

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ  
ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ  
НАН І МОНмолодьспорту УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. М. С. ЖУКОВСЬКОГО  
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»



## **Інтелектуальні системи в промисловості і освіті (ІСПО) – 2011**

Тези доповідей  
Третьої міжнародної науково-практичної конференції  
(Суми, 2-4 листопада 2011 року)

Том I  
Суми – 2011

УДК 004.89 (063)  
ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580  
І 70

**Інтелектуальні системи в промисловості і освіті:**  
І 70 тези доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 2-4 листопада 2011 р. / редкол.: А. С. Довбиш, О. А. Борисенко, С. П. Шаповалов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 148 с.

До збірника увійшли тези доповідей Третьої міжнародної науково-практичної конференції «ІСПО-2011» (2-4 листопада 2011 р., м. Суми), які висвітлюють стан та перспективи розвитку інтелектуальних технологій у різних галузях соціально-економічної сфери суспільства.

Тези доповідей будуть корисними для студентів, аспірантів, науковців і фахівців, які займаються розробленням та впровадженням інтелектуальних технологій.

УДК 004.89 (063)  
ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580

© Сумський державний університет, 2011

---

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Почесні голови**

ГРИЦЕНКО В. І., професор, директор міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).

ВАСИЛЬЄВ А. В., професор, ректор Сумського державного університету (Суми, Україна).

**Співголови**

ЧОРНОУС А. М., д-р фіз.-мат. наук, професор, проректор з наукової роботи Сумського державного університету (Суми, Україна).

ДОВБИШ А. С., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук (Суми, Україна).

**Члени програмного комітету**

АВЕРЧЕНКОВ В. І., д-р техн. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки Російської Федерації, Брянський технічний університет (Брянськ, Росія).

БОРИСЕНКО О. А., д-р техн. наук, професор, Сумський державний університет (Суми, Україна).

ГАРБАРЧУК В., д-р техн. наук, професор, Люблінський технічний університет (Люблін, Польща).

КАЛАШНІКОВ В. В., д-р фіз.-мат. наук, професор (Монтерей, Мексика).

КОВАЛЕНКО О. С., д-р мед. наук, професор, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).

КОШОВИЙ М. Д., д-р техн. наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" (Харків, Україна).

КУПЕНКО О. В., канд. пед. наук, доцент, Сумський державний університет (Суми, Україна).

## ***Оргкомітет конференції***

- ЛАВРОВ Є. А., д-р техн. наук, професор, Сумський державний університет (Суми, Україна).
- ЛЮБЧАК В. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Сумського державного університету (Суми, Україна).
- МАНАКО А. Ф., д-р техн. наук, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОНмолодьспорту України (Київ, Україна).
- МУХАМЕДІЄВ Р. І., д-р інж. наук, асоційований професор, Вища школа менеджменту інформаційних систем (Рига, Латвія).
- СОКОЛОВ О. Ю., д-р техн. наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут” (Харків, Україна).
- ЧАПЛИГА В. М., д-р техн. наук, професор, Львівський інститут банківської справи Університету банківської справи НБУ (Львів, Україна).

### **ОРГКОМІТЕТ**

#### **Голова**

ДОВБИШ А. С., д-р техн. наук, професор (СумДУ, Суми, Україна).

#### **Члени оргкомітету**

ПІВЕНЬ А. Г., начальник центру комп’ютерних технологій (СумДУ, Суми, Україна).

ШАПОВАЛОВ С. П., канд. фіз.-мат. наук, доцент (СумДУ, Суми, Україна).

ШЕЛЕХОВ І. В., канд. техн. наук, ст. викладач (СумДУ, Суми, Україна).

#### **Відповідальні секретарі**

МАРТИНЕНКО С. С. (СумДУ, Суми, Україна).

ВОЛКОВ Р. С. (СумДУ, Суми, Україна).

**ПОКАЖЧИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ****С.****Секція Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень**

1. **Бабий М. С., Чекалов А. П.** Двумерный вейвлет-анализ изображений..... 10
2. **Барило К. В.** Алгоритм оптимізації рівня селекції координат еталонних векторів класів розпізнавання ..... 12
3. **Барило О. Б.** Розпаралелений алгоритм оптимізації параметрів навчання СППР ..... 14
4. **Берест О. Б.** Візуалізація багатовимірних реалізацій на площині при розпізнаванні образів ..... 16
5. **Борисенко О. Б., Петров В. В., Маценко С. М., Олейник С. М.** Матричные биномиальные компоненты цифровых устройств ..... 18
6. **Будник В. М., Ошлянська О. А., Будник М. М.** Виявлення інформативних показників для діагностики захворювань сполучної тканини у дітей методом ЛДА ..... 19
7. **Концевич В. Г., Дегтярь В. В.** Расширение сфер использования нейронных сетей ..... 24
8. **Бабкіна А. В., Дмитренко Ю. В.** Обробка сигналів та розпізнавання образів ..... 26
9. **Ерёмин Н. В., Тарасов А. Ф.** Совершенствование алгоритма обхода дерева бизнес-объектов..... 27
10. **Петров С. А., Фесенко С. И.** Оценка эффективности результатов кластеризации данных..... 30
11. **Гетьман И. А.** Исследование информативности параметров изображения дефектов глазурованного слоя керамических плиток для автоматизации их распознавания..... 33
12. **Гутенко Д. В.** Преобразование равновесного кода в биномиальный ..... 35
13. **Корчак Т. В., Кривоножко А. Ю.** Разработка методов обработки и прогнозирования данных социальных процессов ..... 36

14. **Костель С. В.** Метод биномиального нумерационного сжатия с использованием таблицы биномиальных коэффициентов..... 38
15. **Кулик И. А.** Модели процессов генерирования и перечисления кодов-сочетаний..... 39
16. **Кунцев С. В.** Підготовка програмного забезпечення для проведення інтелектуального аналізу даних із використанням бібліотеки XELOPES ..... 41
17. **Кунцев М. С.** Застосування нейронечітких технологій для оцінки кредитного ризику банку ..... 42
18. **Лавров Е. А., В'юненко О. Б.** Концепція системи моніторингу розвитку та інвестиційної привабливості територій..... 43
19. **Литвиненко Д. О.** Параметрическая модель упругого элемента муфты как составляющая экспертной системы проектирования ..... 48
20. **Мартиненко С. С.** Розпізнавання магнітокардіограм за числовими даними ..... 50
21. **Маринич Т. О., Назаренко Л. Д.** Моделювання динаміки нестационарних факторів зовнішньої стабільності економіки України..... 52
22. **Неня В. Г., Омеляненко К. А.** Вимоги до цифрових моделей рельєфу розподілених територіальних інформаційних систем..... 58
23. **Зінченко Н. О., Неня В. Г., Парфененко Ю. В.** Основи побудови математичного забезпечення універсальних процедур моделювання технічних об'єктів ..... 60
24. **Довбиш А. С., Пашко С. П.** Кластеризація вхідних даних ..... 62
25. **Пашко С. П., Ободяк В. К.** Зв'язок із громадськістю на закритих сайтах за допомогою веб-сервісу для скорочення довгих URL-посилань ..... 66
26. **Петров С. О., Марченко І. О.** Аналіз використання системних ресурсів ЕОМ при моделюванні роботи динамічних структур даних..... 68
27. **Поддубная О. И.** Распознавание топологических слоев интегральных схем..... 69

28. **Авраменко В. В., Прохненко Ю. И.** Распознавание эталонного сигнала и определение аддитивной помехи при частичном или полном совпадении их полос частот .... 72
29. **Редька І. В.** Використання інструменту FUZZY LOGIC для вибору підшипника опорного вузла ..... 76
30. **Козловский В. И., Риженко Т. Н., Будник Н. Н.** Желудочковая тахикардия: возможность прогнозирования у больных острым инфарктом миокарда ..... 78
31. **Козловський В. І., Риженко Т. М., Овсієнко О. В., Будник М. М.** Просторове положення серця за даними магнітокардіографії..... 81
32. **Козловский В. И., Риженко Т. Н., Будник Н. Н.** Изменение электрофизиологии предсердий при персистирующей форме мерцательной аритмии..... 83
33. **Джулгам Саад** Інформаційно-екстремальна модель ієрархічної кластеризації..... 85
34. **Селиванова А. В.** Функционально-информационная структура компьютерных тренажеров для обучения операторов технологических процессов..... 88
35. **Шелехов І. В.** Вплив потужності словника ознак розпізнавання на структуру бінарного простору ознак..... 90
36. **Шулима О. В.** Требования к модели грунтового коллектора теплового насоса ..... 94
37. **Сидоренко А. А.** Исследование систем анализа биржевой информации ..... 96
38. **Скордина Е. М.** Формирование сочетаний с повторениями на основе биномиальных чисел ..... 98
39. **Штефан І. В., Дегтярук В. І., Будник М. М.** Оптимізація вимірювань за допомогою приладу неінвазивного контролю параметрів системи кровообігу людини ..... 99
40. **Стёпкин А. В.** Распознавание неориентированных графов коллективом агентов ..... 103
41. **Воля О. П., Заярна О. А., Лукаш С. І., Будник М. М.** Розробка методики калібрування мультисенсорного газоаналізатора ..... 107
42. **Авраменко В. В., Волков Р. С.** Распознавание аффинно-преобразованных контурных изображений ..... 111

43. **Загорчений О. В., Чайковський І. А., Будник М. М.**  
Дослідження точності тризначного вирішувального  
правила за наявності трьох навчальних груп ..... 115

***Секція Дистанційне навчання: теорія і практика***

1. **Адаменко К. Р.** Оцінка компетенцій за методом ефективної межі..... 120
2. **Алексенко О. В., Колесник А. Г.** Виртуальный лабораторный практикум по дисциплине “Гидропривод и гидропневмоавтоматика” ..... 124
3. **Бабий М. С., Чекалов А. П.** Использование нечеткой логики в рейтинговой системе оценки знаний..... 126
4. **Добряк В. С., Мазорчук М. С.** Обзор методов оценки надежности шкал, используемых для измерения качества образования ..... 127
5. **Долгих В. Н.** Использование возможностей современных информационных технологий в обучении..... 129
6. **Федотова Н. А., Криводуб А. С.** Методология создания шаблона управления данными в виртуальных лабораторных работах ..... 130
7. **Калмыков А. В., Кулик Ю. А.** Управление преемственностью в многоэтапных программах развития информационных систем..... 132
8. **Колгатін О. Г.** Проектування комп’ютерно-орієнтованої системи педагогічної діагностики ..... 135
9. **Кравченко А. Ю.** Проблемно-орієнтоване навчання для інтенсивної підготовки та перепідготовки фахівців.... 136
10. **Лавров Е. А., Яцина Т. М.** Система моніторингу якості шкільної освіти..... 140
11. **Манако В. В.** Модель мікросвіту мережевої взаємодії малої групи користувачів ..... 143
12. **Лаврик Т. В., Маслова З. І.** Використання засобів віртуального навчального середовища у дистанційному навчанні..... 151
13. **Мазурок Т. Л., Годорцев Ю. К.** Інформаційне забезпечення інтелектуальної системи управління навчанням..... 153



- 
14. **Петров С. А., Токан А. О., Опара А. А.** Автоматическая система проверки результатов тестирования..... 158
  15. **Резник С. В.** Категорные конструкции в проектировании информационных систем ..... 162
  16. **Соколова Н. А., Щеголькова В. А.** Оценка компетентности базы прецедентов в обучающей системе ..... 163
  17. **Шаповалов С. П., Возная И. В., Жовтя Е. Н.** Применение flash-технологии в дистанционном курсе «Теория алгоритмов и математическая логика» ..... 165

УДК 681.518:004.93.1

## ДВУМЕРНЫЙ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М. С. Бабий, канд. техн. наук; А. П. Чекалов, канд. техн. наук,  
Сумский государственный университет  
mbabiy@id.sumdu.edu.ua

Целью работы является разработка алгоритма и программы распознавания изображений на основе вейвлет-анализа. При этом используются двумерные вейвлеты Габора, имеющие форму плоской волны, ограниченной по амплитуде функцией Гаусса [1]. Каждый вейвлет

$$\psi_j(\vec{r}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2 r^2}{2\sigma^2}\right) \left[ \exp(i\vec{k}_j \vec{r}) - \exp\left(-\frac{\sigma^2}{2}\right) \right]$$

из заданного набора определяется своим волновым вектором  $k_j$  для пяти различных частот и восьми различных ориентаций:

$$\vec{k}_j = (k_{jx}, k_{jy}) = (k_p \cos \varphi_q, k_p \sin \varphi_q),$$

$$k_p = 2^{-\frac{p+2}{2}} \pi, \quad \varphi_q = q \frac{\pi}{8}, \quad j = q + 8p,$$

$$p = 0, \dots, 4, \quad q = 0, \dots, 7.$$

Вейвлет-преобразование изображения, заданного массивом яркостей  $I(\vec{r})$ , представляется сверткой  $R_j(\vec{r}_0)$  изображения с  $j$ -м вейвлетом из набора:

$$R_j(\vec{r}_0) = \int I(\vec{r}) \psi_j(\vec{r} - \vec{r}_0) dx dy.$$

Вектор признаков распознавания для изображения строится из значений  $R_j$  в узлах решетки с шагом 8 пикселей по горизонтали и вертикали. Такой шаг вполне приемлем для изображений с длиной стороны порядка ста пикселей. Непосредственное вычисление свертки:

$$R(\vec{r}) = I(\vec{r}) * \psi(\vec{r}) \quad (1)$$

достаточно трудоемко. Применяя к обеим частям (1) прямое  $F$  и обратное  $F^{-1}$  дискретные преобразования Фурье, приходим к формуле, в которой вместо свертки используется умножение спектров

$$R(\vec{r}) = F^{-1}\{F[I(\vec{r})]F[\psi(\vec{r})]\}.$$

Для выполнения преобразования  $F$  удобно использовать алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).

В соответствии с описанным алгоритмом разработана программа распознавания черно-белых графических изображений. Программа написана на языке C++ для среды Visual Studio 2008. Компьютерная обработка изображений выполняется с помощью дополнительной библиотеки OpenCV v2.0, скомпилированной для Visual Studio. Допустимыми форматами для изображений являются `pgm`, `bmp`, `dib`, `png`, `tif`, `jpg`, `jpeg`.

Для тестирования программы использовалась ORL-база изображений лиц, при этом тестовый и обучающий наборы включали по 50 изображений. Тестирование при 10 классах распознавания показало, что только одно изображение из 50 было распознано неправильно.

1. L. Wiskott. Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching, IEEE Trans. on. PAMI, 19(7), 1997. – P. 775-779.

УДК 004.93'1

**АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ РІВНЯ СЕЛЕКЦІЇ  
КООРДИНАТ ЕТАЛОННИХ ВЕКТОРІВ КЛАСІВ  
РОЗПІЗНАВАННЯ**

К. В. Барило, аспірант,  
Сумський державний університет  
kate.barylo@gmail.com

Одним із перспективних напрямів аналізу і синтезу систем розпізнавання образів є використання ідей і методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія), що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання в процесі навчання [1]. У рамках ІЕІ-технології важливу роль в процесі навчання системи розпізнавання відіграє рівень селекції координат двійкових еталонних векторів-реалізацій образу, оскільки вони визначають геометричні центри контейнерів класів розпізнавання. Оптимізація рівня селекції дозволяє підвищити середню міжкласову кодову відстань для заданого алфавіту класів розпізнавання у відповідності з максимально-дистанційним принципом теорії розпізнавання образів.

Розглянуто інформаційно-екстремальний алгоритм оптимізації рівня селекції  $\rho$  координат еталонних векторів з метою підвищення функціональної ефективності навчання системи розпізнавання.

Оптимізація рівня селекції координат еталонних векторів класів розпізнавання здійснювалася за паралельним алгоритмом, при якому рівень селекції змінюється одночасно

для всіх ознак розпізнавання. Контейнери класів розпізнавання відновлюються на кожному кроці навчання в радіальному базисі дискретного простору Хеммінга. Оптимальний рівень селекції  $\rho^*$  координат еталонної реалізації  $x_m \in X_m^o$  визначається у результаті реалізації багатocyклическої ітераційної процедури:

$$\rho^* = \arg \max_{G_\rho} \{ \max_{G_d} \bar{E}^* \},$$

де  $G_\rho$ ,  $G_d$  – області допустимих значень параметрів  $\rho$  і  $d_1$ ;  $\bar{E}^*$  – максимальне усереднене значення КФЕ для алфавіту класів розпізнавання. Таким чином, внутрішній цикл процедури реалізує базовий алгоритм навчання і зовнішній цикл – пошук оптимального значення рівня селекції. Базовий алгоритм навчання виконується за попередньо знайденим значенням параметра поля контрольних допусків  $\delta$  за паралельним алгоритмом оптимізації.

У процесі відновлення контейнерів класів розпізнавання при оптимальному рівні селекції середня міжцентрова відстань збільшується, а середнє значення коефіцієнта нечіткої компактності зменшується, що відповідає дистанційно-максимальному і дистанційно-мінімальному принципам теорії розпізнавання образів.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 171 с.

УДК 681.518:004.93.1

**РОЗПАРАЛЕЛЕНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ  
ПАРАМЕТРІВ НАВЧАННЯ СППР**

О. Б. Барило, аспірант,  
Сумський державний університет  
alex.barylo@gmail.com

Розглянемо в рамках ІЕІ-технології реалізацію базового алгоритму навчання та паралельної оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання в рамках технологічного процесу. Так як, навчальні матриці є досить об'ємні, а сам процес оптимізації є досить громіздкий та потребує значної кількості ресурсів обчислювальної техніки та часу, то пропонується розпаралелити алгоритм оптимізації для проведення обчислень на багатоядерній обчислювальній техніці.

Ідея алгоритму навчання у рамках ІЕІ-технології полягає в оптимізації просторово-часових параметрів функціонування СППР шляхом пошуку глобального максимуму інформаційного критерію в робочій області. При цьому на кожному кроці навчання відбувається відновлення в дискретному просторі ознак оптимальних контейнерів класів розпізнавання за алгоритмом паралельної оптимізації контрольних допусків, який здійснюється за ітераційною процедурою

$$\delta^* = \arg \max_{G_\delta} \{ \max_{G_d \cap G_E} E \},$$

де  $G_\delta, G_d, G_E$  – допустимі області значень параметра поля допусків  $\delta$ , радіусів контейнерів класів розпізнавання й інформаційного КФЕ відповідно.

При реалізації ітераційного двоциклічного алгоритму навчання СППР за паралельною оптимізацією контрольних допусків на ознаки розпізнавання внутрішній цикл реалізує базовий алгоритм навчання, який на кожному кроці навчання обчислює значення критерію, здійснює в процесі навчання пошук глобального максимуму його функції і визначає оптимальні геометричні параметри контейнерів відповідних класів розпізнавання. Зовнішній цикл визначає оптимальне значення параметра  $\delta$ , при якому КФЕ набуває максимального значення в робочій області визначення його функції [1].

При використанні одноядерної обчислювальної техніки всі обчислення проводяться послідовно одним потоком. При використанні багатоядерної обчислювальної техніки пропонується розділити зовнішній цикл визначення оптимального значення параметра на рівні частини відповідно до кількості вузлів обчислення [2] (у нашому випадку передбачається використання 2-х ядерного процесора, тому зовнішній цикл для першого ядра буде мати діапазон  $0 < \delta \leq \delta_H / 4$ , для другого ядра:  $\delta_H / 4 < \delta \leq \delta_H / 2$ ).

2. Краснопоясовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування, що навчаються: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. – Суми: Видавництво СумДУ, 2003. – 257 с.

3. Богачев К. Ю. Основы параллельного программирования / К. Ю. Богачев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 342с.

УДК: 681.518:004.93'.1

## ВІЗУАЛІЗАЦІЯ БАГАТОВИМІРНИХ РЕАЛІЗАЦІЙ НА ПЛОЩИНІ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ

О. Б.Берест, аспірант,  
Сумський державний університет  
Verest\_Oleg@mail.ru

При розробці систем розпізнавання часто виникає потреба візуалізації розподілу векторів-реалізацій класів, наприклад, для визначення типу вирішальних правил, вибору стратегії визначення центрів ваги таксонів в задачах кластер-аналізу та інше.

Оскільки відображення розподілу векторів-реалізацій на площину є гомоморфним, що суттєво може спотворити реальний стан, то одним із підходів наближення до реального розподілу є використання багатовимірної системи координат Федосєєва (далі – БСКФ), яка дозволяє на площину відображати системи різної розмірності та діапазону вимірювання. Як приклад розглянемо відображення реалізацій образів, сформованих за результатами технологічного процесу вирощування монокристалів. Нехай словник ознак складається з 10 ознак, які характеризують значення технологічних параметрів процесу вирощування монокристалів (температури нагрівачів установки вирощування монокристалів «РОСТ», діаметр, швидкості витягування кристалотримача тощо). На рис.1 показано відображення двійкового вектора 0110011101 за допомогою БСКФ на площині. Для цього потрібно відповідно побудувати десять



осей координат, які будуть спірально розташовуватися навколо координатної площини. При цьому кожна пара осей має  $2^n$  станів, де  $n$  – номер пари. Рухаючись по годинниковій стрілці, визначаємо відповідні координати вектора-реалізації.

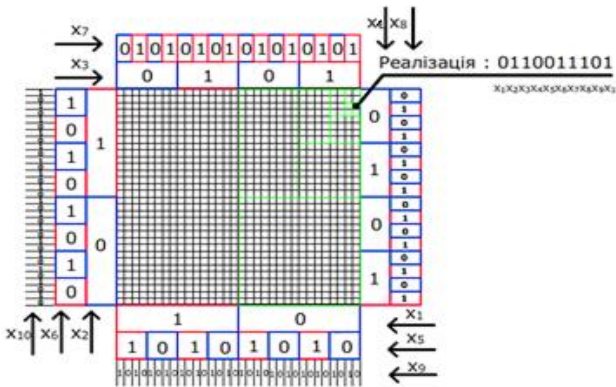


Рис. 1. Приклад зображення 10-ознакової реалізації

Як видно з рисунку, реалізація має вигляд точки, що дає змогу явно візуалізувати її у двохвимірному просторі. Це дозволяє оцінити їх розподіл в просторі ознак з метою вибору стратегії визначення геометричних центрів.

Таким чином, використання БСКФ є одним із перспективних напрямів автоматизації створення вхідного математичного опису СППР, що ґрунтуються на машинному навчанні та розпізнаванні образів

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник .– Суми: Видавництво СумДУ, 2009.– 171 с.
2. Федосеев Р. Ю. Кто избрёл ДЕШКОМПЬЮТЕР //Журнал ДЕТИ, ТЕХНИКА, ТВОРЧЕСТВО. – 2002. – №4.

УДК 621.38

## МАТРИЧНЫЕ БИНОМИАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

А. А. Борисенко, д-р техн. наук; В. В. Петров, аспирант;  
С. М. Маценко, студент; С. М. Олейник, студент,  
Сумский государственный университет  
crrassavec@mail.ru

Тенденция развития цифровых устройств состоит в непрерывном росте их быстродействия, в силу чего растет чувствительность к воздействию помех, а значит, к увеличению числа производимых в процессе их работы ошибок. Одним из способов противодействия ошибкам является использование естественной информационной избыточности, вводимой в структуры компонентов, составляющих цифровые устройства. Данная избыточность содержится в линейных биномиальных компонентах, что позволяет значительно поднять их быстродействие и одновременно увеличить помехоустойчивость. Дополнительную информационную избыточность, а значит, и рост быстродействия можно получить путем перехода к матричным биномиальным компонентам. В результате рост быстродействия будет сопровождаться ростом обнаруживающей и исправляющей способности. Главное достоинство таких схем состоит в том, что они, повышая эффективность контроля, не снижают быстродействие использующих его цифровых устройств, так как позволяют производить контроль в процессе одного рабочего такта, что практически исключено для искусственной избыточности.

УДК 681.518:537.8

**ВИЯВЛЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ  
ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ СПОЛУЧНОЇ  
ТКАНИНИ У ДІТЕЙ МЕТОДОМ ЛДА**

В. М. Будник<sup>1</sup>, магістр; О. А. Ошлянська<sup>2</sup>, канд. мед. наук;  
М.М. Будник<sup>1</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ

<sup>2</sup> ДУ Інститут педіатрії, акушерства і гінекології НАМНУ  
budnykv@meta.ua

Вступ та постановка задачі. Як відомо, сполучна тканина становить понад 50% маси тіла людини і виконує провідні функції структуроутворення, трофічну, репаративну, гомеостатичну та імунорегуляторну. Раніше було встановлено ряд інформативних показників для виявлення захворювань сполучної тканини [1, 2], але їх діагностична цінність не обчислена. Мета роботи – знайти показники, що мають високу діагностичну точність та вирішувальні правила для виявлення зазначеної патології у дітей.

Матеріали і методи. Обстежено 295 здорових і 206 хворих дітей. Усім дітям проводилося комплексне лабораторно-інструментальне обстеження, поглиблене біохімічне та імунологічне дослідження з вивченням активності та інтенсивності фагоцитозу, показників НСТ-тесту (спонтанної індукованої активності та функціонального резерву нейтрофільних гранулоцитів), наявності аутоантитіл (антинуклеарних, антифосфоліпідних, анти-ДНК-антитіл) за уніфікованими методиками.

Достовірність різниці показників оцінювали за допомогою *T*-критерія Стьюдента. Різницю між порівнюваними

## **СЕКЦІЯ Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень**

---

показниками вважали достовірною при  $p < 0,05$ . В результаті для наступного аналізу було відібрано 24 параметри: g (вміст гамма-глобулінів у сироватці крові), СРБ (С-реактивний білок), Лімфоцити (вміст лімфоцитів у крові), MON# (абсолютна кількість моноцитів в сироватці крові), TC56% (відносний вміст цитолітичних Т-клітин (CD56+)), T25% (відносний вміст регуляторних (CD25+) Т-лімфоцитів), TR127% (відносний вміст активованих (CD127+) Т-лімфоцитів), B5% (відносний вміст В-лімфоцитів крові), NK8% (відносний вміст природних кілерів), ЦИКконц (вміст циркулюючих імунних комплексів в сироватці крові), IgA (вміст імуноглобулінів А), IgM (вміст імуноглобулінів М), IgG (вміст імуноглобулінів G), АНА (титри антинуклеарних антитіл), аДНКнат. (титри антитіл до нативної ДНК), аДНКденат. (титри антитіл до денатурованої ДНК), АФЛАТ аС1 (титри антикардоліпінових антитіл), аРs (титри антифосфатидил серинових антитіл), аРЭ (титри антифосфатидилетаноламінових антитіл), аЦЦП (титри антитіл до циклічного цитрулінованого пептиду), 356 нм 370 нм, 430 нм та 530 нм (вміст продуктів перекисної модифікації білків (ПМБ), зареєстрованих при даній довжині хвилі).

Лінійний дискримінантний аналіз (ЛДА) є одним із методів багатовимірного статистичного аналізу. Його суть полягає у тому, щоб на основі значень параметрів об'єкта класифікувати його, тобто віднести до одного з декількох класів деяким оптимальним способом. Критерієм оптимальності є мінімум ймовірності хибної класифікації [3]. В роботі застосовано пакет STATISTICA, який забезпечує

обчислення дискримінантної функції та ймовірності правильної класифікації. ЛДА широко застосовують в медицині, наприклад, для діагностики захворювань серця [4, 5].

В результаті аналізу масиву значень параметрів виявлено, що деякі параметри вимірювались блоками для певної підгрупи. Далі в кожній підгрупі пропуски даних кожного параметра заповнюють середнім арифметичним значенням цього параметра. Тому було прийнято рішення спочатку для трьох наборів параметрів методом ЛДА згенерувати узагальнені параметри, а потім обчислювати загальну дискримінантну функцію.

Результати пошуку узагальнених параметрів. Виявлено три набори параметрів (титри антитіл крові – ANTI, біохімічні показники – Nmsum, вміст продуктів ПМБ – TCsum), для кожного з яких було обраховано узагальнений параметр як значення дискримінантної функції, обчисленої для даного набору. Це такі набори та групи людей:

ANTI – 7 параметрів (АНА, аДНКнат., аДНКденат., АФЛАТ аСІ, аPs, аРЭ, аЦЦП), 65 зд./67 хв.

NMsum – 4 параметри (356 нм, 370 нм, 430 нм, 530 нм), 146 зд./146 хв.

TCsum – 5 параметрів (MON#; TC56%, T25%, TR127%, NK8%), 53 зд./58 хв.

Узагальнені параметри мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} \text{ANTI} = & -1,016 + 0,497 * \text{АНА} + 0,190 * \text{аДНКденат} + \\ & + 0,082 * \text{аЦЦП} - 0,034 * \text{аPs} + 0,022 * \text{аДНКнат} + \\ & + 0,014 * \text{аРЭ} + 0,009 * \text{АФЛАТ аСІ}, \end{aligned} \quad (1)$$

## СЕКЦІЯ Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень

$$\text{NMsum} = -2,304 + 0,731 \cdot 370_{\text{нм}} + 0,503 \cdot 530_{\text{нм}} - 0,441 \cdot 430_{\text{нм}} + 0,160 \cdot 356_{\text{нм}} \quad (2)$$

$$\text{TCsum} = -3,267 + 0,112 \cdot \text{T25\%} - 0,055 \cdot \text{TC56\%} - 0,050 \cdot \text{TR127\%} - 0,005 \cdot \text{NK8\%} + 0,001 \cdot \text{MON\#} \quad (3)$$

Результати дискримінації наведені в табл.1.

