

Міністерство освіти і науки України

Системні технології

6 (47) 2006

Регіональний міжвузівський збірник наукових праць

Засновано у січні 1997 р.

У випуску:

- МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць.
– Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - 272 с.
ISSN 1562-9945.

Редакційна колегія випуску:

Архипов О.Є., д-р техн. наук, проф.
Бодянський Є.В., д-р техн. наук, проф.,
(відп. редактор випуску)
Бідюк П.І., д-р техн. наук, проф.
Грицик В.В., чл.-кор. НАН України,
д-р техн. наук, проф.
Казак В.М., д-р техн. наук, проф.
Коваленко І.І., д-р техн. наук, проф.
Куссуль Н.М., д-р техн. наук, проф.
Литвиненко В.І., канд. техн. наук,
(відп. секретар випуску)
Машков О.А., д-р техн. наук, проф.
Михальов О.І., д-р техн. наук, проф.,
(заст. відп. редактора)

*Системи і процеси
обробки інформації
та управління*

Збірник друкується за рішенням Вченої Ради
Національної металургійної академії України
від 29.10.2003 р., №9.

Адреса редакції: 49635, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4
Державне науково-виробниче підприємство Міністерства
освіти і науки України "Системні технології".
Тел. 8-0562-474256
E-mail: st@dmety.dp.ua
<http://dmety.dp.ua/st>

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЗДІБНОСТЕЙ СУБ'ЄКТІВ НАВЧАННЯ

Актуальність даної роботи [1,2] визначена багатьма чинниками, що впливають на сучасну українську освіту, зокрема ратифікація Болонської конвенції та перехід на кредитно-модульну систему навчання [3,4]. Як зазначалося раніше, дана розробка є частиною Системи управління освітянськими технологіями (СУОТ) та займається питаннями «Гнучкості засвоєння» та «Виявлення схильностей для умов загальноосвітньої школи». Дана тематика актуальна для управління проектами при вирішенні задач правильного підбору кадрів: проблема визначення технологічної зрілості фахівців управління проектами буде доповнюватись попереднім виявленням схильностей пошукувачів.

При проведенні аналізу існуючих розробок [3,4], було виявлено наступні недоліки: математичний апарат, що дає змогу вирішити зазначені проблеми [1,2] оперує поняттями теорії множин та штучного інтелекту, основним недоліком яких є значні витрати часу на підготовку та введення вхідних даних для роботи. Тому були розроблені власні моделі та алгоритми для вирішення цих задач.

В дані тематиці заведені такі визначання, як: *суб'єкт навчання* (СН) – атом системи, що є особою, яка проходить незалежне тестування на предмет виявлення гнучкості або схильності засвоєння (учень, студент); *гнучкість, або схильність засвоєння* – це здібність до вивчення певного напрямку (аспекту); в кожній дисципліні може бути закладено декілька аспектів знань; *незалежне тестування* суб'єктів навчання – це процес виявлення схильностей за допомогою “беземоційної” системи на основі історії вивчених дисциплін та показників успішності, в результаті якого суб'єкту тестування присвоюється *ідентифікатор*; *резидентне ведення історії вивчених дисциплін та показників успішності* – інформація про суб'єкта навчання, що є основою для подальших розрахунків; *динамічне ведення множини рейтингових показників* по кожному суб'єкту

навчання та викладачу – є проміжною розрахунковою інформацією в системі, для подальшого розрахунку ідентифікаторів.

Задача “Гнучкості засвоєння” займається питаннями рейтингового моделювання та аналізом здібностей сприйняття, тобто розглядається здатність суб’єкта навчання до вивчення певних циклів дисциплін, наприклад, “фізико-математичний цикл” , “хіміко-біологічний цикл”.

При розв’язанні даної проблеми виконується вирішення наступних задач:

- створення моделі накопичення історії успішності та показників діяльності;
- розрахунок множини рейтингових показників по кожному суб’єкту;
- ідентифікація здібностей суб’єктів навчання;
- створення моделі підтримки необхідного рівня знань суб’єктів навчання.

В основу нормативної бази покладено портфель вже вивчених дисциплін відносно кожного СН, які класифікуються та описуються в табличній формі (таб. 1).

Таблиця 1

Матриця наявності аспектів в дисциплінах

Дисципліни	Аспекти				Вага в семестрі
	Математ.	загальний	Конструкт	Творчий	
Алгебра	*0.33	*0.16			0.10
Геометрія	*0.32	*0.22	*0.40		0.10
Труд. навч.	...	*0.09	*0.12		0.031
...		...	...	...	
Сума	1	1	1	1	1

* - присутність аспекта в дисципліні;

Для вирішення задачі визначення наявності тих чи інших аспектів в дисциплінах та величини цього аспекту має використовуватись один з методів експертних оцінок.

Для вирішення задачі універсальності моделі та програмного продукту -пропонується через налагоджувальний файл виконувати настроювання типу середовища (школа, спеціальність, факультет, університет, міськно) та перелік обігових документів.

В результаті роботи моделі, на основі незалежного тестування даних успішності суб'єкту присвоюється системою один чи кілька ідентифікаторів, наприклад, “відмінник”, “прогульник”, “математик”, “програміст”.

Для рішення задачі за кожним суб'єктом зберігається історія вивчених дисциплін та облік успішності. На основі історії даних розраховується набір рейтингових показників. Для суб'єкта навчання розраховується:

- підсумковий рейтинг (за весь період навчання суб'єкта);
- поточні рейтинги (за поточний семестр, четверть);
- рейтинги за кожним аспектом, тобто здібності (схильності) засвоєння.

Окрім того проводиться розрахунок рейтинг вимогливості «Атестаційної служби викладачів». Суть цього розрахунку зводиться до того, щоб розрахувати дисперсію оцінок, що ставлять викладачі студентам (учням). Необхідність даного виду рейтингу зумовлена тим, що небуває випадку коли абсолютно всі студенти не знають дисципліну або всі студенти, чи інші суб'єкти навчання знають дисципліну ідеально. Перший випадок вказує на те що вимоги у викладача дисципліни завищені, а другий випадок вказує на те, що ці вимоги дуже занижені. Нормальною є ситуація, коли в контингенті студентів є лідери і відстаючі. Приклад: понад 90 відсотків атестації в групі у одного викладача є незадовільною, або навпаки – більше 90 відсотків “відмінники”.

Всі розрахунки по контингенту учнів зводяться до порівняльної таблиці подібної, як в моделях “Дистанційне навчання”[1] та “Розклад в університеті” [2].

Рейтинги в межах [0,100] зберігаються в БД та на них побудовані тести, які оброблюються лінгвістичним процесором. Наприклад, для присвоєння ідентифікатора “програміст” необхідна комбінація аспектів: “програмування” > 80 та “математика” > 70 та “створив і впровадив комплекси” > 3.

Математична модель вміщує також експертну систему по обчисленню ідентифікаторів учнів та деякі спеціальні задачі лінійного програмування. Наприклад:

- транспортна задача розрахунку рекомендацій направлення суб'єктів навчання в навчальні заклади (ВНЗ) або направлення їх (суб'єктів) для вивчення факультативних дисциплін;
- експертна система відбору та ранжування учнів згідно запитів;
- експертна задача (ре)формування автономних БД по суб'єктах та накопичення статистики на персональних чіпах.

