растяжения пространства
% h0,nh,q1,q2 -- параметры адаптивной регулировки шага
% epsx,epsq,maxitn -- параметры останова
% Выходные параметры:
% xr -- найденная точка минимума функции xr(1:n)
% fr -- значение функции f в точке xr
% itn -- количество затраченных итераций
```



```
% ncalls -- количество вызовов функции calcfg
% istop -- код останова (2 = epsg, 3 = epsx, 4 = maxitn, 5 = error)
```

За точку x_r принимается такая точка итерационного процесса, реализующего $r(\alpha)$ -алгоритм с адаптивным шагом, в которой получено наименьшее (рекордное) значение функции $f_r = f(x_r)$. Она не обязательно будет совпадать с последней точкой итерационного процесса, а может быть получена при одномерном поиске минимума функции по направлению на какой-либо из предыдущих итераций процесса. Статус точки x_r определяется кодом останова **istop** на итерации **itn = k**:

1. останов произошел по условию $\|g_f(\tilde{x}_k)\| \leq \varepsilon_g$, где $\tilde{x}_k \in [x_k, x_{k+1}]$ (здесь $x_r = \tilde{x}_k$ и при малых ε_g функция $f(x)$ дифференцируема в рекордной точке x_r);
2. останов произошел по условию $\|x_{k+1} - x_k\| \leq \varepsilon_x$ ($x_r = x_{k+1}$, если $f(x_{k+1})$ меньше, чем значения функции в остальных точках итерационного процесса);
3. останов произошел по условию **itn > maxitn** (превышено максимальное количество итераций и близость точки x_r к оптимальной x^* можно оценить по отклонениям f_r от значений функции на последних итерациях);
4. останов произошел из-за того, что за **500** шагов по направлению не выполнено условие завершения спуска (этот останов считается аварийным).

Аварийный останов связан либо с тем, что функция $f(x)$ неограничена снизу, либо начальный шаг h_0 слишком мал и его требуется увеличить. Это может быть как из-за того, что для выпуклой функции $f(x)$ не выполняется условие $\lim_{\|x\| \rightarrow \infty} f(x) = +\infty$, так и из-за ошибок в программе вычисления значения функции и субградиента. Ошибка при вычислении функции менее

опасна (она влияет только на определение рекордной точки x_r), чем ошибка при вычислении компонент субградиента (градиента), который определяет выбор направления одномерного спуска. Аварийный останов из-за малости величины шага h_0 маловероятен, так как **500** шагов для спуска по направлению выбрано из тех соображений, чтобы для рекомендуемого минимального значения $q_2 = 1.1$ начальный шаг для очередной итерации мог максимально увеличиться в 10^6 раз, если $n_h = 3$, и в 10^{10} раз, если $n_h = 2$.

Программа **ralgb5** оформлена как octave-функция и ее код есть следующим:

```
# Octave-function ralgb5 for Shor's r-algorithm
function [xr,fr,itn,ncalls,istop] = ralgb5(calcfg,x,alpha,h0,q1, # row001
                                         q2,nh,epsg,epsx,maxitn);
itn = 0; hs = h0; B = eye(length(x)); xr = x; # row002
ncalls = 1; [fr,g0] = calcfg(xr); # row003
printf("itn %4d f %14.6e fr %14.6e ls %2d ncalls %4d\n", # row004
       itn, fr, fr, 0, ncalls);
if(norm(g0) < epsg) istop = 2; return; endif # row005
for (itn = 1:maxitn) # row006
    dx = B * (g1 = B' * g0)/norm(g1); # row007
    d = 1; ls = 0; ddx = 0; # row008
    while (d > 0) # row009
        x -= hs * dx; ddx += hs * norm(dx); # row010
        ncalls++; [f, g1] = calcfg(x); # row011
        if (f < fr) fr = f; xr = x; endif # row012
        if(norm(g1) < epsg) istop = 2; return; endif # row013
        ls++; (mod(ls,nh)==0) && (hs *= q2); # row014
        if(ls > 500) istop = 5; return; endif # row015
        d = dx' * g1; # row016
    endwhile # row017
    (ls == 1) && (hs *= q1); # row018
    printf("itn %4d f %14.6e fr %14.6e ls %2d ncalls %4d\n", # row019
          itn, f, fr, ls, ncalls);
    if(ddx < epsx) istop = 3; return; endif # row020
    xi = (dg = B' * (g1 - g0))/norm(dg); # row021
    B += (1 / alpha - 1) * B * xi * xi'; # row022
    g0 = g1; # row023
endfor # row024
istop = 4; # row025
endfunction # row026
```

Приведенный код состоит из **26** строк и большая часть из них содержит больше одного оператора языка **octave**. Функционально он полностью совпадает с кодом программы **ralgb5**, который приведен в [9], с. 384–385, и отличается от него только нумерацией строк и незначительным переформатированием текста.

Код octave-функції **ralgb5** реалізований по формулам методу (1)–(3) так що ітерационний процес виконується в циклі **for** (строки 6–24), де для k -ої ітерації субградієнт $g_f(x_k)$ запам'ятовується вектор-стовбцем **g0**, а субградієнт $g_f(x_{k+1})$ запам'ятовується вектор-стовбцем **g1**. Адаптивний спосіб регулювання кроку на ітерації реалізується строками 8–18 на основі внутрішнього циклу **while**, який закінчується як тільки виконується умова завершення спуску по напрямленню, обчисленному в строці 7. В циклі **while** оновлюються "рекордні" точка і значення функції (строка 12) і перевіряються два умови зупинки: зупинка по нормі градієнта ε_g (строка 13) і аварійний зупинка (строка 14). Строка 19 забезпечує друку на кожній ітерації її номера **itn**, значення функції **f**, рекордного значення функції **fr**, кількості кроків одномерного спуску на ітерації **ls** і повної кількості викликів програми для обчислення значень функції і її субградієнта **ncalls**. В строці 20 реалізується умова зупинки за аргументом, а в строках 21–23 реалізуються перерахунок матриці B і установка суградієнта **g0** для переходу до наступної ітерації. В строках 2–5 ініціалізуються величини, необхідні для старту основного циклу **for** по ітераціям (строка 6).

Простота і прозорість коду octave-функції **ralgb5** дозволяє на її основі легко розробляти оптимізаційні ядра на мовах **octave** і **MATLAB** для рішення обчислювальних завдань, які зводяться до проблем мінімізації негладких випуклих функцій або гладких випуклих функцій з опуклою структурою поверхні рівня. При використанні мови **MATLAB** в програмі **ralgb5** знадобляться модифікації деяких операторів мови **octave**, яких немає в **MATLAB**. В коді octave-функції **ralgb5** це стосується двох операторів з рядків 7 і 21. Якщо рядки 7 і 21 замінити на рядки

```
g1 = B' * g0; g1 = g1 / norm(g1); dx = B * g1; # row007a
dg = B' * (g1 - g0); xi = dg / norm(dg); # row021a
```

то модифицированный код функции **ralgb5** будет идентичен коду на языке **MATLAB**.

Заключение. Субградиентный метод **ralgb5** можно использовать при решении негладких задач из различных областей приложений. Так как гладкая функция с очень быстро изменяющимся градиентом близка по своим свойствам к негладкой функции, то он обладает ускоренной сходимостью при оптимизации овражных гладких функций. Octave-функцию **ralgb5** можно использовать как оптимизационное ядро при реализации на языке octave алгоритмов решения задач нелинейного программирования. На ее основе легко разрабатывать оптимизационные ядра на языке **MATLAB** для решения вычислительных задач, которые сводятся к проблемам минимизации негладких выпуклых функций или гладких выпуклых функций с овражной структурой поверхностей уровня.

Octave-функцию **ralgb5** легко переписать на языки Фортран и Си, используя библиотеку базовых подпрограмм линейной алгебры BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms) или библиотеку математических прикладных программ IntelR Math Kernel Library (IntelR MKL), которые оптимизированы под современные вычислительные машины. Это может позволить значительно ускорить методы для решения больших задач (тысяча и более переменных). Так, например, одну и ту же задачу с 1000 переменными программа **ralgb5** для GNU Octave версии 3.6.4 с использованием библиотеки BLAS решает в 2 раза быстрее, чем исполняемый оптимизируемый код компилятора Visual Studio C++ 2008 Express Edition без использования библиотеки BLAS. Эксперимент проводился на компьютере Pentium 3GHz в системе Windows7/32.

С помощью программы **ralgb5** можно находить достаточно точные приближения к точке минимума выпуклой функции. Если коэффициент растяжения пространства выбрать таким, чтобы он хорошо согласовывался с параметрами адаптивной регулировки шага в направлении нормированного антисубградиента в преобразованном пространстве переменных, то для

выполнения одних и тех же критериев останова можно значительно сократить количество итераций и количество вычислений значения функции и субградиента(градиента). Это зависит от конкретного вида минимизируемой функции, степени ее овражности и масштаба переменных.

Работа выполнена при поддержке НАНУ (проекты № 0116U004558 и № 0116U006078) и Volkswagen Foundation (грант № 90 306).

Список литературы

1. **Шор Н.З.** Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения: Автореф. дис. ... докт. физ-мат. наук. Киев, 1970. 44 с.
2. **Шор Н.З., Журбенко Н.Г.** Метод минимизации, использующий операцию растяжения пространства в направлении разности двух последовательных градиентов // Кибернетика. 1971. 3. С. 51–59.
3. Octave [Электронный ресурс] <http://www.octave.org>. – Режим доступа: свободный.
4. **Шор Н.З., Стеценко С.И.** Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация. Киев: Наук. думка, 1989. 208 с.
5. **Журбенко Н.Г., Марчук Т.В.** Алгоритм минимизации негладких функционалов / $r(\alpha)$ -алгоритм/. АН УССР, РФАП, 22, 1976 г.
6. **Шор Н.З., Стецюк П.И.** Использование модификации r -алгоритма для нахождения глобального минимума полиномиальных функций // Кибернетика и систем. анализ. 1997. 4. С. 28–49.
7. **Kappel F., Kuntsevich A.V.** An implementation of Shor's r -algorithm // Computational Optimization and Applications. 2000. Vol. 15, 2. P. 193–205.
8. Математические и программные средства моделирования и оптимизации динамической загрузки мощностей энергосистемы / П.И. Стецюк, А.П. Лиховид, Б.М. Чумаков, А.Ю. Видил, А.В. Пилиповский // Отчет о научно-исследовательской работе № гос. регистрации 0107U004963. – Киев: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, 2009. – 136 с. <http://www.incub.kiev.ua/file/d120-energy/Ot2009-2mb.pdf>
9. **Стецюк П.И.** Методы эллипсоидов и r -алгоритмы. – Кишинэу, Эврика, 2014. – 488 с.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПОНОВКИ НЕВЫПУКЛЫХ МНОГОГРАННИКОВ

Стоян Ю.Е., Панкратов А.В., Романова Т.Е.

*Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного ИАНУ,
valikodoc@mail.ru*

Рассматривается класс оптимизационных задач компоновки, которые имеют широкий спектр применения, например, в машиностроении, робототехнике, строительстве, в задачах современной биологии, логистике, минералогии, медицине, материаловедении, нанотехнологиях.

Задача оптимальной компоновки многогранников является NP-сложной, и, как следствие, методологии решения обычно используют эвристики (см., например, [1]). Некоторые исследователи предлагают подходы, основанные на математическом моделировании и оптимизационных процедурах (см., например, [2]). В данной работе рассматривается задача компоновки заданного набора произвольных, в общем случае, невыпуклых ϕ -многогранников, допускающих непрерывные вращения, в прямоугольный параллелепипед (контейнер) минимального объема с учетом минимально допустимых расстояний. Предлагается методология решения, основанная на математическом моделировании отношений между геометрическими объектами с помощью метода ϕ -функций (см., например, [3]), что позволяет сформулировать задачу упаковки в виде задачи нелинейного программирования. Однако, построенные ранее ϕ -функции даже для выпуклых многогранников достаточно сложны, что затрудняет использование NLP-solver'ов для поиска локальных экстремумов.

В этой связи с целью аналитического описания ограничений на минимально допустимые расстояния между невыпуклыми многогранниками, допускающими непрерывные повороты и трансляции, в данном исследовании используется класс псевдонормализованных квази- ϕ -функций [4]. Квази- ϕ -функции существенно проще, чем ϕ -функции для многогранников, однако за это приходится “платить” путем включения

дополнительных переменных. Свободные от радикалов псевдонормализованные квази- ϕ -функции позволяют представить задачу оптимальной упаковки невыпуклых многогранников в виде задачи нелинейного программирования, в которой область допустимых решений описывается одной системой неравенств с гладкими функциями, что позволяет использовать для ее решения современные NLP-solvers.

Однако на практике мы имеем дело с большим числом переменных и огромным числом неравенств, в результате чего поиск локально оптимального решения становится нереальной задачей. Для поиска «хороших» локально оптимальных решений за разумное время разработан оригинальный алгоритм, который использует развитие методологии, рассмотренный в работе [5] для задачи оптимальной упаковки выпуклых многогранников. Приводятся результаты численных экспериментов, демонстрирующие эффективность предложенной методологии по сравнению с существующими аналогами.

[1] На рисунке 1 приведено локально оптимальное размещение невыпуклых многогранников для трех тестовых примеров (benchmark instances).

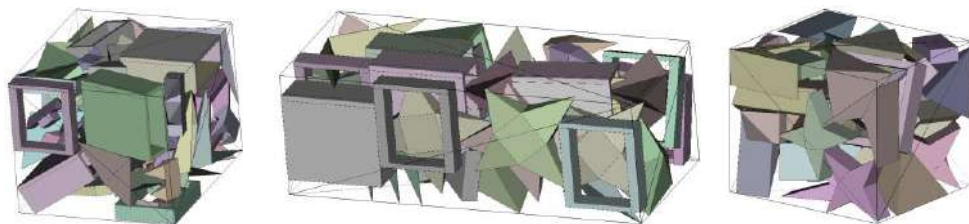


Рис. 1. Локально оптимальное размещение невыпуклых многогранников

Литература

1. Korte, A.C.J, Brouwers H.J.H.: Random packing of digitized particles. Powder Techn. 233, 319–324 (2013).
2. Fasano, G. A.: Global Optimization point of view for non-standard packing problems. J. Glob. Optim. 55(2), 279–299 (2013).
3. Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova, T.: Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Comput. Geom.: Theory and Appl. 43(5): 535–553 (2010).
4. Chernov, N., Stoyan, Y., Pankratov, A., Romanova, T.: Quasi- ϕ -functions and optimal packing of ellipses. Journal of Global Optimization, 2016, Volume 65, Issue 2, pp 283–307.
5. Pankratov A., Romanova T., Chugay A. Optimal packing of convex polytopes using quasi- ϕ -functions // Проблемы машиностроения. – 2015. – Т. 18, №2. – С. 55–65.

STATE-OF-THE-ART TECHNIQUES IN GEOMETRIC DESIGN

Stoyan Yu., Romanova T.

*A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the
National Academy of Sciences of Ukraine, tarom27@yahoo.com*

Within the field of geometric design layout problems have a wide spectrum of applications in materials science, nanotechnology, robotics, coding, pattern recognition systems, control systems, space apparatus control systems, as well as in the chemical industry, medicine, power engineering, mechanical engineering, shipbuilding, aircraft construction, space engineering, logistics etc. The interest in finding effective solutions for geometric design problems is growing rapidly. This is due to a large number of applications and an extreme complexity of methods used to handle many of them.

These problems are NP-hard, and, as a result, solution methodologies generally employ heuristics. Some researchers develop approaches based on mathematical modeling and general optimization procedures.

Our approach is based on mathematical modeling of relations between geometric objects and thus reducing the optimal layout problem to a nonlinear programming problem. We use special class of continuous functions (phi-functions, adjusted phi-functions, quasi-phi-functions, adjusted quasi-phi-functions) [1, 2] for an analytic description of relations between objects to be packed in a container taking into account their continuous rotations, translations and distance constraints.

We consider here a layout problem in the following setting. Let a collection of objects $T_i \subset R^d$, $i \in \{1, 2, \dots, n\} = I_n$, $d = 2, 3$, be given. And let Ω denote a container. Each of the sizes of Ω may be variable. We denote an objective function by F (e.g. an area, a volume or a metrical characteristic of Ω).

Optimal layout problem. Pack the collection of objects T_i , $i \in I_n$, into a given container Ω taking into account distance and behavior constraints, such that objective function F will reach its minimal value.

We construct mathematical model of the *optimal layout problem* in the form of nonlinear programming problem.

We propose an approach to get “good” local optimal solutions of our problem using a general strategy, which employs the following optimization procedures:

- Generation of a starting point from the feasible region of our problem. To this aim we employ the fast starting point algorithm, based on homothetic transformations of geometric objects.
- Search for a local minimum of the objective function F by means of the original algorithm (LOFRT-procedure). The procedure reduces our problem to a sequence of nonlinear subproblems of smaller dimension with considerably smaller number of nonlinear inequalities.
- Non-exhaustive search of local minima to get “good” local optimal solution of our problem.

We develop special solver for layout problems which uses the core representation of inequalities in a symbolic form and provides exact calculation of Jacobian and Hessian matrixes. The search for local minima of nonlinear programming problems is performed by IPOPT code (<https://projects.coin-or.org/Ipopt>).

To demonstrate high efficiency of our methodology we consider some practical layout problems for: 2D-objects (circles, polygons, ellipses, objects, bounded by line segments and circular arcs) into 2D-container (rectangle, circle, ellipse, polygon) of minimal sizes; 3D-objects (polyhedrons, spheres, ellipsoids, cylinders, cones and, so called, spherocylinders, spherocones) into a 3D-container (cuboid, sphere, ellipsoid, cylinder) of minimal sizes. We provide our new challenger examples and present computational results that compare favourably with those published elsewhere recently.