Таблиця 1

Узагальнений параметр	Потужність дискримінації, %		
	здорові	Хворі	середня
1. ANTI	93,8	57,6	75,6
2. NMsum	72,6	61,6	67,1
3. TCsum	62,3	74,1	68,5

Пошук загальної дискримінантної функції. Далі методом ЛДА було проаналізовано  $24 - (7+4+5) = 8$  параметрів, що залишились та 3 узагальнених (1-3). В результаті кожна дитина описувалась 11 параметрами: g, СРБ, Лімфоцити, B5%, TCsum, ЦИКконц, IgA, IgM, IgG, ANTI, NMsum. Після вибракування частини осіб та заміни пропусків даних середніми по вибірках отримано групи: 75 здорових і 84 хворих. Дискримінантна функція описується наступною формулою:

$$D = -2,539 + 3,305 \cdot \text{ЦИКконц} + 0,628 \cdot \text{СРБ} - 0,304 \cdot \text{TCsum} + 0,171 \cdot g - 0,091 \cdot \text{B5\%} - 0,065 \cdot \text{IgG} + 0,046 \cdot \text{ANTI} + 0,041 \cdot \text{NMsum} - 0,040 \cdot \text{Лімфоцити} + 0,025 \cdot \text{IgA} - 0,012 \cdot \text{IgM} \quad (4)$$

Вирішувальне правило для віднесення особи до певної групи має такий вигляд:

Якщо  $D > 0$  – хворий, якщо  $D < 0$  – здоровий. (5)

## ВИСНОВКИ

На основі правила (5) на навчальній вибірці отримано потужність дискримінації здорових 86,7%, хворих 83,3%, середня точність – 85%. Отже, точність даного вирішувального правила краще, ніж застосування будь-якого окремого узагальненого діагностичного параметра (1-3). Таким чином, метод ЛДА забезпечує достатню точність для виявлення патологій сполучної тканини у дітей на основі зазначених 11-ти параметрів.

1. Ошлянська О. А., Омельченко В. П., Чернишов В. П., Галазюк Л. В. Роль неспецифічної клітинної імунної відповіді у формуванні аутоімунітету // Перинатологія і педіатрія. – 2008. – №3(35). – С. 83-85.

2. Ошлянська О. А. Маркери деструкції сполучної тканини при вроджених та набутих її патологіях у дітей // Перинатологія і педіатрія. – 2009. – №4(40). – С. 57-61.

3. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. – М.: Мир, 1996. – Т.2. – С.354-389.

4. Чайковський І. А., Голуб Т. П., Будник М. М. Визначення емоційного стану людини за допомогою параметрів ЕКГ в одному відведенні / Зб. тез доповідей 2-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні системи в промисловості і освіті» (ІСПО'2009), м.Суми, 3-5 грудня 2009 р. // редкол.: А. С. Довбиш, О. А. Борисенко, С. П. Шаповалов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – С. 10-11.

5. Чернишева Д. С. Будник М. М. Застосування дискримінантного аналізу до обробки МКГ інформації / Зб. наук. праць «Комп'ютерні засоби, системи та мережі». – Київ: ІК ім. В. М. Глушкова, 2004. – №3. – С.57-64.

УДК 004.8.032.26

## РАСШИРЕНИЕ СФЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В. Г. Концевич, канд. техн. наук; В. В. Дегтярь,  
магистрант,  
Сумский государственный университет  
rydor2d2@rambler.ru

Нейронные сети – это одно из направлений исследований в области искусственного интеллекта, основанное на попытках воспроизвести нервную систему человека.

Искусственные нейронные сети широко используются при решении самых разных задач и активно применяются там, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или вовсе невозможными. В числе задач, решение которых доверяют искусственным нейронным сетям, можно назвать следующие: распознавание текстов, игра на бирже, контекстная реклама в Интернете, фильтрация спама, проверка проведения подозрительных операций по банковским картам, системы безопасности и видеонаблюдения – и это далеко не все.

Принцип работы искусственной нейронной сети основан на нашем понимании биологического мозга. В реальных организмах это нейроны клеток, которые выступают в качестве основной единицы обработки мозгом. Они образуют тесно взаимосвязанные сетки и общаются через переходы, которые называются «синапсы». Один нейрон получает сигналы (вход) от



множества других нейронов и впоследствии он решит, генерировать или нет электрический импульс (выход) на основе поступающих сигналов.

С вычислительной точки мы можем имитировать этот вид процесса с помощью линейной алгебры. Информация поступает в систему в качестве вектора (один столбец чисел), где каждый элемент этого вектора «нейрон». Соединения между нейронами (синапсы) представлены матрицей и называются матрицей преобразования, которая изменяет элементы исходного вектора. Также имеется вес различных соединений отдельных элементов матрицы. Когда нейронная сеть обрабатывает данные, она просто берёт наибольшую матрицу и умножает её с входным вектором. Ключом всей проблемы является выяснение того, какие элементы матрицы должны быть преобразованы.

Современные нейрокомпьютеры используются в основном в программных продуктах и поэтому редко задействуют свой потенциал «параллелизма». Эпоха настоящих параллельных нейровычислений начнется с появлением на рынке большого числа аппаратных реализаций – специализированных нейрочипов и плат расширений, предназначенных для обработки речи, видео, статических изображений и других типов информации.

Области применения нейронных сетей весьма разнообразны – это распознавание текста и речи, семантический поиск, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, предсказание курсов акций, системы безопасности, анализ текстов.

УДК 528.854

## ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

А. В. Бабкіна, асистент; Ю. В. Дмитренко, студентка,  
Національний аерокосмічний університет  
ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»  
julia\_2009@meta.ua

Автоматичне розпізнавання, класифікація, групування образів є ключовими задачами різних інженерних та наукових дисциплін, таких, як: біологія, медицина, маркетинг, комп'ютерний зір, штучний інтелект та інші. Розпізнавання образів визначається як процес віднесення візуального чи логічного образу до класів, що виділяються за деякими властивостями цих образів (об'єктів). Наприклад, виділення обличчя людини на зображенні, розпізнавання рукописного тексту, природної мови, аналіз відбитків пальців, обробка графічної інформації, отриманої супутником.

Більшість математичних методів розпізнавання образів поділяють на дві групи: дискримінантні та синтаксичні або структурні. Особливе місце в розпізнаванні належить методам, які ґрунтуються на використанні штучних нейронних мереж. Застосування нейронних мереж забезпечує такі властивості систем розпізнавання образів: нелінійність, адаптивність, контекстність інформації, паралельність обчислень, аналогію з нейробіологією.

1. Горє лик А. Л. Методы распознавания / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. – М.: Высшая школа, 1989. – 222 с.

УДК 004.4

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБХОДА  
ДЕРЕВА БИЗНЕС-ОБЪЕКТОВ**

Н. В. Ерёмин; А. Ф. Тарасов, д-р техн. наук,  
Донбасская государственная машиностроительная  
академия  
nikyer@gmail.com

Существует ряд методов повышения производительности компонентов объектно-реляционного отображения (ORM), в частности, оптимизация запросов, кэширование объектов, метод отложенной загрузки (Lazy load).

В данной работе проанализирована типичная архитектура ORM в сервере приложений корпоративной информационной системы. Используемая структура данных представляет собой дерево бизнес-объектов различных типов, структура которого определяется отношениями классов. В типичной реализации алгоритма обхода дерева бизнес-объектов при выполнении исходного запроса из БД может быть выбрано множество объектов, но при дальнейшем обходе дерева для каждого вновь загружаемого объекта выполняется отдельный запрос.

Экспериментально установлено, что общее время выполнения запросов в сервере приложений существенно зависит от количества SQL-запросов к СУБД. Вместе с тем, время выполнения одного SQL-запроса слабо зависит от количества возвращаемых записей. Эксперимент проводился с использованием реляционной СУБД MSSQL Server. Такие же выводы сделаны в работе других авторов с испо-

льзованием реляционной СУБД Interbase. Поэтому реального прироста производительности можно добиться за счёт уменьшения количества запросов к СУБД.

Уменьшить количество запросов к СУБД в данной модели можно, формируя запросы таким образом, чтобы они возвращали все необходимые объекты одного типа (из заданной таблицы). Объединить условия таким образом, чтобы выбрать полностью все объекты заданного типа в дереве невозможно, т.к. информация о том, какие объекты понадобятся на нижних уровнях, отсутствует на верхних уровнях дерева. При этом можно выбрать одним запросом все необходимые объекты данного типа на одном уровне иерархии дерева.

Рассмотрим предлагаемый алгоритм загрузки объектов при обходе дерева. Для каждого уровня выполняется следующая последовательность операций при наличии кэширования:

1. Выполнить запрос на выборку объектов текущего уровня по имеющемуся условию.
2. Если множество полученных объектов непустое, исключить из выборки объекты, уже содержащиеся в кэше.
3. Сформировать множество типов, которые ассоциированы с данным типом. Если какой-либо из типов является абстрактным, заменить его множеством наследников.
4. Если множество полученных типов непустое, для каждого найденного типа сформировать множество значений идентификаторов объектов, анализируя объекты из множества, полученного на шаге 2.

5. Для полученных непустых множеств идентификаторов сформировать условия выбора объектов для следующего уровня дерева (для всех типов).

Переходим на следующий уровень.

Например, обход дерева, содержащего объекты трех типов  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ( $B$  ассоциирован с  $A$ ,  $C$  ассоциирован с  $B$ ) осуществляется следующим образом: выполняется первый запрос на выборку всех объектов класса  $A$ , затем выполняется  $N_A$  запросов на выборку объектов класса  $B$ , на которые имеются ссылки из объектов класса  $A$ . После этого выполняется  $N_B$  запросов на выборку объектов класса  $C$ , ассоциированных с объектами класса  $B$ .

Разработанный алгоритм обхода дерева объектов позволяет сократить количество запросов к БД за счёт выборки всех объектов одного типа на каждом уровне дерева одним запросом, что может существенно снизить временные затраты на обход всего дерева объектов и повысить производительность сервера приложений корпоративной системы.

УДК 681.518

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ**

С. А. Петров, ассистент; С. И. Фесенко, студент,  
Сумский государственный университет, Украина  
sergpet@gmail.com

При управлении и прогнозировании различных экономических, социальных и других явлений часто возникает проблема, связанная с многомерностью их описания. Наиболее действенным инструментом исследования таких процессов являются методы многомерного анализа, к числу которых относится и кластерный анализ.

Основным назначением кластерного анализа является разбиение множества объектов на группы (кластеры) по определённому признаку, то есть выявление в множестве соответствующей структуры.

Для решения такой задачи используют два подхода: эвристический, который, исходя из интуитивных соображений, реализует схему разделения объектов на группы, и экстремальный, использующий для этого критерий оптимальности. Самое трудное в задаче классификации это определение меры однородности объектов. За меру однородности объектов принимают расстояние Махаланобиса или его частные случаи: евклидово расстояние, взвешенное евклидово расстояние и Хемингово расстояние. Также важным является и определение расстояния между кластерами. В задачах с небольшим количеством объектов, где анализ структуры более важен и существует проблема

определения количества кластеров, используются иерархические методы, такие, как: метод ближнего соседа (single linkage), метод дальнего соседа (complete linkage), метод средней связи (pair group average), центроидный метод (метод медианной связи) [4]. Если же число кластеров заранее задано или его можно априорно определить, то для классификации чаще всего используют параллельные кластер - процедуры, в которых реализуется идея оптимизации разбиения в соответствии с некоторым функционалом качества. К таким методам относят метод  $k$  - средних. Он является наиболее распространённым среди неиерархических методов, благодаря своей простоте, скорости, понятности и прозрачности алгоритма.

После проведения кластеризации любым из методов важным моментом является вычисление эффективности кластеризации. Это можно сделать, вычислив вероятность ошибки [2] или используя критерий функциональной эффективности [3]. Вероятность ошибки  $R$  может быть определена, например, по формуле [2]:

$$R = 0.5 \left\{ 1 - \exp \left( - \frac{m \ln \left( \frac{D}{d} \right)}{\frac{D^m}{d^m} - 1} \right) + \exp \left( \frac{m \ln \left( \frac{D}{d} \right)}{1 - \frac{d^m}{D^m}} \right) \right\}, \quad (2)$$

где  $m$  – мерность пространства параметров;  $d$  -наиболее вероятное значение ближайшего расстояния;  $D$  -наиболее вероятное значение межкластерного расстояния. Вероятность ошибки  $R$  можно принять за критерий качества кластеризации: чем меньше вероятность ошибки, тем выше

качество кластеризации. Эффективность также может быть оценена с помощью критерия функциональной эффективности по Шеннону [3]. Эта формула имеет вид.

$$E = 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\alpha + D_2} \log_2 \frac{\alpha}{\alpha + D_2} + \frac{D_1}{D_1 + \beta} \log_2 \frac{D_1}{D_1 + \beta} + \frac{\beta}{D_1 + \beta} \log_2 \frac{\beta}{D_1 + \beta} + \frac{D_2}{\alpha + D_2} \log_2 \frac{D_2}{\alpha + D_2} \right), \quad (3)$$

где  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  - значения точностных характеристик.

Значение  $R$  является достаточно надёжным индикатором для процедуры исключения неинформативных признаков, что поможет сделать массивы социально-экономической информации более компактными и наглядными для дальнейшей обработки и принятия решений, не накладывая никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов, то есть позволяет рассматривать исходные данные практически произвольной природы.

1. Коваль П. Н. Использование кластеризации при анализе данных / П. Н. Коваль // УСиМ. – 2010. – №6. – С. 32-34.

2. Алехин Е. И. Многомерные статистические методы / Е. И. Алехин. – Орел: Издательский центр ГОУ ВПО ОГУ, 2007. – 37с.

3. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 171 с.

4. Jain A. K., Murty M. N., Flynn P. J. Dataclustering: a review / A. K. Jain, M. N. Murty, P. J. Flynn // ACM Computing Surveys (CSUR). – 1999. – Volume 31 Issue 3. – 69 p.



УДК 004.932.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ  
ПАРАМЕТРОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ  
ГЛАЗУРОВАННОГО СЛОЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК  
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИХ РАСПОЗНАВАНИЯ

И. А. Гетьман,

Донбасская государственная машиностроительная  
академия

irina\_getjman@ukr.net

В ходе исследований по выбору, обоснованию, проверке информативности параметров текстуры и геометрической формы изображений области дефекта были проанализированы используемые в настоящее время методики определения таких параметров. На основании анализа литературных источников и существующих научных школ по обработке изображений и поиску в базах и хранилищах данных изображений, для дальнейших исследований были намечены следующие методы получения параметров текстуры сегментов изображений:

- спектральные (использование фильтров Габора);
- оценки распределения плотности вероятности и автокорреляционной функции;
- параметры в пространственной области (параметры Тамура).

Также были исследованы следующие методы учета геометрических параметров сегментов изображений:

- коэффициенты Фурье для контуров;
- простые геометрические оценки формы в пространственной области;

- комплексные геометрические оценки (на примере фрактальных оценок).

Была задействована следующая методика проведения экспериментов.

Для накопленной базы прецедентов с изображениями дефектов рассчитывались параметры изображений и фиксировались результаты классификации дефектов, проведенной экспертами. В качестве экспертов привлекалась группа инженеров-технологов и инженеров по техническому контролю и контролю качества. Затем с учетом полученных данных рассчитывалась информативность в смысле построения правил для дерева решений и вероятность распознавания в смысле наивного подхода Байеса.

По результатам эксперимента определено следующее. Для рассмотренного набора дефектов глазурированного слоя керамических плиток наиболее информативными для построения классификационных правил и деревьев решений на их основе являются: для текстуры – параметры Тамура в пространственной области (directionality, coarseness, regularity) и параметры автокорреляционной функции; для контура сегмента – простые геометрические параметры контуров дефектов виде комплексной оценки.

Выводы. Выявлены наиболее информативные параметры, позволяющие разработать эффективное алгоритмическое обеспечение информационно-измерительной системы контроля качества керамических изделий для распознавания их дефектов и последующей их классификации (сортировки).

УДК 681.188

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАВНОВЕСНОГО КОДА В  
БИНОМИАЛЬНЫЙ**

Д. В. Гутенко, аспирант,  
Сумский государственный университет  
Wista07@mail.ru

Равновесные коды широко применяются для построения помехоустойчивых систем связи, а также в устройствах с повышенной надёжностью. В данной работе предлагается метод преобразования из равновесного кода в биномиальный. Этот метод может быть применен в системах преобразования равновесных комбинаций в номера. Для таких систем преобразование будет идти в два этапа: равновесную комбинацию преобразуют в биномиальную, а затем из биномиальной комбинации в номер.

Для преобразования необходимо знать  $n$  – разрядность равновесных кодовых комбинаций,  $m$  – количество единиц в них. Начиная со старшего разряда, в равновесной комбинации подсчитывается количество единиц и нулей. Когда при подсчёте сумма единиц будет равна  $m$ , или сумма нулей будет равна  $(n - m)$ , то все подсчитанные разряды отсекаются от равновесной комбинации, образуя неравномерную кодовую комбинацию. По сравнению с другим методом преобразования из равновесного в биномиальный предлагаемый метод реализуется за большее количество шагов, но имеет некоторые преимущества при схемотехнической реализации.

УДК 004.048

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ  
ПРОЦЕССОВ**

Т. В. Корчак, ассистент; А. Ю. Кривоножко, студентка,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»  
kotavi@i.ua

Анализ и прогнозирование временных рядов занимают важное место в современном мире. Прогнозирование можно отнести к специальному научному исследованию конкретных перспектив развития некоторого явления. Проблемы анализа и прогнозирования данных возникают в различных областях науки: естественных, технических, социологических, медицинских, в экономической сфере, в науках, описывающих природные явления, и других исследованиях.

Для решения проблемы неопределенности в данных существует множество методов интеллектуальной обработки данных в условии неопределенности, такие как: нечеткие интервальные методы, методы нечеткой регрессии, модели нечеткого вывода Мамдани и Такаги-Сугено, нейро-нечеткие модели. Наличие такого широкого спектра методов анализа и прогнозирования временных рядов значительно затрудняет их выбор, от которого зависят точность, полнота полученного результата, оценка дальнейшего развития рассматриваемого процесса.

Рассматривая тип и структуру временных рядов, зачастую удастся выбрать метод, с помощью которого можно достичь лучших результатов при их анализе и обработке.

Таким образом, решение проблемы сводится к разработке методов обработки и прогнозирования данных, способных работать с данными в условиях априорной неопределенности, с выборками малого объема ретроспективной информации и с рядами, содержащими выбросы. На рис.1 предлагается схема решения данной проблемы, которая разбивается на три отдельные задачи.

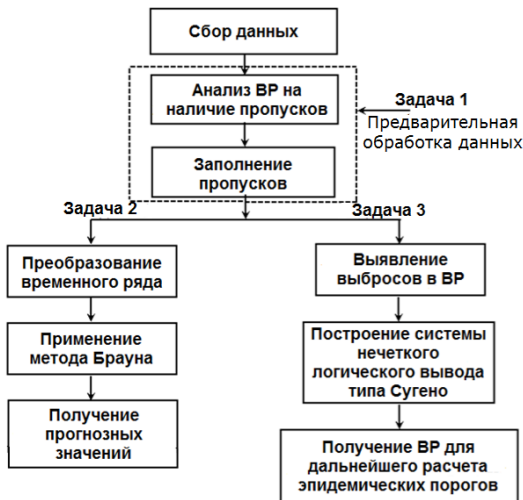


Рис. 1. Структура задач обработки и прогнозирования данных

1. Gail M.H. Encyclopedia of Epidemiologic Methods (Wiley Reference Series in Biostatistics) / M.H. Gail, J.B. Gail. – Wiley: 1 edition, 2000. – 978 p.

2. Allison P.D. Missing Data (Quantitative Applications in the Social Sciences) / P.D. Allison. – Sage Publications, Inc: 1 edition, 2001. – 104 p.

УДК 004.627

**МЕТОД БИНОМИАЛЬНОГО НУМЕРАЦИОННОГО  
СЖАТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАБЛИЦЫ  
БИНОМИАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

С. В. Костель,  
Сумский государственный университет  
eikt@ukr.net

Основными недостатками существующих методов сжатия данных для информационных систем (ИС) являются большой объем аппаратно-программных затрат и недостаточное быстродействие. Актуальной является задача разработки эффективного метода сжатия для ИС.

Для решения поставленной задачи был разработан метод биномиального нумерационного сжатия двоичной информации. Сжатие выполняется в три этапа: подсчет числа единиц в двоичном сообщении, преобразование сообщения в биномиальное число, вычисление номера биномиального числа с использованием нумерационной функции биномиальной системы счисления. В качестве весовых коэффициентов нумерационной функции используются биномиальные коэффициенты (БК). С целью достижения максимального быстродействия значения БК хранятся в памяти, что позволяет выполнять сжатие с использованием простых операций.

Использование метода биномиального нумерационного сжатия с таблицей БК позволяет реализовать устройство сжатия данных для ИС с высоким быстродействием и простой аппаратно-программной реализацией.

УДК 519.714 : 621.391

**МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И  
ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ КОДОВ-СОЧЕТАНИЙ**

И. А. Кулик, канд. техн. наук,  
Сумский государственный университет  
kulyk@ekt.sumdu.edu.ua

В информационно-управляющих системах (ИУС) достаточно большие объемы информации составляют данные, представленные кодами-сочетаниями. Генерирование кодов-сочетаний и приписывание им номеров позволяет проводить не только их эффективное кодирование, но и существенно облегчить решение ряда задач целочисленного программирования.

Приведенные модели получения и перечисления кодов-сочетаний основываются на утверждении, что в структуре комбинаторных объектов можно обнаружить соответствующие им структурные числа [1,2]. В частности для рассматриваемых кодов-сочетаний такими структурными числами являются биномиальные числа.

Предлагаемый подход к получению рассматриваемых моделей заключается в том, что коды-сочетания наделяются числовыми характеристиками, например количественными эквивалентами соответствующих им биномиальных чисел, порождаемых биномиальными системами счисления. В результате возможно не только ускорение процессов генерирования и перечисления кодов-сочетаний, но и расширение возможностей по их преобразованию. В частности, весьма заметно упрощается

получение кодов-сочетаний не только в систематическом, но и случайном порядке.

Таким образом, математическими моделями исследуемых процессов являются следующие сложные функции:

1) перечисления кодов-сочетаний  $Y_j$  с заданным ограничением  $R_Y$  с целью получения их номеров  $F_j$  –



2) генерирования кодов-сочетаний  $Y_j$  с заданным ограничением  $R_Y$  на основе номеров  $F_j$  –



где  $\psi: X \rightarrow F$  и  $\psi^{-1}: F \rightarrow X$  – биективные прямое и обратное отображения множества  $X$  биномиальных чисел  $X_j$  на множество  $F$  номеров  $F_j$  и обратно  $F$  на  $X$ .

Следует отметить, что отображения  $\psi$  и  $\psi^{-1}$  могут быть реализованы с использованием биномиальных числовой функции и систем ограничений [1, 2].

На базе разработанных моделей возможна более эффективная реализация различных информационных задач: помехоустойчивая передача и контроль ошибок, коммутация сообщений и оптимизация обработки данных.

1. Борисенко А. А. Биномиальный счет. Теория и практика: Монография / А. А. Борисенко. – Сумы: ИГД "Университетская книга", 2004. – 170 с.

2. Борисенко А. А. Биномиальное кодирование: Монография / А. А. Борисенко, И. А. Кулик. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2010. – 206 с.



УДК 004.853 (043.2)

ПІДГОТОВКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ  
ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕКИ XELORES

С. В. Кунцев, канд. техн. наук,  
ДВНЗ Українська академія банківської справи  
kuntsev@academy.sumy.ua

Для аналізу даних і отримання нових знань використовуються різні технології. Однак найбільшу перевагу мають методи інтелектуального аналізу Data Mining (54,7%) [1], на другій позиції знаходиться аналітика прогнозування (14,5%). За даними 2010 року аналітичні технології Data Mining найширше використовувалися у галузі створення CRM-систем (26,8%), банківській справі (19,2%) і в охороні здоров'я (13,1%).

Процес виявлення знань в даних є складним. Для практичної підготовки фахівця-аналітика рекомендується використовувати лабораторний практикум [2]. Відповідно до інструкції для практикуму встановлено програмне забезпечення: бібліотека алгоритмів Xelores, графічний інтерфейс GUI, середовище розробки Eclipse. Програмний комплекс використовується для розв'язання задач з банківської справи.

1. KDnuggets. Лучшие ресурсы Data Mining / <http://www.kdnuggets.com/polls/2011>

2. Барсегян А. А. Анализ данных и процессов: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.

УДК 004.032.26

## ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ БАНКУ

М. С. Кунцев, магістр,  
Компанія NetCracker  
m.s.kuntsev@ukr.net

Проблема моделювання кредитного ризику банку з застосуванням нейронечітких технологій є актуальною: в умовах нечіткої вхідної інформації названі технології забезпечують високий рівень адекватності моделей. Метою роботи є розробка нейронечіткої моделі оцінки кредитного ризику банку щодо позичальника.

Нейронечітка модель, яка розроблена, дозволяє більш адекватно відтворити складні нелінійні залежності рівня кредитного ризику від основних факторів-показників кредитоспроможності в умовах нечіткої як кількісної, так і якісної статистичної інформації при відносно малих експериментальних вибірках.

Розроблено програмне забезпечення для побудованих нейронечітких моделей у програмному середовищі MATLAB 7. Проведено модельний аналіз впливу основних показників кредитоспроможності позичальника на рівень кредитного ризику КБ, виконано варіантні розрахунки.

1. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование и среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
2. Притоманова О. М. Моделювання економічних і фінансових процесів на основі нейронечітких технологій / О. М. Притоманова. – Дніпропетровськ: Вісник ДНУ, Економіка. – Вип.2, №10/1, 2008. – 105 с.

УДК 681.5

## КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РОЗВИТКУ ТА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЙ

Е. А. Лавров, д-р техн. наук; О. Б. В'юненко, канд. екон.  
наук,

Сумський державний університет

Prof\_lavrov@mail.ru

1. Вступ. Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, в т.ч. і при розробці проектів інвестиційних програм обласні органи влади і потенційні інвестори повинні володіти повною інформацією про динаміку макроекономічних і територіальних індикаторів соціально-економічного розвитку і можливістю здійснювати аналіз, моделювання і прогнозування по вказаних параметрах.

2. Постановка задач дослідження. Проведений аналіз інформованості потенційних інвесторів, спеціалістів обласного рівня та осіб, що приймають рішення, включаючи найвищих посадовців, свідчить про вкрай низький його рівень. Задачею роботи є узагальнення світового досвіду з метою формування системи вимог до регіональної інформаційної системи.

3. Розробка функціональної структури та основних вимог до реалізації функцій системи.

Основні задачі системи можна визначити таким чином:

1) моніторинг основних виробничих, соціально-економічних і фінансових показників розвитку області, виконання цільових програм і основних індикаторів розвитку економіки області; 2) формування зведених і комплексних

оцінок рівня соціально-економічного розвитку, рівня і якості життя, а також податкового потенціалу; 3) порівняльний аналіз соціально-економічного розвитку області; 4) виявлення і статистична оцінка ступеня взаємної залежності показників (факторний аналіз); 5) багатоваріантне короткострокове і середньострокове прогнозування основних соціально-економічних показників розвитку області.

Система автоматизованого моніторингу розвитку та інвестиційної привабливості територій (САМРІПТ) представляє собою інтегрований набір програмних конструкторів і інструментів, що мають виконувати наступні функції

Конструювання багатовимірних сховищ даних, в т.ч.: : інтеграція зовнішніх реляційних баз даних і багатовимірних сховищ даних; підтримка багатовимірних і реляційних об'єктів; управління нормативно-довідковою інформацією; управління метаданими.

Інтеграція даних, у т.ч.: системи управління базами даних; багатовимірні сховища даних інших постачальників.

Управління нормативно-довідковою інформацією, в т.ч.: проектування структури нормативно-довідкової інформації «зверху вниз» і «від низу до верху» (від логічної до фізичної моделі і навпаки); ведення ієрархічних довідників, що параметризуються, зокрема залежних від часу; підтримка необмеженої кількості атрибутів в довіднику, різних типів даних і зв'язків між довідниками.

Візуалізація даних, в т.ч.: відображення даних у вигляді таблиць, графіків і діаграм, електронних карт з можливістю управління деталізацією даних; створення звітів довільної структури; створення аналітичних записок.

Експрес-аналіз даних, в т.ч.: одночасний OLAP-аналіз даних з декількох багатовимірних кубів; оперативний статистичний аналіз даних; експорт даних в зовнішні файли для подальшого OLAP-аналізу без підключення до бази даних.

Моделювання і прогнозування, в т.ч.: підтримка широкого класу методів моделювання, зокрема нейромережових, оптимізаційних, економетричних та ін.; створення динамічних моделей бізнес-процесів; виконання варіантних сценарних «Що буде, якщо?» і цільових «Що необхідне для?» прогнозних розрахунків; інтеграція з багатовимірними сховищами даних та інструментами оперативного аналізу; можливість розширення набору методів і моделей за рахунок підключення зовнішніх бібліотек.