Таблиця 2

Приклад розрахованих рейтингових показників

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ РЕЙТИНГОВИХ ПОКАЗНИКІВ						
Школа:Великосолтанівська ЗОШ 1-2 ступенів						
Клас : "8"						
Порядок сортування: Математичний рейтинг						
Рейтинги						
П.І.Б. учня	Загальн	поточ	констр	матем	творч	лігв
Алексєєнко Іван Михайлович	75	80	66	99	98	56
Баліна Людмила Володимирівна	80	34	67	98	76	64
Ковшевацька Ольга Віталіївна	37	47	34	97	66	34
Болтушева Ірина Сергіївна	77	98	90	92	98	85
Герман Олег Сергійович	89	97	95	86	93	92

Модель обліку та розрахунку схильностей була започаткована в КНУБА ще в 2000р. та опробувана на одному з факультетів – «Міське будівництво» (МБ). Результати були добрі, наприклад, по деяким студентам було спрогнозовано висока успішність для майбутніх дисциплін. Недоліком апробації було виявлено, що програмний комплекс не може бути впроваджений тільки частково в організації, тобто тільки на факультеті.

Математична модель складається з двох частин: 1) експертна система (надалі ЕС) і обчислень ідентифікаторів; 2) спеціальні задачі лінійного програмування (ЛП).

Рейтинова модель виявлення схильностей суб'єкта та підтримки рівня знань

В дані математичній моделі закладені підвалини для розвитку математичного апарату з детермінованого типу в стохастичний. Це зроблено з метою досягнення реалістичності моделі, в зв'язку з процесами, що притаманні людській пам'яті, а саме процесом забування. В відповідній спеціалізованій літературі доведено, що

процеси пов'язані з забуванням розвиваються по експоненціальному закону – рис. 1.

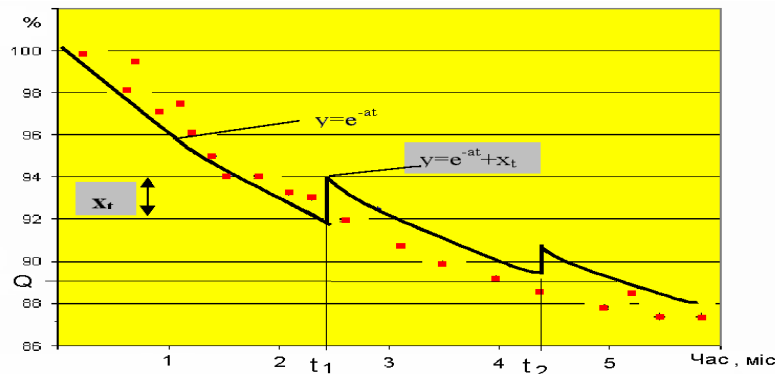


Рисунок 1 – Експоненціальний закон, що описує процес забуваемости знань з плином часу та відновлення при відповідних вправах та повторюваннях

В дані моделі процесів забуваемости мають місце наступні величини:

$y(t) = e^{-at} + \sum x_t$ - функція, що описує якість знань в певній області з урахуванням процесів забуваемости;

Q – нижня границя необхідної якості знань предметної області;

α - коефіцієнт, що описує прогиб(кривизну) експоненціальної функції;

x_t - змінна підвищення якості знань при тренуваннях, або при вивченні сміжних дисциплін, що певним чином перекривають якусь частину знань даної предметної області;

t - час; t_1, t_2 - відповідно моменти підвищення стану якості знань;

$f(t, x_t)$ - таблична функція що описує величину й об'єм матеріалу, який необхідно надати для повторення чи вивчення нової дисципліни для підтримки певного рівня якості знань; може бути сформована комбінованим методом на основі довідників та експертним шляхом.

Дана модель є задачею динамічного програмування по розрахунку рекомендацій: які дисципліни серед необов'язкових і коли необхідно вивчити суб'єкту навчання.

В якості прикладу можна змодельовати наступну ситуацію: студент, як суб'єкт навчання був протестований системою в деканаті університету та в нього були виявлені схильності до програмування. Згідно Болонської системи можливо рекомендувати перелік дисциплін (факультативів) з списку “за власним вибором” для даного

студента в певні моменти часу, щоб даний суб'єкт аналізу розвивав свої здібності та підтримував знання на певному рівні.

При розв'язанні даної задачі використовуються розвинені моделі [1,2] для розрахунків рейтингових показників при використанні математичного апарату, що описує забуваємість.

Розрахунок ваги вивчених дисциплін(%):

$$v_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum_k S_k}, \quad (1)$$

де: i – дисципліни учбового плану та рейтингового контролю;

t – планові періоди часу (семестри);

$\bar{i}_t$ – дисципліни по семестрам;

S_i – об'єм (трудомісткість) дисципліни, години;

$Z = [0,100]$ – нормативи рейтингу;

j – учень;

n – області та аспекти знань, що виражають здатність учня;

$\bar{O}$ – загальні дані про учня;

δ_{in} – вага аспекту в дисципліні згідно розрахунку чи формується в діалозі з користувачем з урахуванням обмежень (під розрахунком маємо на увазі кількість годин дисципліни в період часу – навчальний план; при правильно побудованому навчальному плану загальна вага дисципліни в семестрі введена користувачем і розрахована програмою – по кількості годин – повинні співпадати):

$$\delta_{in} = \frac{v_i \cdot x_{in}}{\sum_k v_k x_{ik}} \quad x_{in} \in \{0,1\}; \quad (2)$$

$$\sum_i v_i = 100; \sum_i \delta_{in} = 100 \quad \forall n; \quad (3,4)$$

При цьому обов'язково повинні виконуватись обмеження:

$$t = \overline{1, T}; \quad n = \overline{1, N}; \quad Z \in (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4); \quad (5)$$

У процесі табулювання кожному учню по кожній дисципліні виставляється оцінка B_{ij} і максимально можлива оцінка $B_i^{\max}$. Це складає базу:

$$(B_{ij}, B_i^{\max}) \rightarrow \delta_j (\bar{O}_j, B_j); \quad (6)$$

$$r_{ijt} = \frac{v_i \sum_{\tau} b_{ij\tau}}{\sum_{\tau} B_{i\tau}^{\max}}; \quad (7)$$

r_{ijt} – середній бал процесу i учня j в період t ;

$$R_{jt} = \sum_i r_{ijt} \mid R_{jt} \leq 100; \quad (8)$$

a_{jn} – рейтинг здатності n для учня j ;

$$a_{jn} = \sum \frac{B_{ij} \cdot \delta_{in}}{B_{ij}^{\max}} \mid a_{jn} \leq 100; \quad (9)$$

Відповідно до вищезначених коректив по розвитку моделі будемо мати наступну формулу:

$$a_{jn} = \sum \frac{B_{ij} \cdot \delta_{in}}{B_{ij}^{\max}} * e^{-\alpha t}; \mid a_{jn} \leq 100 \quad (10)$$

Приклад розрахунку:

i – виконуваний тест;

j – учень;

t – планові періоди часу;

n – здатність учня;

$\bar{i}_t$ – операції чи процеси виконуваного періоду(семестр);

δ_{in} – вага здатності n у процесі i ;

S_i – трудомісткість тесту, год.;

$Z = [0,100]$ – нормативи рейтингу; $Z = (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4)$

$$v_i - \text{вага тесту, \%}; \quad v_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum_k S_k} \text{ вага тесту}; \quad (11)$$