References

- [1] Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova, T.: Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. (2010) Computational Geometry: Theory and Application. 43(5): 535–553.
- [2] Stoyan, Y., Pankratov, A., Romanova, T.: Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses. (2016) Journal of Global Optimization. 65(2): 283–307.

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У БІЗНЕСІ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ РИНКУ ТА ОЦІНОК РИЗИКІВ

Строєва В.О., vikastroeva@ukr.net, Ситнік О.А., new.mannavard@gmail.com,

Дніпродзержинський державний технічний університет

На сьогоднішній день ситуація на економічному ринку стає все гострішою та починає вимагати від власників бізнесу нових ідей щодо подальшого розвитку своїх проєктів. Для того, щоб розвиватися необхідно використовувати нові математичні моделі оптимізованого налагодження виробництва, розподілу виробничих ресурсів, процесу купівлі-продажу, додаткового придбання сировини, застосування логістики, та ін. Використання ефективних алгоритмів реалізації таких математичних моделей сприятиме розвитку та стабільності бізнесу з урахуванням різноманітних ризиків. Математичне відтворення інформаційно-розрахункової системи, яка містить методологічну базу для підрахунку складних наукових та практичних завдань може бути представлена у вигляді математичної моделі інтелектуальної системи прийняття рішень.

Головною метою даної роботи є створення інформаційної системи, яка виконує оптимізацію роботи підприємства у динаміці попиту та пропозиції в умовах ймовірнісних ризиків. Зокрема, система дозволяє оптимізувати економічну модель закупівлі та продажу товарів у торгівельному представництві з урахуванням критеріїв ризиків і мінімізації збитків при надзвичайній ситуації на глобальному ринку товарів в умовах різноманітних економічних коливань.

Бібліографічні посилання

1. Корнеев В. В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. // – М.: Но-лидж, 2000. — 352 с.
2. Ситник В. Ф. Технологія автоматизованої обробки економічної інформації: Навч. посіб. // – К.: КНЕУ, 1998. — 200 с.
3. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання: Навч. посіб. // – К.: КНЕУ, 1998. — 232 с.

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ МЕТОДУ DBSCAN ТА ЙОГО МОДИФІКАЦІЙ

Тапчевська Н.О., Мацуга О.М.,

nataliya.tapchevskaya@gmail.com, molgan@ua.fm,

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

DBSCAN як щільнісний метод кластеризації просторових даних за наявності шуму був запропонований у 1996 році як розв'язок проблеми розбиття даних на кластери довільної форми. Основна ідея щільнісного підходу полягає в тому, що типова щільність в межах кожного кластеру значно вище, ніж поза межами кластера. Більш того, щільність в областях з шумом нижче, ніж щільність в будь-якому кластері.

Автори DBSCAN експериментально показали, що їх метод здатен розпізнавати кластери різної форми та запропонували евристичний підхід до завдання параметрів методу. При цьому методу не завжди вдається ефективно розпізнати вкладені кластери та кластери різної щільності. Але його модифікації OPTICS та EnDBSCAN справляються з цими проблемами. Крім того, OPTICS надає можливість візуально оцінювати кластерну структуру даних. Певним недоліком DBSCAN та його модифікацій є то, що вони досить чутливі до вибору параметрів.

З метою підтвердження цих висновків було створене програмне забезпечення, що реалізує ці методи і підтримує R*-дерева для зберігання та ефективного пошуку просторових об'єктів. Програму створено на мові C# у середовищі Microsoft Visual Studio 2012. Тестування програми було проведене на штучних даних, одержаних шляхом імітаційного моделювання. Результати тестування підтвердили справедливність зроблених вище висновків.

1. **Ankerst M.** OPTICS. Ordering Points To Identify the Clustering Structure / M. Ankerst, M. M. Breunig, H.-P. Kriegel, J. Sander // Proc. ACM SIGMOD'99 Int. Conf. on Management of Data. Philadelphia PA, 1999. P. 49 - 60.

2. **Ester M.** A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise / M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander, X. Xu. // Proc. 2nd Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining. Portland, OR, AAAI Press, 1996. P. 226 - 231.

3. **Roy S.** An Approach to Find Embedded Clusters Using Density Based Techniques / S. Roy, D. K. Bhattacharyya // Distributed Computing and Internet Technology, 2005; Lecture Notes in Computer Science. Vol. 3816. P. 523 - 535.

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ШИФРУВАННЯ У ІГРОВИХ ДОДАТКАХ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ

Тімашов М.Ю., Антоненко С.В.
mitim.ua@gmail.com

В усі часи людство не мало змоги жити без гри. Бо гра – це і розвиток, і тренування, і, авжеж, розвага. За всю історію нашого існування було засновано безліч ігор. Ними захоплювалися і царі, і інтелігенція, і звичайний люд.

Популяризація ігрових додатків призвела до того, що ця галузь була змушена розвиватися в бік захисту інформації та шифрування. Персональні дані гравців є одним з найпопулярніших привидів для атак зловмисників, бо бази даних ігрових додатків містять на диво багато інформації про користувача. Деякі додатки зберігають навіть адреси та дані кредитних карток гравця.

Метою даної роботи було розглянути алгоритми шифрування, що застосовуються в мобільних ігрових додатках. Потрібно було дослідити якість алгоритмів, а також реалізувати мобільний додаток, що використовує розглянуті криптографічні алгоритми для захисту персональних даних користувачів.

Існують симетричні та асиметричні методи шифрування даних. В симетричному шифруванні використовується один ключ як для шифрування, так і для розшифровки. В асиметричних методах використовуються два взаємозалежні ключі. Все, що зашифровано одним з цих ключів, може бути розшифровано лише другим ключом.

Найпопулярніші симетричні алгоритми: DES (Data Encryption Standard), 3-DES, FEAL, IDEA, Skipjack, RC2, RC4, RC5. Асиметричні методи шифрування: RSA (популярний алгоритм асиметричного шифрування, стійкість якого залежить від факторізації великих цілих чисел), ECC (використовує алгебраїчну систему, яка описується в термі-

нах точок еліптичних кривих, для реалізації асиметричного алгоритму шифрування).

Також, при створенні ігрових додатків часто використовуються хеш-функції для обміну даними у клієнт-серверній комунікації. Найчастіше з хеш-функцій використовується MD5. Вона забезпечує цілісність даних та вважається безпечною.

SSL – криптографічний протокол, що забезпечує конфіденційність обміну даними між клієнтом і сервером, що використовують TCP/IP, причому для шифрування використовується асиметричний алгоритм з відкритим ключем. При шифруванні з відкритим ключем використовуються два ключі, один з яких для шифрування, а інший для розшифрування. У такій ситуації можна отримувати захищені повідомлення, публікуючи відкритий ключ, і зберігаючи в таємниці секретний ключ.

Найбільш стабільними та якісними алгоритмами шифрування вважають симетричні алгоритми. Якість алгоритму шифрування залежить від двох складових: швидкість та криптоустойчивість. Швидкість залежить від розміру ключа та кількості раундів шифрування.

Під час виконання цієї роботи були вивчені основні методи захисту інформації. Розглянуто симетричні та асиметричні алгоритми шифрування. Була досліджена якість розглянутих алгоритмів. Розроблено ігровий мобільний додаток – мобільна реалізація гри «Ерудит». В ньому використаний асиметричний алгоритм шифрування RSA для обміну даними з сервером. Також, для захисту даних, що зберігаються на мобільному пристрої, використана хеш-функція MD5, для запобігання викрадення та заміни даних.

ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ, АРГУМЕНТОМ ЯКИХ Є РОЗБИТТЯ n -ЕЛЕМЕНТНОЇ МНОЖИНИ НА ПІДМНОЖИНИ З ПОВТОРЕННЯМИ ТА БЕЗ ПОВТОРЕНЬ

Тимофієва Н.К.

TymNad@gmail.com

МННЦ ITiC НАН та МОН України

Вступ. Розбиття n -елементної множини на підмножини є аргументом цільової функції в задачах розбиття, зокрема, в задачі кластеризації, класифікації, покриття об'єктами заданої поверхні тощо. Ця комбінаторна конфігурація в залежності від поставленої задачі може бути як скінченною так і нескінченною, як з повтореннями так і без повторень. В літературі ці властивості ґрунтовно не досліджувалися. Як аргумент цільової функції в задачах комбінаторної оптимізації вона достатньою мірою не вивчалися.

Основна частина. Для задачі кластеризації розбиття ρ^k утворюється із елементів скінченної множини. Тому для неї множина підмножин (кластерів) $\rho = (\rho_1, \dots, \rho_\eta)$ така, що $\rho_p \cap \rho_s = \emptyset$, $\rho_1 \cup \dots \cup \rho_\eta = A$, $p \neq l$, $\rho_p \neq \emptyset$, $p, s \in \{1, \dots, \eta\}$. Непуста підмножина $\rho_p = \{a_1, \dots, a_{\xi_p}\}$, $a_s \in A$, $s \in \{1, \dots, n\}$, може мати від 1 до n елементів ($\xi_p \in \{1, \dots, n\}$). Кількість підмножин ρ_p у розбитті ρ може бути від 1 до n ($\eta \in \{1, \dots, n\}$). Їхню множину позначимо Θ . Задача класифікації задається базовою нескінченною множиною $\tilde{A}$, в якій елементи $\tilde{a}_l$ для $l = \overline{1, n}$ задано, а для $l > n$ визначаються в процесі розв'язання задачі. З відомих елементів $\tilde{a}_r \in \tilde{A}$, $r = \overline{1, q''}$, утворюємо часткове розбиття множини $\tilde{A}$ на η підмножин (блоків) $\tilde{\rho} = (\tilde{\rho}_1, \dots, \tilde{\rho}_\eta)$, $q'' > n$ – кількість відомих елементів. Тоді множина підмножин $\tilde{\rho} = (\tilde{\rho}_1, \dots, \tilde{\rho}_\eta)$ має такі характеристики: $\tilde{\rho}_1 \cup \dots \cup \tilde{\rho}_\eta = \tilde{A}$, $\tilde{\rho}_p \cap \tilde{\rho}_s = \emptyset$ або $\tilde{\rho}_p \cap \tilde{\rho}_s \neq \emptyset$, $p \neq s$, $\tilde{\rho}_p \neq \emptyset$, $p, s \in \{1, \dots, \eta\}$. Непуста підмножина $\tilde{\rho}_p = \{\tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_{\xi_p}\}$ може мати від 1 до q^* елементів ($\xi_p \in \{1, \dots, q^*\}$), $\eta \in \{1, \dots, q''\}$, $q^* > q''$, $\tilde{a}_r = \tilde{a}_l$ або $\tilde{a}_r \neq \tilde{a}_l$, $\tilde{a}_r, \tilde{a}_l \in \rho_p$, $r, l \in \{1, \dots, \xi_p\}$. Тобто, в задачі класифікації розбиття n -

елементної множини на підмножини (аргумент цільової функції) – нескінченне та може бути як з повтореннями так і без повторень.

До задач розбиття відноситься і задача покриття об'єктами заданої поверхні. Змодельовавши її в рамках теорії комбінаторної оптимізації можна побачити, що аргументом цільової функції в ній є розбиття n -елементної множини на підмножини як з повтореннями так і без повторень.

Нехай задано поверхню з нанесеною на ній координатною сіткою. Послідовність комірок цієї сітки задамо упорядкованою множиною A . Елементи, які відповідають коміркам сітки, розміщені в A послідовно, починаючи з верхнього рядка сітки і до останнього, нижнього рядка. В цій задачі необхідно вибраними геометричними об'єктами оптимально покрити задану поверхню. Виділимо в ній такі підзадачі: а) поверхня покривається об'єктами так, щоб останні не перетиналися. б) поверхня покривається об'єктами так, щоб останні повністю її покривали. В цьому разі один і той же елемент із A може належати різним підмножинам (кластерам).

Для обох задач розбиття $\rho^k \in \Theta$ утворюється із елементів скінченної множини A . В першій задачі утворені кластери не перетинаються, тобто $\rho_p \cap \rho_l = \emptyset$. При цьому $\rho_1 \cup \dots \cup \rho_n = A$ у разі розв'язної задачі або $\rho_1 \cup \dots \cup \rho_n = A^*$, де $A^* \subset A$ – підмножина розподілених по кластерах елементів. У другій задачі утворені кластери перетинаються, тобто $\rho_p \cap \rho_l \neq \emptyset$. Необхідно мінімізувати площу вибраних об'єктів покриття так, щоб вони повністю покрили задану поверхню, а кількість однакових в одному кластері елементів була б мінімальною.

Висновок. Отже, розбиття $\rho^k \in \Theta$ (аргумент цільової функції) в залежності від умови задачі може бути як скінченним так і нескінченним., як з повтореннями так і без повторень.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ТА ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ПРИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОГРАМ

Тітова А.Ю., a.titova.wk@gmail.com,

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ

Під час діагностики онкологічних захворювань молочної залози (МЗ) на основі термографії проводиться кількісний та візуальний аналіз термограм. Для виявлення діагностичних ознак термограм розробляють та досліджують нові інформаційні системи діагностики, в тому числі, з використанням засобів нечіткої логіки. При вирішенні поставлених задач застосовується різноманітні методи побудови функцій належності [1, 2].

Розробка методу визначення виду та параметрів функції належності при формалізації характеристик термограм є метою дослідження.

Для досягнення поставленої мети слід розробити етапи побудови функцій належності нечіткої моделі аналізу термограм та оцінити адекватність вибору типу функцій належності та розрахунку їх параметрів.

Для вирішення задач дослідження необхідно виконати наступні етапи:

- оцінка експертами набору термограм, під час якої необхідно для кожної термограми обрати відповідні значення з терм-множин;
- розрахунок значень кількісних змінних для кожної термограми, що відповідають лінгвістичним змінним;
- формування вибірки значень кількісних даних для кожної терм-множини відповідної лінгвістичної змінної по набору термограм;
- побудова таблично-заданої функції належності для отриманої вибірки даних терм-множини методом потенціалів;
- апроксимація таблично-заданої функції належності терм-множини класичними функціями належності;
- оцінка точності апроксимації для кожного виду функцій належності.

Для терм-множини «перевищення граничних» різниці температур симетричних позицій результати розрахунку значень таблично-заданої функції належності методом потенціалів та апроксимація класичними

функціями належності зображені відповідно на рисунку 1.

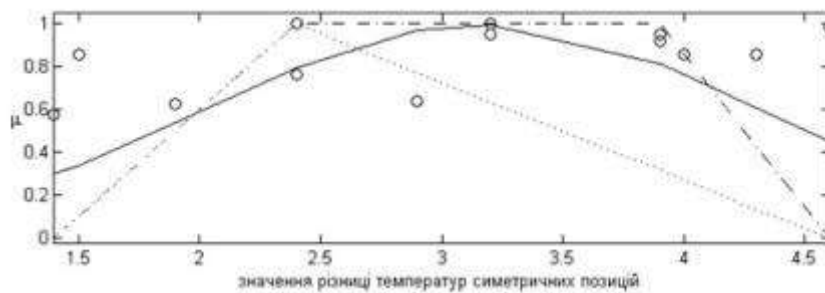


Рисунок 1. Функції належності нечіткої терм-множини «перевищення граничних»

На рис. 1. значення таблично-заданої функції належності нечіткої терм-множини відображені кільцями, трикутна – подвійним пунктиром, трапецієподібна – штрих пунктиром, симетрична функція Гауса – лінією.

Для оцінки точності апроксимації таблично-заданої функції належності обраними класичними функціями належності використовується критерій.

В якості функції належності терм-множин обирається та класична функція належності, для якої помилка апроксимації буде мінімальною.

Оцінка точності апроксимації для терму «перевищення граничних» була проведена на 51 термограмі. Значення критерію для трикутної, трапецієподібної та симетричної функції Гауса для терму дорівнюють відповідно 0,1005; 0,1157; 0,0723, тобто для даної терм-множини у якості функції належності обрана симетрична функція Гауса.

В ході дослідження розроблено метод визначення виду та параметрів функцій належності для формалізації лінгвістичних змінних нечіткої моделі аналізу термограм МЗ при діагностиці онкологічних захворювань. Метод поєднує експертні оцінки термограм, формування таблично-заданих функцій належності на основі методу потенціалів та їх апроксимацію класичними функціями належності, що дозволяє автоматизувати побудову функції належності.

Бібліографічні посилання.

1. Каїд В.А.А. Методи побудови функції належності нечітких множин. / В.А.А. Каїд. // Звістки Південного федерального університету. – 2013. – № 2 (139). – С. 144-153.
2. Мелькумова Е. М. Методи побудови функції належності нечіткій множині. // Вісник ВДУ. Серія: Системний аналіз та інформаційні технології. – 2009. – № 2. – С. 13-18.

ВЗАЄМОДІЯ ДВОШАРОВОЇ РІДКОЇ ПЛІВКИ З ГАЗОВИМ ПОТОКОМ

Тонкошкур І.С., tonkoshkuris@i.ua

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

В роботі розглядається задача про стаціонарну течію двох рідких плівок по плоскій поверхні. Припускається, що плівки є нерозчинними одна в іншій, а хімічні реакції відсутні. Вісь тіла розташована вертикально, а рідина стікає від його вершини вниз. На плівки діє сила ваги, а також зустрічний потік газу, спрямований вгору.