Швидка розробка додатків, в т.ч.: об'єктно-орієнтована мова програмування; можливість розширення системи новими спеціалізованими типами і об'єктами метаданих;

Відкритий інтерфейс для інтеграції програмного забезпечення, в т.ч.: доступ до компонентів і функцій комплексу із зовнішніх додатків;

Організація WEB-доступу, в т.ч.: інтеграція з корпоративними порталами; організація доступу до даних та інструментів аналізу через Internet/Intranet.

Адміністрування і безпека, в т.ч.: єдина система безпеки для всіх компонентів системи; єдина система аудиту дій користувачів і протоколювання регламентних операцій з даними; вбудований планувальник завдань.

4. Розробка вимог до єдиного інформаційного простору і складу підсистем.

Загалом інформаційна система повинна складатися з наступних основних підсистем: підсистема моніторингу; аналітична підсистема; підсистема моделювання і прогнозування (типу «Що буде, якщо..?», тощо); підсистема представлення даних. Робота всіх інтегрованих підсистем безпосередньо здійснюється на основі єдиного централізованого сховища даних, яке створює інформаційний простір для вирішення всіх видів аналітичних завдань.

Підсистема моніторингу дозволяє відстежувати тенденції зміни соціально-економічної інформації розвитку області за різні періоди часу, а також звітних форм показників економічного і фінансово-бюджетного розвитку регіону в динаміці, представлення інформації у вигляді зведених OLAP-таблиць.

Підсистема аналізу дає можливість отримувати динамічні аналітичні текстові записи, які є елементом експертної системи і формуються на основі системи бази знань і дозволяють проводити оцінку інвестиційної привабливості області (а також окремих її регіонів і підприємств), оцінку якості життя окремих регіонів та області в цілому, оцінку податкового потенціалу. Підсистема моделювання і прогнозування є інструментом для сценарного моделювання соціально-економічного і бюджетно-фінансового стану області (по галузях, районах та ін.) на короткострокову і середньострокову перспективу (за принципом «Що буде, якщо...?»), залежно від сценарних параметрів на основі комплексу імітаційних моделей. Короткострокове прогнозування призначене для оперативної оцінки основних показників соціально-економічного розвитку області і ство-

рення на їх основі річних прогнозів. Підсистема оперативного прогнозування дозволяє оцінити динаміку зміни аналізованих показників протягом року і у разі різких відхилень від планованого курсу своєчасно ухвалити необхідні рішення. Базовий перелік показників середньострокового прогнозування включає демографічні показники, основні загальноекономічні показники, промисловість, сільське господарство, транспорт і зв'язок, мале підприємництво, інвестиції, фінанси, зайнятість, грошові доходи і витрати населення та ін.

Підсистема представлення даних дозволяє відображати результати прогнозно-аналітичних розрахунків. На основі WEB-технологій будується оперативний локальний або віддалений доступ користувачів (районних адміністрацій) до готових звітних документів і інформаційних ресурсів.

Висновки. Перевагами запропонованої моделі є комплексне використання різних методів аналітичної обробки даних в єдиній аналітичній системі, а також широке використання методів сценарного моделювання для формування прогнозів, планів розвитку області і інвестиційних програм.

УДК 004.942: 621.825.78: 004.891.3

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРУГОГО  
ЭЛЕМЕНТА МУФТЫ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ  
ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Д. О. Литвиненко, студент,  
Сумский государственный университет  
denis\_litvinenko@ukr.net

В процессе конструирования 3D-моделирование получило широкое распространение, так как ускоряет процесс разработки документации, а также повышает качество изготавливаемого продукта. Вследствие чего на сегодня явно обозначилась тенденция использования систем автоматизированного проектирования (САПР) технологических объектов как элементов экспертных систем проектирования. Муфты – широко распространенный вид передач. От качества их проектирования зависят эксплуатационные свойства большого числа механизмов.

Целью работы стало создание САПР упругого элемента муфты. Были поставлены такие задачи:

- разработать параметрическую 3D-модель;
- сформировать математическую модель предварительных расчетов элемента муфты;
- разработать программу, управляющую параметрической 3D-моделью по результатам расчетов.

Для создания САПР существуют методы параметризации, такие как табличный, иерархический, вариационный и геометрический. Табличный и иерархический методы являются простыми в использовании, но имеют ограничен-



ные возможности, а геометрический предполагает сложную реализацию. Поэтому в данной работе для обеспечения возможности дальнейшего использования модели как элемента экспертной системы был использован вариационный метод параметрического моделирования.

Первый этап параметризации предполагает создание эскизов элементов моделей с последующим наложением связей на них, после чего на эскиз наносятся параметризованные размеры. На следующем этапе проводятся трёхмерные операции с параметризованными атрибутами. Так как в работе использована сборка, то также задается взаимное расположение компонентов путем наложения зависимостей. Благодаря использованному методу параметрического моделирования была достигнута высокая скорость построения модели и широкий спектр изменений геометрического вида.

Конечным результатом работы явилась программа, имеющая универсально написанный код, который можно применить к другим сборкам, смоделированным в рамках требований, необходимых для дальнейшей параметризации.

1. B. Ekins Unleashing Hidden Powers of Inventor with the API / [http://www.dailycadcam.com/site/showframe?url=http://www.autodesk.com/us/community/mfg/Part\\_1.pdf](http://www.dailycadcam.com/site/showframe?url=http://www.autodesk.com/us/community/mfg/Part_1.pdf)

УДК 616.07:004.032.26

## РОЗПІЗНАВАННЯ МАГНІТОКАРДІОГРАМ

### ЗА ЧИСЛОВИМИ ДАНИМИ

С. С. Мартиненко, асистент,  
Сумський державний університет  
smart@unesco.sumdu.edu.ua

Біомагнітні дослідження знайшли застосування при вивченні магнітних полів, породжуваних біострумами людини [1]. Одним із інформативних методів діагностування серцево-судинної системи є застосування магнітних карт (магнітокардіограм). Діагностична цінність магнітокардіограм полягає в наявності в них інформації про зміну топології серцево-судинної системи. Основні ускладнення при діагностуванні за магнітокардіограмами пов'язано з необхідністю великого досвіду лікаря-кардіолога і довільними початковими умовами формування образів. Що обумовлює апіорну невизначеність.

При формуванні вхідних даних використано числові дан, які одержано з датчиків магнітокардіографу в процесі діагностування пацієнтів на захворювання серцево-судинної системи. Вони містять значення координат кінця вектора за умови, що кожен вектор має локальну систему відліку, початок якої знаходиться у точці  $(0, 0)$ . Кожна магнітна карта, що розглядається як реалізація образу, складалася з десяти масивів координат векторів, кожний з яких містить 10 ознак розпізнавання за кожною координатою.

Таким чином, вхідні дані представлено числами з індексами від 1 до 200.

На рис.1 показано графічне представлення числових даних магнітної карти, одержане шляхом кубічної інтерполяції кольором розмірів векторів-реалізацій навчальної матриці.

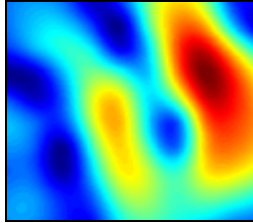


Рис.1. Зображення, одержане після оброблення текстових даних.

Формування навчальної матриці здійснювалося шляхом оброблення зображень кожної реалізації образу в полярних координатах, як показано в праці [2]. Для апріорно нечіткої навчальної матриці для алфавіту із трьох класів (нормальний стан, ішемічна хвороба серця і гіпертрофія) було здійснено навчання системи розпізнавання за інформаційно-екстремальним алгоритмом із оптимізацією системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання.[2].

Оскільки вирішальні правила, одержані на етапі навчання, не є безпомилковими, це вимагає подальшої оптимізації інших параметрів функціонування системи.

1. Sosnitsky V. N. Application of Superconducting Electronics to Registration of Biomagnetic signals / V. N. Sosnitsky, I. D. Voitovich. Journal de Physique IV Colloque 3. – Belgium, 1998. – P. 3417- 3422.

2. Dovbysh A. S. Information-extreme algorithm for recognizing current distribution maps in magnetocardiography / A. S. Dovbysh, S. S. Martynenko, A. S. Kovalenko, N. N. Budnyk // Journal of Automation and Information Sciences 43 (2). – P. 63-70.

УДК 681.5

**МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ НЕСТАЦІОНАРНИХ  
ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ЕКОНОМІКИ  
УКРАЇНИ**

Т. О. Маринич; Л. Д. Назаренко,  
Сумський державний університет  
nazarenkold@ukr.net

Прогнозування чинників фінансової стабільності економіки країни в сучасних умовах стає необхідним інструментом для ефективної протидії кризовим процесам світової економіки. Для макроекономічних показників найбільш сучасним підходом вважається моделювання на базі аналізу часових рядів. Сумісну динаміку такого роду процесів добре моделюють векторні авторегресійні моделі, впроваджені К. Сімсом у 1980 р. Значення таких моделей як ефективного інструменту формування адекватної економічної політики у світі підтверджене присудженням Сімові у 2011 р. Нобелівської премії з економіки.

У роботі досліджується взаємозв'язок боргових зобов'язань України із чинниками валютного курсу. Для моделювання використовуються щоквартальні статистичні дані за 2000-2011рр., опубліковані в офіційних джерелах [1]. Розрахунки здійснені з використанням програмного пакета EViews 6.0. Для часових рядів використані такі позначення: номінальний ефективний обмінний курс (NEER); середньоквартальний міжбанківський курс гривні до долара США (EXRATE); валовий зовнішній борг, % до ВВП (DEBT). Підготовка вхідних даних до

моделювання передбачає сезонне згладжування (DEBT\_SA) та логарифмування (LNEXRATE) для зменшення варіації ряду.

Для визначення типу математичної моделі першочерговим є визначення стаціонарності часових рядів. Вона означає, що математичне сподівання, дисперсія, автокореляційна функція ряду не залежать від часу. Перевірка на стаціонарність здійснена шляхом дослідження автокореляційних функцій та розширеного тесту Дікі-Фулера (ADF). При цьому за тестами Акайке та Шварца визначалася наявність тренду та константи у відповідних авторегресійних поданнях часових рядів. Результати ADF-тесту (табл. 1) показують порядок інтегрованості часових рядів. Вони свідчать про те, що стаціонарними є ряди з перших різниць досліджуваних рядів, а самі вони є інтегрованими нестаціонарними рядами першого порядку.

Таблиця 1 – Результати ADF - тесту на стаціонарність

Показник	ADF- статистика		Критичне значення $\alpha = 0,05$	Порядок інтеграції	
	Ряд	Перші різниці		ряд	перші різниці
NEER	-0.233606	-7.149279	-2.928142	I(1)	I(0)
LNEXRAT	-0.318731	-5.211455	-2.931404	I(1)	I(0)
DEBT_SA	0.631306	-6.569699	-2.928142	I(1)	I(0)

Тест Грейнджера на існування причинно-наслідкового зв'язку також дозволяє кількісно оцінити тривалість впливу однієї змінної на іншу (довжину лагу). Основна ідея цього тесту полягає в тому, що змінна  $x$  є причинною по відношенню до  $y$ , якщо значення  $y$

**СЕКЦІЯ Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень**

можуть бути краще прогнозовані з використанням минулих значень  $x$ , ніж без них. Дослідження проведене для всіх можливих пар вхідних показників для різних значень лагу  $p$  (табл. 2). У таблиці використано такі позначення: “  $\rightarrow$  ” означає  $x_{t-p}$  впливає на  $y_t$ , іншими словами, значення змінної  $x$   $p$  кварталів тому допомагає оцінити значення змінної  $y$  в момент часу  $t$ , “  $\leftrightarrow$  ” – наявність двостороннього взаємовпливу.

Таблиця 2 - Тест Грейнджера для рівня значущості  $\alpha=0,05$

P=1	P=2	P=3	P=4	P=5	P=6
NEER $\leftrightarrow$ DEBT_SA	NEER $\rightarrow$ DEBT_SA	NEER $\rightarrow$ DEBT_SA	NEER $\rightarrow$ DEBT_SA	NEER $\rightarrow$ DEBT_SA	NEER $\rightarrow$ DEBT_SA
NEER $\rightarrow$ LNXRAT	NEER $\rightarrow$ LNXRAT	NEER $\rightarrow$ LNXRAT	NEER $\rightarrow$ LNXRAT	NEER $\rightarrow$ LNXRAT	
	LNXRAT $\leftrightarrow$ DEBT_SA	LNXRAT $\leftrightarrow$ DEBT_SA	LNXRAT $\leftrightarrow$ DEBT_SA	LNXRAT $\leftrightarrow$ DEBT_SA	LNXRAT $\leftrightarrow$ DEBT_SA

Вимога стаціонарності до процесів, які моделюються в нашій ситуації, потребує визначення можливих коінтеграційних співвідношень. Два часові ряди є коінтегрованими, якщо самі вони є інтегрованими першого порядку, а їх лінійна комбінація є стаціонарною. Ця лінійна комбінація відображає довгострокові залежності між змінними. Для перевірки коінтегрованості змінних нами використано тест Йохансена, він показав відсутність довгострокової рівноваги між рядами.

Таким чином, є всі підстави побудувати VAR, використовуючи перші різниці часових рядів та дві їх лагові змінні. Це ряди DDEBT, DLEXRATE, DNEER.

Використовуючи метод найменших квадратів, отримано статистично значущі оцінки коефіцієнтів авторегресійних рівнянь.

Модель має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 DLEXRATE &= 1.2358DLEXRATE(-1) - 0.456DLEXRATE(-2) - 0.1272DDEBT(-1) + 0.3185DDEBT(-2) - \\
 &0.2575DNEER(-1) + 0.2751DNEER(-2) + 0.274499330763; \\
 DDEBT &= 0.6867DLEXRATE(-1) - 0.6854DLEXRATE(-2) + \\
 &0.7146DDEBT(-1) + 0.3669DDEBT(-2) - 0.2110DNEER(-1) + \\
 &0.2855DNEER(-2) - 0.102662010794; \\
 DNEER &= 0.1915DLEXRATE(-1) + 0.1090DLEXRATE(-2) - \\
 &0.3972DDEBT(-1) - 0.0471DDEBT(-2) + 0.7443DNEER(-1) - \\
 &0.0031DNEER(-2) - 0.0535495274282
 \end{aligned}$$

Модель має достатньо високі якісні характеристики, про що свідчать результати, наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Якісні характеристики VAR

	DLEXRATE	DDEBT	DNEER
R-squared	0.929560	0.970653	0.932288
Adj. R-squared	0.917820	0.965762	0.921002
Sum sq. resids	0.094507	0.058803	0.085884
S.E. equation	0.051237	0.040416	0.048843
F-statistic	79.17852	198.4515	82.61000
Log likelihood	70.57172	80.77290	72.62867
Akaike AIC	-2.956824	-3.431298	-3.052496
Schwarz SC	-2.670117	-3.144591	-2.765789
Mean dependent	1.741814	0.524053	0.957445
S.D. dependent	0.178730	0.218422	0.173779
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.82E-09	
Determinant resid covariance		1.65E-09	
Log likelihood		251.7135	
Akaike information criterion		-10.73086	
Schwarz criterion		-9.870738	

Прогнозні якості моделі виявляються через функції реакції на імпульси (impulse response function). Вони демонструють ефект від одиничного імпульсу в момент часу  $t$  однієї ендогенної змінної на наступні значення інших ендогенних змінних за відсутності інших шоків. За допомогою цих функцій можна оцінити ефект від збурення однієї змінної на всі змінні системи (рис. 1). Випадкові збурення змінних DLEXRATE та DDEBT значуще не впливають на DNEER, хоча імпульсний шок самої DNEER відчувається для цього показника протягом наступного кварталу. Через 2 квартали змінна DDEBT отримує суттєвий вплив збурень у DLEXRATE, DDEBT та DNEER. Для DLEXRATE відчувається вплив шоку від DNEER протягом одного кварталу, а збурення самої змінної та DDEBT викликають суттєві відгуки протягом двох наступних кварталів.

Характеристикою якості прогнозних властивостей VAR є також декомпозиція дисперсії похибок прогнозу. Похибка прогнозу в DLEXRATE пояснюється перші два квартали після шоку самою змінною, наступні півтора року спадає до 80% і доповнюється на 20% впливом DDEBT. Для DDEBT похибка прогнозу з 2-го кварталу рівноцінно визначається самою змінною та DLEXRATE.

Для DNEER основний вплив чинить DLEXRATE, що варіює від 70% у першому кварталі до 30% у 8-му. Вплив DDEBT у помилці прогнозування зростає від 5% до 65%.



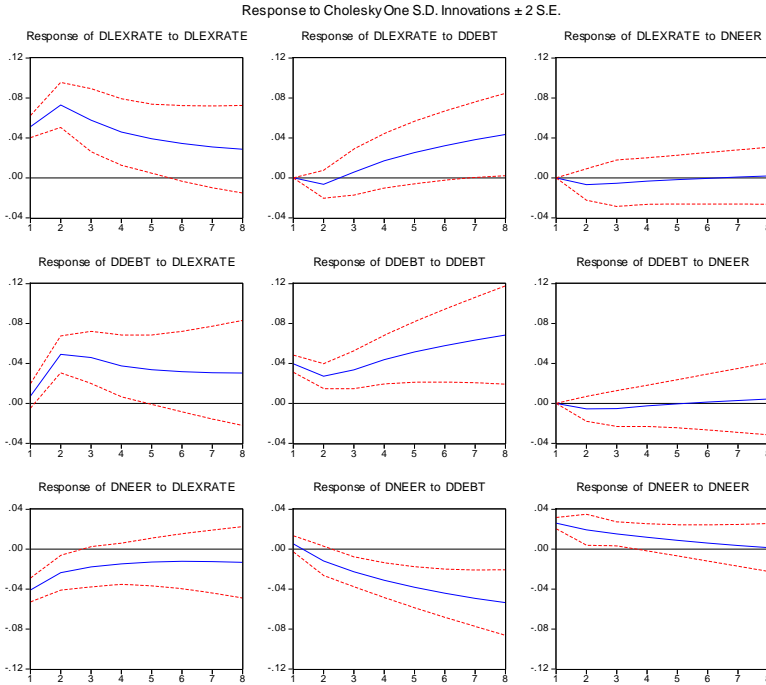


Рис. 1. Функції реакції на імпульси

Побудована модель дозволяє аналітично прогнозувати можливі наслідки від економічних потрясінь в умовах сучасної перманентної кризи світової економіки для факторів зовнішньої стабільності України - номінального ефективного обмінного курсу; середньоквартального міжбанківського курсу гривні до долара США; валового зовнішнього боргу.

1. Магнус, Я. Р. Эконометрика / Я. Р. Магнус, П. К. Катыхев, А. А. Пересецкий. – Москва: Дело, 2004.

УДК 004.9

**ВИМОГИ ДО ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ  
РОЗПОДІЛЕНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

В. Г. Неня, канд. техн. наук; К. А. Омеляненко,  
Сумський державний університет  
nenja\_vg@sumdu.edu.ua

Одним із напрямків підвищення ефективності управління комунальним господарством населених пунктів є створення територіальних інформаційних систем (ТІС), які базуються на одночасному використанні атрибутивної інформації про розташовані на місцевості об'єкти та їх географічні параметри. Розроблення та підтримка в актуальному стані ТІС можливі лише за умови створення їх на основі розподілених баз даних, які пов'язані мережею Інтернет і обслуговуються широким загалом користувачів.

За цих умов надання у розпорядження користувачів цифрової моделі рельєфу (ЦМР) місцевості висуває до неї як одну із найважливіших умов економічності за обсягом інформації, що перекачується по мережі Інтернет. Цій умові не відповідають ні растрова модель електронної звичайної паперової карти, ні векторна. Запропоновані економічні методи надання у розпорядження користувача необхідних фрагментів карти, наприклад у форматі png, суттєво ускладнюють діалогові можливості роботи з ними та ідентифікацію об'єктів на ній.

Іншим фактором, який суттєво впливає на вибір ЦМР, є її пристосованість до більшості розв'язуваних задач і легка

адаптація до інших завдань. Суттєве значення відіграє ЦМР у задачах розрахунку режимів роботи інженерних мереж, аераційної обстановки, визначення забруднення територій, прогнозування затоплення територій, тощо. Ці задачі потребують як визначення висот точок місцевості, так і побудови на поверхні досліджуваної ділянки території спеціальних розрахункових елементів для реалізації алгоритмів обчислювальної гідроаеромеханіки.

ЦМР повинна дозволяти на елементах (фрагментах) поверхні розв'язувати метричні і позиційні задачі та визначати спеціальні геометричні параметри (нормаль, дотичні, лінії рівня та найбільшого нахилу, найвищу та найнижчу точки) тощо.

До метричних належать задачі визначення величин відстаней, кутів, площ і об'ємів.

Задачі, пов'язані з розв'язанням питань взаємного розташування геометричних фігур, називаються позиційними. Серед них можна виділити дві групи задач, які становлять найбільший практичний інтерес: задачі на взаємну належність і задачі на взаємний перетин.

ЦМР повинна ефективно реалізовувати різні способи візуалізації поверхні місцевості, а також відображати на ній розподіл різних параметрів.

З огляду на обставину, за якої кінцеві користувачі ТІС працюватимуть з окремими ділянками територій, загальна ЦМР на всю площу електронної карти повинна складатися із окремих фрагментів. При цьому на робочому місці користувача одночасно буде потреба в опрацюванні обмеженої кількості фрагментів.

УДК 004.942

**ОСНОВИ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
УНІВЕРСАЛЬНИХ ПРОЦЕДУР МОДЕЛЮВАННЯ  
ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Н. О. Зінченко; В. Г. Неня, канд. техн. наук; Ю. В. Парфененко,  
Сумський державний університет  
yuliyar86@list.ru

Одним зі способів опису будь-якого технічного об'єкта є математичне моделювання. Побудова повної та адекватної математичної моделі має враховувати комплекс характеристик досліджуваного об'єкта, які можуть бути взаємозалежними, та клас задач, при розв'язанні яких можна цю модель застосовувати.

Таким чином, при математичному моделюванні складних технічних об'єктів виникають задачі дослідження впливу параметрів один на одного. У зв'язку зі складністю програмних засобів, що реалізують математичні моделі технічних об'єктів, недоцільно розробляти їх заново та модифікувати, тим більш що наперед невідомо, яку мету ставитиме перед собою дослідник. До того ж має бути забезпечена можливість розширення функціональних можливостей інформаційної системи, в якій конкретна математична модель використовується.

У зв'язку з цим актуальною є така постановка задачі. Побудувати математичну модель та програмне забезпечення для визначення довільного параметра технічного об'єкта, який включено до математичної моделі. Пропонується такий підхід до розв'язання поставленої задачі.

Основою математичної моделі є подання структури об'єкта у вигляді окремих елементів та зв'язків між ними у вигляді графа, який доповнюється мережними законами Кірхгофа та компонентними моделями елементів.

Математичну модель необхідно формувати у вигляді системи неявних рівнянь

$$F(X, P)=0,$$

де  $X$  – двовимірна множина параметрів моделі, які можна змінювати;

$P$  – двовимірна множина параметрів моделі, на які користувачеві впливати заборонено.

Обидві множини за наперед узгодженими домовленостями упорядковуються, і положення параметра у множині визначає як його фізичний зміст, так і належність до того чи іншого елемента технічного об'єкта. До розгляду також вводиться одновимірна множина (вектор) параметрів, які вказують, який саме параметр елемента необхідно визначати із математичної моделі.

Інформаційне забезпечення разом із математичною моделлю та її програмною реалізацією проходить повний життєвий цикл: на одному етапі визначене значення параметра (фіксоване або кориговане) виконує роль вхідного для подальшого діалогового моделювання, а на іншому, при зміні задач дослідження, цей параметр необхідно визначити. Таким чином, виконується поєднання прямої та оберненої задачі моделювання в єдиній математичній моделі.

УДК 681.518:004.93.1'

## КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ВХІДНИХ ДАНИХ

А. С. Довбиш, д-р техн. наук; С. П. Пашко, студент,  
Сумський державний університет  
kichrum@dl.sumdu.edu.ua

Використання кластер-аналізу в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [1] дозволяє автоматизувати процес формування апріорно класифікованої навчальної багатовимірної матриці. Розглянемо кластеризацію вхідних даних на прикладі формування навчальної матриці для системи контролю рівня знань студентів за навчальною дисципліною «Інтелектуальні системи», що викладається студентам спеціальності «Інформатика» в Сумському державному університеті. За результатами тестування рівня знань студентів було одержано 488 реалізацій чотирьох класів (клас  $X_5^o$  – «відмінно», клас  $X_4^o$  – «добре», клас  $X_3^o$  – «задовільно», клас  $X_2^o$  – «незадовільно»). Загальна кількість тестів, яка визначала потужність словника ознак розпізнавання, дорівнювала  $N = 141$ , тобто за ознаку розпізнавання брали результат відповіді студента на відповідний тест, що відображався за обраною оцінною функцією на стобальну шкалу. Введемо обмеження, які спрощують задачу кластеризації вхідних даних: потужність алфавіту класів є обмеженою і дорівнює  $Card\{X_m^o\} = 4$ ; алфавіт класів розпізнавання є впорядкованим, тобто двійковий еталонний вектор класу  $X_2^o$  є най-

ближчим до вершини нульового вектора-реалізації (значення всіх ознак знаходяться поза своїми контрольними допусками), й еталонний вектор класу  $X_5^o$  є найближчим до вершини одиничного вектора-реалізації (значення всіх ознак знаходяться у своїх контрольних допусках, оскільки всі відповіді на тести були правильними). Інформаційно-екстремальний алгоритм навчання СППР із кластеризацією вхідних даних полягає в перетворенні неструктурованої вхідної навчальної матриці  $\| y_i^{(j)} \mid i = \overline{1, N}; j = \overline{1, n} \|$  в апріорно нечітку класифіковану багатовимірну навчальну матрицю  $\| y_{m,i}^{(j)} \mid m = \overline{1, M}; i = \overline{1, N}; j = \overline{1, n} \|$  та відображенні її в дискретний (субпарацептуальний) простір ознак розпізнавання, де шляхом допустимих цілеспрямованих перетворень вхідний математичний опис адаптується з метою максимізації повної ймовірності правильного прийняття рішень.

Розглянемо схему ієрархічного алгоритму кластер-аналізу вхідних даних для формування нечіткої класифікованої багатовимірної навчальної матриці. Спочатку побудуємо контейнери для двох класів розпізнавання, що знаходяться на верхньому рівні ієрархічної структури.

Крок 1. Формуються двійковий одиничний вектор  $x_3^{(1)}$  і аналогічно – нульовий вектор  $x_2^{(0)}$ , які за структурою відповідають векторам-реалізаціям класів розпізнавання.

Крок 2. Обнуляється лічильник кроків зміни радіуса контейнера відповідного класу, що відновлюється в радіальному просторі ознак розпізнавання:  $r := 0$ .

Крок 3. Ініціалізація лічильника кроків прирощення радіуса:  $r := r + 1$ .

Крок 4. Біля вершини вектора  $x_5^{(1)}$  будується таксон  $T_5^{(1)}$  радіуса  $r$ .

Крок 5. Якщо для будь-якого вектора  $x^{(j)}$  спостерігається  $x^{(j)} \in T_5^{(1)}$ , то виконується крок 6. Інакше – крок 3.

Крок 6. За дистанційною мірою  $d[x_5^{(1)} \oplus x^{(j)}]$  у таксоні визначається найближчий до одиничного вектор  $x_{5,\min}^{(j)}$ , вершину якого беруть за центр нового таксона  $T_5'$ , і виконується крок 2.

Аналогічно знаходиться вектор  $x_{2,\min}^{(j)}$ , найближчий до нульового, вершину якого беруть за центр нового таксона  $T_2'$ . Далі для кожного з таксонів  $T_2'$  і  $T_5'$  запускається агломеративний алгоритм пошуку відповідних центрів ваги. При цьому відбувається ініціалізація лічильника кроків прирощення радіусів таксонів, яка припиняється за умови  $r \leq d[x_{2,\min} \oplus x_{5,\min}]/2$ . Використання такої умови дозволяє побудувати на верхньому ієрархічному рівні таксони класів  $X_2'$  і  $X_5'$ , які містять усі вектори-реалізації із заданого розподілу.

При переході на нижній рівень ієрархічної структури для побудови таксона класу  $X_2^o$  було використано як початкову реалізацію  $x_{2,\min}$ , а для побудови таксона класу



$X_5^o$  – реалізацію  $x_{5\min}$ , оскільки ці реалізації з найбільшою ймовірністю належать до відповідних класів. На радіуси таксонів класів  $X_2^o$  і  $X_5^o$  відповідно накладалися такі обмеження:

$$r_2 \leq \frac{d[x_2 \oplus x_2^{(0)}]}{2}; \quad r_5 \leq \frac{d[x_5 \oplus x_5^{(1)}]}{2}. \quad (1)$$

Для агломерації реалізацій класів  $X_3^o$  і  $X_4^o$  як початкові обиралися вектори, вершини яких належали відповідно класам  $X_2'$  і  $X_5'$ , але не належали контейнерам класів  $X_2^o$  і  $X_5^o$ . Радіуси таксонів для класів  $X_3^o$  і  $X_4^o$  відповідно дорівнювали максимальним радіусам (1) таксонів класів  $X_2^o$  і  $X_5^o$ .

Таким чином, за умови заданої потужності структурованого алфавіту класів розпізнавання вдалося за дистанційними критеріями побудувати нечітке розбиття простору ознак на класи розпізнавання, що дозволило сформувану вхідну нечітку класифіковану навчальну матрицю. Реалізація алгоритму навчання у рамках ІЕІ-технології з використанням сформованої навчальної матриці дозволила трансформувати апріорно нечітке розбиття простору ознак на класи розпізнавання в чітке розбиття, тобто побудувати безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила.