Таблиця 3

Особи, що проходять тестування

ПІБ	Тест№1	Тест№2
Кудряшова Ю.В.	9/10	6 / 6
Грищенко В.А.	8/10	4 / 6
Стецюк О.А.	4/10	3 / 6

$$\delta_{in} = \frac{v_i \cdot x_{in}}{\sum_k v_k x_{ik}} \mid x_{in} \in \{0,1\} \quad \sum_i v_i = 100; \quad \sum_i \delta_{in} = 100 \quad \forall n \quad (12,13,14)$$

Таблиця 4

Опис розрахованих здібностей

№	S	Здіб.1	Здіб.2	Здіб.3
Тест№1	2	* 2/3	0	* 1
Тест№2	1	* 1/3	* 1	0

$$r_{ijt} = \frac{v_i b_{ij}}{B_i^{max}} - \text{середній бал тесту } i \text{ учня } j \text{ в період (семестр);} \quad (15)$$

$$r_{11t} = \frac{2/3 \times 9}{10}; \quad r_{11t} = \frac{1/3 \times 6}{6} \quad (16,17)$$

Таблиця 5

Розраховані рейтингові показники

ПІБ	R	A ₁	a ₂	a ₃
Кудряшова Ю.В.	80	80	100	90
Грищенко В.А.	75	75	66	80
Стецюк О.А.	50	50	50	40

$$a_{jn} = \sum \frac{B_{ij} \cdot \delta_{in}}{B_{ij}^{max}}; \quad a_{jn} \leq 100 \quad (18,19)$$

$$a_{11} = \frac{2/3 \times 9}{10} + \frac{1/3 \times 6}{6}; \quad (20)$$

Таблиця 6

Відмітки рейтингу

ПІБ	Найменування	Z
Z ₁	Не задовільно	0-40
Z ₂	Задовільно	40-60
Z ₃	Добре	60-80
Z ₄	Відмінно	80-100

Далі виконується їх прогнозуванням на основі стохастичного моделювання. Приклад експериментальної частини наступний:

Таблиця 7

Приклад експериментальної частини

П.І.Б. учня	заг.	поточ.	конструкт	математичн.	суспільн.-правовий	ідентифі-катор
Бузь І. М.	75	80	добре	відм.	задов	програміст
Баліна Л. В.	60	34	добре	задов.	поган	прогульник

Задача *“Виявлення схильностей СУОТ для ЗОШ”* розглядає питання використання систем управління в освітянських технологія для умов загальноосвітніх шкіл в рамках професійно-орієнтаційної роботи.

Робота по створенню стохастичних моделей та розвитку інструментарію виконується в рамках аспірантської роботи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабіч В.І., Діденко П.П. «Облік та прогнозування схильностей навчаючого середовища в комплексі управління освітянськими технологіями» Матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. “Контроль і управління в складних системах”. – Вінниця, 2005 р.,-8с.
2. Бабіч В.І., Лук’янчиков О.В. «Моделі та засоби інформаційних технологій дистанційного навчання в умовах Інтранет/Інтернет» Матеріали VII міжнародної конференції “Контроль і управління в складних системах” (КУСС-2003) ВДТУ/Вінниця, 2003 р.,-8с.
3. Коджа Т.І., Автоматизована система управління та контролю знань в процесі навчання, дис. канд. техн. наук.- Одеса/ОНПУ, 2003 р., - 183 с.
4. Зянчурина И.Н., Модели и методы компьютерного обучения с учётом индивидуальных способностей пользователей, дис. канд. техн. наук.- Харьков/ХАИ, 2005 г., - 154 с.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ВИРОБНИЦТВ

Визначення проблеми

Інвестування виробництва (в т.ч., житлового будівництва) в Україні є відомим явищем, але у замовників на етапі визначення зобов'язань перед інвестором та підготовки проектної документації часто виникають запитання:

1. Як швидко і точно порахувати терміни та кошти проекту, причому вхідною інформацією має бути детальна технологія з мінімумом суб'єктивності?
2. Як налагодити з мінімальними коштами та працевитратами комплексну організацію виробництва з використанням інформаційних технологій щодо якісної технологічної підготовки, обліку та управління проектами?

Мова «КАРТС»

Автори розв'язали ці та ряд інших питань, поклавши в основу управління проектами інтелектуальні лінгвістичні засоби детального опису технології – мову «КАРТС», а також розроблену на її базі систему управління «Karts Planner» [1-3]. Наведемо деякі приклади застосування мови «КАРТС» в управлінні проектами.

Розглянемо приклад технології, де необхідно комбінувати зв'язки між роботами та їх часові відношення (комбінація мережевого та лінійного графіків технології будівництва об'єкта). Робота p1 може початися залежно від відсотку виконання роботи p3 [1]. Запишемо технологію на мові «КАРТС» (рис.1):

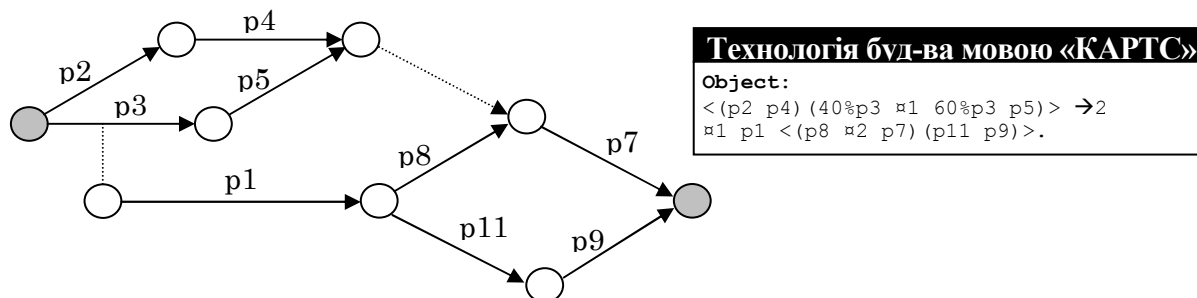
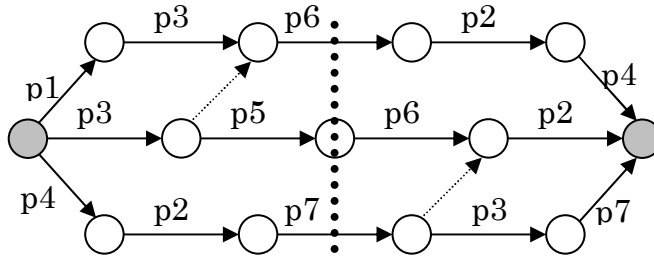


Рисунок 1 – Технологія з комбінацією мережевого і лінійного графіків
© Бабіч В.І., Перевертун І.М., 2006

Розглянемо приклад технології об'єкта, частина робіт якого вже виконана – «заморожені» об'єкти, перехідні об'єкти тощо. Необхідно врахувати виконані роботи, гнучко пасивізувавши їх [1]. Запишемо технологію на мові (рис.2):

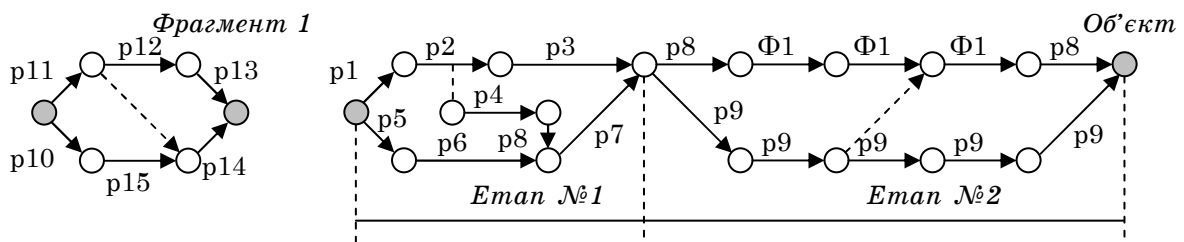


Технологія буд-ва мовою «КАРТС»

Object: <({p1 p3 #1 45%p6}
55%p6 p2 p4) ({p3 →1 p5} p6 #2 p2)
({p4 p2 60%p7} 40%p7 →2 p3 p7)>.