Для опису течії рідких плівок використовується модель в'язкої нестисливої рідини, яка базується на рівняннях руху і нерозривності

$$\rho(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \rho g,$$

$$\rho(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0.$$

На поверхнях розділу ставляться наступні крайові умови:

- 1) на поверхні твердого тіла (при $y = 0$) – умови «прилипання»

$$u = v = 0,$$

- 2) на міжфазній поверхні «рідина - рідина» (при $y = h_1$) – умови рівноваги сил і неперервності швидкостей

$$p_{n1} = p_{\sigma 1} + p_{n2}, \quad p_{\tau 1} = p_{\tau 2}, \quad u_{n1} = u_{n2}, \quad u_{\tau 1} = u_{\tau 2},$$

- 3) на міжфазній поверхні «рідина - газ» (при $y = h_1 + h_2$)

$$p_{n2} = p_{\sigma 2} + p_{nG}, \quad p_{\tau 2} = p_{\tau G}, \quad u_{n2} = u_{nG}, \quad u_{\tau 2} = u_{\tau G},$$

- 4) на зовнішній межі газового потоку – умова симетрії (або асимптотична умова)

$$\frac{\partial u_G}{\partial y} = 0 \quad \text{при } y = r$$

$$(u_G \rightarrow \bar{u}_G \quad \text{при } y \rightarrow r).$$

Тут h_1, h_2 – товщини першої і другої плівок відповідно, σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини, p_n и p_τ – нормальна і дотична компоненти тензора напруження на міжфазній поверхні, p_σ – капілярний тиск. Індeksi 1, 2 відповідають номеру рідкої плівки, G – газу. Для визначення компонентів тензора в'язких напружень τ_{ij} використовується степеневий реологічний закон.

Для спрощення вихідної системи диференціальних рівнянь застосовано метод малого параметру, за який вибрані відносні товщини плівок та газового шару: $\varepsilon = h/l$, $\varepsilon_G = r/l$, де l – характерний повздовжній розмір, h та r – характерні поперечні розміри в рідких плівках та в газовій фазі. Припускається, що виконуються наступні умови: $\varepsilon \ll 1$, $\varepsilon \text{Re}_i \ll 1$, $\varepsilon_G^2 \leq \varepsilon_G \text{Re}_G < 1$, де Re – число Рейнольдса, $i = 1, 2$. Розв'язок одержаної крайової задачі розшукується за допомогою метода збурень [1] за малими параметрами $\alpha = \bar{u}_1 / \bar{u}_G$ и $\beta = \theta_0 \text{Re}_1 / \text{Re}_G$ ($\theta_0 = \rho \bar{u}^2 / \rho_G \bar{u}_G^2$, $\bar{u}_1$, $\bar{u}_G$ – характерні значення швидкості для першої плівки та газу). При інтегруванні диференціальних рівнянь для газової фази використовується чисельний метод. Розв'язки спрощених задач одержані в аналітичному вигляді (для випадку $n=1$ наведені в [2]). Представлені результати розрахунків течій двошарової плівки по поверхні пластини.

Бібліографічні посилання

1. Бояджиев Х. Массоперенос в движущихся пленках жидкости / Х. Бояджиев, В. Бешков. – М., 1988.
2. Санто О.В. Математичне моделювання течій двошарової рідкої плівки по поверхні твердого тіла / О.В. Санто, І.С. Тонкошкур // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2014. – С. 200-206.

КРИТЕРІЙ χ^2 НЕЗАЛЕЖНОСТІ У СУКУПНОСТІ

Турчин В.М., vnturchyn@gmail.com

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

Маємо n незалежних спостережень (a_i, b_j, c_t) , $i = 1, 2, \dots, s$, $j = 1, 2, \dots, k$, $t = 1, 2, \dots, l$, випадкової величини $\varphi = (\xi, \eta, \zeta)$. Значення (a_i, b_j, c_t) випадкова величина $\varphi = (\xi, \eta, \zeta)$ набула v_{ijt} разів, $i = 1, 2, \dots, s$, $j = 1, 2, \dots, k$, $t = 1, 2, \dots, l$, $\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^l v_{ijt} = n$. Ані розподіл випадкової величини $\varphi = (\xi, \eta, \zeta)$

$$P\{\varphi = (a_i, b_j, c_t)\} = p_{ijt}, \quad i = 1, 2, \dots, s, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad t = 1, 2, \dots, l,$$

ані розподіли її компонент ξ, η, ζ

$$P\{\xi = a_i\} = p_{i..}, \quad i = 1, 2, \dots, s, \quad p_{i..} = \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^l p_{ijt},$$

$$P\{\eta = b_j\} = p_{.j.}, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad p_{.j.} = \sum_{i=1}^s \sum_{t=1}^l p_{ijt},$$

$$P\{\zeta = c_t\} = p_{..t}, \quad t = 1, 2, \dots, l, \quad p_{..t} = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k p_{ijt}$$

невідомі.

Відносно розподілу випадкової величини $\varphi = (\xi, \eta, \zeta)$ висувається гіпотеза

$$H_0: p_{ijt} = p_{i..} p_{.j.} p_{..t}, \quad i = 1, 2, \dots, s, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad t = 1, 2, \dots, l,$$

іншими словами, гіпотеза про незалежність випадкових величин ξ, η, ζ .

Для перевірки гіпотези H_0 можна скористатися критерієм χ^2 , коли гіпотетичний розподіл залежить від невідомих параметрів, а саме $p_{i..}$, $p_{.j.}$, $p_{..t}$, $i = 1, 2, \dots, s$, $j = 1, 2, \dots, k$, $t = 1, 2, \dots, l$, причому

$$\sum_{i=1}^s p_{i..} = 1, \quad \sum_{j=1}^k p_{.j.} = 1, \quad \sum_{t=1}^l p_{..t} = 1.$$

Оцінки максимальної правдоподібності невідомих параметрів $p_{i..}$, $p_{.j.}$, $p_{..t}$:

$$\hat{p}_{i..} = \frac{v_{i..}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^l v_{ijt}, \quad i = 1, 2, \dots, s,$$

$$\hat{p}_{\cdot j} = \frac{v_{\cdot j}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^s \sum_{t=1}^l v_{ijt}, \quad j = 1, 2, \dots, k,$$

$$\hat{p}_{\cdot t} = \frac{v_{\cdot t}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k v_{ijt}, \quad t = 1, 2, \dots, l.$$

Число параметрів, що оцінені за вибіркою, дорівнює $(s - 1) + (k - 1) + (l - 1) = s + k + l - 3$. Відхилення емпіричного розподілу від гіпотетичного з класу

$$p_{ijt} = p_{i \cdot} p_{\cdot j} p_{\cdot t}, \quad i = 1, 2, \dots, s, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad t = 1, 2, \dots, l,$$

дорівнює

$$\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k \sum_{t=1}^l \frac{(v_{ijt} - n \hat{p}_{i \cdot} \hat{p}_{\cdot j} \hat{p}_{\cdot t})^2}{n \hat{p}_{i \cdot} \hat{p}_{\cdot j} \hat{p}_{\cdot t}} = D_n.$$

За розбиття вибіркового простору випадкової величини $\varphi = (\xi, \eta, \zeta)$ розглядаються множини $X_i \times Y_j \times Z_t = (a_i, b_j, c_t)$, $i = 1, 2, \dots, s$, $j = 1, 2, \dots, k$, $t = 1, 2, \dots, l$.

Відхилення D_n емпіричного розподілу від гіпотетичного порівнюємо з верхньою α -межею χ^2 розподілу з числом ступенів вільності $skl - 1 - ((s - 1) + (k - 1) + (l - 1)) = skl - (s + k + l) + 2 = v$. Якщо значення D_n більше $\chi^2_{\alpha; v}$, то гіпотеза H_0 відхиляється, у супротивному разі – ні.

Бібліографічні посилання

1. **Турчин В.Н.** Теория вероятностей и математическая статистика / В.Н. Турчин. — Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского национального университета, 2008.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПУ ШКОЛИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ

Турчин Є.В., evgturchyn@gmail.com,

Громова К.О., biberal@mail.ru

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

Є дані про результати ЗНО з математики по Дніпропетровській області за 2014 рік у наступному вигляді – для кожної школи наведено тип школи (середня загальноосвітня школа, ліцей, гімназія, ...), кількість учнів з школи, що складала тест, і “гістограма” – процент учнів, для яких бал ЗНО з математики потрапив у проміжок $[100; 124)$, $[124; 136)$, $[136; 150)$, $[150; 162)$, $[162; 173)$, $[173; 183,5)$, $[183,5; 190)$, $[190; 195)$, $[195; 200)$, $[200; 200]$. Поставимо питання – чи можна класифікувати тип школи по результатам ЗНО?

Ми об’єднаємо типи шкіл “ліцей” і “гімназія” у один тип “елітний навчальний заклад”, а всі типи шкіл, відмінні від типів “елітний навчальний заклад” і “середня загальноосвітня школа”, вилучимо з нашої вибірки. Крім того, щоб уникнути сумнівних результатів, залишимо у нашій вибірці лише ті школи, в яких математику складало більше 10 чоловік. Перетворимо гістограму результатів ЗНО на гістограму з трьох стовпчиків: 1-й – відсоток дітей, бали яких попали в проміжок $[100; 150)$, 2-й – в проміжок $[150; 183,5)$, 3-й – в проміжок $[183,5; 200)$. Для класифікації будемо використовувати значення вектора (x_m, x_g) , де x_m і x_g – це процент учнів даної школи, що склали ЗНО на бали відповідно з проміжків $[150; 183,5)$ (“середні бали”) і $[183,5; 200)$ (“високі бали”).

Діаграма розсіювання для наших шкіл наведена на рис. 1 (по осі Ox відкладено відсоток учнів школи, що здали ЗНО на “середній” бал, а по осі Oy – відсоток учнів, що здали ЗНО на “високий” бал).

Для класифікації шкіл використаємо лінійний дискримінантний аналіз і пакет Statistica. Результати класифікації тестової вибірки наведені у табл.1 (ми використали скорочення “СЗОШ” для середніх загальноосвітніх шкіл).

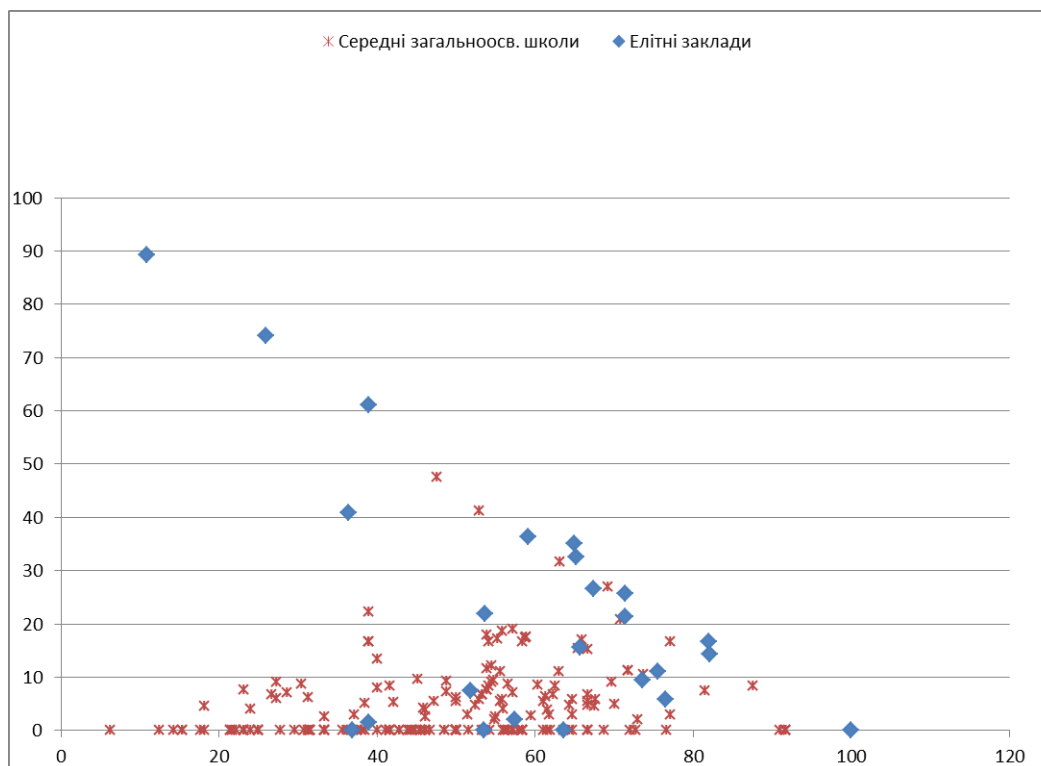


Рис. 1

Справжній тип школи	Класифіковано як		Процент вірно класифікованих
	Елітний заклад	СЗОШ	
Елітний заклад	2	4	33,33
СЗОШ	2	56	96,55

Табл. 1

Проінтерпретувати результати можна так: елітні заклади відокремлюються від середніх загальноосвітніх шкіл погано (за рахунок того, що є школи, дуже близькі до “середніх” і “поганих” по балам ЗНО елітних закладів), але середні загальноосвітні школи дуже добре відокремлюються від елітних закладів за рахунок того, що “типова” по балам ЗНО середня загальноосвітня школа досить сильно відрізняється по гістограмі балів від “середнього” елітного закладу.

Бібліографічні посилання

1. **Дронов С.В.** Многомерный статистический анализ / С.В. Дронов. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2003.

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МНОЖИНИ ВСІХ УПОРЯДКУВАНЬ ЗАДАНОЇ ДОВЖИНИ, ЩО ЗАДОВОЛЬНЯЮТЬ ЗАДАНИЙ УМОВІ

Турчина В.А., Ключник М.І., marina.kluchnik@gmail.com

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

Задано граф $G = \{V, U\}$, де $V = \{1, 2, \dots, n\}$ – множина вершин, а U – множина дуг. Граф $G = \{V, U\}$ служить математичною моделлю обмежень на порядок виконання робіт, при цьому V – це множина робіт, а U – множина технологічних обмежень. І задана необхідна довжина упорядкувань $l(S)$, тобто кількість непорожніх місць упорядкування S . Необхідно розмістити вершини графа на l місць так, щоб не порушувались технологічні обмеження, що задаються даним оргграфом, та побудувати всі такі розміщення. Це актуально як з теоретичної, так і з практичної точок зору, і в даній роботі наводиться алгоритм експоненціальної складності.

Алгоритм побудови всіх упорядкувань довжини l вершин оргграфа G :

1. Будуємо спеціальні упорядкування $\underline{S}$ та $\overline{S}$ [1]. Якщо $l < l_0$, де l_0 – довжина спеціальних упорядкувань $\underline{S}$ та $\overline{S}$.
2. Для кожної вершини графа G визначимо проміжок номерів місць $[k, m]$, на якому ця вершина може знаходитись в упорядкуванні:
 - 2.1. Якщо $l = l_0$, k дорівнює номеру місця вершини в упорядкуванні $\underline{S}$, а m дорівнює номеру місця в упорядкуванні $\overline{S}$.
 - 2.2. Якщо $l > l_0$, k дорівнює номеру місця вершини в упорядкуванні $\underline{S}$, а m дорівнює сумі номера місця в упорядкуванні $\overline{S}$ та різниці $(l - l_0)$.
3. У порожнє упорядкування S_0 на відповідні місця додаємо вершини для яких $k = m$, якщо такі є, тобто якщо $l = l_0$. Помічаємо ці вершини як використані.
4. Будуємо дерево перебору варіантів упорядкувань:
 - 4.1. У якості кореня беремо упорядкування S_0 .

- 4.2. Серед невикористаних вершин обираємо таку вершину v_i , для якої різниця $(m - k)$ мінімальна.
- 4.3. До кожної гілки дерева додаємо листи, кількість яких дорівнює $(m - k + 1)$ (кожен лист відповідає деякій частині упорядкування), розташовуючи вершину v_i в кожному листі на одному фіксованому місці, так щоб всі місця з допустимого проміжка були використані.
- 4.4. Для кожного отриманого упорядкування перевіряємо чи не порушуються початкові умови. Якщо умови порушуються, це упорядкування видаляється з дерева варіантів.
- 4.5. Помічаємо вершину v_i як використану. Якщо ще використані не всі вершини, переходимо на крок 4.2. Інакше, ми отримали шукану множину упорядкувань.

Побудована множина всіх упорядкувань довжини l може використовуватись при аналізі алгоритмів для деяких оптимізаційних задач на графах, зокрема задачі побудови паралельного упорядкування вершин орграфа мінімальної ширини.

Бібліографічні посилання:

1. **Бурдюк В. Я.** Алгоритмы параллельного упорядочения / В. Я. Бурдюк, В. А. Турчина. – Д.: ДГУ, 1985. – 84с.

MATHEMATICAL MODELS AND ALGORITHMS OF SINGLE- AND MULTI-RESOURCE SERVICE SCHEDULING FOR IMPLEMENTATION IN MEDICAL CLINIC MANAGEMENT SOFTWARE

Turchina V.A., Frumkin S.V.

Scheduling component is a common part of medical clinic information management software (e.g., such software product categories as Practice Management Systems (PMS), Hospital Information Systems (HIS), Electronic Medical Records (EMR)). By this time most of the software products in the above mention categories have been long time on the market and are quite mature overall, however, very few of them have a complex scheduling functionality. Implementation of such functionality could represent a significant competitive advantage [1, 2].

The following scheduling problems were considered within the scope of this work:

Single-resource Scheduling

Single-resource schedule optimization problem corresponds to the following situation: a resource (e.g., clinician, equipment, room) currently has certain schedule for a day (e.a., certain configuration of open and booked time blocks). For any given incoming request for a service of the size = n he wants to expose open time intervals of size = n for booking (e.g., by patient) in priority sequence in such a way, that the highest priority will be assigned to the time interval which, being booked, will “improve” the schedule from the perspective of a certain objective function.