1. Довбиш А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник / А. С. Довбиш.– Суми: Видавництво СумДУ, 2009.– 171 с.

УДК 004.738.5

## **ЗВ'ЯЗОК З ГРОМАДСЬКІСТЮ НА ЗАКРИТИХ САЙТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕБ-СЕРВІСУ ДЛЯ СКОРОЧЕННЯ ДОВГИХ URL-ПОСИЛАНЬ**

С. П. Пашко, студент; В. К. Ободяк, канд. техн. наук,  
Сумський державний університет  
kichrum@dl.sumdu.edu.ua

Більшість соціальних мереж забезпечують своїх користувачів налаштуваннями приватності, забороняючи доступ до їх сторінок ззовні, і тим самим забезпечують ізоляцію людей від нової інформації. Крім того, вони накладають обмеження на довжину повідомлень, що розміщуються в них. Соціальна мережа Twitter взяла таке правило за основу свого сервісу: довжина повідомлень у блогах не повинна перевищувати 140 символів. Надсилати повідомлення кожному користувачеві цього сайта можуть лише допущені до таких дій відвідувачі, яких обирає сам потенційний отримувач повідомлень.

Для вирішення проблеми довгих URL запропоновано веб-сервіс, який кодує порядковий номер у системі числення за основою 62 [1]. Такий підхід до кодування посилань заохочує користувачів до використання саме цього веб-сервісу, адже генеруються дійсно короткі URL-адреси. Розміщення напівпрозорого банера з рекламною інформацією прямо на сторінках скорочених посилань надає партнерам можливість отримувати винагороду за популяризацію сторінок Інтернету. Рекламодавці, у свою чергу, отримують ефективний засіб для зв'язку та обміну актуа-

льною інформацією з громадськістю у приватних соціальних мережах та на закритих форумах.

Розроблені концептуальні моделі, які умовно поділяють проект на інтерфейс партнера та інтерфейс рекламодавця.

Побудована ERD-модель для створення бази даних. У базі зберігаються довгі посилання, інформація про користувачів, рекламні кампанії, операції з рахунками користувачів та оплачені покази рекламних банерів.

Прийнято рішення розробити веб-сервіс на мові PHP з використанням системи управління реляційними базами даних MySQL, за архітектурою програмного забезпечення MVC, яка дозволить легко масштабувати і розширювати проект. Для грошових операцій буде використовуватись електронна платіжна система WebMoney.

Для забезпечення безпеки користувачів у систему буде інтегровано спрощений REST-інтерфейс роботи з Google Safe Browsing API [2], розроблений окремим сайтом. Якщо користувач намагається перейти за посиланням, яке може нанести шкоду, система попередить про можливі наслідки.

Запропонований веб-сервіс допоможе вирішити проблему довгих URL-адрес у Web 2.0, отримувати додатковий прибуток та тримати зв'язок з громадськістю.

1. Пашко С.П. Маркетинговое решение проблемы длинных URL-адресов в WEB 2.0: в 3 т. // Материалы научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов Сумского НАУ (20-29 апреля 2011 г.). – Сумы, 2011. – Т. I. – С. 61.
2. Пашко С.П. Спрощення інтерфейсу роботи з «Google Safe Browsing API» / С.П. Пашко, В.К. Ободяк // Інформатика, математика, механіка : матеріали та програма науково-технічної конференції, Суми, 18-22 квітня 2011 р. / відп. за вип. С.І. Проценко. — Суми : СумДУ, 2011. — С. 46.

УДК 681.518

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНИХ РЕСУРСІВ ЕОМ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ РОБОТИ ДИНАМІЧНИХ СТРУКТУР ДАНИХ

С. О. Петров, асистент; І. О. Марченко, студент,  
Сумський державний університет  
sergpet@gmail.com

Використання динамічних структур даних на практиці, при розробленні програмних продуктів дозволяє підходити до використання системних ресурсів з точки зору їх ефективного використання. Але розвиток мов програмування (МП), еволюція операційних систем (ОС) потребують уточнення, а місцями і зміни методики роботи з ними. Причому такі рекомендації можуть змінюватися залежно від вибору ОС та МП. У роботі виконано моделювання динамічної черги, в яку додано елементи, а потім проводиться їх поступове видалення з обчисленням поточного стану пам'яті, яка фактично зайнята (рис. 1).

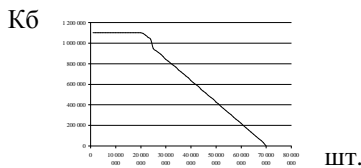


Рисунок 1 – Графік залежності зайнятої пам'яті від кількості елементів черги

Аналіз рис.1 показує, що оперативна пам'ять звільняється не за лінійним законом, що свідчить про необхідність детального дослідження даного процесу.

УДК 618.6-084

**РАСПОЗНАВАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СЛОЕВ  
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**

О. И. Поддубная, студент,  
Киевский политехнический институт, Украина  
poou@yandex.ru

На протяжении уже многих лет сформировалась тенденция повышения уровня интеграции приборов и, как следствие, уменьшение их физических размеров. Естественно, это приводит к тому, что стремительно возрастают плотность монтажа на печатных платах и сложность процесса сборки. И хотя производители стремятся к усовершенствованию технологии сборки, очень трудно уменьшить количество дефектов на плате. Поэтому составной частью современной технологии проектирования и производства интегральных схем (ИС) является система технического зрения, которая контролирует их топологии.

Исходными данными для контроля являются изображение топологии и описание топологического чертежа, на основании которого с помощью генератора (мультипликатора) это изображение формируется на поверхности фоторезиста или печатной платы. Вследствие различного рода эффектов (например, оптической близости) и явлений (внесённые оптическим объективом, искажения, связанные с конструкцией объектива) на каждом этапе прохождения данных от оптических устройств до устройств их обработки результирующее изображение не является точной масштабированной копией оригинала.

Следовательно, вопрос обнаружения дефектов печатной платы имеет важное значение.

При автоматизированном определении дефектов на изображениях топологии ИС требуется по некоторым признакам идентифицировать однородные области изображения, причем, как правило, подобие нечеткое и часто нарушается. Если образы сильно искажены, то становится слишком трудоемким выделение информативных признаков для эффективной классификации. Этапы предварительной обработки изображения, например фильтрация, сглаживание и скелетизация, позволяют уменьшить влияние искажений на процесс распознавания. Тем не менее, при обработке визуальной информации в различных предметных областях имеет место задача распознавания в условиях неполной и нечеткой информации. Для решения данной проблемы лучше всего подходит теория нейросетей. Основные нерешенные задачи здесь состоят в адекватном отображении предметной области на нейронную систему, выборе моделей используемых ИС и их интеграции в единую интеллектуальную систему.

Искусственные нейросети являются электронными моделями нейронной структуры мозга, который, главным образом, учится на опыте. Естественно, аналог доказывает, что множество проблем, не поддающихся решению традиционными компьютерами, могут эффективно решаться с помощью нейросетей.

Существует ряд нейросетей, которые решают задачу распознавания образов: сеть радиальной базисной функции, сети АРТ, сети Хопфилда, многослойный персептрон, са-

моорганізующееся отображеніе Кохонена [1, 143с]. Но наиболее подходящим для этой цели является неоконітрон – это многоруовневая нейронная сеть, состоящая из каскадного соединения слоев нейронов.

Наведенные выше конкурирующие нейросети, а также методы их обучения обеспечивают стабильность, снижение вычислительной сложности процесса обучения при нечеткости информации и используются как для поиска собственно объектов топологии (которые затем классифицируются, и выполняется их анализ на наличие дефектов), так и для поиска специфических областей топологии для проведения их детального анализа.

В целом использование предложенных методов при разработке СТЗ позволяет в несколько раз сократить объем вычислительных операций при увеличении достоверности распознавания объектов на изображениях.

1. Дудкин А.А. Неоконітрон – технология распознавания объектов топологии интегральных микросхем / А.А. Дудкин.– Донецк: Вестник БГУ, 2008.– 213с.
2. Абламейко С.В. Обработка изображений: технология, методы, применение / С.В. Абламейко, Д.М. Лагуновский.– Минск: Институт техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 304с.

УДК 681.518.5

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭТАЛОННОГО СИГНАЛА И  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДДИТИВНОЙ ПОМЕХИ ПРИ  
ЧАСТИЧНОМ ИЛИ ПОЛНОМ СОВПАДЕНИИ ИХ  
ПОЛОС ЧАСТОТ

В. В. Авраменко, канд. техн. наук;  
Ю. И. Прохненко, аспирант,  
Сумский государственный университет  
avr@sumdu.edu.ua

В настоящее время задача определения полезного сигнала при наличии аддитивной помехи, когда спектральные характеристики сигнала и помехи частично или полностью накладываются, является сложной и актуальной. Подобного рода задачи возникают в различных сферах: в технической диагностике, в акустике, при передаче сигналов по каналам связи.

Пусть дано конечное множество непрерывных эталонных функций  $f_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , которые имеют производные до  $n$ -го порядка включительно. Анализируемый сигнал представляет собой сумму одного из эталонных процессов с неизвестным масштабным множителем при нем и периодической помехи  $\eta(t)$ :

$$y(t) = kf_i(t) + \eta(t). \quad (1)$$

Помеха занимает ограниченную заранее известную полосу частот, но ее спектральная характеристика неизвест-



на. В общем случае эта полоса частот может частично или полностью пересекаться с полосой частот полезного сигнала, при этом неизвестно, где именно имеет место это пересечение. Необходимо по известным в текущий момент времени значениям анализируемого сигнала распознать, какой из эталонных процессов входит в него.

Поскольку полоса частот помехи известна, это позволяет представить её в виде ряда Фурье [3] с неизвестными коэффициентами:

$$\eta(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^N (a_i \cos(i \cdot t) + b_i \sin(i \cdot t)). \quad (2)$$

Предположим, что помеха не содержит постоянной составляющей, т.е.  $a_0 = 0$ . Тогда анализируемый сигнал можно представить в виде:

$$y(t) = k_0 f_j(t) + k_1 \cos(\omega_0 t) + k_2 \sin(\omega_0 t) + \dots + k_{2N-1} \cos(\omega_0 Nt) + k_{2N} \sin(\omega_0 Nt), \quad (3)$$

где  $j$  – номер эталонного сигнала, входящего в анализируемый;  $N$  – количество гармоник;  $k_0$  – неизвестный коэффициент при эталонном сигнале;  $k_i, i = 1 - 2N$  – неизвестные коэффициенты разложения;  $\omega_0$  – основная частота помехи.

Для нахождения этих коэффициентов предлагается использовать алгоритм, разработанный в [1]. Работу алгоритма можно показать на примере, когда в анализируемый

процесс  $Q_0(t)$  входят два процесса, предположительно  $q_1(t)$  и  $q_2(t)$ , с неизвестными коэффициентами при них:

$$Q_0(t) = c_1 \cdot q_1(t) + c_2 \cdot q_2(t). \quad (4)$$

Используя функции непропорциональностей [2] по производной 1-го порядка для функций, заданных параметрически, вычисляется значение непропорциональностей анализируемого процесса  $Q_0(t)$  по эталону  $q_1(t)$ ; и эталона  $q_2(t)$  по эталону  $q_1(t)$ :

$$Q_{01}(t) = @ d_{q_1(t)}^{(1)} Q_0(t) = \frac{Q_0(t)}{q_1(t)} - \frac{Q_0'(t)}{q_1'(t)};$$

$$Q_{21}(t) = @ d_{q_1(t)}^{(1)} q_2(t) = \frac{q_2(t)}{q_1(t)} - \frac{q_2'(t)}{q_1'(t)}.$$

Далее находим непропорциональность  $Q_{01}(t)$  по  $Q_{21}(t)$ :

$$Q_{0121}(t) = @ d_{Q_{21}(t)}^{(1)} Q_{01}(t). \quad (5)$$

Характеристика (5) принимает значение, равное нулю, в том случае, когда  $Q_0(t)$  действительно имеет вид (4), т.е. содержит  $q_1(t)$  и  $q_2(t)$  и не содержит других слагаемых. В этом случае также можно найти значения неизвестных коэффициентов  $c_1$  и  $c_2$  [1]:

$$c_2 = \frac{Q_{01}(t)}{Q_{21}(t)}; \quad c_1 = \frac{Q_0 - c_2 f_2(t)}{f_1(t)}.$$

Однако априори неизвестно, какой из эталонных сигналов входит в (1). Предлагается перебирать множество эталонных функций и вычислять для каждой из них значение старшей непропорциональности. В случае, когда это значение равно нулю, делается вывод, что предположение о виде анализируемого сигнала верно и вычисляется коэффициент  $k_0$  при эталонном сигнале. Если  $k_0$  не равен нулю, значит, текущий эталон присутствует в анализируемом сигнале. Однако если старшая непропорциональность принимает ненулевые значения, это свидетельствует о том, что предположение о виде анализируемого сигнала неверно, и следует проверить другие варианты.

Предложенный алгоритм позволяет не только определить, какой из набора эталонных сигналов входит в анализируемый, но и вычислить неизвестные коэффициенты разложения  $k_i, i = 0 - 2N$  помехи в ряд Фурье.

1. Авраменко В. В., Карпенко А. П. Распознавание фрагментов заданных эталонов в анализируемом сигнале с помощью функций непропорциональности // Вісник Сумського державного університету. – 2002. - №1(34). – 96 с.
2. Авраменко В. В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение при решении задач диагностики // Вісник Сумського державного університету. – 2000. - №16.
3. Бондарев В.Н., Трёстер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: учеб. пособие для вузов. – Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1999. – С.12.

УДК 004.896

## ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТА FUZZY LOGIC ДЛЯ ВИБОРУ ПІДШИПНИКА ОПОРНОГО ВУЗЛА

І. В. Редька, студент,  
Сумський державний університет  
inna\_redka@mail.ru

При проектуванні різноманітних машин, як правило, постають досить складні задачі, для вирішення яких недостатня кількість інформації, тому складно їх формалізувати та знаходити точний алгоритм розв'язання. Труднощі розв'язання задач вибору полягають в урахуванні множини факторів, які впливають як на кінцевий результат, так і один на одного. Це призводить до виникнення декількох варіантів вирішення та відсутності однозначного вибору найкращого варіанта.

Мета даної роботи полягає у виборі оптимального варіанта підшипників на основі аналізу параметрів та продуктивності роботи агрегата.

Для реалізації завдання було обрано середовище Matlab, а саме інструмент Fuzzy Logic, оскільки даний інструмент дає можливість проводити аналіз нечітких систем.

Для дослідження було обрано компресор 6.3ГЦ1-285/3.5-10.7, що входить у турбокомпресорний агрегат типу ТКА-Ц-6.3/0.35-2.6. Для нього використовують п'ятиколовкові підшипники Мітчелла, схема розташування яких зображена на рис.1.

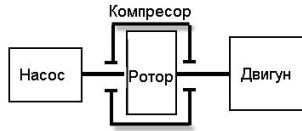


Рис.1. Схема розміщення підшипників

На роботу підшипникового вузла впливають такі параметри, як «Швидкість обертання вала», «Навантаження на вал» та «Середовище роботи». Для представлення вхідних даних було обрано трапецеїдальну функцію належності. Функції належності вхідних параметрів та відповідні їм значення зображено на рис. 2(а, б, в).

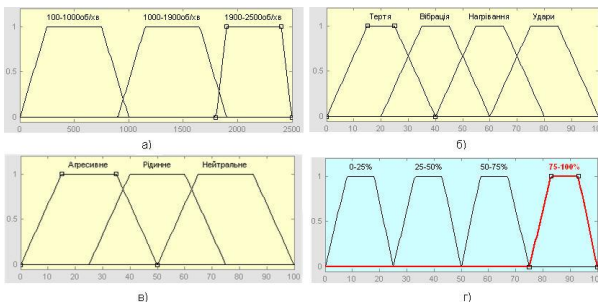


Рис.2. Функції належності вхідних та вихідного параметрів:  
 а) швидкість обертання вузла; б) навантаження на вал; в) середовище роботи; г) відповідність підшипників вузлу

Після аналізу вхідних параметрів визначено, що дані підшипники ковзання забезпечують найбільш якісну роботу агрегата. Це підтверджує значення вихідного параметра, що дорівнює 92%. Як бачимо, на рис. 2г це значення входить у діапазон, який визначає найбільшу відповідність підшипників даному вузлу. Отже, використання інструмента Fuzzy Logic значно зменшує час прийняття рішення та його якість.

УДК 681.518:616-71

**ЖЕЛУДОЧКОВАЯ ТАХИКАРДИЯ: ВОЗМОЖНОСТЬ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ  
ИНФАРКТОМ МИОКАРДА**

В. И. Козловский<sup>1</sup>, канд. мед. наук;

Т. Н. Риженко<sup>2</sup>, аспирант; Н.Н. Будник<sup>2</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> Международный научно-учебный центр  
информационных технологий и систем НАНУ;

<sup>2</sup> Институт кибернетики НАНУ

ryzhenkot@yahoo.com

Целью работы явился поиск диагностических критериев развития желудочковых тахикардий у больных с острым инфарктом миокарда, на основании которых можно было бы прогнозировать осложнения. Для достижения поставленных задач использовались данные, полученные при магнито-кардиографическом (МКГ) картировании пациентов. Всем пациентам были проведены общеклинические обследования.

Материал и методы. Обследован 91 пациент. Выделено 3 группы: здоровые - 20 человек, больные инфарктом миокарда с неосложненным течением - 45 человек и больные, перенесшие инфаркт миокарда, осложнившийся желудочковой тахикардией, - 26 человек. Первые две группы обследуемых были одновременно и контрольной группой.

МКГ-картирование проводилось по методике, разработанной в ННЦ «Институт кардиологии им. Акад.

Стражеско» НАМНУ совместно с Институтом кибернетики НАНУ, многоканальной МКГ-установкой, адаптированной к условиям клиники. Измерялось магнитное поле сердца в 36 точках прямоугольной сетки с шагом 4 см. Длительность регистрации магнитного сигнала в каждой точке составила 30 с.

В процессе исследования решались следующие задачи: выбор временного интервала для исследований и предварительный анализ МКГ-данных; одновременное отображение и анализ динамической последовательности карт магнитного поля; анализ МКГ-данных на произвольно выбранном временном интервале кардиоцикла пациента: решение обратной задачи магнитостатики (определение местоположения и других параметров источника кардиомагнитного сигнала в сердце) для “точечных” (фокусных) патологий; решение задачи локализации дипольного источника; анализ и графическое отображение набора  $N$  усредненных векторов плотности тока: локализация зон повышенной активности в миокарде.

В результате проведенных исследований у пациентов с острым инфарктом миокарда с желудочковой тахикардией в период реполяризации регистрировались и локализовались зоны патологической активности, количество и величина которых колебались в зависимости от тяжести поражения миокарда, причем проследить изменения активности этих зон можно в любой выбранный временной интервал с периодичностью 2 мс. По-видимому, такие активные зоны и являются аритмогенным

субстратом. Эти данные значительно отличались от результатов, полученных в двух контрольных группах.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают высокую эффективность неинвазивного МКГ-картирования в выявлении патологической аритмогенной активности ишемизированного миокарда, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать возможность желудочковых нарушений сердечного ритма. Кроме того, открываются возможности изучения электрофизиологических свойств миокарда в норме и при патологии, поскольку созданный МКГ-комплекс обладает уникальной чувствительностью и диагностическими возможностями. Появляется возможность длительного наблюдения за изменениями электрофизиологических свойств миокарда под воздействием проводимой терапии с помощью неинвазивной безопасной методики.

1. Козловский В., Будник Н., Рыженко Т., Артеменко Л., Шило Л. Поиск МКГ-параметров для выявления мерцательной аритмии на фоне ИБС / Міжнародний конгрес з кардіології «Кардіостім - 2008», 14-16 лютого 2008 р. – Санкт-Петербург: Абстракт, 2008. – С.63.



УДК 681.518:537.8

**ПРОСТОРОВЕ ПОЛОЖЕННЯ СЕРЦЯ ЗА ДАНИМИ  
МАГНІТОКАРДІОГРАФІЇ**В. І. Козловський<sup>1</sup>, канд. мед. наук;Т. М. Риженко<sup>2</sup>, аспірант; О. В. Овсієнко<sup>3</sup>, магістр;М. М. Будник<sup>2</sup>, д-р техн. наук,<sup>1</sup> Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН і МОНМС України;<sup>2</sup> Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ;<sup>3</sup> Київський міський клінічний онкологічний центр  
ryzhenkot@yahoo.com

На сьогодні кардіологічні захворювання є однією із головних причин смертності та інвалідності працездатного населення. Для надійної діагностики методом магнітокардіографії (МКГ) важливо локалізувати зони порушень у міокарді. Для цього потрібно розробити алгоритм суміщення анатомічного розрізу серця з МКГ-картою.

Для суміщення анатомічного розрізу з сіткою 6X6 просторових МКГ-відведень розроблено алгоритм:

1. Обробки даних особи без кардіологічної патології та виділення на всіх МКГ кривих QRS-комплексу.
2. Побудови сітки 6x6 QRS-комплексів.
3. Визначення на сітці 2 точок, де QRS-комплекси досягають min та max методом «ковзного вікна» 3x3.
4. Побудови трапеції, яка описує зовнішній контур серця.
5. Визначення реперних ліній та точок трапеції.
6. Суміщення трапеції з min та max виконують на основі 3 геометричних перетворень.

Суміщення зображення анатомічного розрізу серця з МКГ-кривими має такий вигляд.

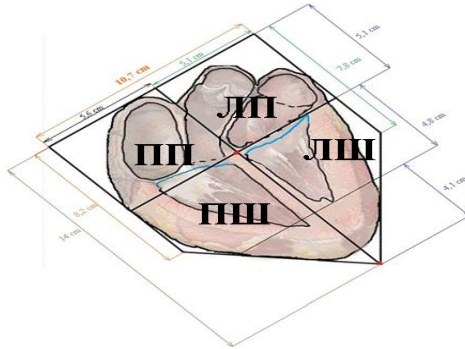


Рис. 1 Контур серця, суміщений з сіткою МКГ-кривих:

ЛП - ліве передсердя; ПП - праве передсердя; ЛШ - лівий шлуночок;  
ПП - правий шлуночок

Розроблений алгоритм дає можливість локалізувати відділи серця. З рис.1 видно, що: розміри (довжина 16 см, ширина 12 см) та орієнтація зображення відповідають анатомічним даним; лінія, проведена з вершини трапеції на її основу, проходить через міжшлунокову перетинку; лінія, яка ділить бічні сторони трапеції, відділяє шлуночки від передсердь; точка перетину цих ліній відповідає AV-вузлу; зазначені лінії ділять прямокутну частину трапеції на 4 квадранти, які відпо-відають 4 основним відділам серця; верхівка трапеції відповідає верхівці міокарда.

1. Козловський В.І., Овсієнко О.В., Манджула О.Ю., Будник М.М. Просторове положення серця за даними магнітокардіографії / Мат. VI Нац. конгресу кардіологів України, 28-30 вересня 2010р. – Київ, 2010.– С. 193.

УДК 681.518:616-71

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ ПРЕДСЕРДИЙ ПРИ ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМЕ МЕРЦАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ

В. И. Козловский<sup>1</sup>, канд. мед. наук; Т. Н. Рыженко<sup>2</sup>,  
аспирант; Н. Н. Будник<sup>2</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> Международным научно-учебным центром  
информационных технологий и систем НАНУ;

<sup>2</sup> Институт кибернетики НАНУ  
ryzhenkot@yahoo.com

Изучение электрофизиологических особенностей предсердий при персистирующей форме мерцательной аритмии (МА) является весьма актуальной проблемой, так как от этого зависит подбор купирующей и поддерживающей медикаментозной терапии.

Попытка с помощью неинвазивной компьютерной магнитокардиографии (МКГ) проследить в динамике изменения электрофизиологических свойств предсердий при персистирующей форме МА в период между приступами.

Для проведения динамического МКГ-картирования использовалась многоканальная МКГ-установка с пакетом программ сбора и обработки данных. Регистрация МКГ-сигнала производилась в 36 точках прямоугольной сетки с шагом 4 см над поверхностью грудной клетки. Для периода, соответствующего предсердному циклу сердечного сокращения, проводилось построение динамических карт распределения магнитного поля, пошаговый спектральный анализ, рассчитывались коэффициенты

инверсий, строились корреляционные графики, определялась локализация магнитного источника. С помощью решения обратной задачи для каждого момента времени определялась плотность тока основного и дополнительных источников.

**Материал и методы.** Обследовано 75 пациентов с персистирующей формой МА. В контрольную группу вошли 35 здоровых пациентов. Всем обследуемым проводилось общеклиническое обследование.

**Результаты.** В результате проведенных исследований на динамических МКГ-картах у больных с персистирующей формой МА выявлены выраженная фрагментация распределения магнитных полей, зоны с различной электрической активностью и различной плотностью тока по сравнению с контрольной группой. По всей видимости это и создает условия для возникновения петли Re-entry в предсердиях.

**Выводы.** Полученные данные подтверждают, что внедрение в клиническую практику неинвазивного МКГ-картирования расширяет диагностические и прогностические возможности при выявлении электрофизиологических механизмов фибрилляции предсердий и подборе адекватной патогенетической терапии.

1. Козловский В., Будник Н., Рыженко Т., Артеменко Л., Шило Л. Поиск МКГ-параметров для выявления мерцательной аритмии на фоне ИБС / Міжнародний конгрес з кардіології «Кардіостім - 2008», 14-16 лютого 2008р. – Санкт-Петербург: Абстракт, 2008. – С.63.

УДК 681.518:004.93.1'

**ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНА МОДЕЛЬ  
ІЄРАРХІЧНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ**

Саад Джулгам, аспірант,  
Сумський державний університет  
Saad710@mail.ru

При інформаційному аналізі і синтезі адаптивної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі машинного навчання та розпізнавання образів виникає необхідність автоматизації формування вхідної навчальної матриці, яка в процесі навчання адаптується з метою побудови безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил. Тому для підвищення ефективності адаптивної системи керування доцільним є застосування для формування початкової конфігурації класів розпізнавання ідей і методів кластер-аналізу [1].

Як вхідний математичний опис інтелектуальної СППР розглянемо структуру

$$\Delta_B = \langle G, T, \Omega, Z, Y', Y, X; \Pi, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3 \rangle,$$

де  $G$  – простір вхідних факторів, які діють на СППР;  $T$  – множина моментів часу зняття інформації;  $\Omega$  – простір ознак розпізнавання;  $Z$  – простір можливих станів СППР;  $Y'$  – неклаसифікована вхідна навчальна матриця;  $Y$  – класифікована вхідна навчальна матриця;  $X$  – бінарна навчальна матриця;  $\Pi: G \times T \times \Omega \rightarrow Z$  – оператор переходів, що відбиває механізм зміни станів СППР під впливом

внутрішніх і зовнішніх факторів;  $\Phi_1: G \times T \times \Omega \times Z \rightarrow Y'$  – оператор формування вибіркової множини  $Y'$ ;  $\Phi_2: Y' \rightarrow Y$  – оператор формування вибіркової множини  $Y$ ;  $\Phi_3: Y \rightarrow X$  – оператор формування бінарної навчальної матриці  $X$ .

Категорійну модель інформаційно-екстремального навчання СППР в режимі кластер-аналізу подамо у вигляді діаграми відображення множин (рис. 1).

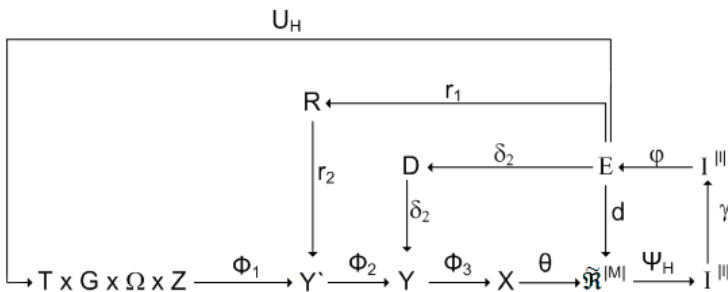


Рис. 1. Діаграма відображення множин при кластер-аналізі

У діаграмі (рис.1) оператор  $\Psi_H: \mathfrak{R}^{|M|} \rightarrow I^{|l|}$  перевіряє основну статистичну гіпотезу  $\gamma_1: y_{m,i}^{(j)} \in X_m^o$ , де  $I^{|l|}$  множинна гіпотез, яка для двохальтернативних рішень, крім основної гіпотези, має альтернативну гіпотезу  $\gamma_1: y_{m,i}^{(j)} \notin X_m^o$ . Оператор  $\theta: X \rightarrow \mathfrak{R}^{|M|}$  буде у загальному випадку нечітке розбиття  $\mathfrak{R}^{|M|}$ , а оператор класифікації  $\psi: \mathfrak{R}^{|M|} \rightarrow I^{|l|}$  перевіряє основну статистичну гіпотезу про належність реалізацій  $\{x_m^{(j)} | j = \overline{1, n}\}$  класу  $X_m^o$ . Тут  $l$  – кількість статистичних гіпотез. Оператор  $\gamma: I^{|l|} \rightarrow \mathfrak{Z}^{|q|}$  за результатом оцінки статистичних гіпотез формує множину точнісних характеристик  $\mathfrak{Z}^{|q|}$ , де  $q = l^2$  – кількість точнісних характеристик.