Рисунок 2 – Технологія об'єкта з частиною вже виконаних робіт

Розглянемо приклад технології будівництва, де наявні типові фрагменти. Фрагмент є аналогом підмережі, якщо розглядати технологію як метамережу. Необхідно мати змогу зберігати дані фрагменти окремо та підключати їх до технології за потребою [1]. Запишемо даний приклад на мові «КАРТС» (рис.3):



Технологія будівництва мовою «КАРТС»

Fragment 1: <(p11 →1 p12 p13) (p10 p15 #1 p14)>;
Object: <(p1 60%p2 #1 40%p2 p3) (p5 p6 #2 p7)> "ЕТАП 1"
<(p8 @1^2 #3 @1 p8) (p9^2 →3 p9^3)> "ЕТАП 2" #1 p4 8 →2.

Рисунок 3 – Технологія з використанням типових фрагментів

Розглянемо приклад технології монтажу багатоповерхового житлового будинку, яку треба детально описати, маючи лише ескіз даного будинку (а не його детальне креслення) [3]. Запишемо два аналогічні приклади (рис.4):

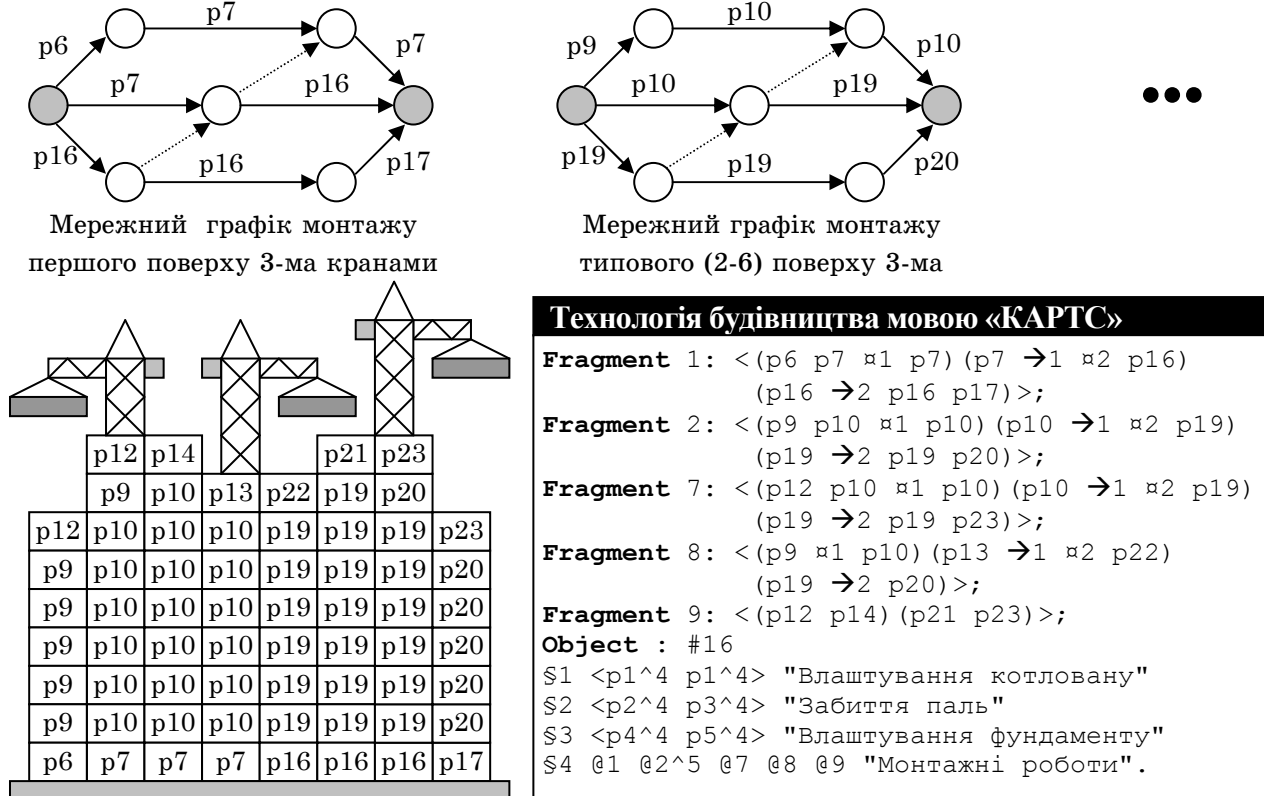


Рисунок 4 – Технологія монтажу житлового будинку

Розглянемо технологію будівництва, де наявні вкладені паралельні процеси. Необхідно мати змогу в режимі інтерактивної «ділової гри» гнучко призначати інтенсивності «гілці» робіт для усунення простоїв, мінімізації строків робіт та економії коштів [1]. Запишемо технологію на мові (рис.5):

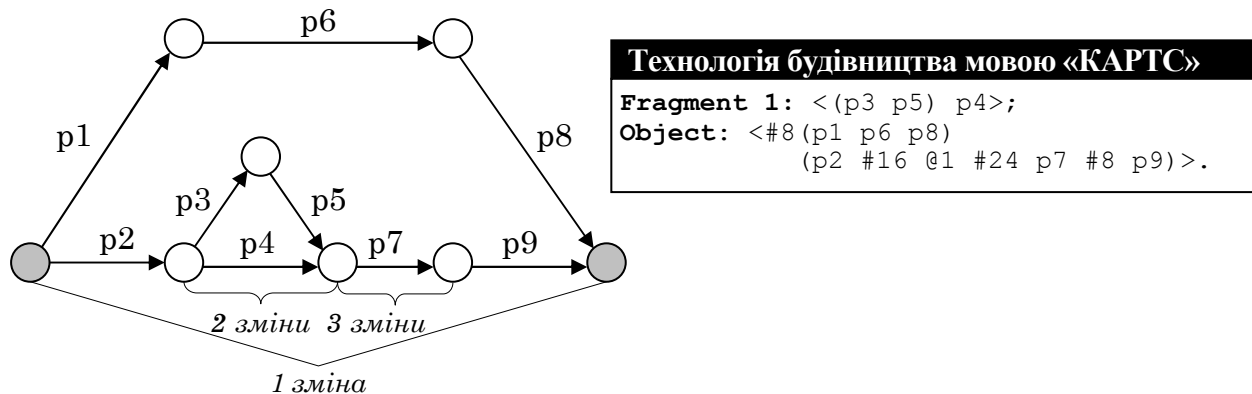


Рисунок 5 - Технологія зі складними паралельними процесами

Обґрунтування мови «КАРТС»

Отже, як бачимо, мова «КАРТС» є більш зручним та швидким інструментом для опису складних технологій. Розглянувши дані приклади, перейдемо до визначення типу граматики мови «КАРТС».