Multi-resource Scheduling

Multi-resource service scheduling problem corresponds to the following situation: a certain service is provided by (requires use of) more than one resource. The most generic situation could be described as follows:

- Clinic has M types of resources: $RT_1, \dots, RT_M$, required for the service.
- For each of those types the clinic has certain number of resources: $C(RT_1), \dots, C(RT_M)$.
- For each of those types the service requires certain number of resources: $S(RT_1) \leq C(RT_1), \dots, S(RT_M) \leq C(RT_M)$.
- For each resource within the clinic there is an array of daily schedules for the next D days (e.g., $D = 30$ or $D = 90$).
- The service takes certain amount of minutes, which corresponds to $TB(RT_1), \dots, TB(RT_M)$ time blocks for each resource type.

- Simplification: all the resources in the clinic have the same time block duration.
- Generalization: the resources for the service are required for different parts of the service duration in certain sequence.

It is necessary to find the date and time of the first (option: of the first n) synchronous open time intervals for the number of resources of the types required for the specified service $S(RT_1), \dots, S(RT_M)$.

Note: it is obvious, that this problem could be solved by the full search starting from the current date and going on through the next $D-1$ days. However, it seems that with the increase of the required resources number the performance of such search will quickly diminish. The idea is to find some improvements: of the search strategy; of the schedule data representation (e.g., introduction of some schedule data indexing); or both.

Mathematical models and algorithms were developed for various options of the both single- and multi-resource scheduling problems.

The work was performed within the framework of the Agreement of Cooperation between Dnepropetrovsk National University (Department of Computational Mathematics and Mathematical Cybernetics) and Medisol Software Corp. – Toronto, Canada based company specializing in software for healthcare information management (www.medisolsoft.com). Scheduling algorithms were then used by Medisol for implementation in the scheduling components as parts of its medical practice management software products MediClickTM and MediBookTM.

References

1. Online Scheduling and Appointment Booking Services. Marketing Research. Medisol Software Corp., 2009, 35p.
2. Clinic Management Systems. Marketing Research. Medisol Software Corp., 2009, 27p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА ГИНЗБУРГА

Удовенко¹ С.Г., Чалая² Л.Э., Лимаренко² Д.В.

larysa.chala@nure.ua

¹Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця,

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Одним из перспективных направлений в области интеллектуализации пользовательских интерфейсов информационных систем (ИС) в настоящее время является применение технологий, расширенных средствами автоматизированной разработки вебсайтов [1, 2]. В частности, вебсайт технического задания (ТЗ) на разработку информационной системы (ИС) должен содержать следующие разделы: краткое общее описание системы, ее эксплуатационное назначение, функциональное наполнение, описание терминов и определений, методы хранения и обработки данных, требования к производительности и надежности, детальное описание пользовательского интерфейса. Для автоматизации работы проектировщика с ТЗ целесообразно разработать алгоритм определения списка информационных элементов пользовательского интерфейса ИС (СИЭПИ) на основе анализа текста ТЗ. Для определения таких элементов необходимо выявить терминологические словосочетания из текста ТЗ с учетом контекста. Количественные оценки близости анализируемых словосочетаний находятся в диапазоне от 0 до 1 (при этом 0 соответствует полному отсутствию общих слов в контексте, а 1 – полному совпадению множеств слов контекста и их частот). Величину силы связи между словоформами также можно интерпретировать как величину, обратную расстоянию между словоформами в семантическом пространстве исследуемого текста ТЗ. Для определения информационных элементов интерфейса ИС предлагается использовать алгоритм Гинзбурга, позволяющий выявить терминологические словосочетания, которые принципиально не могут быть получены в рамках статических подходов анализа текста без учета контекста [3]. В докладе рассмотрены задачи поиска

связей между концептами ТЗ на проектирование ИС. Предлагаемый метод основан на модификации алгоритма Гинзбурга, который позволяет определить степень специфичности претендента на слово-связку в контексте леммы-понятия в рамках анализируемого текста ТЗ. Вводится понятие тройки элементов, используемых для реализации процедуры предварительного отбора наиболее представительных связок. При принятии решения о занесении связок в формируемое множество СИЭПИ учитывается порядок расположения в предложениях из текста ТЗ элементов тройки. Формализованы метрики, позволяющие оценить расстояние между элементами тройки, а также между концептами онтологической модели и элементами тройки. Предложена зависимость для вероятностного оценивания актуальности рассматриваемой тройки. Разработанный метод можно применять для поиска связей в анализируемом тексте ТЗ, в котором до этого не была определена ни одна связь. Кроме того, он предусматривает возможность задания списка концептов, для которых необходимо найти связь. Для реализации предложенного подхода был разработан программный модуль «Infel-Syst», который может эффективно использоваться для задач семантического анализа электронных текстов ТЗ и формирования множества связных концептов при автоматическом синтезе СИЭПИ.

Модуль поддерживает следующие функции: поиск в тексте ТЗ однословных концептов; поиск в тексте ТЗ многословных концептов; поиск связок для информационных элементов пользовательского интерфейса проектируемой ИС. Тестовое моделирование «Infel-Syst» проводилось для корпуса текстов ТЗ на проектирование информационных систем различного функционального назначения.

1. **Корончик Д.Н.** Пользовательские интерфейсы интеллектуальных систем / Д.Н. Корончик // NB: Кибернетика и программирование. – 2012. – № 1. – С.16-22
2. **Попов А.А.** Эргономика пользовательских интерфейсов в информационных системах / А.А. Попов // М. : РУСАЙНС, 2016. – 312 с.
3. **Гинзбург Е.Л.** Идиоглоссы: проблемы выявления и изучения контекста / Е. Л. Гинзбург // Доклады VI Международной конференции «Семантика языковых единиц». Т. I., М., 1998. – С. 26–28

ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Унтілов Д. Ю., untilovdmity@gmail.com, Антоненко С. В.

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

Віртуальна реальність – створений за допомогою технічних засобів, «новий» світ, що передається людині, у реальному часі, через її відчуття (зір, слух, дотик та ін.). Відмінність між технологією віртуальної реальності та звичайним комп'ютером полягає в тому, що технічні засоби віртуальної реальності впливають на всі п'ять відчуттів людини.

До технічних засобів віртуальної реальності належать: шоломи (окуляри) віртуальної реальності (HMD, head-mounted display), MotionParallax3D дисплеї, віртуальні ретинальні монітори, звукові багатоканальні системи, засоби імітації тактильних відчуттів, засоби керування (костюми, рукавички віртуальної реальності), а також засоби для взаємодії з інтерфейсами, близькими до реальних (рулі та педалі автомобіля, руків'я зброї та ін.), засоби підключення напряду до нервової системи, що передають сигнали безпосередньо нервовим закінченням або навіть до головного мозку людини.

На даний момент стрімкої популярності набувають шоломи віртуальної реальності (Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR, Google Cardboard та ін.), в зв'язку зі своєю доступністю відносно інших технологічних засобів. Вони знаходять широке застосування у різних областях, таких як: навчання (імітація керування літаком чи автомобілем), в тому числі, підготовка армії, перегляд відео, комп'ютерні ігри, проектування та програмне забезпечення для архітектурної візуалізації та ін.

Враховуючи вищевикладене, дана тема є досить актуальною. В подальшому планується розробка програмного додатку для архітектурної візуалізації з підтримкою віртуальної реальності. Цей додаток надаватиме можливість користувачам в режимі реального часу переглядати архітектурні

моделі, наприклад модель будинку, який замовляє клієнт у будівельної компанії.

Опис процесу роботи (англ. workflow) з програмним додатком приведено нижче:

- створення/відкриття файлу моделі в форматі, який підтримує Unity3D (Unity3D підтримує формати *.fbx, *.obj, *.dae, *.3ds, *.dxf);
- розміщення моделі в ігровому просторі;
- запуск додатку для безпосереднього огляду моделі (переміщення по моделі, як у комп'ютерних іграх, від першої особи).

Для реалізації даного проекту обрано наступні технології:

- ігровий движок Unity3D;
- SteamVR plugin, для розробки додатків віртуальної реальності за допомогою Unity3D та бібліотека OpenVR SDK;
- мова програмування C# та .NET Framework;
- шолом віртуальної реальності HTC Vive (рис. 1).



Рис. 1 – Шолом віртуальної реальності та контролери HTC Vive

HTC Vive має два вбудованих OLED-дисплеї з роздільною здатністю 2160x1200 пікселів, звуковий вихід для навушників, 2 контролери для взаємодії з інтерфейсом користувача, має 2 сенсорні датчики для відстеження положення шолома у просторі (повороти, переміщення та ін.).

О ЗАДАЧЕ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Урняева И.А., Гребенник И.В., Романова Т.Е., Шеховцов С.Б.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

inna.urniaieva@nure.ua

Задачи транспортной логистики являются актуальными как в научном, так и в прикладном аспектах. Важное место в задачах этого класса занимают задачи интермодальных контейнерных перевозок (intermodal container transportation, ICT), которые заключаются в эффективной организации перевозок грузов от отправителя к получателю с использованием нескольких видов транспорта (железнодорожный, автомобильный, морской) без дополнительной обработки грузов при перегрузке. В рамках ICT рассмотрим класс задач погрузки-транспортировки (loading-transportation problems, в дальнейшем LT-problems), которые заключаются в следующем. Имеется набор грузов, которые необходимо доставить из пункта отправления в пункт назначения, используя контейнеры заданных типоразмеров и стандартные платформы (железнодорожные, автомобильные) как средства доставки при соблюдении технологических ограничений. Задача LT включает в себя следующие взаимосвязанные оптимизационные подзадачи (рассматриваемые как последовательные этапы решения).

1. *Задача упаковки (Packing problem, PP).* Имеется набор грузов (объектов) произвольной пространственной формы с заданными весами и контейнер, имеющий форму параллелепипеда. Необходимо упаковать набор объектов в контейнеры с целью максимизации пространства заполнения контейнеров и веса упакованных предметов, при соблюдении дополнительных ограничений на размещение объектов в контейнере, в частности, ограничений поведения.

2. *Задача загрузки транспортного средства (Loading problem, LP).* Имеется набор контейнеров различных типоразмеров с упакованными в них грузами известного веса. Необходимо погрузить контейнеры на одинаковые

платформи (железнодорожные, автомобильные) в один (one-stacked) или два слоя (double-stacked), по одному или несколько контейнеров в одном слое, в зависимости от размеров контейнеров и платформы. При этом нужно минимизировать количество использованных платформ при ограничениях на вес контейнеров, погруженных на платформу, возможности их размещения на платформе и балансировку платформы с грузом.

3. *Задача построения расписания для перегрузочной площадки (Transshipment Yard Scheduling Problem, TYSP)*. Рассмотрим задачу построения расписания погрузки для грузовых поездов на перегрузочной площадке, которая ориентирована на контейнерную перегрузку между различными грузовыми поездами с помощью специального крана. Складская площадка (*Storage Area, SA*) для хранения контейнеров расположена рядом с железнодорожными путями. Необходимо построить расписание заездов грузовых поездов на перегрузочную площадку (*Transshipment Yard, TY*) и назначений их на железнодорожные пути с целью минимизации затрат на перегрузку контейнеров между поездами. При этом учитывается время появления поездов на станции, расстояние между ними, временное размещение грузов на *SA* и возвраты поездов при невозможности одновременного их пребывания на *TY*.

Подзадачи *PP*, *LP*, *TYSP* в задаче *LT* являются NP-сложными комбинаторными задачами, математические модели которых могут быть представлены в виде задач нелинейного программирования с непрерывными и дискретными переменными. Для моделирования и решения задачи *LT* используются методы геометрического проектирования, комбинаторной оптимизации и многофакторного оценивания [1]-[3].

Литература

1. N. Chernov, Y. Stoyan, T. Romanova. Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem//Computational Geometry:Theory and Applications,v.43:5(2010), pp. 535-553.
2. M.Boysen, F. Jaehn, E. Pesch. Scheduling Freight Trains in Rail-Rail Transshipment Yards. // Transportation Science, Vol. 45, No. 2, May 2011, pp. 199–211.
3. Oleksandr Lytvynenko, Oleksij Baranov, Remy Dupas, Igor Grebennik Three-dimensional one-to-one pickup and delivery routing problem with loading constraints // Information Systems, Logistics and Supply Chain Conference (ILS 2016), University of Bordeaux, June 1 – 4, 2016

РЕШЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ

Ус¹ С.А., Станина² О.Д.,

us-svetlana@yandex.ru, stanina@i.ua,

¹Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»

²Государственное ВУЗ «Украинский государственный химико-
технологический университет»

Рассматривается задач оптимального разбиения множеств, математическая постановка, которой была представлена в [1]. Для решения таких задач используется алгоритм, основанный на алгоритме решения задач ОРМ [2]. Такой алгоритм программно реализован и протестирован на следующих модельных задачах.

Модельная задача 1. Ресурс, потребляемый пятью предприятиями, непрерывно распределен в области: $\Omega = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$. Для каждого i -го предприятия, $i = \overline{1, 5}$, задана функция $c_i^I(x, y, \tau^I)$, описывающая стоимость транспортировки единицы сырья от источника ресурса с координатами (x, y) к i -му предприятию. Известна стоимость доставки продукции потребителями $c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II})$, количество ресурса $\rho(x, y)$ в каждой точке области. Полагается, что $\rho(x, y) = 1, \forall x \in \Omega$. Весь ресурс, находящийся в области Ω нужно разбить на зоны использования Ω_i i -м пунктом производства так, чтобы $\bigcup \Omega_i = \Omega$, $mes(\Omega_i \cap \Omega_j) = 0, i \neq j, i, j = \overline{1, N}$, причем мощность i -го предприятия, $i = \overline{1, 5}$, определяется суммарным количеством ресурса, относящегося к Ω_i области.

Требуется разбить область Ω в которой находится ресурс, на зоны использования Ω_i пятью предприятиями и определить объемы доставки готового продукта потребителям таким образом, чтобы минимизировать функционал суммарных затрат на производство и доставку продукции.

Результаты работы алгоритма представлены в виде таблиц (табл. 1, табл. 2). Здесь приведены данные о полученных местах размещения предприятий, их мощностях; местах размещения потребителей, спросе каждого из них на производимую продукцию, а также соответствующие объемы доставки готовой продукции от производителя к потребителю.

Таблица 1 – Решение модельной задачи 1

Центры				Перевозки	
				Потребители	
Размещаемые	Мощность	Фиксированные	Спрос	Первый	Второй
(0,78; 0,55)	0,27	(0,3; 0,5)	0,4	0	0,27
(0,12; 0,63)	0,15			0,11	0,04
(0,82; 0,74)	0,13	(0,7; 0,75)	0,6	0	0,13
(0,31; 0,51)	0,29			0,29	0
(0,47; 0,68)	0,16			0	0,16
Прямой функционал				0,78100	
Двойственный функционал				0,78095	

Таблица 2 - Решение модельной задачи 2

Центры				Перевозки				
				Производители				
Разме- щаемые	Мощность	Фикси- рованные	Спрос	1	2	3	4	5
(0,25; 0,62)	0,14	(0,8; 0,5)	0,04	0	0	0	0,04	0
		(0,7; 0,75)	0,05	0	0	0	0,05	0
(0,09; 0,59)	0,18	(0,79; 0,2)	0,07	0	0	0	0,07	0
		(0,6; 0,3)	0,08	0	0,06	0,02	0	0
(0,43; 0,56)	0,21	(0,7; 0,3)	0,09	0	0	0,07	0,02	0
		(0,5; 0,5)	0,1	0,1	0	0	0	0
(0,64; 0,52)	0,26	(0,3; 0,7)	0,16	0,04	0,12	0	0	0
		(0,8; 0,8)	0,14	0	0	0	0,08	0,06
(0,85; 0,64)	0,21	(0,9; 0,9)	0,15	0	0	0	0	0,15
		(0,6; 0,5)	0,12	0	0	0,12	0	0
Прямой функционал							1,15655	
Двойственный функционал							1,15653	

На рисунке 1 изображено разбиение области Ω , на зоны сбора сырья, для каждого из предприятий, обозначенных квадратами с соответствующими номерами $(r1,...,r5)$. А также места размещения потребителей, обозначенных точками с соответствующими номерами $(f1, f2)$ для задачи 1 и $(f1,...,f10)$ для задачи 2.

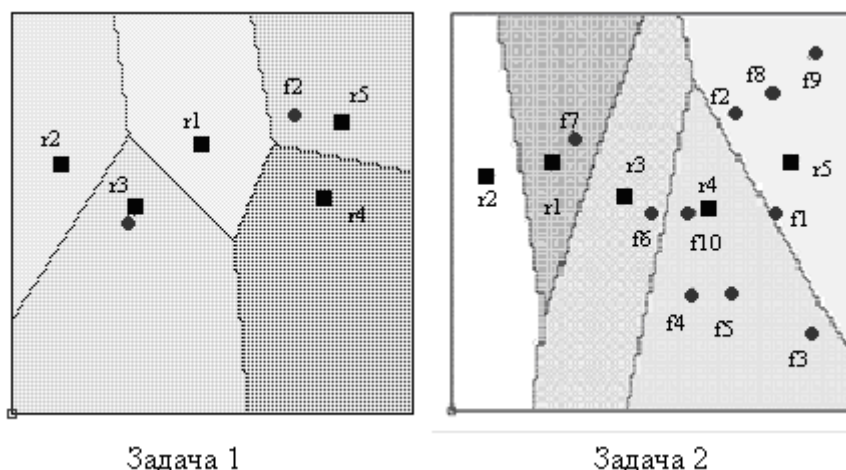


Рисунок 1 - Результат решения модельной задачи 1 и 2

Таким образом, при сравнении результатов решения модельных задач 1 и 2 можно увидеть влияние дополнительных связей на получаемый результат разбиения множества и размещения центров. Так, несмотря на одинаковое количество расставляемых центров (предприятий), увеличение количества фиксированных центров (потребителей) и, как следствие, увеличение транспортных затрат, в значительной мере (что естественно) увеличивают значение целевого функционала, однако при этом позволяют охватить большую долю рынка, что на практике может сыграть важную роль.