Оператор  $\varphi: \mathfrak{S}^{|q|} \rightarrow E$  обчислює множину значень інформаційного КФЕ, який є функціоналом точнісних характеристик. Контур оптимізації геометричних параметрів нечіткого розбиття  $\mathfrak{R}^{|M|}$  шляхом пошуку максимуму КФЕ навчання розпізнавання реалізацій класу  $X_m^o$  замикається оператором  $\gamma: E \rightarrow \mathfrak{R}^{|M|}$ .

Крім контуру оптимізації геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, який реалізує базовий алгоритм навчання, діаграма містить контур оптимізації контрольних допусків, в якому терм-множина  $D$  – значення системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання і контур побудови початкового нечіткого розбиття, де  $R$  терм-множина допустимих радіусів, що відновлюють контейнери класів цього розбиття.

Таким чином, поєднання дистанційного підходу до кластеризації даних при заданій потужності алфавіту класів розпізнавання з інформаційним синтезом СППР у рамках ІЕІ-технології дозволяє автоматизувати процес формування апріорно нечіткої класифікованої багатовимірної навчальної матриці, відобразити її у бінарний простір Хеммінга і адаптувати з метою побудови в процесі навчання безпомилкових за навчальною матрицею вирішальних правил.

1. А.К. Jain. Algorithm for Clustering Data / А.К. Jain, R.C. Dubes. – New Jersey: Engelwood Cliffs. Prentice Hall.– 1988.- 367р.

2. Довбиш А.С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009.– 171 с.

УДК 681.3:004.85

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ  
СТРУКТУРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ  
ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

А. В. Селиванова, аспирантка,  
Одесская государственная академия холода  
av\_selivanova@mail.ru

Синтез типового компьютерного тренажера (КТ) предполагает определение его функционально-информационной структуры и разработку стандартных компонентов, а также создание обоснованных методик построения уникальных компонентов тренажера. При этом критерием качества синтезированной системы является подобие процесса обучения процессу реального труда, или, содержательно, подобие операционного состава действий оператора в обучении и в реальной деятельности. Указанное подобие достигается за счет приближения динамики тренажерной модели к динамике реального технологического процесса (ТП) и адекватного воссоздания реальной среды управления в операторском интерфейсе КТ.

Обоснованная структура КТ, включая операторский и инструкторский интерфейсы и моделируемую техническую систему, может быть построена только на основе теоретического анализа деятельности оператора в компьютеризированной системе управления (СУ) и задач инструктора в процессе компьютерного тренинга.



Деятельность оператора в современной компьютеризированной системе управления ТП может рассматриваться как непрерывный многоэтапный (обнаружение - диагностирование - компенсация) и разноуровневый (навыки - правила - знания) процесс принятия решений. Это определяет принципиальные требования к устройству операторского человеко-машинного интерфейса - выделение уровней представления и диалога, отделение диалогового слоя от прикладного и пр.

Согласно принципу подобия операционный состав деятельности обучаемого в тренинге и оператора в реальном управлении должны совпадать. Вместе с тем ситуация тренинга несколько видоизменяет задачи оператора. В качестве промежуточного звена между участниками компьютерного тренинга функционирует Техническая система определенной структуры, через функциональные элементы которой оператор и инструктор реализуют соответственно управляющие и возмущающие воздействия на моделируемые ТП и СУ.

Определение общей структуры КТ, отвечающей специфике задач оператора и инструктора в компьютерном тренинге, открывает возможность дальнейшего анализа ключевых компонентов тренажерных систем - моделей ТП и СУ, а также модели обучения (методики и дидактики тренинга)[1].

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов / В.М. Дозорцев. – Москва: Синтег, 2009.– 372 с.

УДК 681.518:004.93.1

**ВПЛИВ ПОТУЖНОСТІ СЛОВНИКА ОЗНАК  
РОЗПІЗНАВАННЯ НА СТРУКТУРУ БІНАРНОГО  
ПРОСТОРУ ОЗНАК**

І. В. Шелехов, канд. техн. наук,  
Сумський державний університет  
kras@id.sumdu.edu.ua

Як критерій оптимізації процесу навчання системи підтримки прийняття рішень інформаційно-екстремальна інтелектуальна (ІЕІ) технологія застосовує статистичні інформаційні критерії функціональної ефективності, які є природною мірою різноманітності (або схожості) класів розпізнавання і одночасно функціоналом асимптотичних точнісних характеристик [1]. При цьому достовірність класифікатора залежить від геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання. В бінарному просторі наближенням гіперсферичного контейнера є гіперкуб. З метою узагальнення та зручності побудови такого контейнера припустимо існування псевдогіперсфери, яка описує гіперкуб, тобто містить усі його вершини. Це дозволяє в подальшому розглядати такі параметри оптимізації контейнера в радіальному базисі простору Хеммінга, як еталонний вектор,  $x_m \in X_m^o$ , вершина якого визначає геометричний центр контейнера  $K_m^o \in X_m^o$ , і радіус псевдосферичного контейнера, який визначається за формулою  $d_m = \sum_{i=1}^N (x_{m,i} \oplus \lambda_i)$ , де  $x_{m,i}$  –  $i$ -та координата двійкового еталонного вектора  $x_m$ ;  $\lambda_i$  –

$i$ -та координата вектора  $\lambda$ , вершини якого належать поверхні контейнера  $K_m^o \in X_m^o$ ;  $\oplus$  – операція додавання за модулем 2.

Розглянемо вплив на ефективність навчання потужності словника ознак. Нехай  $d_0^*$ ,  $d_1^*$  – оптимальні радіуси контейнерів класів  $X_0^o$  та  $X_1^o$  відповідно, а  $d_c = d(x_0^* \oplus x_1^*)$  – кодова відстань між їх центрами – еталонними векторами  $x_0^* \in X_0^o$  і  $x_1^* \in X_1^o$  відповідно. Враховуючи особливості бінарного простору Хеммінга, визначимо такі припущення:

- 1) потужність бінарного простору Хеммінга для словника ознак розпізнавання  $\Sigma^{|M|}$  дорівнює  $2^N$ ;
- 2) кількість двійкових реалізацій на кодовій відстані  $d$  ( $0 \leq d \leq N$ ) від двійкового вектора  $x$  дорівнює

$$B_d^N(x) = C_N^d = \frac{N!}{d!(N-d)!};$$

- 3) кількість бінарних реалізацій, що належить довільному контейнеру класу  $X_k^o$  з радіусом  $d_k$  ( $0 \leq d_k \leq N$ ), дорівнює

$$B_{d,k}^N = \sum_{i=0}^{d_k} B_N^i = \sum_{i=0}^{d_k} \frac{N!}{i!(N-i)!}.$$

У випадку чіткого розбиття  $\mathfrak{R}^{|M|}$  для  $M$  класів, тобто при  $d_0^* + d_1^* < d_c$ , кількість відповідних реалізацій, що належить контейнерам класів  $X_0^o$  і  $X_1^o$ , дорівнює

$$B_{\mathfrak{R}^{|m|}}^N = \sum_{k=0}^m B_{d,k}^N = \sum_{k=0}^m \sum_{i=0}^{d_k^*} \frac{N!}{i!(N-i)!},$$

а кількість реалізацій, що знаходяться поза межами цих контейнерів, дорівнює  $B_{\mathfrak{R}}^N = 2^N - B_{\mathfrak{R}}^N$ .

Для загального випадку нечіткого розбиття  $\tilde{\mathfrak{R}}^{|2|}$  для двох класів обчислення значення  $B_{\tilde{\mathfrak{R}}^{|2|}}^N$  ускладнюється через наявність області простору  $K_0^o \cap K_1^o$ , де контейнери класів  $X_0^o$  і  $X_1^o$  перетинаються. Для дослідження розподілу реалізацій образів визначимо такі припущення:

1) кількість бінарних реалізацій, що знаходяться на відстані  $d_0$  від двійкового вектора  $x_0$  та  $d_1$  від двійкового вектора  $x_1$ , дорівнює 0, якщо  $d_0 + d_1 < d(x_0 \oplus x_1)$ ;

2) кількість бінарних реалізацій, що знаходяться на відстані  $d_0$  від вектора  $x_0$  та  $d_1$  від вектора  $x_1$ , дорівнює 0, якщо  $d_1 = |d(x_0 \oplus x_1) - d_0| + 2p + 1$ , де  $p = 0, 1, 2, \dots$ ;

3) кількість двійкових реалізацій, що знаходяться на відстані  $d_0$  від вектора  $x_0$  та відстані  $d_1$  від вектора  $x_1$ , якщо  $d_1 = d(x_0 \oplus x_1) - d_0$  та  $d_0 \leq d(x_0 \oplus x_1)$ , дорівнює

$$n = \frac{d(x_0 \oplus x_1)!}{d_0!(d(x_0 \oplus x_1) - d_0)!};$$

4) кількість двійкових реалізацій, що знаходяться на кодовій відстані  $d_0$  від двійкового вектора  $x_0$  та  $d_1$  від двійкового вектора  $x_1$ , дорівнює

$$n = \frac{d(x_0 \oplus x_1)!}{(d_0 - p)!(d(x_0 \oplus x_1) - d_0 + p)!} \cdot \frac{(N - d(x_0 \oplus x_1))!}{(N - d(x_0 \oplus x_1) - p)!p!},$$

де  $p = \frac{d_1 + d_0 - d(x_0 \oplus x_1)}{2}$ .

На рис. 1 показано структуру десятивимірного бінарного простору, в якому відтворено контейнери двох класів  $X_0^o$  та  $X_1^o$ , що перетинаються. При цьому діаметр заповнених кіл відповідає кількості двійкових реалізацій, що характеризуються відповідними відстанями від центрів зображених контейнерів.

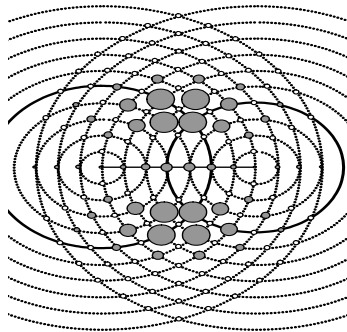


Рис. 1. Структура простору Хеммінга при побудові контейнерів за принципом “найближчого сусіда”

Таким чином, деталізований аналіз структури розбиття класів у просторі Хеммінга свідчить про імплікативність і симетричність розподілу векторів-реалізацій класів у відповідних контейнерах, побудованих в радіальному базисі простору ознак.

1. Довбиш А.С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2009.– 171 с.

УДК 004.9:67.05

**ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИ ГРУНТОВОГО  
КОЛЛЕКТОРА ТЕПЛООВОГО НАСОСА**

О. В. Шулима, студентка,  
Сумский государственный университет  
ami-lush@mail.ru

Проблема внедрения энергосберегающих технологий актуальна не только для Украины, но и для всего мирового сообщества. Использование энергии низкопотенциальных возобновляемых источников дает возможность существенно сократить потребление органического топлива, уменьшить губительное влияние на окружающую среду, удовлетворяя нужды потребителей тепла, которые размещены далеко от централизованных систем теплоснабжения.

Одним из перспективных направлений применения таких источников энергии является внедрение теплонасосных станций. Совместное использование нескольких нетрадиционных энергетических источников, регенерации или переохлаждения конденсата в тепловых насосах также является возможными направлениями решения энергетической проблемы. Обустройство таких объектов является дорогостоящим, поэтому целесообразно иметь инструмент для предварительной оценки эффективности теплонасосных станций. В качестве такого инструмента можно рассматривать модель установки, разработанную на основе информационных технологий с элементами систем принятия решений.

Модель состоит из солнечного коллектора, системы сезонной аккумуляции тепла и теплового насоса, который соединяет грунтовый аккумулятор и систему разделения тепла в здании.

Первоочередным заданием является разработка модели теплового режима здания. После определения теплопотерь можно рассчитать мощность теплового насоса.

Целью дальнейшей работы является разработка универсальной математической модели теплового насоса, которая описывала бы стационарное распределение температуры в грунте и трубе коллектора для любых заданных условий, учитывая сезонное колебание температур в поверхностном слое.

На процесс теплообмена в почве на больших глубинах, кроме собственно свойств рабочей жидкости и почвы, влияют много различных факторов. Большинство из этих явлений невозможно учесть, поэтому важным при расчете температурных полей является выбор принятых упрощений. В модели необходимо учесть погодные условия, тип почвы и рабочей жидкости.

Расчёт теплового насоса требует решения дифференциальных уравнений с учетом граничных условий. Для этого применяются численные методы: метод конечных разностей и метод сеток.

По полученным результатам возможно определение эффективности работы коллектора в разных регионах с учетом погодных условий.

УДК 004.414.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИЗА БИРЖЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

А. А. Сидоренко, студент,  
Сумский государственный университет  
antonsumy@gmail.com

Для современного этапа развития мировой экономики характерны процессы глобализации, в которых большую роль играет информация, в том числе финансовая. С каждым годом возрастают объёмы международной торговли. Основными торговыми площадками при этом оказываются фондовые биржи. Наблюдается перманентное увеличение спроса на аналитические информационные системы, способствующие принятию взвешенных решений в сфере инвестирования.

Среди лидеров рынка финансовых информационных систем следует особо отметить:

- TradeStation – ключевым преимуществом является наличие модуля работы с опционами [1];
- Wealth-Lab Developer – отличительной особенностью есть возможность мультирыночного анализа стратегий благодаря широкому инструментарию [2];
- MetaTrader – обеспечивает возможность осуществления фьючерсных операций, анализа контрактов на разницу цен CFD и сделок на рынке Forex.

Хотя все упомянутые программы представляют собой мощные инструменты обработки финансовой информации, они не лишены отдельных недостатков:



- 1) функционирование ограничено операционной системой Windows;
- 2) несовершенный алгоритм работы с инвестиционными портфелями;
- 3) отсутствие многофакторного ранжирования результатов;
- 4) невозможность взаимодействия с фондовыми биржами Украины и других стран СНГ;
- 5) игнорирование валютных рисков (для ценных бумаг, имитированных в иностранной валюте).

Устранить указанные недостатки можно благодаря созданию иного инструментария для составления инвестиционного портфеля. Его основополагающими принципами должны стать:

- 1) учет валютных рисков;
- 2) применение критериев отклонения и прибыльности на базе весовых коэффициентов;
- 3) кросс-платформенность,
- 4) доступ к данным фондовых бирж стран СНГ.

Внедрение упомянутых выше подходов в практическую деятельность будет способствовать повышению уровня работы субъектов фондового рынка и эффективности их деятельности.

1. TradeStation Group Inc, Find Trading Opportunities [Электронный ресурс]: [www.tradestation.com/trading-technology/tradestation-platform](http://www.tradestation.com/trading-technology/tradestation-platform).

2. Wealth-Lab Developer, Information [Электронный ресурс] : [www.wealth-lab.com/Products/Details/](http://www.wealth-lab.com/Products/Details/).

УДК 519.714

## ФОРМИРОВАНИЕ СОЧЕТАНИЙ С ПОВТОРЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ БИНОМИАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Е. М. Скордина, аспирант,  
Сумский государственный университет  
e.skordina@ekt.sumdu.edu.ua

Формирование различных комбинаторных конфигураций является актуальной проблемой, и находит применение в задачах комбинаторной оптимизации, теории кодирования и цифровой обработки сигналов.

В данной работе предлагается алгоритм формирования сочетаний с повторениями с использованием двоичных неравномерных биномиальных чисел. В основе этого алгоритма лежит модель процесса генерирования комбинаторных конфигураций на основе биномиальных чисел, которая представляет обобщенную схему их получения.

Таким образом, для формирования сочетаний с повторениями на основе биномиальных чисел необходимо выполнить следующие шаги: 1) переход от двоичного номера к соответствующему двоичному биномиальному неравномерному числу; 2) переход от биномиального числа к соответствующему ему сочетанию с повторениями на основе биномиального отображения для сочетаний с повторениями.

Предлагаемый метод формирования сочетаний с повторениями на основе биномиальных чисел отличается простотой аппаратно-программной реализации.

УДК 612.135

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ  
ПРИЛАДУ НЕІНВАЗИВНОГО КОТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ  
СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ЛЮДИНИ**

І. В. Штефан<sup>1</sup>, спеціаліст; В. І. Дегтярук<sup>2</sup>, науковий  
співробітник; М. М. Будник<sup>2</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> КНУ ім. Т. Г. Шевченка

<sup>2</sup> Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ  
ira.shtefan@gmail.com

Вступ та постановка завдання. Однією з найважливіших систем людини є серцево-судинна. Від її стану прямо залежать стан здоров'я та нормальна життєдіяльність людини. Мета роботи – визначення оптимальних параметрів інте-лектуального приладу «Гемодин» для дослідження гемоди-наміки системи кровообігу [1].

Матеріали і методи. Було виконано по 10 вимірювань для лівої та правої руки здорової людини на кінцевих фалангах пальців. Руку розміщують в розслабленому стані на столі, на основу пальця одягають компресійну манжету у вигляді кільця. На крайню фалангу одягають вимірювальну голівку у вигляді слабо напруженої кліпси. Потім у манжеті створюється тиск, що збільшує приплив крові до кінцевої фаланги. В основу роботи голівки закладено двох-вильовий спектрофотометричний метод. Різниця інтенсивності падаючої та хвилі, що пройшла, пропорційна кровонаповненню в пальці. Сигнал записується в пам'ять приладу, відображається на РК-дисплей та друкується на термопринтері [2,3].

## СЕКЦІЯ Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень

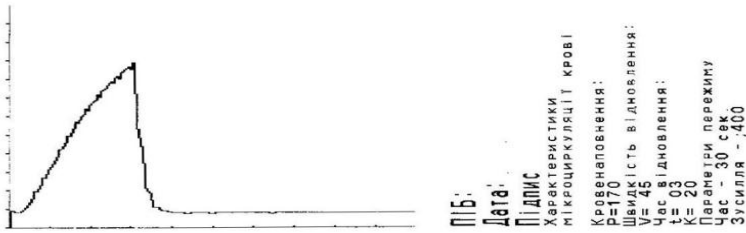
Вимірюють такі параметри:  $P$  - величина кровонаповнення (мл/см<sup>3</sup>),  $V$  - швидкість відновлення (мл/с),  $t$  - час відновлення (с),  $K$  - коефіцієнт балансування (безрозмірний).

Статистична обробка результатів виконувалась в Excel за допомогою формул [4]:

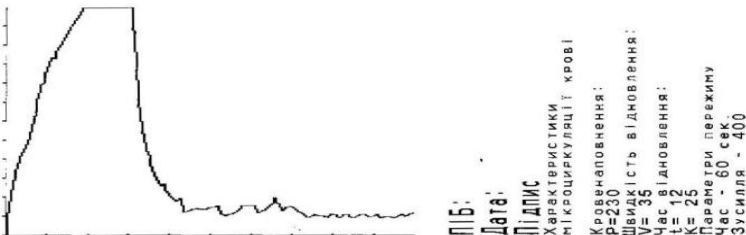
$$\Delta = \frac{1,96 * CKB}{\sqrt{N}} \quad \sigma = \frac{\Delta}{M} * 100\% \quad (1)$$

де 1,96 – значення функції Лапласа для ймовірності 95 %,  $CKB$  – стандартне відхилення вибірки,  $N$  – кількість елементів,  $\Delta$  - довірчий інтервал,  $M$ - середнє значення.

Дослідження умов вимірювання.



а



б

Рис.1. Графіки вихідного сигналу для правої руки при тривалості стиснення манжети 30 с (а) та 60 с (б)

Виконано статистичну обробку зазначених 4-х параметрів для загальної вибірки 10 вимірів для обох рук, бо статистичні відмінності між руками згідно тесту Ст'юдента не виявлено. Приклад кривої кровонаповнення подано на рис.1, а результати обробки наведено в таблиці:

ПОКАЗНИК	ЧАС ПЕРЕЖИМУ 30 СЕК			
	Р	V	T	К
Середнє значення	164,4	41,2	7,3	25,2
СКВ	23,2	8,77	4,32	4,61
Довірчий інтервал	14,4	5,43	2,68	2,81
Відносна похибка (%)	8,8	13,2	36,7	11,3
ПОКАЗНИК	ЧАС ПЕРЕЖИМУ 60 СЕК			
	Р	V	T	К
Середнє значення	217,5	28,2	7,5	30,8
СКВ	13,9	5,37	3,89	6,01
Довірчий інтервал	8,63	3,33	2,41	3,73
Відносна похибка (%)	4,0	11,8	32,2	12,1

Було побудовано залежності даних параметрів від часу стиснення манжети (приклад на рис. 2.).

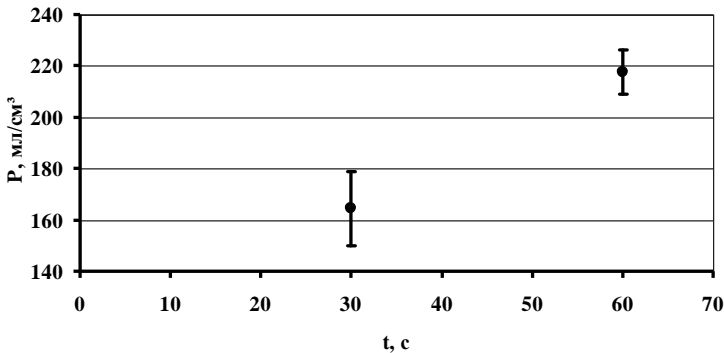


Рис.2. Залежність амплітуди кровонаповнення від тривалості стиснення манжетою безіменного пальця.

Висновки: Результати обробки показують, що більша точність вимірювань для параметрів  $P$ ,  $V$ ,  $t$  має місце при часі стиснення 60 с. При цьому амплітуда кровонаповнення зростає, швидкість відновлення крові зменшується, час відновлення кровообігу не змінюється. Але у портативних приладах компресори не достатньо надійні і при великій кількості вимірювань може перегрітися компресор. Також вихідний сигнал при 60 с часто виходить за межі динамічного діапазону(рис.1). Тому вимірювання доцільно проводити при часі стиснення манжети 30 с. При цьому отримано такі точності для параметрів:  $P$ -9%,  $V$ -13%,  $K$ -11%,  $t$ -37%. Отже, прилад реєструє параметри  $P$ ,  $V$  та  $K$  достовірно, а для  $t$  вимірювання не достовірні, тому що відносна похибка перевищує фізіологічний розкид (inter-subject variation).

1. Войтович І.Д, Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори. – Київ: Інститут кібернетики, 2007. – 514 с.

2. Войтович І.Д, Вимірювання параметрів гемодинаміки мікроциркулярної ланки системи кровообігу та використання їх для визначення індексу здоров'я / Войтович І.Д, Дегтярук В.І, Брайко Ю.О та ін // зб доп. II н.-техн. семінару.- «Біомедичні інформаційні технології в охороні здоров'я»(БМІТ-2009) - Київ: Інститут кібернетики, 2009. – с 161-168.

3. Патент UA 57631 Спосіб неінвазивного визначення параметрів гемодинаміки системи кровообігу / Войтович І.Д, Дегтярук В.І, Брайко Ю.О, Імамутдінова Р.Г, Мінов Ю.О, Сутковий П.Г(Україна).– опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5, 2011.-7с., 3 іл.

4. Гурман В.Е., Теория вероятностей и математическая статистика.– М.: Высш.шк., 2001. – 479 с.

УДК 519.7

**РАСПОЗНАВАНИЕ НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФОВ  
КОЛЛЕКТИВОМ АГЕНТОВ**

А.В. Стёпкин,

Славянский государственный педагогический университет  
stepkin.andrey@rambler.ru

В литературе широко рассматриваются задачи, связанные с распознаванием среды [1]. Данная работа посвящена исследованию проблемы распознавания графов с помощью трех агентов. Два агента-исследователя (АИ) передвигаются по связному неориентированному графу без петель и кратных ребер  $G = (V, E)$ , считывают и изменяют метки на элементах графа, передают информацию о своих действиях агенту-экспериментатору (АЭ), который и выполняет восстановление графа.

В работе предложен алгоритм построения маршрутов АИ по графу, позволяющих АЭ точно восстановить граф среды. У каждого из АИ есть две краски: у агента  $A$  это  $r$  и  $b$ , у агента  $B$  –  $u$  и  $b$ . Полученный алгоритм использует результаты и обозначения из [2].

Рассматриваемый алгоритм основан на стратегии поиска в глубину: агенты идут «в глубину», пока это возможно, возвращаются назад, ищут другой путь с еще не посещенными вершинами и не пройденными ребрами. В случае обнаружения смежной вершины, окрашенной в «чужой» цвет, агент метит все перешейки из текущей вершины в чужую область и сообщает второму АИ через АЭ о необходимости распознавания помеченных перешейков. Пока

второй АИ распознает перешейки, первый АИ не может метить новые перешейки. В случае отсутствия других возможных вариантов перемещения, кроме как пометить новый перешеек, первый АИ останавливается до того момента, пока второй АИ не распознает все помеченные перешейки. При обходе графа создается неявная нумерация пройденных вершин: при первом посещении вершины агентом  $A$  ей фактически ставится в соответствие номер, равный значению переменной  $Cч\_A$  ( $Cч\_B$  для агента  $B$ ). Отметим, что  $Cч\_A$  и  $Cч\_B$  принимают соответственно нечетные и четные значения. На основе нумерации и происходит восстановление графа  $G$ .

Рассмотрим режимы работы агентов. С нерассмотренными режимами можно ознакомиться в [2].

1. Если в процессе обхода графа в вершине  $v$  был обнаружен перешеек, то при условии, что все ранее помеченные данным АИ перешейки были распознаны, агент переключается в *режим пометки перешейков*. В этом режиме АИ окрашивает ближние инциденторы всех перешейков, инцидентных вершине  $v$ , в черный цвет. Агент  $A$  имеет приоритет над агентом  $B$ , поэтому в ситуации, когда оба агента одновременно обнаружат один и тот же перешеек, он будет помечен агентом  $A$ . На каждом шаге АИ обмениваются данными с АЭ. По завершении этого режима АЭ содержит информацию о количестве помеченных перешейков.

2. Получив команду о необходимости распознавания перешейков, АИ переключается в режим распознавания



перешейков. Если в этот момент агент работает в режиме распознавания обратного ребра, то АИ переключится в режим распознавания перешейков, лишь по завершении распознавания обратного ребра. В этом режиме АИ возвращается назад по своему пути в поисках помеченных перешейков. Если из вершины, в которой был переключен режим работы, больше нет возможных путей перемещения, кроме как назад, то, возвращаясь по своему пути, агент окрашивает путь в черный цвет до тех пор, пока не окажется в вершине, из которой есть другие возможные пути перемещения. При обнаружении помеченного перешейка возможны два случая:

2.1 Помечено один перешеек. АИ окрашивает ближний инцидентор помеченного перешейка в черный цвет. Далее движется вперед по своему пути, пока не вернется в конец пути «своего» цвета.

3.2 Помечено не менее двух перешейков. АИ окрашивает ближний инцидентор помеченного перешейка в «свой» цвет. Далее АИ движется назад по своему пути, пока не будет найден следующий помеченный перешеек. При обнаружении такого перешейка возможно два случая:

3.2.1 Следующий помеченный перешеек не последний. АИ окрашивает ближний инцидентор в черный цвет. На следующем шаге АИ снова возвращается назад по своему пути до следующего помеченного перешейка.

3.2.2 Следующий помеченный перешеек последний. АИ окрашивает ближний инцидентор в «свой» цвет. На следующем шаге АИ переходит по последнему перешейку в чужую область, окрашивая ближний инцидентор в черный

цвет. На следующем шаге АИ переходит по первому распознанному перешейку в свою область, окрашивая дальний инцидентор в черный цвет. Далее АИ движется вперед по своему пути, пока не вернется в конец пути «своего» цвета.

Восстановление графа производит АЭ на основе сообщений, которые он получает от АИ. Алгоритм можно рассмотреть в [2], заменив пары ВПЕРЕД\_АВВ(), НАЗАД\_АВВ() и ВПЕРЕД\_АВ(), НАЗАД\_АВ() процедурами: РАСП\_АВ():  $E_H := E_H \cup \{(N\_B, r(t-i))\}$ ;  $K := K - 1$ ;  $UDP\_B := (((K = Z) \text{ or } (K = 1)) \text{ and } (Z \neq 1))$ ; и МЕТИМ\_АВ():  $F := F + 1$ ;  $E := 1$ ; соответственно, а также учитывая новую процедуру ВОЗВРАТ\_В():  $E_H := E_H \setminus \{(y(p-1), y(p))\}$ ;  $V_H := V_H \setminus \{Cч\_B\}$ ;  $Cч\_B := Cч\_B - 2$ ;  $p := p - 1$ ;  $y(p) := Cч\_B$ ;  $L := 1$ ;  $K := K + 1$ .

Теорема 1. Выполняя алгоритм распознавания, агенты распознают любой граф  $G$  с точностью до изоморфизма.

Теорема 2. Временная и емкостная сложности алгоритма равны  $O(n^2)$ , где  $n$  – число вершин графа, при этом алгоритм использует 3 краски.

1. Albers S. Exploring unknown environments. / S. Albers, M.R. Henzinger.–SIAM Journal on Computing, 2000.–29(4):1164 – 1188 с.

2. Стёпкин А. В. Алгоритм распознавания конечных графов тремя агентами // Theoretical and applied aspects of cybernetics. Proceedings of the International Scientific Conference of Students and Young Scientists (Kyiv, February 21-25 2011). – P. 185 – 188.