Дана граматика може бути представлена у вигляді Бекусових нормальних форм (БНФ) таким чином:

```

<ПРОГРАМА>::=<ОПИС ОБ'ЄКТА>|<БЛОК ФРАГМЕНТІВ><ОПИС ОБ'ЄКТА>
<БЛОК ФРАГМЕНТІВ>::=<ОПИС ФРАГМЕНТА>|
    <ОПИС ФРАГМЕНТА><БЛОК ФРАГМЕНТІВ>
<ОПИС ФРАГМЕНТА>::="Fragment"<ідент. фрагмента>":"<РЯД ОПЕРАТОРІВ>";"
<ОПИС ОБ'ЄКТА>::="Object""":"<РЯД ОПЕРАТОРІВ ТЕХНОЛ.>".
<РЯД ОПЕРАТОРІВ>::=<ОПЕРАТОР>|<ОПЕРАТОР><РЯД ОПЕРАТОРІВ>
<РЯД ОПЕРАТОРІВ ТЕХНОЛ.>::=<ОПЕРАТОР ТЕХНОЛ.>|
    <ОПЕРАТОР ТЕХНОЛ.><РЯД ОПЕРАТОРІВ ТЕХНОЛ.>
<ОПЕРАТОР ТЕХНОЛ.>::=<ОПЕРАТОР>|<ДОДАТК. ОПЕРАТОР>
<ОПЕРАТОР>::=<РОБОТА>|<ВИКЛИК ФРАГМЕНТА>|<ТЕХНОЛОГІЧНА ПЕРЕРВА>
<ОПЕРАТОР>::=<МІТКА>|<ФІКТИВНА РОБОТА>
<ОПЕРАТОР>::=<МІТКА ПОЧАТКУ>|<ФІКТИВНА РОБОТА НА ЗАВЕРШЕННЯ>
<ОПЕРАТОР>::="("<РЯД ОПЕРАТОРІВ>")"|"("<РЯД ОПЕРАТОРІВ>")>"
<ДОДАТК. ОПЕРАТОР>::=<ЕТАП>|<ПЕРЕМИКАЧ>
<ДОДАТК. ОПЕРАТОР>::="("<РЯД ОПЕРАТОРІВ ТЕХНОЛ.>")"|"
    "<РЯД ОПЕРАТОРІВ ТЕХНОЛ.>")>"
<РОБОТА>::=<ідент. роботи>|<відсоток>%"<ідент. роботи>
<РОБОТА>::=<ідент. роботи>^^<число повторів>
<РОБОТА>::=<відсоток>%"<ідент. роботи>^^<число повторів>
<ВИКЛИК ФРАГМЕНТА>::="@"<ідент. фрагмента>
<ВИКЛИК ФРАГМЕНТА>::="@"<ідент. фрагмента>^^<число повторів>
<ТЕХНОЛОГІЧНА ПЕРЕРВА>::="+"<години перерви>
<МІТКА>::="¤"<код мітки>|"&"<код мітки>
<ФІКТИВНА РОБОТА>::="→"<код мітки>
<МІТКА ПОЧАТКУ>::="="
<ФІКТИВНА РОБОТА НА ЗАВЕРШЕННЯ>::="/"
<ЕТАП>::="""<назва етапу>""
<ПЕРЕМИКАЧ>::=<ПЕРЕМИКАЧ ВИКОНАВЦІВ>|<ПЕРЕМИКАЧ ЗМІН>|
    <ПЕРЕМИКАЧ КОМПЛЕКТІВ>
<ПЕРЕМИКАЧ ЗМІН>::="#"<години на добу>
<ПЕРЕМИКАЧ ВИКОНАВЦІВ>::="$"<код виконавця>|"*"<код виконавця>
<ПЕРЕМИКАЧ КОМПЛЕКТІВ>::="$"<ряд комплектів>$"
<РЯД КОМПЛЕКТІВ>::=<код комплекту>|<код комплекту><ряд комплектів>

```

В наведених формах прописними літерами позначені нетермінальні символи мови «КАРТС» (конструкції мови), а строкowymi – термінальні (лексеми). Головним нетерміналом (т.з. «реченням» або «аксіомою» граматики) є <ПРОГРАМА>. Як бачимо, характерною ознакою даної мови є її висока рекурсивність та структурованість.

Як ми знаємо, згідно ієрархії Хомського (Chomsky hierarchy) є чотири класи граматик та мов (від 0 до 3-ого), причому кожний наступний клас утворюється шляхом додаткового обмеження на

попередній. Єдиною вимогою до 2-ого класу граматик є наявність в лівій частині всіх продукцій лише одного нетерміналу [4]. Як бачимо з зазначених БНФ, ця умова виконується, отже граматика мови «КАРТС» належить до 2-ого класу. Інша ж відома назва цього класу – контекстно-вільні (КВ) граматики (context free), до яких, зокрема, належать і абсолютна більшість мов програмування (Pascal, C++ тощо).

Як відомо, будь-яку КВ-граматику можна представити за допомогою кінцевого автомату [5]. У нашому ж випадку, це кінцевий автомат $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, q_k)$, де Q – множина станів ($F_;$, $F_:$, $F_;$, F_- , $F_%$, $F_^\wedge$, $O_:$, $O_;$, O_- , $O_%$, $O_^\wedge$, $O_;$), Σ – множина припустимих входних символів (F , $;$, $,$, O , $.$, $($, $)$, $^\%$, P , $@$, $^\wedge$, $+$, $"$, $^\wedge$, $\rightarrow$, $\#$), δ – множина переходів $Q^*\Sigma$, q_0 – початковий стан ($F_;$), а q_k – кінцевий стан автомату ($O_;$).

Вхідним алфавітом Σ граматики «КАРТС» є такі конструкції: F – заголовок фрагменту, $;$ – завершення фрагменту, O – заголовок об'єкту, $.$ – завершення об'єкту, $($ – відкриття будь-якої дужки, $)$ – закриття будь-якої дужки, $^\%$ – відсоток, P – робота, $@$ – виклик фрагменту, $^\wedge$ – цикл, $+$ – перерва, $"$ – етап, $^\wedge$ – мітка, $\rightarrow$ – фіктивна робота, $\#$ – будь-який перемикач (рис.6).