Литература

1. **Ус С.А.**, Задача оптимального разбиения множеств с дополнительными связями/ Ус С.А., Станина О.Д.// X міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MPZIS-2014)» 19–21 листопада 2014 р. Тези доповідей. Дніпропетровськ, Україна, с. 236-237

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

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ АЛГОРИТМУ «ШИНГЛІВ» НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАГІАТУ В УКРАЇНОМОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТАХ

Федів А. В., Яковина В.С., andfediv@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. На сьогоднішній день питання перевірки курсових проектів, дипломних робіт, звітів з практики чи навіть лабораторних на самостійність виконання та унікальність з поміж інших є як ніколи актуальним. Студенти мають доступ до чужих робіт, які є в наявності навіть у електронному варіанті, тобто формувати власноруч документ з самого початку не потрібно. В такому разі велика частина людей привласнює собі роботи інших.

Із низки доступних способів пошуку нечітких дублікатів було обрано алгоритм «шинглів» [1], оскільки піддаючи алгоритм незначним модифікаціям можна суттєво вплинути на результат [2-3].

Постановка задачі. Модифікації алгоритму «шинглів» представляють одні з найкращих результатів порівняння, тому було вирішено досліджувати покращення пошуку дублікатів саме цього алгоритму. Отож метою проекту є підвищити ефективність пошуку подібності українських технічних текстів шляхом встановлення зв'язку між параметрами алгоритму та ефективністю його роботи. Такими параметрами виступають довжина «шинглу», послідовність слів у «шинглі», фільтрація слів тощо.

Опис проведених експериментів. Для проведення дослідження було застосовано реалізований алгоритм «шинглів» на мові програмування C#. Для взаємодії з текстовими документами MS Office використано бібліотеку Microsoft.Office.Interop.Word.

Експериментам піддалась частина тексту з курсової роботи, яка змінювалась і порівнювалась з оригіналом.

Проведено дві серії експериментів по чотири порівняння кожна. Оцінювання ефективності порівняння здійснюється за такими параметрами:

кількість перестановок, довжина «шинглу», сортування слів, час порівняння та подібність. Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Статистичні дані ефективності пошуку дублікатів

Експеримент, №	Кількість перестановок	Довжина «шинглу»	Сортування слів	Час порівняння, мс	Подібність, %
1	1	10	Ні	3	92,31
2	1	10	Так	4	98,08
3	1	5	Ні	3	92,98
4	1	5	Так	3	98,25
5	4	15	Так	6	74,47
6	4	10	Так	4	75
7	4	5	Так	4	73,68
8	4	2	Так	4	81,67

Аналіз отриманих результатів. З першої серії найкращий результат при довжині «шинглу» 5 та при наявному сортуванні (експеримент №4). Ефективним з другої серії виявився експеримент №8 з довжиною «шинглу» 2. Як можемо бачити з експериментів №5 та №7, більша довжина «шинглу» дала якісніший пошук, проте гірший час.

Висновки. Досліджено вплив параметрів алгоритму «шинглів» на ефективність визначення плагіату в україномовних технічних текстах. При встановленні довжини «шинглу» 5 та сортуванні слів у ньому досягаються найкращі результати.

Бібліографічні посилання

1. **Broder A.** Syntactic clustering of the Web / A. Broder, S. Glassman, M. Manasse and G. Zweig // Proc. of the 6th International World Wide Web Conference, April 1997. – С. 4-5.
2. **Гриненко А. Ю.** Модифікація алгоритму пошуку нечітких дублікатів у текстах українською мовою / А. Ю. Гриненко, А. В. Петрашенко, Д. С. Замятін; НТУУ «КПІ», 2011. – С. 40-41.
3. **Яковина В. С.** Про можливість використання методів пошуку нечітких дублікатів для автоматизації перевірки тестових завдань / В. Яковина, Т. Смірнова, В. Смірнов; НУ «Львівська політехніка», 2012. – С. 335-338.

СИСТЕМА МАНЕВР-NEW ТА C++ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Фесюк О.В., Лиховид О.П., sasha.fesyuk@gmail.com,

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Для розв'язання задач знаходження оптимального завантаження енергоблоків при вторинному та третинному регулювання їх потужності для покриття планового графіка споживання електроенергії система Маневр-New використовує NEOS-сервер та оптимізаційні програми, які є на ньому. Для цього системою формується AMPL-код задачі та передається програмі NEOS-сервера, яка її розв'язує і повертає результат. Система опрацьовує отриманий розв'язок та видає результат у табличному і графічному вигляді. Більш детально з проблемами регулювання потужності енергоблоків можна ознайомитися в роботі [1], де також розглянуто задачу третинного регулювання потужностей Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України з врахуванням обмежень на маневреність енергоблоків і її розв'язання за допомогою системи Маневр-New, NEOS-сервера та програми Gurobi.

За допомогою NEOS-сервера задачі енергетики в масштабах ОЕС України розв'язуються досить швидко, проте іноді трапляються такі ситуації: програма є тимчасово недоступною; велика черга в очікуванні на запуск програми для розв'язання сервером, оновлення програмного забезпечення на сервері; програма перестала бути доступною через API інтерфейс сервера. Щоб не бути залежним від цих причин, а також мати можливість отримувати розв'язок для більш широкого класу задач, до системи Маневр-New було підключено програми, розроблені на мові програмування C++ для розв'язання задач знаходження оптимального навантаження енергетичних об'єктів з нелінійними функціями вартості, які детально описано в роботі [2].

В системі Маневр-New вибираються енергоблоки, які будуть використанні для покриття графіка навантаження енергосистеми. Оскільки в системі введено дійсний графік завантаження ОЕС України, а енергоблоків

може бути вибрано меншу кількість, ніж необхідно для його покриття, то система автоматично коригує графік навантаження відповідно до даних про мінімальне і максимальне навантаження енергоблоків, зберігаючи криву навантаження, чим автоматично забезпечує можливість виконання умов задачі і проведення тесту. Після вибору енергоблоків та типу задачі (опукла або неопукла) формується файл з параметрами енергоблоків та плановим навантаженням енергосистеми, який використовується відповідною програмою `convex` чи `nonconvex`, які запускається у системі функцією `exes()`. Після розв'язання задачі локальним комп'ютером формується файл зі значеннями навантаження енергоблоків та автоматичний звіт, який містить таблиці планового навантаження, вибраних енергоблоків, знайденого результату та гістограми для візуалізації завантаження енергоблоків в кожному періоді. При проведенні тестових розрахунків для 24 періодів і 40 енергоблоків час розв'язання складав менше 15 хв. на ПК з процесором AMD Athlon X2 Dual-Core QL 64x2 та ОС Ubuntu.

Використання розроблених C++ програм в системі Маневр-New дає можливість розв'язання нелінійних задач енергетики в межах ОЕС України при третинному регулювання потужності енергоблоків за допомогою ПК. Планується дослідити можливість використання в системі Маневр-New Octave-кодів та запуск програм на кластерному комплексі СКІТ-3 Інституту кібернетики для розв'язання задач вторинного регулювання потужності енергоблоків.

Робота виконана при підтримці НАН України (проекти № 0112U002251 та № 0116U006078).

Бібліографічні посилання

1. **О.В. Фесюк.** Оптимальне завантаження енергоблоків при третинному регулюванні їх потужності // Теорія оптимальних рішень. – Київ: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. – 2015. – С. 79–84.
2. **О.П. Лиховид, О.В. Фесюк.** Задачи нахождения оптимальных нагрузок энергетических объектов с нелинейными функциями стоимости // Теорія оптимальних рішень. – Київ: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. – 2014. – С. 84–90.

БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ УПАКОВКИ ЭЛЛИПСОВ

Хлуд О.М., hlud.olga@mail.ru, Панкратов А.В., Романова Т.Е.

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

Рассматривается задача оптимальной упаковки произвольных эллипсов, допускающих непрерывные вращения, в контейнере минимальной площади.

Методы решения задач упаковки эллипсов, предложенные в [1], [2] и [3], являются довольно ресурсоемкими, причем в общем случае размерность задачи и время решения растут экспоненциально с ростом числа размещаемых эллипсов.

В данной работе для аналитического описания основных ограничений размещения используются новые свободные от радикалов ϕ -функции для эллипсов, аппроксимированных дугами окружностей. Строится математическая модель задачи в виде задачи нелинейного программирования. Предлагается эффективный алгоритм, позволяющий получать допустимые упаковки эллипсов за значительно меньшее время, чем известные аналоги. Алгоритм, основанный на поиске стартовых точек из области допустимых решений, процедуре локальной оптимизации и методе мултистарта. Для построения стартовых точек используется основанный на гомотетических преобразованиях объектов алгоритм. Для поиска локальных минимумов применяется модификация LORFT процедуры, предложенной в статье [3] для решения задачи упаковки истинных эллипсов. Эта процедура позволяет свести решение задачи негладкой оптимизации с большим числом неравенств к решению последовательности задач нелинейного программирования со значительно меньшим числом нелинейных неравенств. Результат размещения аппроксимированных эллипсов объектов соответствует локальному минимуму задачи и является допустимой точкой для размещения истинных эллипсов. Для поиска лучшего решения применяется метод мултистарта.

На рисунке 1 приведено допустимое размещение набора 1000 эллипсов в прямоугольном контейнере, исходные данные о каждых 100 из которых заданы в примере TC100 из статьи [1].

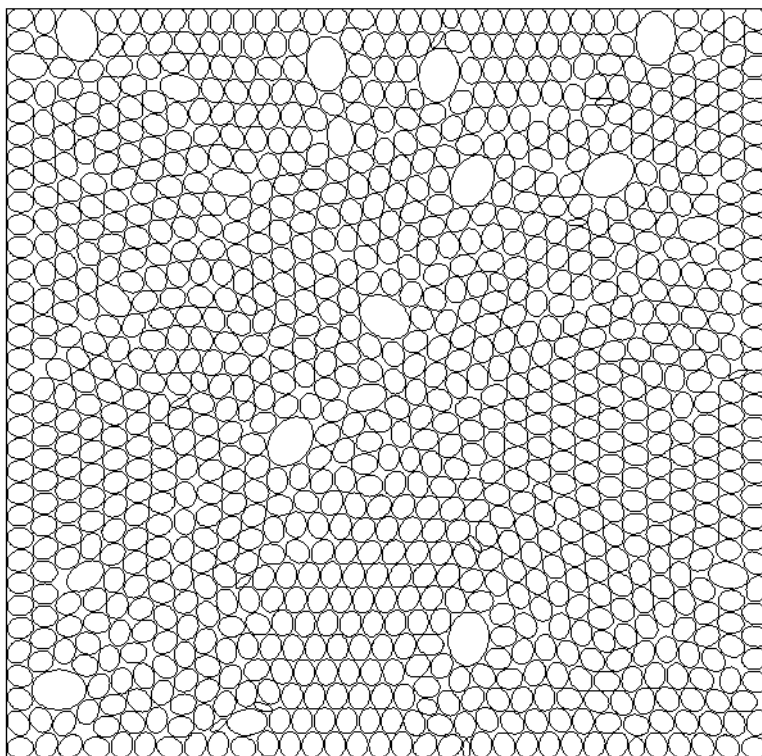


Рис. 1. – Вариант допустимого размещения эллипсов в прямоугольном контейнере для примера 3

Результаты сравнительных экспериментов подтверждают эффективность предложенного подхода, который требует значительно меньших вычислительных затрат, чем известные аналоги.

Список литературы:

1. Kallrath J. and Rebennack S. Cutting Ellipses from Area-Minimizing Rectangles. // Journal of Global Optimization. 2013. DOI10.1007/s10898-013-0125-3.
2. Birgin E.G., Lobato R. D., Martinez J. M. Packing ellipsoids by nonlinear optimization// Journal of Global Optimisation, (2016) 65, 709–743.
3. Stoyan Y, Pankratov A, Romanova T. Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses // Journal of Global Optimization. – Stoyan, Y., Pankratov, A., Romanova, T.: Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses. Journal of Global Optimization, 2016, Volume 65, Issue 2, pp 283–307. First Online: 24 July 2015, DOI: 10.1007/s10898-015-0331-2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ КРУГОВ И ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭЛЛИПСОВ В МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ

Хлуд О.М., Яськов Г.Н., yaskov@ukr.net

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

Задача размещения кругов и эллипсов возникает при разработке технологий аддитивного производства (3D-печати) [1]. Мы рассмотрим задачу размещения максимального числа кругов и ориентированных эллипсов в заданной области, являющейся объединением конечного числа непересекающихся выпуклых многоугольников.

Пусть имеется K групп объектов. Объектами могут быть круги с радиусами $\hat{r}_k$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$, или эллипсы с полуосями $\hat{a}_k, \hat{b}_k$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$. Каждая группа состоит из $\bar{L}_k$, $k = 1, 2, \dots, K$, конгруэнтных объектов. Таким образом, общее число размещаемых объектов $\bar{L} = \sum_{k=1}^K \bar{L}_k$. Обозначим объекты как C_i , $i = 1, 2, \dots, \bar{L}_1, \bar{L}_1 + 1, \dots, \bar{L}_1 + \bar{L}_2, \dots, \bar{L}$. Объекты C_i задаются следующим образом: $s_i = \hat{r}_1$, если C_1 – круг и $s_i = (\hat{a}_1, \hat{b}_1)$, если C_1 – эллипс, $i = 1, 2, \dots, \bar{L}_1$; $s_i = \hat{r}_2$, если C_2 – круг и $s_i = (\hat{a}_2, \hat{b}_2)$, если C_2 – эллипс, $i = \bar{L}_1 + 1, \bar{L}_1 + 2, \dots, \bar{L}_1 + \bar{L}_2$; и т.д., $s_i = \hat{r}_K$, если C_K – круг и $s_i = (\hat{a}_K, \hat{b}_K)$, если C_K – эллипс, $i = \bar{L} - \bar{L}_K + 1, \bar{L} - \bar{L}_K + 2, \dots, \bar{L}$. Пусть $v_i = (x_i, y_i, \theta_i)$ – координаты центра и угол поворота объекта C_i , $i \in I_L = \{1, 2, \dots, \bar{L}\}$. Если C_i – круг, то $\theta_i = 0$, $i \in I_L$. Объект C_i , транслированный на вектор v_i и повернутый на угол θ_i , обозначается $C_i = (v_i, \theta_i)$. А vector $V = (v_1, \theta_1, v_2, \theta_2, \dots, v_n, \theta_n) \in \mathbf{R}^{3\bar{L}}$ определяет расположение всех объектов C_i , $i \in I_L$, в арифметическом Евклидовом двухмерном пространстве $\mathbf{R}^2$.

Пусть также задана область $C_0 = \bigcup_{q=1}^Q P_q$, $P_q \cap P_s = \emptyset$,

$p, q \in I_q = \{1, 2, \dots, Q\}, p < q$, где P_q – выпуклый многоугольник, который задается следующей системой неравенств:

$$\{A_{mq}x_1 + B_{mq}y_1 + C_{mq} \geq 0, m=1, 2, \dots, M_q\}.$$

Между каждой парой объектов $C_i, i, j \in I_L, i > j$, задано минимально допустимое расстояние d .

Из набора объектов $C_i, i \in I_L$, необходимо выбрать такой набор объектов, которые заполняют область C_0 с учетом минимально допустимого расстояния d с максимальной суммарной площадью.

Математическая модель задачи может быть сформулирована следующим образом:

$$\Psi^* = \max \Psi(v) = \max \sum_{i=1}^n \hat{a}_i \hat{b}_i t_i, V \in W \subset \mathbf{R}^{3n},$$

где $\hat{a}_i = \hat{b}_i = \hat{r}_i$, если C_i – круг;

$$t_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \Phi_i(v_i, \theta_i) \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$W = \{Y \in \mathbf{R}^{3n} : t_i t_j \Phi_{ij}(v_i, v_j, \theta_i, \theta_j) \geq d, i < j \in I_L\},$$

$\Phi_i(v_i, \theta_i)$ – Φ -функция объектов C_i и C_0 , $\Phi_{ij}(v_i, v_j, \theta_i, \theta_j)$ – нормализованная Φ -функция объектов C_i и $C_j, i < j \in I_L$ [2].

Список литературы:

- [1] M. Leary, L. Merli, F. Torti, M. Mazur, M. Brandt. Optimal topology for additive manufacture: A method for enabling additive manufacture of support-free optimal structures, Materials and Design, 2014, 63, p. 678–690.
- [2] Chernov, N., Stoyan, Y., Romanova, T.: Mathematical model and efficient algorithms for object packing problem. Comput. Geom.: Theory and Appl. **43**(5): 535–553 (2010).

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМИ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ WEB-КОНТЕНТУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Хмелик В.І., Кузенков О.О.

voronyu70@mail.ru, kuzenkov1986@mail.ru

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

У роботі розглядається методи підвищення ефективності реклами в соціальних мережах шляхом аналізу web-контенту.

Реклама завжди виступає головним інструментом просування продукції на ринку та призначена для збільшення кількості клієнтів, які в свою чергу збільшують кількість продажів.