УДК 612.226

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ  
МУЛЬТИСЕНСОРНОГО ГАЗОАНАЛІЗАТОРА**

О.П. Воля<sup>1</sup>, бакалавр; О. А.Заярна<sup>1</sup>, бакалавр; С. І. Лукаш<sup>2</sup>,  
науковий співробітник; М. М. Будник<sup>2</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> КНУ ім. Т. Г. Шевченка

<sup>2</sup> Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ  
drifts@list.ru

Вступ та постановка задачі. Багато захворювань супроводжуються виділенням певних газів (маркерів) у повітря, що видихається пацієнтом. Це дає змогу проводити їх діагностику неінвазивними методами, що вимагає створення портативного приладу, за допомогою якого можна проводити експрес-діагностику. Перспективними є селективні газоаналізатори, які образно називають «електронний ніс». Використання високочутливих селективних газових сенсорів дозволяє створювати діагностичну апаратуру з досить швидким отриманням результатів і без витратних матеріалів [1].

Будова та принцип роботи. Блок-схема приладу зображена на рис.1. В якості аналітичної камери використано скляну ємність 950 см<sup>3</sup>. До отвору камери під'єднано дві з'єднувальні трубки, одна сполучає вихід компресора, а інша транспортує газ-аналіт до сенсора. Газ-аналіт потрапляє через з'єднувальну трубку на вхід сенсорного блока, він через другу з'єднувальну трубку повертається на вхід компресора, таким чином, утворюється замкнена система. Аналогові сигнали, що надходять з виходів газових сен-

сорів, підсилюються, фільтруються та вводяться в АЦП. Вбудований мікропроцесор забезпечує аналого-цифрове перетворення і передачу первинних даних у комп'ютер. Програмне забезпечення за встановленим алгоритмом визначає послідовність і зміст усіх операцій проходження і обробки сигналів, а також їх виведення і візуалізацію в зручній для аналізу формі.

Тут використано мультисенсори Gassensoren GGS фірми UMWELTSENSORTEKNIK (Німеччина) на ізольованій підкладці з трьома чутливими шарами, де 1-й шар, чутливий до парів етанолу, має гарний відгук навіть при швидкому протіканні газу, 2 – до CO, 6 – до парів води. Програма SENSOR98, фірми Jenasensoric задає автоматичний нагрів сенсора, візуалізує зареєстрований сигнал від трьох шарів, здійснює запис даних у форматі Excel та зберігає їх на жорсткому диску. Кожний цикл вимірювання записується в окремий файл, аналіз сигналів здійснюють візуально [2].

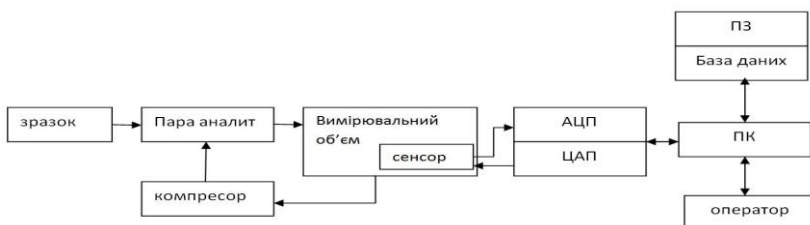


Рис. 1. Блок– схема експерименту на стаціонарному макеті приладу

Методика вимірювань [3] така:

1. Приготувати газову суміш для вимірювання.

2. Промити всі камери і сполучні трубки в режимі референтного газу (чисте повітря при  $T=20$  °С відносна вологість 60 %) протягом 30 хв.

3. Розмістити зразок в аналітичному об'ємі.

4. Провести один цикл вимірювання (після встановлення рівноваги в системі).

5. Промити систему чистим повітрям ( протягом 5- 10 хв. ). Повторити пункти 3-4.

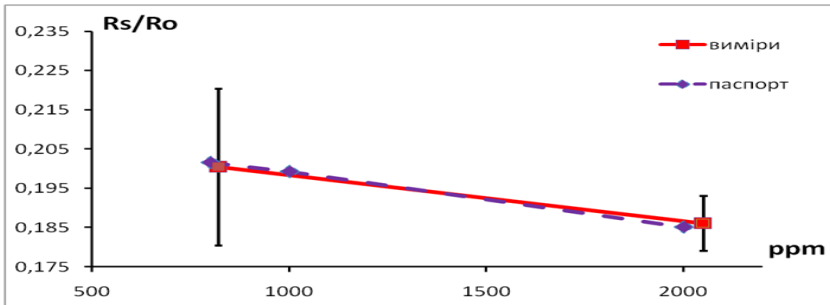
6. Повторити 8 разів пункт 5 (8 циклів вимірювань).

7. Обробити отримані результати. Усереднити дані отримані за 10 циклів вимірювань.

8. Побудувати криву залежності сигнал-температура.

9. Знайти максимум кривої, який відповідає оптимальній температурі чутливого шару.

Результати калібрування [4]. Використано суміш повітря з відомою концентрацією газу-аналіту етанол та ацетон.



2 мкл-820 ppm

5 мкл-2050 ppm

Рис. 2. Експериментальна калібрувальна залежність для етанолу та паспортна.

Концентрація етанолу розраховується за формулою (1):

$$C [\text{ppm}] = 410 [\text{ppm} / \text{мкл}] V[\text{мкл}], \quad (1)$$

де  $V[\text{мкл}]$  – об'єм аналітичної рідини,  $C[\text{ppm}]$ - концентрація аналіту в ppm ( $1 \text{ ppm} = 0,0001\%$ ).

У ході калібрування отримані криві, близькі до паспортних даних сенсора, що використовувався (див. пунктир на рис. 2). Експериментально визначено граничну відносну похибку вимірювання для етанолу – становить 9,5% в діапазоні вимірювань 820 – 2050 ppm та мінімальну похибку для ацетону (13%, 1-й шар). Також виміряна чутливість (коефіцієнт передачі) сенсора до етанолу  $2,1 \cdot 10^{-5}$  [відн.од/ppm].

Висновки. Побудована калібрувальна крива для етанолу для найбільш чутливого 1-го шару відповідає паспортним даним, що свідчить про коректність застосованого методу калібрування. Отримана точність вимірювань достатня для визначення концентрації таких газів, як етанол та ацетон для біомедичної діагностики хвороб та екологічного моніторингу забруднень.

1. Зубчук В. І. Програмно-апаратний комплекс експрес-діагностики на засадах електрохімічних сенсорів// В. І Зубчук., А.В.Кратік / Биомедицинская инженерия.– НТУУ «Київський політехнічний інститут».- 2011, №1.–5с.

2. Лукаш С.И. Техника и технология анализа объектов для экологической и медицинской диагностики по запаху// С.И.Лукаш, О.К. Колесницкий, И.Д. Войтович / Компьютерні засоби, мережі та системи.– Київ: Інститут кібернетики НАНУ.– 2005.– № 6. – 10 с.

3. Лукаш С.И. Обработка и анализ результатов измерения углекислого газа в выдыхаемом воздухе// С.И.Лукаш, Н.Н.Будник, Т.А. Кобзарь / зб. праць міжн. наук. конф. ISDMCI 2011, Євпаторія.- С. 79–86.

---

УДК 004.932.72:004.931.4

## РАСПОЗНАВАНИЕ АФФИННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ КОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В. В. Авраменко, канд. техн. наук; Р. С. Волков, аспирант,  
Сумский государственный университет  
roman-email@yandex.ru

В системах искусственного зрения часто необходимо распознавать фрагменты эталонных контуров на анализируемом изображении. При определённых условиях наблюдения объекта эти фрагменты могут быть аффинно-преобразованными по отношению к известным эталонным изображениям.

Для решения этой задачи предлагается контурное изображение описывать параметрически в полярной системе координат. Начало координат последовательно перемещать по контуру распознаваемого и эталонных изображений. При этом строить зависимость длины радиус-вектора, соединяющего начало координат с каждой точкой на контуре, от угла его наклона к касательной [2]. На основе полученных данных находить функцию приращения площади в зависимости от изменения параметра  $\theta$  – угла наклона к касательной в точке начала координат (рис. 1).

Аффинное преобразование имеет свойство сохранять неизменными соотношения соответствующих площадей фигур до и после их преобразования (рис. 2).

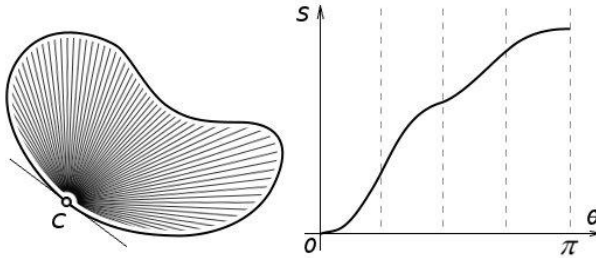


Рис.1. Построение зависимости площади от угла наклона

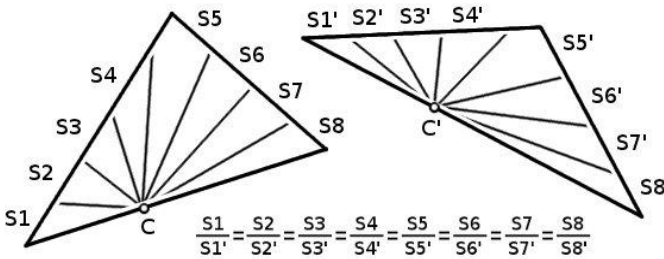


Рис.2. Пропорциональность соответствующих площадей S и S' до и после их аффинного преобразования

С помощью функции непропорциональности по производной первого порядка [1] определяются значения параметра  $\theta$ , при которых радиус-векторы ограничивают собой пропорциональные площади на изображении и эталоне

$$@d_{S_{\text{эз}}}^{(1)} S_{\text{уз}} = \frac{S_{\text{уз}}(\theta)}{S_{\text{эм}}(\theta)} - \frac{d S_{\text{уз}}(\theta)/d\theta}{d S_{\text{эм}}(\theta)/d\theta},$$

где  $@d_{S_{\text{эз}}}^{(1)} S_{\text{уз}}$  – функция непропорциональности по производной первого порядка функции  $S_{\text{уз}}(\theta)$  по  $S_{\text{эм}}(\theta)$ ;

$S_{\text{уз}}(\theta)$  – функция зависимости площади распознаваемого изображения от параметра  $\theta$ ;

$S_{\text{эм}}(\theta)$  – функция зависимости площади эталонного изображения от параметра  $\theta$ .



Для приближенного вычисления производных  $d S_{uz}(\theta)/d\theta$  и  $d S_{эм}(\theta)/d\theta$  используются приращения соответствующих площадей  $\Delta S_{uz}(\theta)$  и  $\Delta S_{эм}(\theta)$ .

Полученные значения параметра  $\theta$  используются для нахождения координат соответствующих точек на изображении и эталоне. По координатам всего двух пар таких точек определяются коэффициенты аффинного преобразования по формулам:

$$a_{11} = \frac{x_{uz2}y_{эм1} - x_{uz1}y_{эм2}}{x_{эм2}y_{эм1} - x_{эм1}y_{эм2}}; \quad a_{12} = \frac{x_{uz1} - a_{11}x_{эм1}}{y_{эм1}};$$

$$\dot{a}_{22} = \frac{\tilde{\delta}_{y\dot{\theta}1} \acute{\sigma}_{\acute{e}\zeta 2} - \tilde{\delta}_{y\dot{\theta}2} \acute{\sigma}_{\acute{e}\zeta 1}}{\tilde{\delta}_{y\dot{\theta}1} \acute{\sigma}_{\acute{e}\zeta 2} - \tilde{\delta}_{y\dot{\theta}2} \acute{\sigma}_{y\dot{\theta}1}}; \quad \dot{a}_{21} = \frac{\acute{\sigma}_{\acute{e}\zeta 1} - \dot{a}_{22} \acute{\sigma}_{y\dot{\theta}1}}{\tilde{\delta}_{y\dot{\theta}1}}$$

где  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{22}$  – коэффициенты аффинного преобразования,  $(x_{uz1}, y_{uz1})$ ,  $(x_{эм1}, y_{эм1})$ ,  $(x_{uz2}, y_{uz2})$ ,  $(x_{эм2}, y_{эм2})$  – соответствующие точки изображения и эталона.

Когда начала полярной системы координат находятся в соответствующих точках фрагмента изображения и его эталона, аффинно-преобразованный в соответствии с найденными коэффициентами эталонный контур совпадёт со своими фрагментами на изображении (рис.3). В противном случае начало координат эталона перемещается в следующую точку контура.

Функция непропорциональности по производной первого порядка равна нулю для всех значений параметра  $\theta$ , которым соответствуют фрагменты эталона на изображении. Если значения этой функции отличны от нуля, то это указывает на наличие в анализируемом контуре фрагмента, не принадлежащего рассматриваемому эталону. На рис. 4

этому случаю соответствуют значения параметра  $\theta$  при  $117 \leq \theta \leq 150$

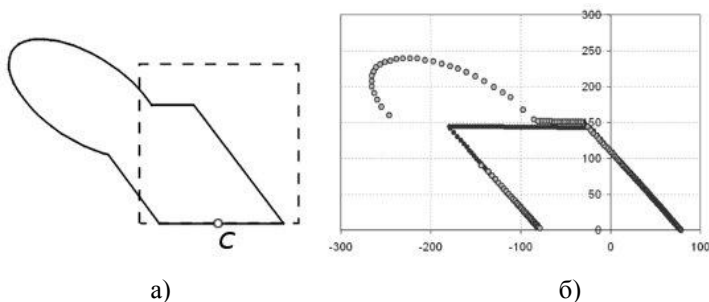


Рис. 3. Распознаваемое изображение и эталонный контур (пунктир) до его аффинного преобразования а) и после б)

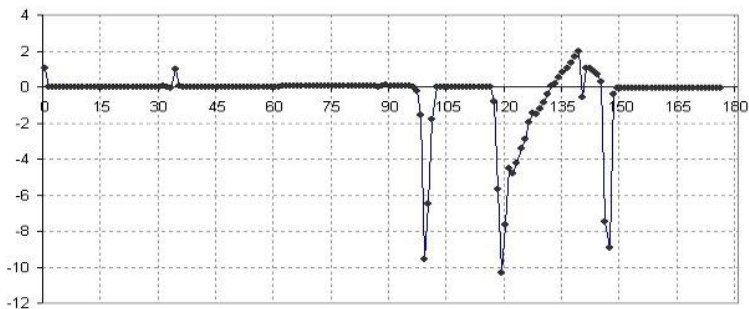


Рис. 4. Значения функции непропорциональности

Программная реализация метода показала его эффективность при решении поставленной задачи.

1. Авраменко В. В. Характеристики непропорциональности числовых функций. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.1998 №59 – Ук98.
2. Авраменко В. В. Распознавание фрагментов выпуклых контурных изображений / В. В. Авраменко, Р. С. Волков// Вестник СумГУ. Серия Технические науки, 2011.– 124 с.

УДК 612.135

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТРИЗНАЧНОГО  
ВИРІШУВАЛЬНОГО ПРАВИЛА ЗА НАЯВНОСТІ  
ТРЬОХ НАВЧАЛЬНИХ ГРУП

О. В. Загорчений<sup>1</sup>, аспірант; І. А. Чайковський<sup>2</sup>, канд. мед.  
наук; М. М. Будник<sup>3</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> КНУ ім. Т. Г. Шевченка

<sup>2</sup> Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних  
технологій та систем НАН і МОНМС України;

<sup>3</sup> Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ  
sanekrpd@mail.ru

Вступ та постановка задачі. При використанні порогового вирішувального правила (ВП) похибка класифікації зростає для осіб, у яких значення діагностичного параметра близьке до порога ( $X_p$ ). Перспективними є складні – багатозначні та нечіткі ВП, найпростішим з них є 3-значне ВП (ЗВП), в якому обчислюють нижню ( $X_n$ ) та верхню ( $X_p$ ) межі проміжного інтервалу, які розбивають діапазон значень параметра на 3 інтервали, що відповідають негативному, проміжному та позитивному класам.

Раніше були запропоновані методика синтезу порогового ВП та ЗВП на основі функцій належності (ФН) та обчислення точності класифікації при застосуванні 2 навчальних вибірок [1-2]. Нещодавно ця методика була узагальнена для багатозначних (від 4 до 8 інтервалів) ВП [3]. Проте відкритим залишалось питання оцінки точності обчислень зазначених меж інтервалів для таких багатозначних ВП. Мета роботи – відповісти на це питання хоча б для

найпростішого багатозначного, тобто 3-значного ВП, за допомогою застосування 3 навчальних вибірок.

Матеріали і методи. Вибірки включають масиви значень інтегрального діагностичного параметра СІ, отриманого за даними клінічних обстежень методом магнітокардіографії (МКГ). Навчальні групи: 1-ша, 30 здорових без ІХС та інших патологій, та 75 пацієнтів без інфаркту міокарда в анамнезі, направлених на коронарографію (КА) з огляду на болі в грудній клітці. За результатами КА хворі були розділені на 2 групи. 2-га група (25 осіб) – це проміжна група пацієнтів, у яких ІХС не підтверджено методом КА (без гемодинамічно значимого стенозу), 3-я – 50 хворих на ІХС, у яких ІХС підтверджено методом КА (стеноз  $\geq 70\%$  не менш ніж в одній з головних коронарних артерій (підтверджений симптом) [4].

Для обчислення нижньої  $X_n$  та верхньої  $X_p$  меж проміжного інтервалу застосовано 4 методики:

Нижню межу обчислюють як поріг згідно зі способом [1] для груп 1-2, а верхню межу – аналогічно для груп 2-3 (непрямий метод – 2-кратне застосування порогового ВП з використанням навчальної проміжної групи 2).

Межі обчислюють як для 3-значного ВП згідно зі способом [2] з використанням груп 1-3 (прямий метод – 3-значне ВП, але без навчальної проміжної групи 2).

Нижню межу обчислюють як поріг згідно зі способом [1] для груп (1+2)-3, а верхню – аналогічно для груп 1-(2+3) (аналогічний 1) з використанням композитних груп, утворених проміжною 2 та «боковими» групами 1 чи 3).

Межі обчислюють як для 3-значного ВП згідно зі способом [2] з використанням композитних груп (1+2)-(2+3) (прямий метод, аналогічний 2) на основі композитних груп 1+2 та 2+3, – тобто поєднання методик 2) та 3).

Крім того, обчислювався і поріг: у способі 1) як значення параметра при якому  $\Phi H=1/2$ , у способах 2)-4) – за точкою перетину  $\Phi H$  груп 1 та 2 чи композитних груп 1+2 та 2+3.

Метод 1) найбільш обґрунтований, тому що він еквівалентний синтезу  $\Phi H$  проміжної групи на основі відповідної навчальної вибірки. Метод 2) – найбільш необґрунтований, тому що він не використовує емпіричних даних про проміжну групу взагалі (а вона у даному випадку існує). Методи 3) і 4) середньо обґрунтовані, тому що вони все ж таки використовують проміжну групу, але на основі гіпотези, що її особи розділені порівну між групами 1 та 2.

Результати обробки. Для всіх методик значення меж та точності їх визначення (відносно методики 1, яка вибрана за базову), зведено в табл.1. Ураховуючи, що параметр СІ цілочисловий, «реальний» проміжний інтервал –  $9 \div 11$ . Особи проміжної групи 2 розподілилися між класами як 4 (хибно негативні, ХН)-19 (проміжні)-2 (хибно позитивні, ХП), тобто 19 класифіковані правильно, ХН=4, ХП=2.

У результаті маємо ймовірність правильної класифікації осіб до проміжного класу, що дорівнює  $19/25=76\%$ . З медичної точки зору – це точність методу МКГ при застосуванні індексу СІ щодо виявлення пацієнтів з симптомами ІХС, непідтвердженими КА. Також для них можна обчислити специфічність та чутливість  $ЧУТЛ=(25-4)/25=84\%$ ,

## СЕКЦІЯ Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень

$СПЕЦ = (25-2)/25 = 92\%$ ; при обчисленні чутливості (специфічності) поріг – це нижня (верхня) межа проміжного інтервалу (табл.1).

Таблиця 1 – Межі інтервалів та точність їх визначення

Методика			Межі			Точність, %
№	ВП	Групи	Хн	Хп	Хв	
1	2-кратне порогове	1/2, 2/3	8,65	10,1	10,73	
2	3-значне	1/3	10,4	10,93	11,39	20; 8; 6,1
3	2-кратне порогове	(1+2)/3, 1/(2+3)	9,83	10,14	11,23	12; 0,4; 4,6
4	3-значне	(1+2)/ (2+3)	9,22	10,14	11,03	6,5; 0,4; 2,8

Негативну та позитивну прогностичність (НП та ПП) щодо виявлення здорових та пацієнтів з підтвердженою ІХС оцінимо так: усього до проміжного класу віднесено 40 осіб, із них 15 (6) з групи 1 (3). Тоді  $ПП = (40-15)/40 = 62,5\%$ ,  $НП = (40-6)/40 = 85\%$ . Їх клінічна інтерпретація – це ймовірність правильної класифікації непідтверджених методом КА пацієнтів відносно до здорових чи хворих на ІХС, підтверджених методом КА, тобто ймовірність того, що особа, віднесена до непідтверджених хворих не є здоровою (ПП) чи підтвердженою хворою (НП). При цьому середня прогностична цінність дорівнює  $ПЦсер = 74\%$ .

Найбільш корисним показником є НП, яка показує, що у 85% випадків непідтверджена ІХС, виявлена методом МКГ на основі індексу СІ, не буде також виявлена ніяким іншим

методом діагностики, включаючи КА («золотий стандарт»). Отже, його доцільно рекомендувати як тест, який у 85% випадків може підтвердити відсутність значимого стенозу без проведення у подальшому КА, і лише у 15% випадків МКГ не виявить значимий стеноз, який потім буде виявлено методом КА.

Висновки. Знайдено, що найточніше визначення меж проміжного інтервалу відносно методики 1) дає методика 4) – середня похибка 4,6%. Також показано, що діагностична точність та середня прогностичність віднесення до проміжного класу 3-значним ВП (на прикладі індексу СІ), досить високі 76% і 74% відповідно. Це вказує на доцільність застосування 3-значного ВП для підвищення точності діагностики кардіологічних хвороб методом МКГ.

1. Патент UA 84884.– Спосіб класифікації групи пацієнтів / М.Будник, О.Закорчений (Україна).– опубл. 10.12.2008, Бюл. № 23.

2. Патент UA 57710. – Спосіб визначення проміжного стану об'єкта / Будник М., Закорчений О. (Україна).– опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

3. Закорчений О. Синтез багатозначних нечітких вирішувальних правил// О. Закорчений, М.Будник/ Зб. тез 4-ї Міжн. конф. ім. акад. І.І. Ляшка «Обчислювальна та прикладна математика».– Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 9-10 вересня 2011р, - С. 35.

4. Чайковский И. Прогностическая ценность комплексного МКГ показателя выраженного коронарного стеноза / И. Чайковский, М. Бойчак, В. Сосницкий и др. // Украинский кардиологический журнал, 2011, в печати.

УДК 681.3

## ОЦІНКА КОМПЕТЕНЦІЙ ЗА МЕТОДОМ ЕФЕКТИВНОЇ МЕЖІ

К. Р. Адаменко, аспірантка,  
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних  
технологій та систем НАН і МОН України  
ane\_tt@mail.ru

Інформатизація освіти в Україні зачіпає основні напрями модернізації освітньої системи. Сучасні інформаційні технології відкривають нові перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. У наш час велика увага приділяється методам оцінювання компетенцій. Цих методів безліч, найбільш відомими є метод безпосереднього оцінювання, бальні оцінки, ранжирування, метод множини Парето та інші. Проаналізувавши сучасні методи оцінювання компетентності фахівців (педагогічні, інформаційні, математичні), запропоновано метод ефективної межі, оскільки він об'єднує геометричну та математичну інтерпретацію.

Розглянемо його більш детально. Дано оцінку компетентності парного порівняння (метод ефективної межі (множина Парето)). Множина Парето має таку властивість: будь-який з об'єктів, що входить в цю множину, хоч би після одного критерію краще за будь-який інший об'єкт, що входить в цю множину.

Тобто визначення цієї великої кількості допомагає з усієї множини об'єктів виключити ті, які поступаються іншим об'єктам за усіма критеріями.



Наприклад, нехай є множина об'єктів, що оцінюються за  $k$  критеріями, –  $w_1, w_2, \dots, w_k$ . Для простоти припустимо, що значення всіх критеріїв необхідно максимізувати. Нехай серед множини об'єктів є два  $x_1$  і  $x_2$  таких, що значення усіх критеріїв  $w_1, w_2, \dots, w_k$  для першого з них більше або дорівнюють відповідним значенням іншого критерію, причому хоч би один із них дійсно більше. Очевидно, що у складі всієї множини об'єктів немає сенсу зберігати об'єкт  $x_2$ , він витісняється (чи, як то кажуть, "домінується") об'єктом  $x_1$ . Тому об'єкт  $x_2$  виключається з цієї множини як неконкурентоспроможний, а інші об'єкти порівнюються аналогічним чином. У результаті такої процедури відкидання свідомо непридатних об'єктів початкова множина зазвичай сильно зменшується.

Випадок, коли використовуються два критерії, проілюстрований на рис.1. За наявності двох критеріїв можна проілюструвати це на рис 1. Множина складається з кінцевого числа об'єктів. Кожному об'єкту відповідають певні значення показників  $w_1, w_2$ , тобто об'єкт зображається у вигляді точки на площині з координатами  $w_1, w_2$ .

Очевидно, що об'єкти, що належать множині Парето, розташовуватимуться на правій верхній межі області (об'єкти  $x_1, x_4, x_7$ ). Для всіх інших об'єктів існує хоч би один домінуючий, для якого або  $w_1$ , або  $w_2$ , або обидва критерії мають більші значення, ніж для цього об'єкта.

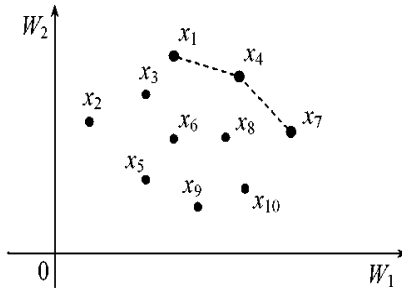


Рис. 1. Множина Парето

При числі критеріїв більше трьох геометрична інтерпретація втрачає наочність, але суть справи зберігається. Для того щоб отримати ранжируваний список, потрібно зважити критерії. Розглянемо парне порівняння – на перетині рядка і стовпця експерт (керівник проекту) проставляє оцінку переваги одного критерію над іншим. Якщо перший параметр найбільш значимий, ніж другий, то ця оцінка дорівнює 1. І навпаки, якщо він менш значимий, ставимо напроти цифру 0. Числова оцінка кожного критерію за цією ознакою виходить у вигляді відповідної суми (див. табл. 1).

Таблиця 1 Матриця парних порівнянь

Компетентності R	Рід	Вік	Освіта	Знання англ. мови	Знання ІКТ	Сума S
Рід		0	0	0	0	0
Вік	0		1	1	1	3
Освіта	1	1		1	1	4
Знання англ. мови	0	0	1		1	2
Знання ІКТ	1	0	1	1		3

Основний недолік методу парних порівнянь полягає в тому, що він стає дуже громіздким, коли оцінюється велика кількість кандидатів.

Нормування альтернатив. Для того щоб звести усі показники параметрів за усіма критеріями до однієї розмірності, необхідно також провести математичне оцінювання. Визначимо ваги альтернатив за усіма критеріями і пронормуємо значення вагів за 10 бальною шкалою. Наприклад, оцінка альтернативи знання іноземної мови буде тим вище, чим менше її значення:

$$x_j = 1 - p_{ij} / p_{ijmax} \cdot 10,$$

де  $P$  – поточне значення  $i$ -го критерію для  $j$ -ї альтернативи;  $P_{max}$  – максимальне значення  $i$ -го критерію для  $j$ -ї альтернативи.

Для оцінки альтернатив, за освітою, віком і знанням ІКТ оцінка буде тим вище, чим вище значення параметра критерію. Відповідно формула буде такою:

$$x_j = p_{ij} / p_{ijmax} \cdot 10$$

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонований метод є найбільш ефективним, його перевагою є наочність та простота, він об'єднує як геометричну, так і математичну інтерпретацію.

1. Гудков П. А. Методы сравнительного анализа. Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008.

2. Адаменко К. Р. ИКТ как средство формирования профессиональных компетенций. // Сборник трудов пятой Международной конференции «НИТО»: непрерывное образование. МНУЦИТС МОН и НАН Украины. К.– 2010г.

УДК 004.942.001.57; 004.928

**ВИРТУАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ПО  
ДИСЦИПЛІНЕ “ГИДРОПРИВОД И  
ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА”**

О. В. Алексенко, канд. техн. наук; А. Г. Колесник,  
Сумский государственный университет  
olga\_tat@opm.sumdu.edu.ua

Необходимость постоянного совершенствования профессиональных умений приводит к востребованности дистанционных инструментов образования. Широкое распространение компьютерных систем моделирования обеспечило активное внедрение виртуальных лабораторных работ в учебный процесс.

В работе представлены результаты разработки виртуального лабораторного практикума (ВЛП) по дисциплине “Гидропривод и гидропневмоавтоматика”. ВЛП (рис.1) предназначен для изучения процесса течения рабочей жидкости в дросселирующих элементах гидравлических агрегатов.