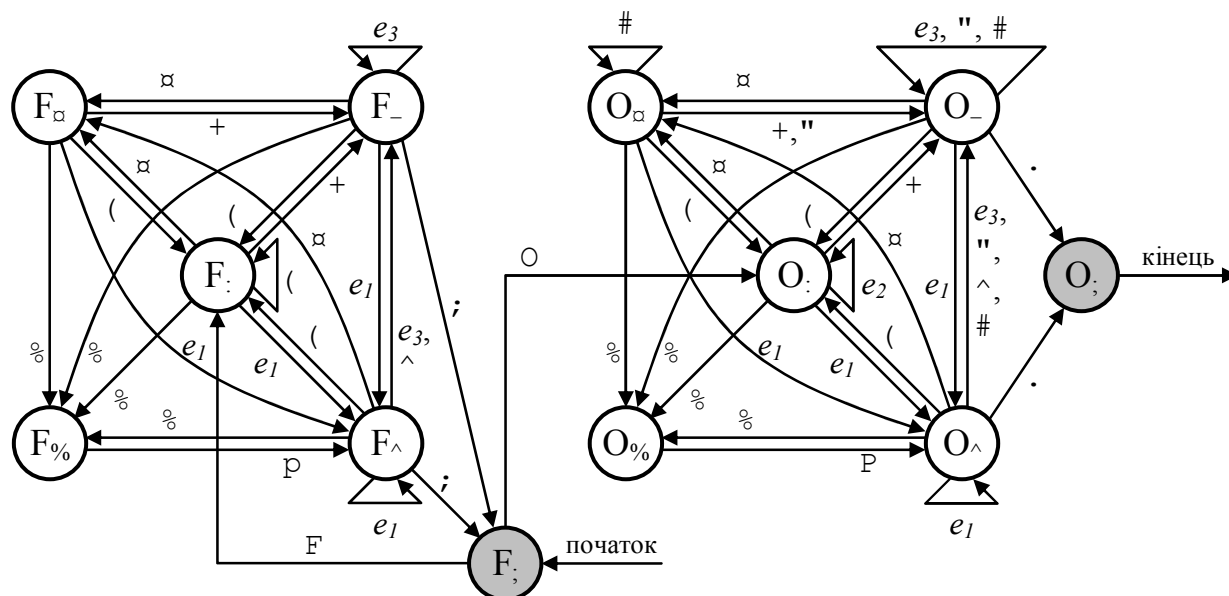


Рисунок 6 – Представлення граматики мови «КАРТС» як кінцевого автомату:

$e_1 = P, @$

$e_2 = (, \#$

$e_3 =), +, \rightarrow$

Як відомо, кінцевий автомат є приведеним (а відповідна йому мова повною та незбитковою), якщо даний автомат не містить жодного недосяжного стану та жодної пари нерозрізнюваних станів [5]. Недосяжних станів запропонований автомат не має, оскільки з початкового стану F ; можна потрапити в будь-який інший стан q автомату M . Двох нерозрізнюваних станів q_1 та q_2 (тобто тих, які мають однакові ланцюжки з елементів алфавіту Σ до кінцевого стану F ;) автомат M також не має. Отже, граматика мови «КАРТС» є повною та незбитковою.

Місце мови «КАРТС» в структурі задач

Головною особливістю мови «КАРТС» є можливість її наскрізного використання на етапах ТПБ (технологічної підготовки будівництва), директивного планування об'єктів та оперативно-календарного (ОКП) планування окремих робіт для проектно-орієнтованого виробництва (рис.7)

Використання мови в процесі ТПБ полягає в розробці інформоб'єктів – детальних текстових моделей технології будівництва (без прив'язки до строків та календаря) на електронних носіях (CD, USB-пам'яті) з підключенням довідника технологічних операцій, кошторисів, календаря робіт і класифікатора ресурсів. Подібні детально пропрацьовані інформоб'єкти легко тиражуються між службами корпорації та складають повний електронний банк її будівництва. Зокрема, на основі інформоб'єктів здійснюється подальше директивне та оперативно-календарне планування.

Використання мови в процесі директивного планування полягає в корекції технології в тих випадках, коли неможливо виставити інформоб'єкти в часі таким чином, щоб уникнути дефіцитів при жорстко обмежених ресурсах.

Використання мови в процесі ОКП полягає в оперативному аналізі та прогнозуванні стану будівництва при виникненні наперед непередбачуваних випадків (перебої в постачанні, зміна виробітки бригад, погодні умови, тривалість робочого дня, інфляційні процеси) та оперативному реагуванні на них.

Але розробка інформоб'єктів на мові «КАРТС» (або іншими засобами) – це лише перший етап комплексного управління будівництвом. Тому перед тим, як переходити до наступних етапів (оперативно-календарного планування, комплектації та управління

транспорт), треба розв'язати задачу вищого рівня планування – визначити директивні (перспективні) терміни зведення об'єктів на строк від 1 до 5 років.

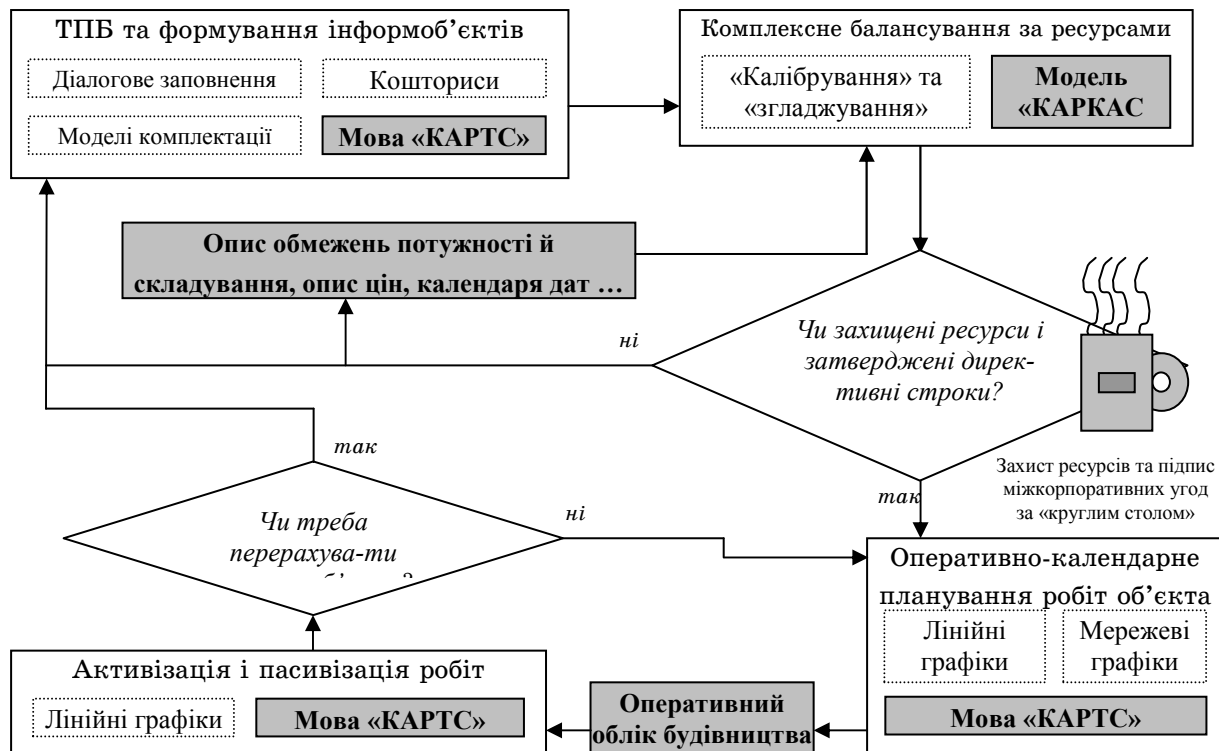


Рисунок 7 – Ітераційна схема прийняття управлінських рішень щодо розподілу ресурсів та визначення термінів у будівництві

Отже, з метою комплексного розв'язання проблем директивного планування в проектно-орієнтованому виробництві (наприклад, будівництві) автори пропонують метод комплексного балансування за потужностями – «КАРКАС». «Родзинкою» методу «КАРКАС» є швидкість прийняття рішення щодо виставлення в часі строків зведення об'єктів таким чином, щоб уникнути як надмірного так і неповного завантаження всіх потужностей за певний період. Потужностями, в даному випадку, є кошти, машино-(людино-)дні, конструктиви або матеріали, які виділяються для будівництва.