На початковому етапі, через зміну інтересів і потреб соціального суспільства, змінюються методи подачі інформації [1]. Постійне зростання інвестицій і кількості видів реклами не завжди спонукає до збільшення її ефективності. Аналіз впливу реклами на рівень продажів і прибуток підприємства може бути проведений кількісним або якісним методом. Кількісний метод доцільно використовувати при експрес-аналізі ринку, а якісний на етапі встановлення впливу реклами на рівень продажів.

В роботі Ф. Г. Панкратова, Ю. К. Баженова, Т. К. Серєгиної [2], пропонується дослідження зміни товарообігу для визначення ефективності реклами за формулою:

$$E = (T \times H) / 100 - (I_1 + I_2), \quad (1)$$

де E - економічний ефект реклами, T - додатковий товарообіг під впливом реклами, H - торгова надбавка, I_1 - витрати на рекламу, I_2 - додаткові витрати при прирості товарообігу.

Таким чином, використання лише економічно-кількісних показників оцінки ефективності реклами призводить до того, що втрачається головна мета будь-якої маркетингової компанії - наблизитися до споживача.

Розглянувши основні напрямки та компоненти реклами, виділено такі проблеми їхнього функціонування:

1. ризики неправильного вибору цільової аудиторії;

2. управління репутацією в соціальних мережах не поліпшить ситуацію, якщо є недоліки в самій структурі управління компанією, якості товарів або послуг;
3. відсутність докладної стратегії розвитку компанії в соціальних мережах;
4. сприйняття аудиторією новин компанії як спам;
5. проблема формування якісної аудиторії.

Найчастіше при організації спільноти увага приділяється тільки кількості людей, що не вірно.

Правильне налаштування параметрів рекламної кампанії в соціальних мережах дає змогу мінімізувати вартість обраного ключового показника: показу, кліка, лайка або цільової дії (заявка, покупка). Важливу роль в цьому процесі відіграє класифікація користувачів. Найчастіше аудиторію ділять за статтю, віком, територіальною ознакою, інтересами тощо.

Прикладами успішної реклами в соціальних мережах є ігри, які досить легко адаптувати до цілей рекламної компанії з урахуванням сегментації споживачів, такий інструмент може бути інтегрований для будь-яких додатків.

У зв'язку з розвитком Інтернет технологій, як засобу просування, подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку нових показників ефективності реклами і вдосконалення існуючих методів її оцінки.

Бібліографічні посилання

1. Оганесян А. С, Оганесян И. С. Метод определения эффективности воздействия рекламного обращения // Маркетинг в России и за рубежом. 2007. № 5. С. 42-53.
2. Панкратов Ф. Г, Баженов Ю. К, Серегина Т. К, и другие. Рекламная деятельность. М., 2002. 280 с.

СПЛАЙН-МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОШІ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Худа Ж.В., Тонконог С. Є.

*Дніпродзержинський державний технічний університет
Одеський національний політехнічний університет*

Отримання точного аналітичного розв'язку граничних задач та задач Коші є досить складним. Тому широке застосування отримали наближені методи розв'язання таких задач. Питання побудови схем наближеного розв'язку задач з заданими початковими умовами, які мали б більш високу точність у порівнянні зі стандартними кусочно-поліноміальними схемами залишається актуальним.

Авторами розглянуто питання відшукування наближеного розв'язку задачі Коші для нормальної системи диференціальних рівнянь із змінними коефіцієнтами

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = p_{11}(t)x_1 + p_{12}(t)x_2 + q_1(t) \\ \frac{dx_2}{dt} = p_{21}(t)x_1 + p_{22}(t)x_2 + q_2(t) \end{cases}, \quad (1)$$

з початковими умовами

$$x_1(0) = x_1^0, \quad x_2(0) = x_2^0. \quad (2)$$

Для $x \in R_+$ коефіцієнти системи (1) – $p_{ij}(x)$, $q_i(x)$ ($i=1,2; j=1,2$), а також $x_1 = x_1(t)$, $x_2 = x_2(t)$ – двічі неперервно диференційовані функції,

Після застосування методу виключення змінної, за допомогою якого ця система зводиться до задачі Коші для лінійного диференціального рівняння другого порядку із змінними коефіцієнтами:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{dx_1}{dt} \left(-\frac{p'_{12}(t)}{p_{12}(t)} - p_{11}(t) - p_{22}(t) \right) + x_1 (p_{22}(t)p_{11}(t) - p_{12}(t)p_{21}(t) + \\ + \frac{p'_{12}(t)p_{11}(t) - p'_{11}(t)p_{12}(t)}{p_{12}}) = p_{12}(t)q_2(t) - p_{22}(t)q_1(t) + \frac{q'_1(t)p_{12}(t) - p'_{12}(t)q_1(t)}{p_{12}(t)} \end{aligned} \quad (3)$$

з початковими умовами

$$x_1(0) = x_1^0, \quad x'_1(0) = p_{11}(0)x_1^0 + p_{12}(0)x_2^0 + q_1(0). \quad (4)$$

Введемо заміну

$$-\frac{p'_{12}(t)}{p_{12}(t)} - p_{11}(t) - p_{22}(t) = p(t),$$

$$p_{22}(t)p_{11}(t) - p_{12}(t)p_{21}(t) + \frac{p'_{12}(t)p_{11}(t) - p'_{11}(t)p_{12}(t)}{p_{12}} = q(t),$$

$$p_{12}(t)q_2(t) - p_{22}(t)q_1(t) + \frac{q'_1(t)p_{12}(t) - p'_{12}(t)q_1(t)}{p_{12}(t)} = f(t),$$

$$x_1^0 = x_0, \quad p_{11}(0)x_1^0 + p_{12}(0)x_2^0 + q_1(0) = x'_0.$$

Після проведення заміни задача (3)-(4) набуває вигляду

$$x_1'' + p(x)x_1' + q(x)x_1 = f(x), \quad (5)$$

$$x_1(0) = x_0, \quad x_1'(0) = x'_0. \quad (6)$$

До задачі (5)-(6) застосовуємо раніше розроблену сплайн-схему. А саме: проводимо дискретизацію моделі (5)-(6). Параметри дискретної моделі визначені таким чином, що отриманий наближений розв'язок задачі (5)-(6) має більш високу точність в порівнянні з методами розв'язання подібних задач, які використовувалися раніше.

Розв'язок задачі (5) – (6) шукаємо у вигляді кубічного сплайна

$$S_3(x) = \sum_{i=-1}^{\infty} C_i B_3\left(\frac{x}{h} - i\right), \quad x \in [0, nh], \quad n \in N, \quad (7)$$

де $B_3\left(\frac{x}{h} - i\right)$ - нормований кубічний В-сплайн. При побудові дискретної моделі вимагатимемо, щоб сплайн (7) співпадав з точним розв'язком задачі (1)–(2) в точках рівномірного розбиття $\Delta = \{x_i | x_i = ih, h > 0, i = 0, 1, 2, \dots\}$.

Отримаємо дискретну модель

$$\begin{cases} S_3(0) = x_0, & S_3'(0) = x'_0 \\ J_i S_{3i}'' + P_i S_{3i}' + Q_i S_{3i} = F_i, & (i = \overline{1, N-1}) \end{cases} \quad (8)$$

Для підвищення ступеня адекватності наближеного розв'язку точному проведено ідентифікацію параметрів моделі (8). Для цього були використані відомі асимптотичні розвинення першої і другої похідних інтерполяційного кубічного сплайна у вузлах розбиття.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОИСКА АССОЦИАЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ WEKA

Чалая Л.Э., Кузнецов А. В., Кислая А. Г.

larysa.chala@nure.ua

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Важной задачей аффинитивного анализа является анализ рыночной корзины (market basket analysis), цель которого – обнаружить ассоциации между различными событиями, позволяющие найти ассоциативные правила для количественного описания взаимной связи между ними [1, 2]. В докладе приведены результаты анализа методов поиска ассоциативных правил с применением интерфейсов Explorer и Experimenter программной системы Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis). Методы тестировались на наборах данных из репозитория UCI [3]. Алгоритмы поиска ассоциативных правил предназначены для нахождения всех правил вида $a \rightarrow b$, где a и b – множества значений атрибутов базы данных. При этом поддержка и достоверность этих правил должны быть выше порогов минимальной поддержки и минимальной достоверности. Для исследования задачи поиска ассоциативных правил (для баз транзакций и баз данных) были рассмотрены базовые алгоритмы Apriori, Apriori Lite и FP-Growth, а также некоторые их модификации. Алгоритм Apriori уменьшает число всех возможных комбинаций с помощью свойства антимонотонности (если набор является частым, то все его поднаборы также являются частыми). Алгоритмы Apriori Lite являются модификацией Apriori и выполняются в два этапа. На первом этапе для формирования наиболее частых наборов позиций, удовлетворяющих порогу минимальной поддержки, используется поиск в ширину (breadth-first search, BFS). На втором этапе выполняется экстракция правил ассоциации из дерева BFS. Для построения каждого из уровней дерева BFS выполняется полное сканирование таблицы транзакций. При использовании алгоритма FP-Growth вместо генерации наборов-кандидатов строится компактное представление базы данных в виде структуры данных

FP-деревя, а затем частые наборы извлекаются из этой структуры. Повысить эффективность поиска ассоциативных правил можно путем сокращения необходимого числа сканирований базы данных транзакций. Одним из таких методов является алгоритм разделения, который требует всего два прохода по набору данных. При этом весь набор данных разделяется на N непересекающихся подмножеств. На первом сканировании алгоритм считывает каждое подмножество и обнаруживает локальные предметные наборы, которые для него являются популярными. На втором сканировании алгоритм вычисляет поддержку всех локальных популярных предметных наборов относительно всего набора данных, определяя множество всех потенциальных ассоциативных правил. Еще одним способом сокращения числа сканирований является сэмплинг. С его помощью производится отбор случайной выборки R исходной базы данных транзакций, после чего поиск популярных наборов осуществляется на этой выборке. Для экспериментального анализа описанных алгоритмов (при разных пороговых значениях минимальной поддержки и минимальной достоверности) были использованы 12 UCI-выборок. Наилучшее быстроедействие показал для всех выборок гибридный алгоритм «FP-Growth-сэмплинг». В рамках Apriori Lite каждое правило ассоциации ограничено одной ведущей позицией и одной зависимой позицией. Это ограничение снимает необходимость множественных сканирований базы данных. Поэтому Apriori Lite тоже показал высокое быстроедействие, но в определенных сценариях был менее точен. Правила, полученные алгоритмами, различались в зависимости от размера и вида выборок: на маленьких выборках «FP-Growth-сэмплинг» был предпочтительнее, чем Apriori Lite, а на больших выборках, которые характерны для классической задачи анализа рыночной корзины, алгоритмы показали практически одинаковый результат.

1. **Зайко Т. А.** Ассоциативные правила в интеллектуальном анализе данных / Т.А. Зайко, А. А. Олейник, С. А. Субботин // Вестник НТУ «ХПИ». – 2013. – № 39 (1012).
2. **Shin Y. C.** Intelligent systems: modeling, optimization, and control / C. Y. Shin, C. Xu. – Boca Ration: CRC Press, 2009. – 456 p.
3. <http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>.

ПРОБЛЕМИ ТЕСТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ЖОРСТКОГО РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Чопей Р.С., chopey.ratybor@gmail.com,

Федасюк Д.В., fedasyuk@lp.edu.ua,

Національний університет «Львівська політехніка»

Вбудована система реального часу є окремим підкласом вбудованих систем, що поєднують у собі апаратне та програмне забезпечення, а також додаткові електронні або механічні частини, які призначені для виконання обмеженої кількості функцій, з обмеженнями реального часу [1].

Вбудовані системи реального часу класифікуються за наслідками не виконання часових вимог (Рис.1):

- Системи жорсткого реального часу, для яких порушення часових вимог виконання призведе до відмови системи;
- Системи м'якого реального часу, для яких порушення часових вимог виконання призведе до зниження якості роботи системи;



Рис. 1 Приклади систем реального часу з часовими вимогами виконання функцій

Загалом визначення жорсткого реального часу нічого не говорить про абсолютне значення часу відгуку (виконання): це можуть бути, як мілісекунди так і тижні. Основною проблемою при тестуванні вбудованих системи жорсткого реального часу є гарантування того, що жорсткі терміни виконання завжди будуть виконанні. У роботі [3] запропоновано використовувати такі етапи тестування своєчасності виконання:

1. Тестування завдань, що передбачає статичний аналіз коду;
2. Тестування поведінки програми, яке полягає у моделюванні поведінки системи та моделюванні впливу зовнішнього середовища;

3. Тестування взаємодії між потоками для виявлення помилок при передачі управління між потоками;
4. Тестування системи, що проводиться на цільовій платформі.

При тестуванні своєчасності виконання виникає ряд проблем, зокрема:

- Виконання тестів, спостереження, та контроль за виконанням на цільовій платформі;
- Великий вхідний простір станів, на область значень яких накладається часовий вимір;
- Тестування своєчасності виконання, що є фактично тестуванням найгіршого випадку.

У роботі [2], автори зосередили увагу на проблемі великого простору станів вхідних значень, та виборі тестових сценаріїв комбінаторними методами. Однак використання комбінаторних методів для вибору тестових сценаріїв вимагає суттєвих затрат часу при регресійному тестуванні.

Для того, щоб зменшення затрати часу на генерування тестових сценаріїв, на всіх ітераціях розробки, чи в період між будь-якими змінами в коді та функціоналі програмного забезпечення, удосконалено існуючий підхід, шляхом використання нейронних мереж. Плюсами використання нейронних мереж є адаптованість та можливість самонавчання. Саме ці якості забезпечили зменшення витрат часу на автоматизоване генерування тестових сценаріїв, при тестуванні своєчасності виконання, вбудованими системами жорсткого реального часу.

Список літератури

1. **Barr M.** Programming Embedded Systems, 2nd Edition / M. Barr, A. Massa., 2006. – 336 с. – (O'Reilly Media).
2. **Lindstrom B.** Six Issues in Testing Event-Triggered Systems [Електронний ресурс] / B. Lindstrom, R. Nilsson // University of Skövde. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2405/FULLTEXT01>.
3. **Pressman R.** SOFTWARE ENGINEERING: A PRACTITIONER'S APPROACH / Roger Pressman., 2010. – 930 с. – (McGraw-Hill).

ПРО ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОБРОБКИ ДАНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОХІМІЧ- НОГО МОНІТОРИНГУ

Чорна А. О., anastasiyachorna@mail.ru,

Луценко О. П., lutsenkoop@yandex.ua

Байбуз О. Г., obaybuz@inbox.ru

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

При дослідженні випадкових процесів задачі виявлення раптових змін досліджуваного процесу виникають при різкому впливі, наприклад при екологічній катастрофі, на навколишнє середовище, при якому можлива швидка зміна контрольованих фізичних і хімічних показників – розладнання [1]. При обробці наукових спостережень, використовуючи методи виявлення розладнання, можливе раннє виявлення відхилень, локалізація джерел збурень і, як наслідок, своєчасне попередження наслідків цих збурень.

Дані, розглядаються в рамках даного дослідження, а саме – гіdroхімічний склад вод районів з підвищеним технологічним навантаженням, зокрема дані хімічних показників складу води річки Саксагань та хвостосховища Північного гірничо-збагачуваного комбінату – відносяться до класу нестационарних випадкових процесів з множинними (повторюваними) розладнаннями. При цьому характер спостережуваної при розладнанні зміні статистичних характеристик відрізняється, і статистичні характеристики процесу після розладнання невідомі. У зв'язку з таким характером досліджуваного процесу, для подальшого дослідження в більшій мірі підходять непараметричні методи, які зовсім не потребують інформації про розподіл процесу після розладнання, або методи з низькими вимогами до параметризації характеру розподілу після розладнання.

Для вирішення завдання представляється доцільним використання як послідовних методів виявлення розладнання, так і алгоритмів апостеріорного класу. Послідовні методи повинні забезпечити обробку новітніх даних, що надходять, в той час як апостеріорні – слугувати для побудови основної вибірки точок розладнання на вже існуючих даних у минулому, а також, при

наявності можливості одночасного застосування обох класів методів до однієї і тієї ж вибірки, бути контрольними методами.

З урахуванням висунутих вимог, оптимальним представляється вибір для дослідження алгоритмів: з послідовних алгоритм кумулятивних сум, експоненціального згладжування, Гіршіка-Рубіна-Ширяєва [1] і Дарховського-Бродського з пам'яттю, апостеріорні алгоритми Бродського-Дарховського та з використанням статистики Манна-Уїтні [2].

Дані, отримані на ранніх етапах дослідження з використанням обраних методів, підтверджують доцільність продовження дослідження (приклад результату наведений на рисунку 1). Напрями подальшого дослідження: вибір і обґрунтування критеріїв ефективності виявлення розладнання для предметної галузі обробки геохімічних спостережень; вибір оптимального налаштування методів; дослідження можливостей модифікації методів та перетворень досліджуваного часового ряду з метою кращого адаптування методів до виявлення необхідного класу розладнань.