В едином программном продукте реализованы шесть лабораторных работ, в которых определяются расходно-напорные характеристики дросселей и дросселирующих распределителей. Принципиальная схема стенда одна для всех лабораторных работ, меняется лишь объект исследования.

Пользователь ВЛП может варьировать параметры экспериментов: выбрать рабочую жидкость из базы, задавать давление на входе и выходе из дросселя, определять диа-

метр дросселя и сопла, начальный зазор и смещение заслонки.

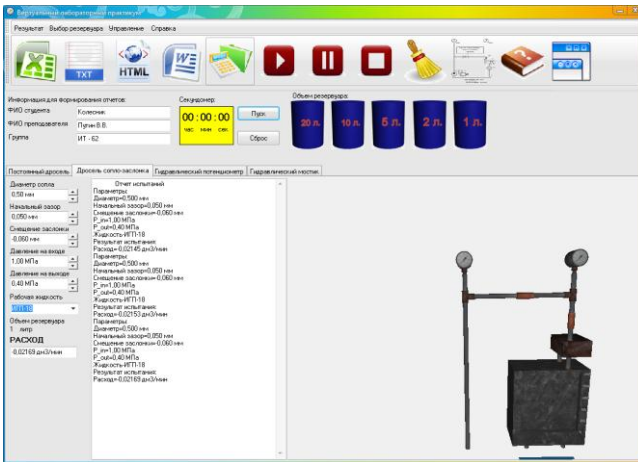


Рис.1. Окно виртуального лабораторного практикума

Также разработан модуль, формирующий отчеты на основе шаблонов в форматах \*.doc, \*.xls, \*.html и \*.txt.

Для реализации проекта использовались следующие программы: для создания элементов интерфейса ВЛП – редактор Adobe Photoshop CS5; для разработки оболочки ВЛП – среда Borland Delphi 7, к которой подключили библиотеку компонентов AlphaControls и графический движок GLScene для работы с трехмерными моделями стендов; система Autodesk 3ds Max для создания трехмерных моделей стендов; Adobe Dreamweaver CS4 для разработки руководства пользователя.

Программный продукт, реализующий ВЛП, построен по модульному принципу, что обеспечивает возможность его дальнейшего расширения.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

М. С. Бабий, канд. техн. наук; А. П. Чекалов, канд. техн. наук,

Сумский государственный университет  
tutor74@dl.sumdu.edu.ua

Цель работы – разработка алгоритма и программы оценивания знаний с использованием элементов нечеткой логики. Качество тестовых вопросов оценивается на основании понятий сложности  $S$  и практической значимости  $Z$ .

Для обеих лингвистических переменных  $S$  и  $Z$  использовано терм-множество {“низкая”, “средняя”, “высокая”}. Функции принадлежности для термов приведены на рис. 1а и 1б.

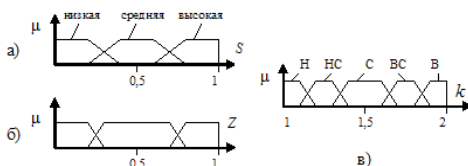


Рис. 1. Функции принадлежности: а) для  $S$ ; б) для  $Z$ ; в) для  $k$

Предложена совокупность нечетких предикатных правил в форме Мамдани [1] и реализовано вычисление коэффициентов качества  $k$ .

Предложенный метод оценки качества вопросов при тестировании студентов позволяет более эффективно оценивать качество подготовки будущих специалистов.

1. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

УДК 004.413.2

**ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ШКАЛ  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАЧЕСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ**

В. С. Добряк, аспирант; М. С. Мазорчук, канд. техн. наук,  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
viktoriya.dobryak@gmail.com

Улучшение качества образовательного процесса является стратегической задачей государства. Под понятием содержание образования подразумеваем систему знаний, умений, навыков, отношений и творческой деятельности, которыми овладевает ученик в ходе процесса обучения. В последнее время появилось большое количество публикаций посвященных различным методикам оценивания подготовки специалистов в ВНЗ. Вместе с тем зачастую такие оценки качества рассматриваются весьма упрощенно, ограничиваясь лишь процедурами лицензирования, аттестации и аккредитации образовательных учреждений. Таким образом, разработка измерительных процедур и шкал для оценивания подготовки специалистов в вузах является актуальной задачей.

Очевидно, что достоверность результатов оценивания подготовки специалистов зависит от надежности предлагаемой для измерений шкалы. Однако единой универсальной шкалы, которая была бы наиболее пригодной для измерения уровня обученности специалистов, не установлено. В работе [1] была предложена процентная шкала оценки ка-

чества обучения. Целью данного исследование является обзор различных методов оценки надежности шкал, используемых для измерения уровня подготовки специалистов.

Для определения надежности используются три основных подхода, основанных на трех разных вариантах понимания надежности: надежность-устойчивость, надежность-эквивалентность, надежность-согласованность [2]. В зависимости от выбранного подхода существуют такие методы оценки надежности, как метод «тест-ретест» (недостатком которого является сложность определения интервала между измерениями), метод «parallel forms» (используется только когда имеются сходные формы одного инструмента), метод раздельного коррелирования (позволяет оценить надежность при однократном измерении) и др. Для оценки надежности предложенной шкалы целесообразно будет использовать инструмент, который позволит оценивать обоснованность и надежность блоками, используя совокупность различных методов. Анализ методов и моделей оценки надежности шкал позволит провести наиболее точный выбор разрабатываемой шкалы [1].

1. Добряк В. С. Разработка информационно-аналитической системы оценки качества подготовки специалистов в техническом ВУЗе [Текст] / В. С. Добряк, М. С. Мазорчук, К.А. Гончарова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010.- №1(42). – С. 35-41.

2. Дубина И. Н. Математические основы эмпирических социально-экономических исследований [Текст]: учеб. пособие / И.Н. Дубина. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – С. 86-99.



УДК 004:378.018.43(043/2)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ

В. Н. Долгих, канд. фіз.-мат. наук  
Украинская академия банковского дела Национального  
банка Украины  
dolgih\_v\_n@mail.ru

Присоединение Украинских вузов к Болонской конвенции и внедрение кредитно-модульной системы привели к уменьшению количества часов аудиторной и увеличению часов самостоятельной работы студентов (СРС). Обилие нового материала и неумение студентов младших курсов самостоятельно работать с учебниками и пособиями, приводит к существенным трудностям в усвоении учебного материала.

Несоответствие между объёмом знаний, которые должен усвоить студент, и отводимым на эту работу временем, заставляет искать эффективные способы организации СРС.

Внедрение новых технологий обучения, основанных на использовании электронных носителей информации, компьютерных обучающих программ, электронных образовательных ресурсов, онлайн- симуляторов, экономических игр, бизнес симуляторов, компьютерных сетей, интернета и телекоммуникационной техники способствует развитию познавательной активности студентов и в конечном итоге повышению качества образования.

УДК 004.42

**МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ШАБЛОНА  
УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ВИРТУАЛЬНЫХ  
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ**

Н. А. Федотова, канд. техн. наук; А. С.Криводуб, студент,  
Сумский государственный университет  
fna\_2000@mail.ru

Уровень усвоения любого теоретического материала возрастает, если сочетать его с лабораторным практикумом. Такое сочетание повышает уровень развития интеллектуальных способностей обучаемого, что необходимо для качественной подготовки специалистов в любой отрасли. В то же время современное техническое образование оказалось заложником экономического кризиса, приведшего к отсутствию финансирования лабораторий и, как следствие, моральному и физическому износу существующего оборудования. Выходом из сложившейся ситуации можно считать внедрение информационных технологий (ИТ) в учебных заведениях разного уровня.

Использование ИТ-разработок в учебном процессе активизирует познавательную активность и дает возможность реализовывать творческий потенциал студентов.

В настоящее время секция ИТП кафедры компьютерных наук разрабатывает комплекс виртуальных лабораторных работ (ВЛР) по дисциплине «Гидропривод и гидропневмоавтоматика». Анализ поставленной задачи показал, что разработка унифицированного шаблона создания ВЛР приведет к уменьшению временных затрат как разработ-

чиков, так и студентов, которые, единожды изучив принцип работы с программным продуктом, в дальнейшем более осознанно смогут провести выполнение всего лабораторного практикума.

Разрабатываемый шаблон был реализован в виде трех взаимосвязанных модулей:

- регистрационный модуль с возможностью вывода отчета;
- собственно модуль выполнения лабораторного практикума;
- модуль тестового контроля.

Регистрационный модуль осуществляет регистрацию студента для прохождения виртуальной лабораторной работы. В шаблоне реализован:

- выбор данных студента из базы данных;
- переход к выполнению виртуальной лабораторной работы после успешной регистрации;
- создание отчета о выполнении студентом работы;
- доступ преподавателя к информации о работе студентов посредством базы данных.

В результате выполнения программного модуля отчета создается документ Microsoft Office Word с данными студента и информацией о выполненной работе.

В программе реализована возможность для преподавателя просматривать и редактировать данные студентов через форму регистрации студентов. Также преподаватель имеет право просматривать ход выполнения студентом ВЛР.

УДК 004.9, 654.01, 658.512

УПРАВЛЕНИЕ ПРЕЕМСТВЕННОСТЬЮ В  
МНОГОЭТАПНЫХ ПРОГРАММАХ РАЗВИТИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А. В. Калмыков, канд. техн. наук; Ю.А. Кулик, канд. техн.  
наук,

Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
avk2007@list.ru

Развитие информационных систем согласно методологиям управления проектами разработки и внедрения NGOSS-Framework имеет циклический характер [1]. Особенно это характерно для телекоммуникационной и финансовой отраслей, где информационные системы являются основным инструментом обеспечения услуг. Цикличность связана, с одной стороны, желанием минимизировать возможные риски и избежать внесения масштабных изменений в критичные приложения, обеспечивающие непрерывное предоставление различных услуг. С другой стороны, разбиение развития информационных систем на небольшие итерации программы (мини-проекты) связано с неопределенностью требований к системе и их возможными изменениями. В связи с этим возникает задача обеспечения преемственности разработки на разных этапах программ развития информационных систем, которые могут охватывать длительный промежуток времени [2]. Для оценки преемственности разработок сложной технической системы целесообразно проанализировать ее с различных точек зрения, аспектов организации и функционирования. В ряде

работ предлагается декомпозиция сложных систем, в том числе компьютерно-информационных, на страты, под которыми понимается точка зрения проектировщика на разрабатываемую и внедряемую систему относительно группы её характеристик или свойств. При этом различают следующие страты: целевую; функциональную; информационную; структурную; данные; алгоритмическую; программное обеспечение; комплекс технических средств [3]. Оценка состояния разработки системы и ее преемственности с предыдущими итерациями (циклами) выполняется на каждом ракурсе (этапе) жизненного цикла NGOSS [1]. Тогда уровень преемственности разрабатываемой информационной системы относительно страт  $stra$ , относящихся к ракурсу  $view$ , можно определить следующим образом:

$$\frac{RC_{stra}^{i+1}}{R_{stra}^{ref}} < 1 \quad \text{— отсутствие преемственности;}$$

$$\frac{RC_{stra}^{i+1}}{R_{stra}^{ref}} < 1 \quad \text{— частичная преемственность;}$$

$$\frac{RC_{stra}^{i+1}}{R_{stra}^{ref}} = 1 \quad \text{— полная преемственность,}$$

где  $RC_{stra}^{i+1}$  — совокупность требований заказчика в начале  $i+1$ -го проекта;  $R_{stra}^{ref}$  — желаемая (но не значит, что полностью реализованная) функциональность системы на момент завершения  $i$ -го проекта.

Из данных выражений следует, что для максимальной преемственности необходимо обеспечить наиболее полное покрытие возможных требований желаемой функциональ-

ностью  $R_{stra}^{ref}$  на начальных циклах программы разработки

информационной системы: The logo consists of the letters 'UKstram' in a stylized, bold font, with 'ref' written in a smaller font above the 'a'. Below 'UKstram' is the word 'striew' in a smaller, lowercase font.

Решения, принимаемые на начальных итерациях, должны обеспечивать не только реализацию требуемой функциональности в текущих проектах, но и учитывать потенциальные проблемы, возникающие в связи с прогнозируемым развитием объекта разработки. Для этого на каждой страте проектирования исследуется уровень рисков, возможных при внесении радикальных изменений, их влияние на другие страты, значимость заинтересованных сторон проекта при принятии решений. При этом необходимо учитывать различный уровень влияния заказчика и исполнителя на разных этапах жизненного цикла разработки. На основании такого анализа на каждой страте проектирования формируется перечень мероприятий и проектных действий по обеспечению преемственности разработок в рамках программы развития информационной системы.

1. GB 927.The NGOSS Lifecycle and methodology. Version 1.1 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2004. – Режим доступа: \WWW/ URL: <http://www.itarchitects.ca/whitepaper/The%20NGOSS%20Lifecycle%20and%20Methodology.pdf>.

2. Арчибальд Р. Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами [текст] / Рассел Д. Арчибальд; пер. с англ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 472 с.

3. Илюшко В. М. Системное моделирование в управлении проектами [текст] : монография / В. М. Илюшко, М. А. Латкин. – Харьков : НАУ «ХАИ», 2010. – 220 с.

УДК [378.147+371.26]:004

## ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

О. Г. Колгатін, доцент,  
Харківський національний педагогічний  
університет імені Г. С. Сковороди  
Kolgatin@ukr.net

При проектуванні комп'ютерно орієнтованої системи педагогічної діагностики обґрунтовано теоретико-методичні засади проектування комп'ютерно-орієнтованої системи педагогічної діагностики майбутніх учителів природничо-математичних спеціальностей. Визначено суть, функції, складові, форми, методи та систему вимог до педагогічної діагностики в умовах інформатизації навчального процесу. Визначено закономірності, етапи та вимоги до проектування системи. Розроблено опорну психолого-педагогічну модель студента як основу зазначеної системи. Розроблено теоретичні та методичні засади проектування інформаційно-комунікаційних технологій для здійснення педагогічних вимірювань та інтерпретації діагностичних даних у комп'ютерно-орієнтованій системі педагогічної діагностики. Спроектовано комп'ютерно-орієнтовану систему педагогічної діагностики за розробленими теоретико-методичними засадами й експериментально перевірено ефективність її застосування в навчальному процесі вищого педагогічного навчального закладу.

ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ  
ІНТЕНСИВНОЇ ПІДГОТОВКИ  
ТА ПЕРЕПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

А. Ю. Кравченко, аспірант,  
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних  
технологій та систем НАН і МОН України  
kravchenko@irtc.org.ua

Розвиток інформатизації суспільства та швидка зміна технологій вимагають нових кроків у забезпеченні бази для швидкої підготовки та перепідготовки фахівців за умови масовості та безперервності. Саме це може допомогти цілеспрямовано підготувати велике коло спеціалістів, які потребують підвищення компетенції.

При традиційному навчанні викладач надає готові знання: пояснює новий матеріал, показує нові положення, підкріплює їх прикладами, ілюстраціями, дослідями, експериментами, домагається розуміння нового матеріалу, пов'язує його з уже вивченим, перевіряє ступінь засвоєння. Діяльність викладача має пояснювально-ілюстративний характер, а саме він стає транслятором знань, накопичених людством. Учні сприймають те, що надається, осмислюють, запам'ятовують, заучують, відтворюють, тренуються, вправляються тощо. Їх діяльність має репродуктивний характер. Це діяльність споживання, в якій навчений уподібнюється приймачу, що сприймає передану через транслятор інформацію. Разом з тим традиційна система навчання



недостатньо забезпечує розвиток творчих здібностей учнів, або розвиває їх спонтанно, непродуктивно, «випадково».

За умов проблемно-орієнтованого навчання викладач або не дає готових знань, або дає їх лише за особливими методиками – нові знання, уміння і навички учні набувають самостійно при вирішенні особливого роду завдань і питань, т.з. проблемних. При традиційному навчанні упор робиться на мотиви безпосереднього сприйняття та відтворення навчальної інформації, при проблемно-орієнтованому навчанні провідними мотивами пізнавальної діяльності стають інтелектуальні мотиви пошуку знань (учні самостійно шукають знання, випробовуючи задоволення від процесу інтелектуальної праці, від подолання труднощів і знайдених рішень, припущень, осяянь).

Технологічна підтримка проблемно-орієнтованого навчання в телекомунікаційних навчальних середовищах.

Дистанційні курси є основою надання навчальних послуг на базі телекомунікаційних навчальних середовищ. Дистанційні курси утворюють в деякому розумінні автономні модулі (одиниці). Навчальні дисципліни представлені змістовними блоками (блок концепцій). Кожен змістовний блок утворюється у вигляді цілісного пояснення деякої змістовної ідеї курсу. Кожен змістовний блок розробляється для конкретної освітньої мети. Він полягає, як правило, з набору навчальних фрагментів, склад яких забезпечує досягнення пов'язаних із ним навчальних цілей.

Планування навчальної діяльності потрібно здійснювати відповідно до мети навчального процесу, відповідно до проблем, які мають бути висвітлені у процесі навчання.

Необхідна достатня кількість інформаційних ресурсів для швидкої переструктуризації навчального матеріалу та необхідних інформаційних ресурсів (як основних, так і додаткових). Модульність – багатократне використання окремих модулів для реалізації навчального процесу щодо розв'язання навчальних задач.

Особливості дистанційних курсів при проблемно-орієнтованому навчанні.

Проблемно-орієнтований підхід до організації навчання [2] використовується для інтенсивної підготовки та перепідготовки фахівців. Далі представлені основні етапи проектування.

Етап АНАЛІЗ: потрібно проводити всебічний аналіз – проблеми, проблемних ситуацій, які лежать в основі організації проблемно-орієнтованого навчання; потреб аудиторії, їх стартових знань та вмінь і відповідно і навчальних задач; навчальних ситуацій та цілей навчання; навчальних матеріалів та інформаційних ресурсів, які відповідають колу проблем; можливих змін методики навчання, засобів комунікацій тощо.

Етап ПРОЕКТУВАННЯ: основою діяльності є проектування загальної методики навчання, структури основних та додаткових навчальних матеріалів; можливих траєкторій навчання для визначених груп користувачів, методів та засобів контролю знань.

Етап РЕАЛІЗАЦІЯ: програмна реалізація засобів підтримки навчального процесу на базі телекомунікаційних навчальних середовищ (на цьому етапі, як правило, в середовищі Moodle); реалізація окремих програмних засобів

для підтримки навчання, як от інтерактивні завдання, програмні модулі для реалізації вправ тощо. Також до цього етапу може бути віднесені розроблення нових навчальних матеріалів, курсів, мультимедіа; виявлення ризиків, дублювання, резервування тощо; покрокове проектування змін та доповнень; впровадження.

Етап ОЦІНЮВАННЯ. Проведення ПІЛОТНИХ експериментів і т.д. (відповідно до життєвого циклу) програмного забезпечення.

Підготовка до використання дистанційних електронних навчальних курсів з використанням дистанційних технологій повинна починатися з глибокого аналізу цілей навчання, дидактичних можливостей нових технологій передачі навчальної інформації, вимог до технологій дистанційного навчання з погляду навчання конкретних дисциплін, готовності викладачів до використання таких технологій, технічного, нормативно-правового, навчально-методичного забезпечення.

1. Гриценко В. И. Информационно-коммуникационные технологии в образовании для всех – в ракурсе проблем общества знаний/В.И.Гриценко . –К.: «Академперіодика», 2007.– 28 с.

2. Кравченко А. Ю. Перспективні технології навчання та освітні простори/А.Ю.Кравченко//. Збірник наукових праць.– Київ : Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України. 2008.–Вип. 2 – 58 с.

УДК 378.1

## СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Е. А. Лавров, д-р техн. наук.; Т. М. Яцина, магістрант,  
Сумський державний університет  
prof\_lavrov@mail.ru

1. Вступ. Інформатизація навчальних закладів є дієвим інструментом покращення якості навчання й інформованості учасників навчального процесу. Існує велика кількість проектів інформатизації для шкіл і ВНЗ. Але, на жаль, стандарт України з питання інформатизації школи до цього часу не діє. Тому є велика кількість різноманітних систем і платформ, в якій часто можна "загубитись".

2. Постановка задач дослідження. Метою даної розробки є: провести аналіз існуючих розробок в області шкільної інформатизації; розробити критерії для вибору перспективних програмних платформ; розробити технологію інформаційного забезпечення навчального процесу школи; провести апробацію розробленої технології.

3. Підхід до створення системи "електронний журнал". Виходячи з основних концептуальних засад інформатизації освіти [1-3] та вимог, можливостей і обмежень, виявлених при обстеженні навчального процесу школи № 2 м. Сум, сформовано систему критеріїв до програмного й інформаційного забезпечення навчального процесу школи.

Проаналізовано більш ніж 50 програмних платформ («My-School.com.ua», «Електронна школа» та інші), що потенційно могли б бути базою для інформатизації.

Сформовано постановку задачі вибору раціонального варіанта. Для оцінки якості альтернатив залучені експерти з школи, фахівці з питань інформаційних технологій. Відбір варіанта проведено за допомогою методу аналізу ієрархій Сааті на базі програмної платформи СППР “ВИБІР”

Проведені розрахунки показали, що жодна з розробок не задовольняє повною мірою вимоги шкільної інформатизації. Найвищий рейтинг для умов школи № 2 м. Сум присвоєно платформі, орієнтованій на власну розробку “електронний щоденник” із можливістю інтелектуального аналізу даних, яка передбачає використання мови програмування Delphi і програмного пакета Deductor. Розроблено структуру баз даних, технологію їх ведення і використання, інтерфейси, систему безпеки тощо. Передбачена підтримка необмеженої кількості атрибутів у довідниках різних типів даних і зв'язків між довідниками. Передбачена організація доступу до даних та інструментів аналізу через Internet.

4. Підхід до аналізу даних в умовах шкільної інформаційної системи. Крім оперативних задач ведення і обліку успішності, важливим для школи й управління освіти є напрямок, пов'язаний з аналізом накопичених даних, серед яких : відображення даних у вигляді таблиць, графіків і діаграм, з можливістю управління деталізацією даних; створення звітів довільної структури; створення аналітичних записок; одночасний OLAP-аналіз даних із декількох багатовимірних кубів; оперативний статистичний аналіз даних; експорт даних у зовнішні файли для подальшого OLAP-аналізу без підключення до бази даних.

Виходячи з цього, запропоновано підхід, що базується на використанні можливостей OLAP-аналізу програмного пакета Deductor (рис. 1).



Рис. 1. Схема аналітичної обробки даних у шкільній інформаційній системі

Система впроваджена і проходить апробацію в Сумській школі № 2.

Висновки. Система є дієвим засобом оперативного ведення й аналізу інформації про стан навчального процесу і про вплив ряду факторів на якість навчально-пізнавальної діяльності школярів.

1. Лавров Е.А. Компьютеризация управления вузом/ Е. А. Лавров, А.В.Клименко // Сумы: Изд-во “Довкілля”, 2005. – 307 с.

2. Лавров Е. А. Система компьютерного управления университетом/ Е.А. Лавров, А.В.Клименко, М.В.Палт, Ю.В.Трубников// М.: Экономический факультет МГУ им. Ломоносова, ТЕИС, 2005. – 32 с.

3. Лавров Е.А. Платформа для единого образовательного пространства/ Е.А. Лавров, А.В.Клименко, Т.Н.Яцына //Информационная среда вуза 21 века: материалы V Международной научно-практической конференции 26–30 сентября 2011г.– Петрозаводск, 2011. – С. 112-115.

УДК 007.51

**МОДЕЛЬ МІКРОСВІТУ МЕРЕЖЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ  
МАЛОЇ ГРУПИ КОРИСТУВАЧІВ**

В. В. Манако, аспірант,  
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних  
технологій та систем НАН і МОН України  
vmanako@ukr.net

Вступ. На сучасному етапі розвитку інформаційного суспільства велика увага приділяється дослідженню і розвитку системних аспектів неперервної освіти на базі активного використання інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ). Підходи до побудови електронної системи освіти повинні враховувати робочі моделі аналізу і синтезу як дидактичної підтримки навчальних процесів, так і процесів розвитку технологічної та інформаційної бази.

Встановлено, що значення мають також і моделі побудови мікросвіту користувачів, які взаємодіють з інформаційними ресурсами. В ідеальному випадку групи бувають великі, середні та малі. Розглянемо випадок побудови мікросвіту для малої групи користувачів з інформаційними ресурсами в режимі реального часу протягом неперервного електронного навчання. Це дозволить вирішити питання формування їх логічно-зв'язаних компонентів та кластерів (середовищ, мереж, систем та мережевих інформаційних ресурсів). При цьому «зі самого початку» даного процесу ключову та визначальну роль відіграють дидактичні підходи, моделі та методи.

Постановка задачі. Визначити мікросвіт мережевої взаємодії групи користувачів електронного простору в контексті електронного навчання (далі – Мікросвіт, Small World) та побудувати його модель.

Розв'язання задачі. Основними вимогами до побудови Мікросвіту є дидактичність, формалізованість та нормованість (відповідність еталонним моделям і стандартам). Це означає, що визначення Мікросвіту та побудова його моделі повинно здійснюватися на базі дидактичних понять та конструктів, які належним чином формалізуються та, водночас, відповідають еталонним моделям у галузі навчально-орієнтованих технологій (LTSA, SGORM тощо).

Формалізація понять та конструктів звичайно починається з визначення певної мінімальної формалізованої структури (м.ф.с.), до якої у подальшому покроково додаються та уточнюються інші поняття, конструкти (та параметри).

Як правило, говорячи про масове безперервне е-навчання, ми маємо на увазі, що воно здійснюється у якомусь середовищі або просторі. Під середовищем ми розуміємо не лише використання програмного забезпечення для підтримки навчальної діяльності типу Moodle, LMS, E-University тощо, але й компоненти, які входять до педагогічної, ресурсної та інших типів діяльності для забезпечення навчального процесу в умовах електронного або дистанційного навчання. Зауважимо, що поняття „електронний науково-освітній простір” є дуже широким, його можна розглядати як інтеграцію навчальних середовищ окремих предметів, які вивчаються на базі кафедри, факультету або



вузу тощо. Далі буде використовуватися термін «кіберпростір» – місце, де здійснюються цифрові можливості для усіх, а навчальний кіберпростір – місце, де здійснюються цифрові можливості для усіх у процесі набуття знань, вмінь та навичок. Мікросвіт може розглядатися як «атом» такого простору. Це дає можливість будувати формальні моделі.

Звернемось до технологічних аспектів підтримки навчання на базі систем, електронних середовищ або просторів. З одного боку, е-навчання завжди розглядається в контексті надання навчальних послуг на базі освітнього закладу. Проте необхідно пам'ятати, що е-навчання розгортається від записів про пройдені заняття та одержані результати з метою оцінювання кінцевих результатів навчання на різному рівні.

Прикладами еталонних моделей таких записів є PAPI, IMS RDCEO, IMS LIP. З іншого боку, базисним конструктом загальної еталонної моделі RDF для формалізованого опису будь-яких мережевих ресурсів є граф, вузли якого представляють ресурси, а ребра – відношення між ними. Тому загальна ідея визначення Мікросвіту:

– по-перше, побудувати формалізований опис зазначених вузлів та відношень між ними як системоутворюючих конструктів певної мережі (графу) навчально-орієнтованого кіберпростору;

– по-друге, додати до цієї мережі інші конструкти на базі релевантних еталонних моделей.

Для формалізованого опису компетенцій користувачів навчального кіберпростору в [1] визначено м.ф.с.:  $K =$

$=\langle\langle K_1\rangle, \langle K_2\rangle, \dots, \langle K_i\rangle, \dots\rangle\rangle$ , де кожна  $K_i$  має свою  $K_i$  – дискретну шкалу (частково / лінійно упорядкований набір значень), а порядок цих значень формально описується за допомогою певного класу відношень. Зазначимо, що відповідно до еталонної інформаційної моделі компетенцій IMS RDCEO поняття компетенція є досить широким і включає "вміння, знання, задачі та навчальні результати". Тоді на базі цієї м.ф.с. компетенції групи користувачів навчального електронного простору визначаються у вигляді

$$\begin{aligned} K_{1j} \times K_{2j} \times \dots \times K_{ij} &\rightarrow K_{1j}, \\ K_{1j} \times K_{2j} \times \dots \times K_{ij} &\rightarrow K_{2j}, \\ &\dots \\ K_{1j} \times K_{2j} \times \dots \times K_{ij} &\rightarrow K_{ij}, \end{aligned} \tag{1}$$

де  $\times$  – декартовий добуток;  $\rightarrow$  – позначення композиту процесу DP:  $\langle\text{одинаця-навчання}\rangle \rightarrow \langle K_{ij}\rangle$  (у загальному випадку:  $\langle\text{навчально-орієнтований контент}\rangle \rightarrow \langle K_{ij}\rangle$ ).

У [2] визначено „контекст: обстановка та умови, у яких контент застосовується. Контенту задаються різні значення через різні контексти”. Отже, вважаємо, що контекст е-навчання описується матрицею обставин та умов  $C_j$ , в яких е-навчання є найбільш ефективним, відповідним до індивідуальних потреб (інтелектуальних, емоційних або практичних) і до пристосованих навчальних стилів. Важливими вимірами, розмірностями  $C_j$  [3]:

а) фактори Учня (наприклад, оволодіння ІКТ і різними природними мовами; уподобання щодо навчального стилю);

б) інфраструктурні вимоги (наприклад, щодо присутності у фізичному навчальному центрі; щодо готовності і доступу до ІКТ);

в) доступ до інформації і знання (наприклад, щодо змісту, щодо електронних і паперових матеріалів, людської експертизи);

г) вимоги з підтримки (наприклад, щодо отримання інформаційних ресурсів, консультацій і керівництва; близькість, сусідство персоналу, який підтримує навчання; підтримки сусідів та електронних конференцій; онлайнної оцінки тощо).