Суть же методу «КАРКАС» полягає в призначенні за комп'ютером строків початку будівництва попередньо прорахованим інформоб'єктам. Метою даної «ділової гри» є моделювання за періодами (рік, квартал, місяць) для кожного ресурсу диференційованих дефіцитів (надмірних завантажень), інтегрованих дефіцитів (нестач з накопиченням) та дефіцитів складу (неповних завантажень). Даний підхід дає змогу не лише мінімізувати всі

зазначені дефіцити, але й врахувати суб'єктивні оцінки (які неможливо формалізувати) учасників «круглого столу» (інвесторів, замовників, генпідрядників, постачальників матеріалів), щодо строків будівництва та розподілу ресурсів.

Програмна реалізація

Зазначені підходи («КАРТС» та «КАРКАС») складають ядро розробленої авторами системи управління будівництвом «Karts Planner 1.0».

«Karts Planner 1.0» – це готове програмне рішення (орієнтоване на міжнародну методику управління MRP2), яке застосовується на етапах технологічної підготовки, календарного (директивного, поточного) та фінансового планування (на основі ДБН Д.1.1 та РЕКН), а також оперативного обліку (термінів виконання, руху матеріалів тощо) в будівництві. «Родзинка» ж комплексу – це детальний експрес-розрахунок термінів та витрат проекту для визначення договірних зобов'язань перед інвестором (рис.8).

The screenshot displays the Karts Planner 1.0 software interface. The title bar reads "Karts Planner 1.0 - 'просп. Ватутіна, 22, жилой'". The menu bar includes "Справочник", "Альбом", "Портфель", "Баланс", "Вид", "Окна", "Установки", and "Справка". The toolbar contains various icons for file operations and project management. The main window shows a project object configuration and a detailed schedule table.

Object:

- \$1 #24 <1^7 1^7> "Котлован"
- \$2 <(2^7 3^3) 3^4> "Свай"
- #24 <(4^7 5) 5^6> "Фундамент"
- \$4 #24 001 002^6 x1 002^13 022 023 024 025 x2 "Монтаж"

№	Процесс	Начало	Завершен.	2006 г.			2006 г.			2006 г.		
				1 кв.	2 кв.	3 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.
1.	Земляные работы	23.02.2006	28.04.2006		Земляные р							
2.	Забивка свай	28.04.2006	24.05.2006			Заб						
3.	Устройство фундамента	24.05.2006	09.08.2006				Устройство ф					
52.	Раствор готов.кладочный тяж.цемен	м3	462.925							29.31	36.37	
53.	Раствор готов.кладочный тяж.цемен	м3	20.328							2.047	1.353	
54.	Раствор готов.отделочный цементны	м3	683.399									
55.	Раствор готов.отделочный цементно	м3	15799.939									
56.	Автомобили бортовые, груз.до5т	маш-час	5760.802				5.444	26.21	25.28	630.3	327.5	
57.	Краны башенные, груз.5т	маш-час	6317.832				77.06	365.5	350.2	509.9	393.0	
3.	Стоимость работ, грн.	16244079	1161165.63	3814	21711	2156	46780	1161	8884	1484	6324	
4.	Зарплата рабочим, грн.	6291225.5	354872.5	946.4	5441.	5134.	4871	8065	7726	5880	2477	
5.	- в т.ч. зарплата строителям, грн.	5176873.5	300764	63.22	363.5	487.5	2487	6267	6003	3864	1680	

1 из 7 52 из 79 3 из 24

Рисунок 8 – Моделивання житлового будівництва в системі «Karts Planner 1.0»

Розвиток підходу

Але для того щоб керувати підприємством (виробництвом) за допомогою ІТ, спочатку треба дослідити саме підприємство на керованість (гнучкість, технологічну зрілість). Проведені авторами дослідження демонструють загальну картину: однією з причин некерованості будівельних компаній є взаємозалежність монтажних та транспортних процесів. Будь-яке збурення в подібному взаємозв'язку зводить до нуля всі графіки робіт або транспортування (в жодній компанії Києва їх не дотримуються).

Для підвищення гнучкості будівництва автори пропонують сателітну (палетну, контейнерну) технологію. Вона полягає в тому, що транспортна одиниця доставляє з заводу на об'єкт за розрахованим комп'ютером інтервалом часу контейнер з цеглою, з.-б. виробами, столяркою, тощо та забирає пустий. Ця технологія звільняє монтажний кран від розвантажувальних робіт, а також дає змогу застосовувати всі види транспорту (авто, залізничний, річковий) для будівництва на відстані більше 5000 км.

Подібна технологія забезпечуватиме наскрізну керованість процесів виробництва будівельних матеріалів, їх транспортування та складування, а також монтажу. На цій основі автори планують створити гнучку імітаційну модель забудови регіонів (рис.9).

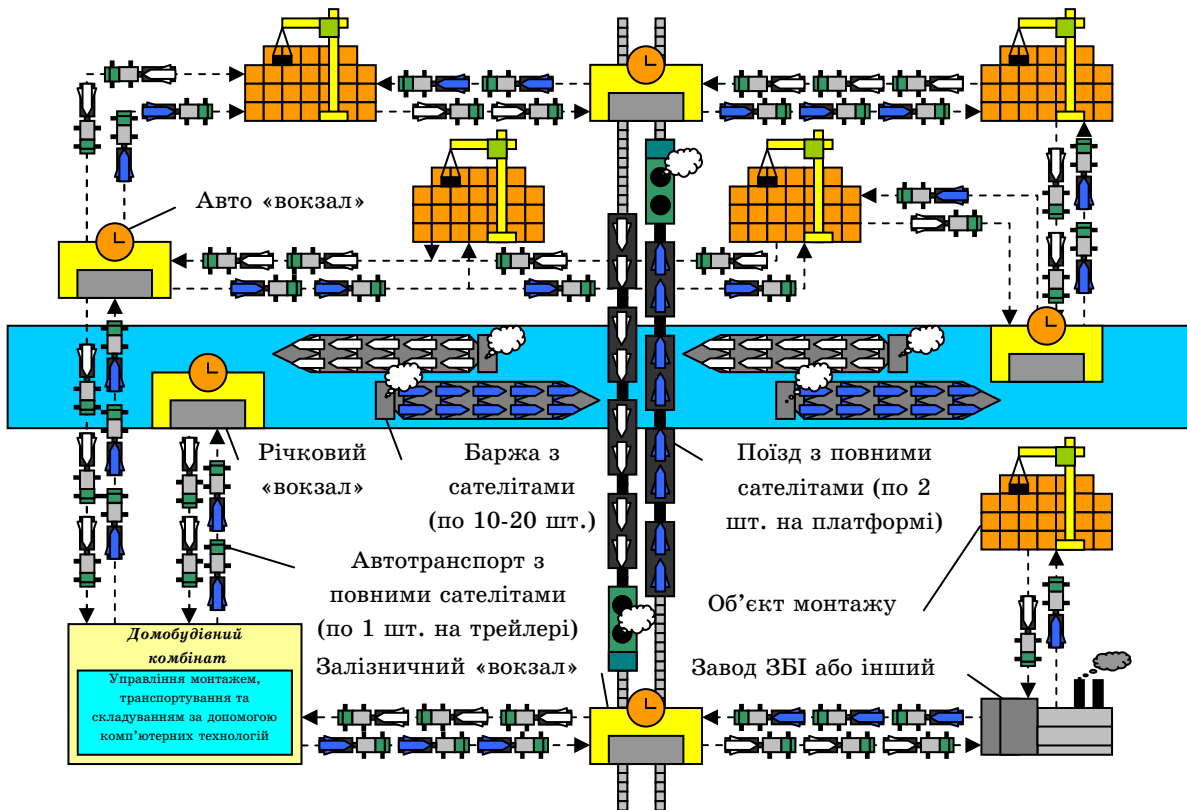


Рисунок 9 – Імітаційна модель регіональної забудови керована

«Karts Planner 1.0»