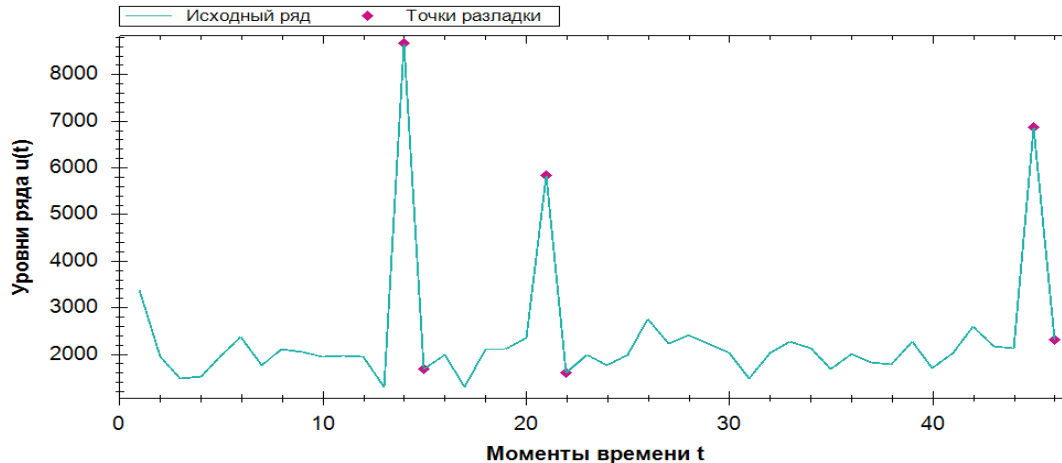


Рисунок 1 – Виявлення розладнань на даних р. Саксагань

Список літератури

1. Никифоров И. В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов / И. В. Никифоров // М.: Наука, 1983.— 199 с.
2. Brodsky B. E. Nonparametric Methods in Change-Point Problems / B. E. Brodsky , B. S. Darkhovsky // Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993.— 209 p.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПАКОВКИ ВЫПУКЛЫХ МНОГОГРАННИКОВ

Чугай А.М., chugay@ipmach.kharkov.ua,

Стоян Ю.Е., valikodoc@mail.ru,

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАНУ

В работе рассматривается оптимизационная задача упаковки выпуклых неориентированных многогранников в параллелепипед минимального объема.

Для решения данной задачи могут быть использованы разные подходы. Так, в статье [1] эта задача решалась с помощью квази-Ф-функций.

В данной работе для построения математической модели используется Ф-функция для двух выпуклых неориентированных многогранников, предложенная в работе [2].

Построенная математическая модель позволила использовать современные методы нелинейной оптимизации на всех этапах решения задачи, включая построение начальных точек, поиск локальных экстремумов и поиск приближений к глобальному экстремуму.

В работе используется идея о том, что многогранники допускают гомотетичные преобразования. Это позволило разработать новый способ получения начальных точек, который значительно упрощает процесс решения задачи и повышает качество полученных результатов.

Поскольку допустимая область задается большим количеством неравенств, то непосредственное применение методов нелинейной оптимизации приводит к значительным потерям вычислительного времени. Основываясь на том, что область допустимых решений представляется в виде объединения конечного числа подобластей, можно существенно сократить время поиска локального минимума, сведя решение задачи к решению последовательности подзадач, в которых область допустимых решений определяется значительно меньшим количеством неравенств.

Для уменьшения количества ограничений применяется специальный подход, который заключается в сведении решения задачи к решению последовательности оптимизационных подзадач нелинейного программирования. Преимущество предлагаемого подхода состоит не только в существенном сокращении числа ограничений, задающих допустимые области таких подзадач, но и, в значительном уменьшении их размерности.

Для поиска приближения к глобальному оптимуму в работе используется метод перехода к лучшему локальному минимуму, ключевая идея которого заключается в следующем. В точке локального минимума определяется две группы многогранников: 1) многогранники, “вокруг” которых существует неиспользуемое пространство, а значит на место этих многогранников можно установить многогранники, имеющие больший объем; 2) многогранники, в окрестности которых образовалось “очень плотное” заполнение области размещения, которое не позволяет уменьшить объём. Выделение таких многогранников позволяет специальным образом выполнить перестановку разных по объему многогранников. Осуществляемая таким образом перестановка многогранников позволяет получать точки, которые попадают в “зону притяжения” лучшего локального минимума задачи.

Разработанный подход может быть использован для решения других оптимизационных задач упаковки, в частности для решения задач упаковки невыпуклых многогранников.

Численные результаты показали эффективность предложенного подхода.

Литература

1. **Pankratov A.V.** Optimal packing of convex polytopes using quasi-phi-functions / A.V.Pankratov, T.E. Romanova, A.M. Chugay // Проблемы машиностроения. – 2015. – Т. 18, №2. – С. 55–65
2. **Stoyan Y.** Mathematical modeling of the interaction of non-oriented convex polytopes / Stoyan Y. Chugay, A. // Cyber. and Syst. Anal. – 2012. – №48 (6). – 837–845.

АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Чунихин Д., chunikhin.denis@gmail.com

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

Многие свойства реальных объектов определяются эффектом последствия, состоящего в том, что дальнейшее состояние объекта зависит не только от настоящего, но и от прошлого, т.е. от его предыстории. Моделировать такие процессы позволяют функционально-дифференциальные уравнения (ФДУ), называемые также уравнениями с запаздыванием или уравнениями с последствием. Системы с последствием получили значительные приложения в таких областях, как, например, механика и техника, биология, медицина, экономика. Так, в механике модели с последствием используются для описания напряженно-деформированного состояния ряда материалов. Иным кругом задач, в которых применяются такие уравнения, являются задачи управления механическими объектами при помощи регуляторов, зависящих от всей предшествующей траектории. В биологических системах эволюция связана с такими длительными процессами, как размножение, развитие или вымирание, поэтому существенно зависит от предыстории.

Вместе с тем, точное решение подобных систем аналитическими методами удастся получить лишь в исключительных случаях. Поэтому проблема создания эффективных численных методов решения задач и разработка их программной реализации современными вычислительными средствами является особенно актуальной.

По сравнению с другими разделами теории функционально-дифференциальных уравнений, теория краевых задач для этих уравнений (особенно численных методов) в настоящее время еще не достигла своего завершения, за исключением теории линейных краевых задач второго порядка. В данном исследовании предлагаются численные алгоритмы решения нелинейной краевой задачи для ФДУ второго порядка, основанные

на идее разделения конечномерной и бесконечномерной составляющей. Рассматриваются также численные методы решения краевых задач для линейной системы ФДУ.

Основная цель данной работы состояла в разработке методов численного решения начальной и краевой задач для систем функционально-дифференциальных уравнений. Следующей целью являлось тестирование полученных схем на тестовых и модельных примерах. Для решения краевой задачи систем с запаздыванием было необходимо разработать методы, являющиеся аналогами метода прогонки и метода стрельбы, исследовать условия сходимости полученных численных схем. Требовалось также получить алгоритмы для решения краевой задачи в случае систем линейных ФДУ.

Методы исследования существенно опираются на теорию численных методов решения дифференциальных уравнений. Используются также понятия и методы теории функционально-дифференциальных уравнений, функционального анализа и численного анализа.

Библиографические ссылки

1. **Eckman J.P., Kamphorst S.O., Ruelle D.** Recurrence Plots of Dynamical Systems// *Europhysics Letters* 5. – 1987. V.4. N 9. – P. 973-977.
2. **Marwan N., Romano M. C., Thiel M., Kurths J.** Recurrence plots for the analysis of complex systems // *Physics Reports*. 2007. V.438. –P. 237 – 329.
3. **Marwan N.** Encounters with neighbours : Current developments of concepts based on recurrence plots and their applications: PhD thesis. Potsdam, 2003. P.159.
4. **Marwan N.** How to avoid potential pitfalls in recurrence plot based data analysis// *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2011, V.21(4), –P. 1003–1017.
5. **Mocenni C., Facchini A., Vicino A.** : Comparison of recurrence quantification methods for the analysis of temporal and spatial chaos// *Mathematical and Computer Modelling*, 2011, V. 53(7–8), –P. 1535–1545.
6. **Shultz A., Zou Y., Marwan N., Turvey M.** Local minimal-based recurrence plots for continuous dynamical systems – *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2011, V. 21, –P. 1065 – 1075.
7. **Белозеров В.С., Зайцев В.Г.** Нелинейный рекуррентный анализ в обработке временных рядов// *Системные технологии*. 2014.
8. **Белозеров В.С., Зайцев В.Г.** Пособие «Классические хаотические аттракторы в задачах конструирования синергетических регуляторов». Изд. Адверта, Днепр, 2015. – 80 с.
9. Региональный межвузовский сборник «Системные технологии», Вып. 3 (92) 2014, стр. 42-49.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІКРОКОМП'ЮТЕРІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ

Шевченко А. К., llandreyshevchenkolll@gmail.com
НАУ

Основним чинником прискорення сучасного програмного забезпечення (ПЗ) є наявність SIMD [1] інструкцій, отже й стан розвитку мікрокомп'ютерів можна відслідковувати за наявністю їх сучасних версії у CPU. Фірмами-лідерами серед розробників та впроваджувачів таких інструкцій є Intel та ARM. Більш докладно зупинимось на мікрокомп'ютерах з CPU фірми ARM.

Прикладом обробки великого об'єму та високої складності даних є обробка зображення. Отже, проведення порівняння сучасних мікрокомп'ютерів, для вирішення подібної задачі, є важливим чинником створення портативних комплексів обробки даних.

Наявність у ARM CPU SIMD інструкцій – ARM NEON [2], надає можливість ПЗ мікрокомп'ютера обробляти більше даних. Слід зауважити що мова іде про архітектури CPU фірми ARM: ARMv7 (32-bit) та ARMv8 (64-bit). Різниця між ними по критерію швидкодії невелика – близько 40%, але у 64-bit версіях CPU кожне ядро має свій ARM NEON конвеєр з векторними регістрами. Останній чинник ставить 32-bit CPU у положення аутсайдера, тому що у цієї архітектури ARM NEON конвеєр (набір SIMD інструкцій) з векторними регістрами один на весь CPU. Отже було вирішено не розглядати 32-bit CPU, через їхню неспроможність за критерієм швидкодії.

У таблиці 1 представлені мікрокомп'ютери (тип CPU кожного Cortex-A53 [2]) з їхніми найбільш вагомими якостями. Аналізуючи наведені данні, отримано такі висновки:

- FriendlyARM nanoPC-T3 є лідером за критерієм частоти CPU, що надає пристрою можливості обробляти данні у два рази швидше на противагу іншим;
- DragonBoard 410c є лідером за критерієм зовнішніх портів. Це надає пристрою багато можливостей для інтеграції до експериментальних обчислювальних комплексів;

FriendlyARM nanoPi M3 та Raspberry Pi 3 Model B [3] є лідерами за критерієм (частота процесора/ціна), що дозволяє цим приладам бути більш доступними широкому загалу учених/ентузіастів.

Таблиця 1- Сучасні мікрокомп'ютери

Модель	 Raspberry Pi 3 Model B ~ 1308 грн	 FriendlyARM nanoPi M3 ~ 1435 грн	 DragonBoard 410c ~ 1930 грн	 FriendlyARM nanoPC-T3 ~ 1973 грн
CPU	Broadcom BCM2837	Samsung S5P6818	Qualcomm Snapdragon™ 400	Samsung S5P6818
Частота CPU, ГГц	1,2 (x4)	2 (x8)	1.2 (x8)	2 (x8)
RAM, ГБ	1	1	1 [LDDR3]	2
Графічний чипсет	VideoCore IV 3D	Mali-400 [MP2]	Qualcomm Adreno 306 GPU	Mali-400 [MP2]
Зовнішні порти	4x USB 2.0, HDMI, CSI, DSI, Ethernet, 3, 5 Audio Jack, 1x micro-USB OTG, 40 GPIO	4x USB 2.0, USB OTG, HDMI, Audio Jack Ethernet, CSI, DSI.	2 x USB 2.0 40 pin: UART, SPI, I2S, I2C x2, GPIO x12, DC power; 60 pin: 4L MIPI-DSI, USB, I2C x2, 2L+4L MIPI-CSI; BT and GPS antenna	4x USB 2.0, USB OTG, HDMI, Audio Jack Ethernet, CSI, DSI.
Бездротові комунікації	WiFi 802.11n, Bluetooth 4.1	WiFi 2.4G, Bluetooth 4.1	Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.1	WiFi, Bluetooth

Отже при створенні комплексу обробки даних на базі мікрокомп'ютера слід врахувати такі фактори: наявність необхідних зовнішніх портів, критеріях частоти CPU або частота процесора/ціна. Щодо подальших досліджень по створенню портативного комплексу обробки даних, можна рекомендувати два мікрокомп'ютери: Raspberry Pi 3 Model B та DragonBoard 410c.

Бібліографічні посилання:

1. **M.J. Flynn.** Very high speed computers / Michael J Flynn. // Proceedings of the IEEE: [Vol: 54, Issue: 12], 1966. - p. 1901 - 1909.
2. ARM® Cortex®-A53 MPCore Processor: (технічний довідник з архітектури процесорів серії Cortex-A53 фірми ARM) [Електронний документ]: 20132014. - С 620. - Режим доступу: http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0500g/DDI0500G_cortex_a53_trm.pdf. - Назва з екрану
Raspberry Pi 3 Model B: (технічна специфікація що містить опис апаратного забезпечення мікрокомп'ютера - Raspberry Pi 3 Model B) [Електронний документ]: - 2015. - С 1. - Режим доступу: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/RaspberryPi/2020826.pdf>. - Назва з екрану

COUPLED PROBLEM ON INTERACTION OF DEFORMABLE BODY AND COMPRESSIBLE LIQUID

**Shumelchyk K., Kuzmenko V., shumelchyk@gmail.com,
Oles Honchar Dnipropetrovsk National University (www.dnu.dp.ua)**

Contemporary problems of geology, geophysics and engineering are often associated with interaction of different types of materials; the problem of interaction between solids and liquid is of practical importance. Till now, there are still no complex researches of the interaction of elastic bodies and liquid under high and extremely high pressure accounting for mass forces and nonlinear properties of the liquid. In this context it is necessary to solve series of boundary value problems using real dependencies between pressure and relative changes in liquid volume. The purpose of this project is to introduce a new model of interaction considering the listed characteristics.

Regarding to the specifics of this problem, we solve it by direct minimization versus existing program packages reducing the initial problem to solving the systems of linear algebraic equations. The effects of mass forces allow applying the results obtained to study topical geological problems such as prospecting liquid or gaseous mineral resources.

The research project deals with modeling the interaction between an elastic body and a compressible liquid, which fills a crack inside the body. The approach to solve the problem based on a variational formulation of the problem for an elastic body. A key element of the approach is the description of body-liquid interaction. This problem is reduced to the series of functional equations in Banach space. The algorithm and iterative process of solving a functional equation is proposed and justified. The algorithm allows splitting the problem into two separate problems - for elastic body and liquid [1].

Numerical research based on the iterative process of splitting. For solving the contact problem we used variational approach with further discretization by finite elements. The resulting quadratic programming problem was solved by the generalized method of upper relaxation. The numerical algorithm for plane strain problems and calculating stress state implemented as a software product. Created software enables computationally effective solving the problem of interaction between elastic body and liquid under plane deformation.

In this study we presented a new model of the interaction of an elastic body with a compressible liquid, which fills a crack inside the body. The results of solving this problem can be used for prospecting of liquid and gaseous mineral resources.

References

1. **Vlasenko Y.** Coupled contact problems of mechanics of deformable solid / Y. Vlasenko, V. Kuzmenko, K. Shumelchyk // Problems of computational mechanics and strength of structures. – Dnipropetrovsk, 2012. – Ed. 19. – P. 41-47.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО УДАРА

Ясько Н.Н., Аясрах Ахмад ahmadaesr@gmail.com

Днепропетровский национальный университет (www.dnu.dp.ua)

Стремительное развитие информационных технологий и их внедрение в проектирование гидродинамических надводных и подводных аппаратов различного назначения вызвали потребность в создании быстрых и довольно точных алгоритмов определения как распределенных, так и суммарных гидродинамических характеристик различных, особенно, рулевых устройств указанных аппаратов. Реализация подобных алгоритмов должна производиться в широко используемых в инженерной и исследовательской практике известных пакетов математических расчетов.

В качестве одного из направлений исследования выбрано математическое и компьютерное моделирование рабочих элементов рулевых устройств гидродинамических аппаратов. Рассмотрена задача о произвольном ударе с вращением плоского тонкого профиля, который находится на свободной поверхности идеальной несжимаемой жидкости. Для полученной смешанной задачи для комплексного потенциала течения, которое возникает в результате ударного взаимодействия, решение получено в виде квадратур, которые содержат расходящиеся несобственные интегралы в смысле конечной части Адамара, а также в смысле обобщенного главного значения по Коши. Граница области отрыва определяется с помощью принципа Огазо.

Функциональное ядро программного обеспечения реализует следующие возможности:

- для заданной формы профиля рабочего элемента руля и совокупности кинематических условий ударного взаимодействия определяется положение зоны инерционного отрыва течения;
- определяются распределенные гидродинамические характеристики профиля, а именно, распределение импульсивного давления по смоченной поверхности профиля, распределение скорости на свободной поверхности и на поверхности отрывной зоны;
- определяются суммарные гидродинамические характеристики профиля а именно, коэффициенты присоединенных масс и моментов.

Программное обеспечение разработано в среде MATLAB и апробировано на модельных данных, в которых профиль рабочего элемента рулевого устройства моделировался пластинкой. Результаты апробации показали высокую эффективность созданных алгоритмов, позволяющих в приемлемое для стадии эскизного проектирования гидродинамических аппаратов различного назначения время моделировать форму рулевых устройств и их функционирование.