З урахуванням зазначеного, визначення Мікросвіту починаємо з визначення його м.ф.с. у вигляді певної G-мережі  $\langle G_1, G_2, \dots, G_n \rangle$  (графу) з наступними конструктами:

(а.1) G-вузол (графу) – сховище записів про користувача у вигляді  $\langle C_j, K_{ij} \rangle$ . Зазначимо, що слово «користувач» позначає сукупність ролей, які можуть грати люди або комп'ютерні агенти. Звичайно, цю сукупність подано у вигляді одного або більше формального словника Ролей. Наприклад, у міжнародному стандарті «Метадані навчального об'єкта» (LOMv.1.0) цей словник включає ролі: Учень, Вчитель, Дидактичний проектувальник тощо.

(а.2) G-вузол (графу) – компонент / сервіси, що ідентифіковані в еталонних моделях і стандартах у галузі навчально-орієнтованих технологій. Наприклад, такі, як сховище навчально-орієнтованого контенту або компонент / сервіси «Тестування, оцінка» (див. еталонні моделі LTSA, LMS SCORM).

(а.3) G-вузол (графу) – компонент / сервіси, що не ідентифіковані в еталонних моделях і стандартах у галузі навчально-орієнтованих технологій.

(б) G-зв'язок (ребро графу) – розподілене активне відношення (DAR, [5]). Приклади відношень з LOMv.1.0: ispartof, haspart, isversionof, hasversion, references, isreferencedby, isbasedon, isbasisfor, requires, isrequiredby.

Суттєвою характеристикою Мікросвіту є близькість його G-вузлів. З дидактичної перспективи користувачів Мікросвіту, які безпосередньо представлено конструктами (а.1), доцільно вважати близькими, якщо, по-перше, близькими є переважна більшість певних значень суттєвих параметрів їх компетенцій та потреб  $C_j$ ,  $K_{ij}$ . По-друге, значення окремих певних параметрів компетенцій та потреб користувачів є досить далекими один від одного.

Побудова моделі Мікросвіту здійснюється за такими напрямками:

Визначення параметрів окремих G-вузлів. Приклади базисних параметрів (та задач): кількість G-зв'язків, які входять у G-вузол; кількість G-зв'язків, які виходять із G-вузла; загальна кількість G-зв'язків G-вузла з іншими вузлами.

Визначення загальних параметрів G-мережі. Приклади базисних параметрів: кількість G-вузлів та ребер; густина. Приклади основних задач: визначення підгруп /кластерів, у яких G-вузли зв'язані між собою сильніше ніж із вузлами інших груп /кластерів; визначення еквівалентних груп G-вузлів; визначення компонентів G-мережі, які зв'язані всередині і не зв'язані між собою.

Визначення шляхів між G-вузлами. (Цей шлях визначається як кількість кроків, які необхідно здійснити, щоб до певного типу G-зв'язків добратися від одного вузла до іншого).

Визначення коефіцієнтів кластеризації, що характеризують тенденцію до формування груп взаємозв'язаних G-вузлів.

Визначення параметрів посередництва, що характеризують кількість найкоротших шляхів, які проходять через G-вузол.

Приклад дидактичної інтерпретації Мікросвіту. Базова дидактична модель цього Мікросвіту – "група самоорганізованих користувачів".

Суть цієї моделі проста – користувачі-учні роблять особисті внески у навчально-орієнтований контент, який формується та використовується у реальному часі за певними простими правилами.

По-перше, користувачі посилають на затвердження редакторам свої навчальні матеріали за темами, які визначено групою.

По-друге, редактори оглядають ці матеріали на відповідність темам, на оригінальність та на відповідність дискусіям, які цікавлять користувачів.

По-третє, користувачі групи також за визначеними критеріями самі оцінюють якість матеріалів, наприклад, коментують їх, використовують рейтинги коментарів. Застосування зазначених правил формування матеріалів і коментарів забезпечує, зокрема, якість матеріалів, швидкість

адаптації користувачів до нового знання, різнобічність думок та багато іншого.

Висновки. Підтримка прискореного розвитку національного навчально-орієнтованого електронного простору вимагає моделювання, формування та широкого використання нових логічно-зв'язаних компонентів та кластерів (середовищ, мереж, систем та мережевих інформаційних ресурсів). Суттєвим кроком у цьому напрямку є визначення та побудова моделі нового компоненту навчально-орієнтованого електронного простору – мікросвіту мережевої взаємодії групи його користувачів.

1. Манак А. Ф. Сетевое общество и учебно-ориентированные технологии для всех / А.Ф. Манак // Управляющие системы и машины. – 2004. – № 4. – С. 50–58.

2. Final report of the 'Commission on Technology and Adult Learning'. See: <http://www.masie.com/>

3. Манак А. Ф. Лексикографічна теорія побудови МАНОК-систем та її застосування в інформаційних технологіях дистанційної освіти : дис... д-ра техн. наук: 05.13.06 - 2008.

4. Norris, D., Mason, J., & Lefrere, P. (2003). Transforming e-Knowledge, Society for College and University Planning: Ann Arbor, USA. – 168 p.

5. DELG Report of the Learning and Skills Council's (Distributed and Electronic Learning Group). See: <http://www.lsc.gov.uk/>

6. Daniel Jr., Ron and Carl Lagoze. "Distributed Active Relationships in the Warwick Framework", Proceedings of the 1997 IEEE Metadata Conference, September, 1997.

## ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА У ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Т. В. Лаврик; З. І. Маслова, канд. техн. наук,  
Сумський державний університет  
maslova@sumdu.edu.ua

У концепції екологічного світу людину та її середовище розуміють як нероздільну єдність: будь-яка зміна середовища призводить до змін у людині, і в той самий час будь-яка зміна в людині призводить до змін у середовищі [3]. Це є принциповим для навчального середовища, зокрема віртуального, що створюється в умовах дистанційного навчання.

Застосування засобів віртуального навчального середовища дисципліни дозволяє створити умови для реалізації індивідуального підходу до тих, хто навчається.

Серед засобів віртуального навчального середовища дисципліни розглядаємо різні типи навчально-методичних матеріалів: вступна презентація; комплект теоретичних матеріалів; тестові завдання; демонстраційний тренажер; тренажер для формування окремих дій; перелік посилань на літературу з вказівками на Інтернет-ресурси. Студенту надається також графік навчального процесу з дисципліни, в якому пропонується послідовність опрацювання тематичних розділів і перелік практичних занять з вказівкою строків виконання практичних завдань. Тим самим студент має змогу планувати власне навантаження з урахуванням

зазначених строків. Як засіб, що дозволяє студенту дистанційного навчання самостійно організувати діяльність та управляти нею, пропонується робочий зошит.

Досвід використання засобів віртуального середовища з дисципліни «Дискретна математика» для студентів спеціальності «Інформатика» наводяться у публікаціях [1, 2]. Це середовище створюється на базі віртуального середовища університету, яке є власною розробкою Сумського державного університету.

Навчальне середовище має потенціал для розвитку суб'єктів, і завданням викладача є формування таких засобів, які відповідають потребам і можливостям студентів, а також забезпечують якісні навчальні результати.

1. Лаврик Т. В. Опыт применения информационных технологий для формирования мотивации студентов дистанционного обучения/ Т. В. Лаврик, З. И. Маслова // Инновационные подходы к применению информационных технологий в профессиональной деятельности: сб. трудов II Межд. науч.-практ. Интернет-конф. / под общ. ред. Н.В. Сокольской, М.Н. Прокопенко. – Белгород: ГиК, 2010. – 424 с. – С. 155 – 158.

2. Лаврик Т.В. Некоторые методические аспекты усвоения знаний (на примере дистанционного курса «Дискретная математика»)/ Т. В. Лаврик, З. И. Маслова // Инновационные подходы к применению информационных технологий в профессиональной деятельности: сб. трудов Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. / под общ. ред. Н.В. Сокольской, М.Н. Прокопенко – Белгород: ГиК, 2009. - 332 с., С.141- 145.

3. Смульсон М.Л. Середовище дистанційного навчання: психологічні засади проектування // Психологічна теорія і технологія навчання. Актуальні проблеми психології / за ред. С.Д. Максименка, М.Л. Смульсон. – К. : Міленіум, 2006. – Т8. Вип. 2. – С. 40-56.



УДК 681.335:004.891

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ

Т. Л. Мазурок<sup>1</sup>, канд. техн. наук;

Ю.К. Тодорцев<sup>2</sup>, д-р техн. наук,

<sup>1</sup> Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського (м. Одеса);

<sup>2</sup> Одеський національний політехнічний університет  
mazurok62@mail.ru

Ефективність функціонування систем управління навчанням (СУН) значною мірою визначається наявністю адекватного інформаційного забезпечення, що виконує функції перетворення та використання потоків інформації між усіма функціональними блоками системи управління.

Реалізація структурно-функціональної схеми СУН на інформаційному рівні є пов'язаним із забезпеченням перетворень, більшість з яких є інтелектуальними. Це потребує спеціалізованої інформаційної підтримки процесу СУН, яка спрямована на підготовку, використання, передачу різномірних даних та знань щодо управління навчанням.

Серед важливих особливостей первинної (вхідної) інформації можна визначити такі: різномірність джерел інформації, засобів її надання; неповнота, нечіткість, неметризованість, погана вербалізація деяких даних; розмите поняття предметної області. Відкритість СУН, синергетичний принцип її функціонування визначають необхідність підтримки інформаційної взаємодії із зовнішнім середовищем як джерела отримання додаткової інформації для встанов-

лення інформаційної рівноваги [1]. Інформаційне забезпечення СУН ґрунтується на поєднанні знань, даних, статистичної й експертної інформації та методах їх отримання та обробки.

Інформаційна модель (ІМ) СУН складається з таких елементів: ІМ системи компетенцій, ІМ навчальної дисципліни, ІМ навчального елемента, ІМ міжпредметних зв'язків, ІМ особи, що навчається, ІМ стратегії навчання. Сформовано структуру цих елементів, визначені інформаційні зв'язки між ними з урахуванням особливостей компетентнісного навчання на основі регламентуючих кваліфікаційних вимог.

Сформовано структурно-логічну схему підготовки фахівця (формування СКМП), в якій містяться матриця нечіткого відношення передуювання навчальних дисциплін (НД), матриця нечіткого відношення схожості НД, на основі яких визначається послідовність вивчення НД. Введено додатковий - проміжний між навчальним елементом (НЕ), НД – структурний елемент: ІМ навчального блоку (НБ), на основі якого можна уніфікувати вкладеність структурних розділів навчального матеріалу.

ІМ міжпредметних зв'язків є динамічною, розподіленою, визначається структурними елементами – матрицями нечітких бінарних відношень між елементами різних НД та коефіцієнтами інтеграції структурних навчальних одиниць – від НБ до НД в цілому. Сформовано два види алгоритмів для визначення коефіцієнтів інтеграції: висхідний, що реалізований на основі багатозарової нейронної мережі; спа-

дний – розроблений на основі використання мережі Хопффілда. Визначені умови їх використання.

ІМ особи як об'єкта управління, містить поряд із параметрами синергетичної моделі, шифр (посилання) на індивідуальний граф навчання; шифр (посилання) БД історії навчання. Розроблено алгоритм оновлення поточних даних стану учня. Розроблено алгоритм інформаційного визначення цілі як для особи, так і для гомогенної групи учнів з використанням нейронної мережі з шаром Кохонену.

Сформовано ІМ стратегії навчання, особливістю якої є фіксація запланованих та фактичних значень часу, цілей навчання, посилання на відповідний контент НЕ (для електронного навчання).

Інформаційну модель навчального об'єкта розроблено на основі дослідження тенденцій у стандартизації структури навчальних об'єктів (НО) для електронного навчання. Технологічна спрямованість не передбачає стандартизованої фіксації міжпредметних зв'язків. Однак на основі введення додаткової надбудови створено відповідний маніфест, який описано у вигляді XML-схеми.

Розроблено метод конфігурування НЕ на основі гібридизації засобів нейронечітких мереж та еволюційного підходу з метою інтегрування ієрархічних структур НД, що створює умови для автоматизації управління процесом конфігурування.

Визначено структуру БЗ, розроблено цілісну систему отримання та структурування знань для підтримки функціонування СУН. Досліджено основні етапи транслявання

знань для СУН, роль БЗ ІС СУН для зв'язку між онтологічним поданням знань Про і моделлю фахівця (рис. 1). Розроблено фреймову структуру декларативних знань, особливості її наповнення.

Досліджено особливості задач експертного оцінювання для СУН, сформовано вимоги до створення методики експертного аналізу. Конкретизовано загальну модель експертного оцінювання. Доведена доцільність формування нечітких множин на основі міркувань групи експертів, на основі матриць парних порівнянь. Показано ефективність використання метрики Кемені для формування функції належності на основі опитування групи експертів за шкалою Сааті.

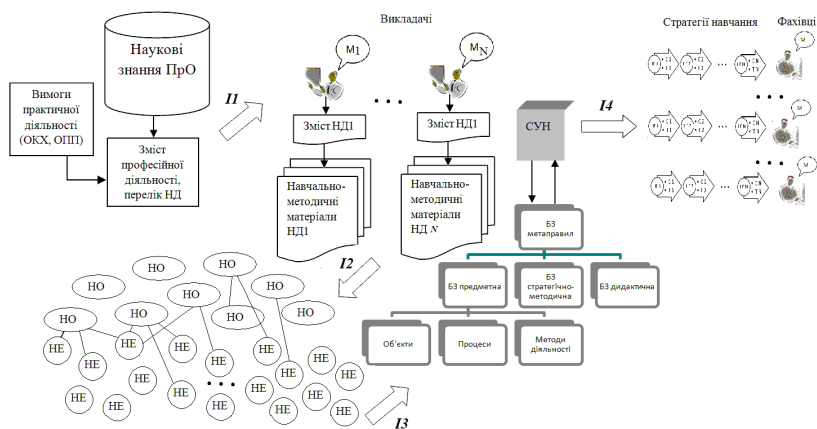


Рис. 1. Схема трансляції знань для СУН

Запропоновано метод формування нечітких БЗ для прогнозування ступеня досяжності компетенції на основі гібридизації методів статистичного аналізу, нейронечітких

мереж та ГА. Усі алгоритмічні складові інформаційного забезпечення СУН реалізовані за допомогою інструментів системи Matlab, їх працездатність підтверджена комп'ютерними експериментами, які здійснювались у два етапи.

Перший етап пов'язаний із статистичною обробкою даних, що накопичені внаслідок використання системи управління навчанням на основі Moodle для студентів Інституту фізики та математики ПНПУ ім. К. Д. Ушинського. Обробку результатів виконано на основі використання функцій Statistics Toolbox пакета MATLAB. Другий етап складається з реалізації генетичного алгоритму для формування нечіткої БЗ за прогнозуванням досягнень відповідних компетенцій, перевірки адекватності прогнозу.

Наукова новизна полягає в формуванні цілісної підсистеми інформаційного забезпечення, що спирається на різні джерела інформації, виконує функції набуття, зберігання, передачі інформаційних потоків для СУН.

Практична значущість полягає у тому, що розроблено структуру інформаційного забезпечення у вигляді ІМ основних об'єктів СУН та основні алгоритми для отримання та обробки знань.

7. Мазурок Т. Л. Синергетическая модель индивидуализированного управления обучением/Т.Л.Мазурок // Математические машины и системы. —2010. - № 3. – С. 124-134.

УДК 681.518

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ**

С. А. Петров; А. О. Тоқан; А. А. Опара,  
Сумский государственный университет  
serg\_pet@sumdu.edu.ua

Проверка знаний студентов является важной составляющей учебного процесса. Особенно остро эта форма контроля знаний актуализируется в условиях Болонского процесса и реалий кредитно-модульной системы, которая предполагает, что студент на каждом практическом занятии будет писать небольшой тест, задача которого – отслеживать динамику изменения уровня его знаний и умений [1].

Существующие инструментальные средства не позволяют покрыть многообразие вариантов условий проведения тестирования. Применение прогрессивного тестирования не всегда технически возможно в следствии отсутствия компьютеризированных рабочих мест, традиционные подходы бумажного тестирования, требуют ручной обработки большого количества информации. Таким образом, оптимальным в организационном смысле является технология, которая не требовательная к ресурсам на этапе организации процесса тестирования, и автоматизировала механическую, рутинную работу проверяющего, агрегируя данные проверки в единую информационную систему [2].

Программное обеспечение для организации и поддержки процесса тестирования показало свою высокую эффективность в контексте персонификации учащегося, гибкости управления параметрами тестирования, возможностей статистического анализа успеваемости учащихся. В работе предлагается расширить возможности подобных систем путем добавления функционала направленного на автоматическую обработку печатных бланков ответов.

В данный момент существует группа программных продуктов, направленных на решения задач автоматизации распознавания бланков. Среди них можно выделить несколько лидирующих компаний: ABBYY FlexiCapture, CuneiForm, FreeOCR. Однако применение этих продуктов в рамках системы поддержки учебного процесса не представляется возможным вследствие закрытости программного продукта, высокой цены, низкой гибкости.

В разрабатываемой системе учащийся вместе с набором вопросов получает бланк ответов (рис. 1), который содержит QR-код, хранящий служебную информацию о тестировании (фамилию, дату, группу, номер модуля и др.) и непосредственно поле для заштриховки ответов.

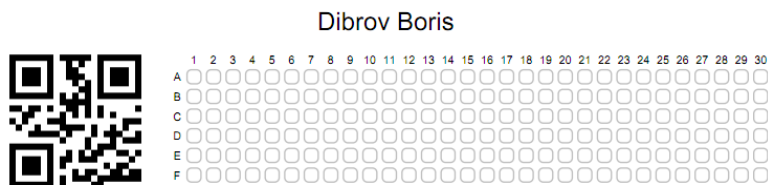


Рис. 1. Пример бланка ответов

Заполненный бланк ответов (рис. 2) преподаватель оцифровывает удобным ему способом (путем сканирования, фотографирования или др.) и загружает в автоматическую систему анализа изображения, которая производит распознавание ответов.

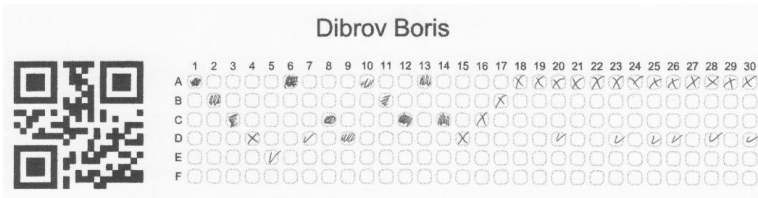


Рис. 2. Пример бланка с ответами

Для программной реализации данной системы был разработан web-сервис в рамках Java EE с использованием таких библиотек и инструментов, как: Spring Framework (MVC, Spring Security, WebFlow); MySQL Database engine; iText library; ZXing library; Vaadin (Google Web Toolkit framework). Процесс распознавания бланка ответов включает в себя возможность программного изменения параметров изображения (поворот, центровка, уменьшение dpi), а также визуального контроля результата работы системы (рис. 3).

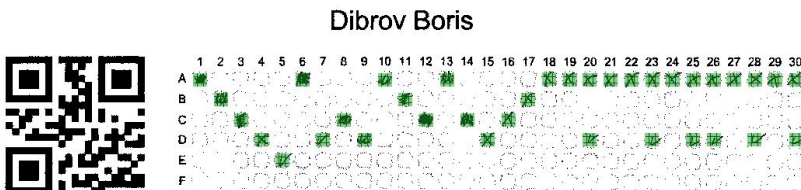


Рис. 3. Результаты распознавания бланка ответов



В данный момент время работы алгоритма не превосходит 2 секунды. Результаты распознавания экспортируются в систему поддержки учебного процесса для дальнейшей обработки [2].

В результате внедрения данной системы в учебный процесс станет возможным существенно снизить нагрузку на преподавателя, оперативно и достоверно собирать и обрабатывать результаты контроля уровня знаний студентов, сформировать условия для создания таких сервисов, как «электронный журнал преподавателя» и приблизиться к решению задачи создания единого информационно-образовательного пространства.

1. Довбиш А. С. Машинна оцінка знань студентів у системах керування дистанційним навчанням / А. С. Довбиш, В. О. Любчак,

С. О. Петров // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2007.– №1.– С. 167-178.

8. Петров С. А. Категориально-информационная модель адаптивной системы непрерывного обучения / С. А. Петров // Управляющие системы и машины. – 2009. - №2. – С.48-51.

УДК 681.3

## КАТЕГОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С. В. Резник, аспирантка,  
Международный научно-образовательный центр информационных технологий и систем НАН и МОНМС Украины  
svetlana\_reznik@mail.ru

Конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, специализированных технологий и средств реализации.

Основная идея интерпретации состоит в математическом представлении объектов категорными объектами и процессов категорными морфизмами.

Теория категорий позволяет обеспечить процедуру поэтапного уточнения модели ПО в ходе ее итеративной разработки, а также при изменении классов семантик средств концептуального моделирования.

Возможность переводить изучение внутренней структуры в изучение внешних связей объясняет значение теории категорий в изучении сложных систем.

Применение теории категорий обеспечивает развитие теорий проектирования информационных систем.

1. Asperti, G. Longo. Categories types and structures. An Introduction to Category Theory for the working computer scientist - FOUNDATIONS OF COMPUTING SERIES: M.I.T. PRESS, 1991. – 295 p.

9. Букур И. Введение в теорию категорий и функторов/ И. Букур, А. Деляну – М.:Мир, 1972. – 259 с.

УДК 004.81

**ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ БАЗЫ ПРЕЦЕДЕНТОВ  
В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ**

Н. А. Соколова<sup>1</sup>, д-р техн. наук; В. А. Щеголькова,<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Херсонский национальный технический университет;  
<sup>2</sup> Шосткинский институт СумГУ  
wali@sm.ukrtel.net

В системах вывода по прецедентам считается, что самообучаемость является дополнительным положительным эффектом метода [1]. Однако практика показала, что с увеличением количества прецедентов в базе наступает момент, когда компетентность системы существенно не изменяется, а дальнейший рост числа прецедентов приводит к увеличению времени поиска и отбора. Т. о. возникает необходимость создания модели компетентности базы прецедентов, на основании которой можно делать выводы о величине вклада каждого отдельного случая в общую компетентность. В данной работе используется деление прецедентов на четыре типа: центральные, вспомогательные, охватывающие и достижимые. [2] Основную роль играют прецеденты первого типа, т. к. их удаление влечет за собой потерю компетентности. Остальными можно манипулировать: удалять, преобразовывать по необходимости в центральные, сохранять как резерв. На основании построенной модели можно выполнять оптимизацию базы прецедентов. Для этого используется метод фильтрации во время записи прецедентов в базу и дополнение базы путем моделирования решения недостающих ситуаций на основе

имеющихся прецедентов. В работе также выполнена оценка полной компетентности базы прецедентов на основе ее топологии [2]. Основная идея состоит в том, что общая компетентность базы не равна сумме компетентностей отдельных прецедентов. Правильнее сформировать кластеры, чтобы получить непересекающиеся области. Тогда глобальная компетентность базы вычисляется путем сложения компетентностей каждого кластера.

Для тестирования компетентности базы прецедентов из нее случайным образом была отобрана группа прецедентов в качестве целевых проблем, а оставшиеся использовались в качестве базы. [2] Для оценки использовался критерий, называемый порог сходства. Если система не отбирала в пределах этого порога ни одного прецедента, считалось, что проблема не решена. Уровень компетентности базы оценивался на основе вычисления процента решенных проблем, а потом сравнивался с полученным на основе теоретических вычислений. Исследования показали, что заданная модель компетентности адекватна реальным измерениям.

1. Карпов Л. Е. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов /Л. Е. Карпов, В.Н. Юдин // Труды ИСП РАН. – 2007.

10. Smyth B. Case base maintenance // In Proceedings of the 11th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems. – Springer-Verlag, 1998. – Vol. 2. – P. 507-516.

---

УДК 681.518

ПРИМЕНЕНИЕ FLASH-ТЕХНОЛОГИИ В  
ДИСТАНЦИОННОМ КУРСЕ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ  
И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА»

С. П. Шаповалов, канд. физ.-мат. наук; И. В. Возная;  
Е.Н. Жовтя, студент,  
Сумский государственный университет  
Kadmus43@rambler.ru

В дистанционном курсе «Теория алгоритмов и математическая логика» важно освоить не только сами алгоритмы, но и пошаговое их выполнение. Для визуализации пошагового действия алгоритмов можно воспользоваться технологией Flash. При этом возможно как создание анимационных проектов, так и обучающих тренажеров.

Технология Flash основана на использовании векторной графики в формате Shockwave Flash (SWF), разработанная компанией Macromedia. Одно из главных удобств Flash-это то, что приложения, созданные на базе Flash, работают на разных платформах: Windows, Macintosh, UNIX, PDA и даже в мобильных телефонах. Почти одновременно с появлением самого формата фирмой Macromedia были созданы встраиваемые компоненты (Plug-In) для двух основных браузеров сети: Internet Explorer и Netscape Communicator. Продукт Macromedia Flash Player фактически стал стандартом и сегодня установлен на компьютерех 98% пользователей сети Интернет.

Для того чтобы создать flash-приложение, нужно иметь один из этих программных продуктов: Macromedia Flash Professional, Macromedia Flash MX или Adobe Flash.

При создании динамической анимации или любого другого приложения на flash используют объектно-ориентированный язык ActionScript. За своим синтаксисом он очень похож на Java и другие подобные ему языки программирования.

С помощью flash-технологии можно создавать как приложения с лекционным материалом, так и приложения для практических занятий, после выполнения которых результаты тестирования отправляются на сервер.

Рассмотрим пример простой анимации, а именно построение бинарного дерева поиска (рис. 1).

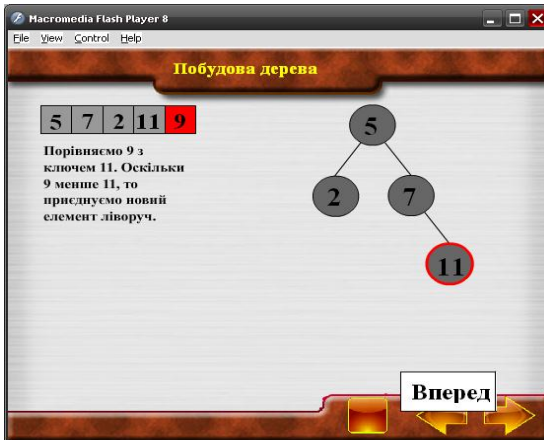


Рис. 1. Анимация построения бинарного дерева

В окне приложения пользователю демонстрируется алгоритм построения бинарного дерева поиска и выполнение операций на этой структуре – добавление и удаление

элементов дерева. Здесь применены только лишь анимационные возможности Flash.

Другие возможности продемонстрированы на примере тренажер, выполняя который пользователь обучается алгоритму построения «дерева Хаффмана». Это приложение в отличие от предыдущего предоставляет возможность протестировать пользователя на предмет знания алгоритма, результаты выполнения которого будут отосланы на сервер (рис. 2).

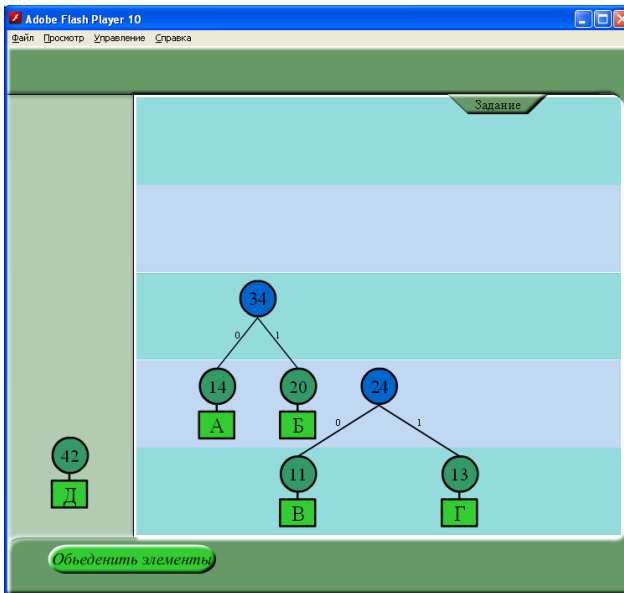


Рис. 2. Тренажер построения дерева Хаффмана

Таким образом, использование flash–технологии в дистанционной форме обучения предоставит обучающимся студентам возможность удаленно работать с тренажерами и анимациями, демонстрирующими работу алгоритмов.

Наукове видання

# **Інтелектуальні системи в промисловості і освіті (ІСПО) – 2011**

Тези доповідей  
Третьої міжнародної науково-практичної конференції  
(Суми, 2-4 листопада 2011 року)  
Том 1

Відповідальний за випуск А. С. Довбиш  
Редактори: Н. В. Лисогуб, Н. З. Клочко, Т. І. Чернишова  
Комп'ютерне верстання С. С. Мартиненко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 9,77. Обл.-вид. арк. 7,42. Тираж 55 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3062 від 17.12.2007.