ЗМІСТ

Антошкин А.А., Панкратов А.В. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ КРУГАМИ ОДИНАКОВОГО РАДИУСА	3
Ахметшина Л.Г., Егоров А.А. ВЛИЯНИЕ СЛИЯНИЯ БЛИЗКИХ НЕЙРОНОВ НА СКОРОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ СЕГМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ КАРТЫ КОХОНЕНА	5
Бабкин В.В. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНОНИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ	7
Байбуз О.Г., Сидорова М.Г., Дубель О.В. АНСАМБЛЕВИЙ ПІДХІД У ЗАДАЧАХ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ ПСИХОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПАЦІЄНТІВ	8
Байбуз О.Г., Черник Р.В. МОДЕЛИ АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСОТЯНИЯ ВОДОЕМА	9
Баранник М.С., Меньшиков Ю.Л. СИНТЕЗ АДЕКВАТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ КАК РЕШЕНИЕ НЕСТАНДАРТНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ	11
Бармак О.В., Крак Ю.В., Романишин С.О., Стеля І.О. АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕКЛАДУ СЕНСУ ДОВІЛЬНОГО ТЕКСТУ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ У ЖЕСТОВУ МОВУ	13
Басанець Д. Г., Кузнецов К. А. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ VRP ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ CUDA	15
Богомаз В.М., Богомаз О.В., Нечай І.В. ПРО ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ У ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ МЕТАЛУ ТИСКОМ	17
Бодянский Е.В., Струков В.М., Узлов Д.Ю. О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МЕТРИК В ПРОСТРАНСТВЕ МНОГОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ	18
Божуха Л.М., Вернигора Д.В. ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТРЬОХРІВНЕВОГО КРИТЕРІЮ НА ФУНКЦІЯХ НАЛЕЖНОСТІ	20
Бойко Л.Т., Тогобицька Д.М., Белькова А.І., Колісник К.А. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ШИХТИ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ ТА МЕТОД ЇЇ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ	22
Бомба А.Я., Сафоник А.П. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	24
Боровик М.О., Сердюк М.Є. ВАРІАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ ЗОБРАЖЕННЯ З БЕЗШОВНИМ НАКЛАДЕННЯМ ФРАГМЕНТІВ	25
Брыгарь И.В., Золотько К.Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ОНТОЛОГИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ ТУРОПЕРАТОРОВ	27
Vorobel R. METHOD OF IMAGE NORMALIZATION AND ALIGNMENT OF SCENE ILLUMINATION	29
Vorobel R. MODELING ALGEBRAIC STRUCTURE FOR PROCESSING OF GRAY SCALE IMAGES	31
Гавран Р.І. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РИМУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ВІРША ЗА ВИДОМ РИМИ	33
Гарт Л.Л. ПРО СТІЙКІСТЬ ПРОЕКЦІЙНОГО МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕКОРЕКТНОГО ЛІНІЙНОГО ОПЕРАТОРНОГО РІВНЯННЯ	35
Гиль Н.И., Суббота И.А. О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОЙ УПАКОВКИ ЭЛЛИПСОВ	38
Говоруха В. Б., Шевельова А. Є. ВІДКРИТІ ТА ЗАКРИТІ ЗОНИ ТРІЩИНИ МІЖ ДВОМА ІЗОТРОПНИМИ МАТЕРІАЛАМИ В КОМБІНОВАНОМУ ПОЛІ НАПРУЖЕНЬ	39
Гоман О.Г., Катан В.А., Клим В.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И НАКЛОННОЙ ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	40
Горлова О.В., Сидорова М.Г. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	42
Городецкий В.Г., Осадчук Н.П. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ОДНОГО КЛАССА	44

Гріманов М.А., Зайцева Т.А. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	45
Громов В. А., Локшин О. А. ВИДООБРАЗОВАНИЕ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ	47
Громов В. А., Мигрина А. М. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СЛОВ В ТЕКСТАХ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА	49
Громов В.А., Нечепоренко А.И. ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИТЕНЗОРА ПО ЧАСОВОМУ РЯДУ	50
Громов В.О., Шуляка А.В. ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ХАОТИЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНСТРУКТИВНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	51
Hubenko M. V., Turchina V. A. DIRECT SEARCH METHODS ANALYZIS FOR DISCRETE OPTIMISATION TASKS	53
Гук М. К. ПРО ВИБІР ТОПОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ БУДІВЛІ	55
Гук Н.А., Степанова Н.І. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТРІЩИН У ПЛАСТИНАХ	57
Гучок Ю. О., Левус Є. В. ЗАСТОСУВАННЯ БАЄСОВИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ	59
Димарчук О.С., Кузенков О.О. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ	61
Дмитренко С. О., Воротняк М. А., Вовк Р. Б. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ IOS 10 ТА ANDROID 7.0	62
Долгих А.О., Байбуз О.Г., Білобородько О.І. ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	64
Донгаузер И.А. АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ РЕШЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ	66
Дубовка Р.І., Науменко О.Ю., Антоненко С.В., Гук Н.А. ЦИФРОВИЙ РЕПОЗИТОРІЙ ДНУ. ОПИС РОЗРОБКИ	67
Диханов С. В., Гук Н.А. РОЗРОБКА WEB-РЕСУРСУ ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ДНУ ІМ. О.ГОНЧАРА	69
Ефимов В.Н. ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ В КОНТЕКСТЕ ПОНЯТИЯ ПОВТОРНОЙ ИСПОЛЪЗУЕМОСТИ	71
Ефимов В.Н., Омельченко Д.В. СОЗДАНИЕ ОНЛАЙН УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОЙ ПЛОТФОРМЫ OPEN EDX	73
Зайцев Е.А. КОНТРОЛЬ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРОГЕНЕРАТОРАХ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ КУТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ	75
Зайцев В.Г., Ясько М.М. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	77
Золотько К.Е. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	78
Кавац О.О., Гальченко Е.Б., Кавац Ю.В. АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ШТУЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА БАГАТОКАНАЛЬНИХ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ВИСОКОЇ ПРОСТОРОВОЇ ЗДАТНОСТІ	80
Катан В.А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И СИСТЕМЫ ТЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛОВ В СМЫСЛЕ КОНЕЧНОЙ ЧАСТИ АДАМАРА	82
Катан В.А., Суима К.И. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ, ВОЗНИКШЕГО В РЕЗУЛЬТАТЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	83

Киселева Е.М., Притоманова О.М., Журавель С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОНЕЧЕТКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ ПО МЕТОДУ РМВОК РМІ	85
Киселева Е.М., Притоманова О.М., Журавель С.В. СРАВНЕНИЕ ДВУХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ-РАЗБИЕНИЯ	87
Кісельова О.М., Притоманова О.М., Хабарлак К. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОНСТРУКТОРА ДЛЯ ПОБУДОВИ ТА НАВЧАННЯ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ	88
Кісельова О.М., Притоманова О.М., Шаравара В.В. УМОВИ ІСНУВАННЯ РОЗВ'ЯЗКУ БАГАТОПРОДУКТОВОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ МНОЖИН З ДОДАТКОВИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ	89
Кісельова О.М., Стросва В.О. ДЕЯКІ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ	91
Кісельова О.М., Фірсова Т.О., Сидорук Ю.О. ПОБУДОВА ОПТИМАЛЬНОГО РОЗБИТТЯ В ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ	92
Коваленко С.І., Турчина В.А. ДЕКОМПОЗИЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ПАРАЛЕЛЬНОГО УПОРЯДКУВАННЯ	94
Кожухівський А.Д., Намофілова О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ НЕДОЛІКІВ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ	96
Козакова Н.І. ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НОРМАЛЬНОМ И ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ	98
Козин И.В., Батовский С.Е. ЭВОЛЮЦИОННО-ФРАГМЕНТАРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧИ О МАКСИМАЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ НА ГРАФАХ	99
Козін І.В., Терешко Я.В. ПРО ЗАДАЧУ РІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛУ КОНТЕЙНЕРІВ НА ПРЯМОКУТНІЙ ПЛАТФОРМІ	101
Колєчкіна Л.М., Двірна О.А. АЛГОРИТМ МОДИФІКОВАНОГО КООРДИНАТНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ З ДРОБОВО-ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЦІЛІ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ	102
Коробчинский К.П., Пичугина О.С. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ	104
Корчинский В.М. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МНОГОМАСШТАБНОЙ КОМПРЕССИИ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВИДОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ КРИТЕРИЯМ	106
Костра В.В. ТИПОВЫЕ МОДЕЛИ ЛЕКСИЧЕСКИХ СПИСКОВ В СОСТАВЕ МЕДИЦИНСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	108
Кочубей О. О., Рибалка Д. Н. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «РЕЙТИНГ ВИКЛАДАЧА ДНУ ІМ. О. ГОНЧАРА»	109
Кравцов Д.В. , Кузьменко В.І. ТРИВИМІРНІ ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ ЗА НЕПОВНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ	111
Крак Ю.В., Кондратюк С.С. ПЛАТФОРМОНЕЗАЛЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ДАКТИЛЬНОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ	112
Красношапка Д.В. РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТІ ПК	114
Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	115
Кузенков О.О., Совгіренко Т.Г. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	117
Курочкін В. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ КОЛЬОРОВИХ СКЛАДОВИХ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	118
Ламзюк В.Д. ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО СЛОЯ	120

Литвин Т.М., Варех Н.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ З НЕПАРНОЮ КІЛЬКІСТЮ РІВНЯНЬ	122
Ломага М.М., Семенова Н.В. СЕПАРАБЕЛЬНІ ЗАДАЧІ ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	124
Лисов М.С. ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯРИЗУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕКОРЕКТНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВОЛЬТЕРА	125
Матвєєва Н.О., Копілов О.В. РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	127
Мацелюх В.А., Яковина В.С. АНАЛІЗ ДОСТОВІРНОСТІ ОПИСУ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ПЗ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИМИ ФУНКЦІЯМИ ЗУСИЛЬ ТЕСТУВАННЯ	129
Мацуга О.М., Назаренко О.С. ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СХЕМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ СПЛАЙН-РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ	131
Машенко Л.В., Антонов О.А. РОЗРОБКА САЙТУ З БАЗОЮ ДАНИХ ДЛЯ ПІДБОРУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ	133
Max Melnikov, Volodymyr Borodin. MAKING THE GREEN'S FUNCTIONS INSTRUMENT ATTRACTIVE TO ENGINEERING COMMUNITY	135
Мінько О.В. ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЕННЯ РОЗРІДЖЕНИХ МАТРИЦЬ	136
Михальчук А. И. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕШЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ БИОМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЯ	138
Назаренко К.В., Мацуга О.М. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ ДЕРЕВ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ЇХ СКОРОЧЕННЯ	139
Наконечная Т.В., Никулин А.В. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТЕ	140
Ободан Н. И., Громов В. А. ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ БИФУРКАЦИЙ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ КАРМАНА	142
Ободан Н.И., Магас А.С. КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДАЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ	143
Оловарь І.Д., Черницька О.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ $\{c_p(\sin at)\}$	145
A. Pankratov, T. Romanova, A. Kotelevskiy. LAYOUT PROBLEMS FOR IRREGULAR OBJECTS IN CONVEX DOMAINS	146
Пасічник А. М., Мирошниченко С.В., Дунда Л. В. НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНО-МИТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДНІПРОВСЬКОГО РЕГІОНУ	148
Пасічник В. А. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НДС ПЛАСТИНИ З ПРУЖНИМ ЗАЩЕМЛЕННЯМ КОНТУРУ	150
Pashchenko V.O. THE EDDY CURRENTS DATA HANDLING TECHNOLOGY FOR ORTHOTROPIC COMPOSITES WITH DISSIPATIVE LOSS	152
Pichugina O.S., Romanova T.E., Yakovlev S.V. ON LIFTING APPROACHES TO GEOMETRIC DESIGN PROBLEMS	154
Повстяный Г.В., Кузенков А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ	156
Полонська А.Є., Омельницький Д.А. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗСПІВАННЯ ШКІДЛИВОЇ РЕЧОВИНИ У ПОВІТРІ	158
Пристава П.О., Чирков А.В. АДАПТИВНИЙ ПОШУК НА ВІДЕО ОБ'ЄКТІВ, СХОЖИХ НА ЦІЛЬ	159
Придуманова О.М., Березовська О.В. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ НА РИНКУ ПРАЦІ	160

Притоманова О.М., Бушуев К.М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	162
Притоманова О.М., Королев О. МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ БАЗ ЗНАНЬ	164
Притоманова О.М., Сульдин А. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОГНОЗУВАННЯ	165
Прокопчук Ю.А., Рыжков И.В., Пономаренко Е.А. НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ	166
Прокудин Г.В., Волошко Л.В. МЕТРИКИ И СТАТИСТИКА МОБИЛЬНОЙ КАЗУАЛЬНОЙ ИГРЫ	168
П'єщик А.П., Федасюк Д.В. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ЗА МЕТОДОЛОГІЄЮ AGILE	170
Ремез І. І. ХМАРНА ОПЕРАЦІЙНА СИСТЕМА COREZOID ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТНОГО ПРОГРАМУВАННЯ	172
Рябова Н.В., Золотухин О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРО-ФАЗЗИ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ ON-LINE КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛИТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ	174
Сегеда Н.Є. ВИКОРИСТАННЯ ОБРОБНИКІВ ПОДІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРФЕЙСУ У ПРОЕКТАХ VBA	176
Сербез К.Л., Скороход Г.І. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ ОСВІТИ	177
Sydor A. RELIABILITY ANALYSIS OF COMPOSITE RAMIFIED SYSTEMS	178
Сирик С.Ф. ПРОТОКОЛЫ синхронизации в сетях пакетной передачи данных	180
Сколоздра М. Р., Яковина В.С. ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ПЗ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ADALINE	182
Скоробогатова І.Д., Мацуга О.М. ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ ПРОСТОРУ ОЗНАК В ПРОЦЕСІ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДАНИХ	184
Стецюк П.И. ПРОГРАММА ralgb5 ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАЖНЫХ ВЫПУКЛЫХ ФУНКЦИЙ	185
Стоян Ю.Е., Панкратов А.В., Романова Т.Е. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПОНОВКИ НЕВЫПУКЛЫХ МНОГОГРАННИКОВ	198
Stoyan Yu., Romanova T. STATE-OF-THE-ART TECHNIQUES IN GEOMETRIC DESIGN	200
Строєва В.О., Ситнік О.А. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У БІЗНЕСІ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ РИНКУ ТА ОЦІНОК РИЗИКІВ	202
Тапчевська Н.О., Мацуга О.М. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ МЕТОДУ DBSCAN ТА ЙОГО МОДИФІКАЦІЙ	203
Тімашов М.Ю., Антоненко С.В. РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ШИФРУВАННЯ У ІГРОВИХ ДОДАТКАХ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ	204
Тимофієва Н.К. ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ, АРГУМЕНТОМ ЯКИХ Є РОЗБИТТЯ n-ЕЛЕМЕНТНОЇ МНОЖИНИ НА ПІДМНОЖИНИ З ПОВТОРЕННЯМИ ТА БЕЗ ПОВТОРЕНЬ	206
Тітова А.Ю. РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ТА ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ПРИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОГРАМ	208
Тонкошкур І.С. ВЗАЄМОДІЯ ДВОШАРОВОЇ РІДКОЇ ПЛІВКИ З ГАЗОВИМ ПОТОКОМ	210
Турчин В.М. КРИТЕРІЙ χ^2 НЕЗАЛЕЖНОСТІ У СУКУПНОСТІ	212
Турчин Є.В., Громова К.О. КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПУ ШКОЛИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ	214
Турчина В.А., Ключник М.І. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МНОЖИНИ ВСІХ УПОРЯДКУВАНЬ ЗАДАНОЇ ДОВЖИНИ, ЩО ЗАДОВОЛЬНЯЮТЬ ЗАДАНИЙ УМОВІ	216

Turchina V.A., Frumkin S.V. MATHEMATICAL MODELS AND ALGORITHMS OF SINGLE- AND MULTI-RESOURCE SERVICE SCHEDULING FOR IMPLEMENTATION IN MEDICAL CLINIC MANAGEMENT SOFTWARE	218
Удовенко С.Г., Чалая Л.Э., Лимаренко Д.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА ГИНЗБУРГА	220
Унтілов Д. Ю., Антоненко С. В. ТЕХНОЛОГІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	222
Урняева И.А., Гребенник И.В., Романова Т.Е., Шеховцов С.Б. О ЗАДАЧЕ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК	224
Ус С.А., Станина О.Д. РЕШЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ	226
Федів А. В., Яковина В.С. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ АЛГОРИТМУ «ШИНГЛІВ» НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАГІАТУ В УКРАЇНОМОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТАХ	229
Фесюк О.В., Лиховид О.П. СИСТЕМА МАНЕВР-NEW ТА C++ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ	231
Хлуд О.М., Панкратов А.В., Романова Т.Е. БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ УПАКОВКИ ЭЛЛИПСОВ	233
Хлуд О.М., Яськов Г.Н. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ КРУГОВ И ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭЛЛИПСОВ В МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ	235
Хмелик В.І., Кузенков О.О. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМИ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ WEB-КОНТЕНТУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ	237
Худа Ж.В., Тонконог С. Є. СПЛАЙН-МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОШІ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	239
Чалая Л.Э., Кузнецов А. В., Кислая А. Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОИСКА АССОЦИАЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ WEKA	241
Чопей Р.С., Федасюк Д.В. ПРОБЛЕМИ ТЕСТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ЖОРСТКОГО РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	243
Чорна А. О., Луценко О. П., Байбуз О. Г. ПРО ВИБІР МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОБРОБКИ ДАНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	245
Чугай А.М., Стоян Ю.Е. МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПАКОВКИ ВЫПУКЛЫХ МНОГОГРАННИКОВ	247
Чунихин Д.В. АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ	249
Шевченко А.К. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІКРОКОМП'ЮТЕРІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ	251
Shumelchuk K., Kuzmenko V. COUPLED PROBLEM ON INTERACTION OF DEFORMABLE BODY AND COMPRESSIBLE LIQUID	253
Ясько Н.Н., Аясрах Ахмад ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО УДАРА	254