Сама ж система управління будівництвом «Karts Planner 1.0» (та закладені в неї інтелектуальні лінгвістичні засоби) експлуатується в холдинговій компанії «Київміськбуд» для гнучкого бізнес-планування регіонального будівництва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабіч В.І., Перевертун І.М. Методика організаційно-технологічного моделювання будівельного виробництва в сучасних інформаційних технологіях // Проблеми програмування. Науковий журнал. - Київ, №4 2004. - С. 88-99.
2. Бабіч В.І., Перевертун І.М. Порівняльний аналіз існуючих підходів до інтерактивного організаційно-технологічного моделювання будівельного виробництва // Проблеми програмування. Науковий журнал. - Київ, №2 2005. - С. 85-97.
3. Бабіч В.І., Перевертун І.М. Експериментальне дослідження організаційно-технологічного моделювання будівельних об'єктів засобами «Karts Planner 1.0» // Праці VIII Міжнародної науково-

технічної конференції «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-2005). – Вінниця: ВНТУ. – С. 69-77.

4. Хантер Р. Основные концепции компиляторов: Пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2002. – 256 с.
5. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – Т.1: Синтаксический анализ. – 611 с.

И.Ф. Бабичева, С.А. Бабичев, А.В. Шарко

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ–АНАЛИЗА

Актуальность проблемы

В процессе создания различных автоматизированных систем технической диагностики, распознавания и идентификации возникает проблема повышения точности обработки получаемой информации. Одним из возможных путей решения поставленной проблемы является разработка оптимальной системы фильтрации эмпирического сигнала, поступающего на вход используемого устройства. Выделение полезного сигнала из смеси его с другими мешающими сигналами и шумами способствует уменьшению разброса информативных параметров, поступающих на вход автоматизированной системы, что повышает точность её работы, а значит и надёжность проведения диагностических исследований.

Анализ последних публикаций

Вопросам повышения качества изображений в настоящее время посвящено большое количество публикаций. В работах [1,2] рассмотрены теоретические предпосылки и приведены практические примеры создания аналоговых и дискретных фильтров одномерных и двумерных сигналов. При этом основное внимание уделяется методам ранговой и медианной фильтрации сигналов. В [3,4] авторами представлены практические варианты создания фильтров в процессе обработки сигналов и изображений с использованием матричной системы компьютерной математики MATLAB. Вопросам автоматизации процесса распознавания посвящены работы [5,6]. Особый интерес представляют работы, в которых для обработки изображений в автоматизированных системах диагностики и распознавания используются новые методы и информационные технологии, основанные на нейронных сетях и вейвлет–анализе [7–9].

Нерешенные части общей проблемы

Несмотря на очевидные успехи, достигнутые в данной предметной области, вопрос создания оптимальной

© Бабичева И.Ф., Бабичев С.А., Шарко А.В., 2006

автоматизированной системы распознавания, контроля и идентификации в настоящее время остаётся открытым. Проблемой является нахождение единого комплексного критерия оценки качества изображений. Фильтрация изображений методом сглаживания не всегда позволяет получить требуемый результат, поскольку при этом теряется высокочастотная составляющая сигнала, Использование Фурье-преобразования позволяет выделить частотные составляющие сигнала, однако при этом возникает проблема с выделением особенностей сигнала во временной области. Кроме того, погрешность анализа резко возрастает при обработке сигнала, имеющего разрывы, причиной чего является эффект Гиббса. Применение вейвлет-анализа в некоторой степени позволяет решить вышеперечисленные проблемы, но при этом возникает задача нахождения оптимального вейвлета для данного типа изображения и уровня вейвлет-разложения, при котором достигается максимальный уровень фильтрации при минимуме искажений.

Цель статьи

Целью статьи является разработка оптимального вейвлет-фильтра для очистки от шума полутоновых изображений на стадии их предварительной обработки.

Изложение основного материала

Для решения поставленной задачи представим полутоновое изображение в виде статистической модели:

$$I(x, y) = \{I_{\text{эт}}(x, y), S_1(x, y), S_2(x, y)\}, \quad (1)$$

где $I(x, y)$ – смоделированное зашумленное изображение;

$I_{\text{эт}}(x, y)$ – эталонное изображение;

$S_1(x, y)$ – гауссовый белый шум;

$S_2(x, y)$ – мультипликативный шум в виде тёмных точек на белых участках изображения.

Для оценки качества фильтрации введём две группы критериев: $Q = \{Q_1, Q_2, Q_3\}$ – парные критерии степени очистки сигнала от шумовой составляющей [1], и $E = \{E_L, E_H\}$ – энтропия изображения [10], где:

Q_1 – отношение сигнал-шум:

$$Q_1 = 10 \log_{10} \left(\frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y)]^2}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y) - I_{\text{эт}}(x, y)]^2} \right), \quad (2)$$

Q_2 – нормированная корреляция исследуемого и эталонного изображений:

$$Q_2 = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N I(x, y) \cdot I_{\text{эт}}(x, y)}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y)]^2}, \quad (3)$$

Q_3 – среднеквадратичная погрешность:

$$Q_3 = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I(x, y) - I_{\text{эт}}(x, y)]^2, \quad (4)$$

E_L – энтропия логарифм энергии:

$$E_L = - \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N \log_2(I^2(x, y)), \quad (5)$$

E_H – энтропия Шеннона:

$$E_H = - \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N I^2(x, y) \log_2(I^2(x, y)), \quad (6)$$

Фильтрацию изображения будем производить при помощи вейвлет-анализа [9,10]. Этот выбор обусловлен следующими обстоятельствами:

- обширный набор базовых функций вейвлетов и множество их типов позволяет получить более высокое качество фильтрации изображений по сравнению с традиционными методами, поскольку изображение представляет собой набор элементов разного положения, яркости и размера, а использование только синусоидальной функции не позволяет учесть локальные особенности сигнала;
- вейвлет-анализ оставляет большую свободу в конкретном выборе функций, что способствует оптимизации обработки данного типа изображения при решении поставленной задачи.

Как известно [11], непрерывное вейвлет-преобразование сигнала $f(x)$ задаётся путём вычисления вейвлет-коэффициентов по формуле:

$$C(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx, \quad (7)$$

где a – параметр, задающий масштаб вейвлета, а коэффициент b определяет его положение на оси x . $\psi(x)$ – двухпараметрическая базисная вейвлет-функция, получающаяся из материнского вейвлета $\psi_0(x)$ путём масштабирования с масштабным множителем a и сдвига по оси с параметром сдвига b . Множитель $\frac{1}{\sqrt{a}}$ вводится для того, чтобы все вейвлет-функции имели в гильбертовом пространстве $L^2[\mathbb{R}]$ одинаковую норму.

Обработка цифровых дискретных изображений при помощи непрерывного вейвлет-преобразования требует значительных вычислительных затрат. Более рациональное решение поставленной задачи возможно при помощи дискретного вейвлет-преобразования, при котором значения a и b принимают на заданном множестве некоторые дискретные значения $a=2^\gamma$ и $b=k2^\gamma$, где γ и k – целые числа, определяющие уровень дискретизации и вейвлет-декомпозиции сигнала. Вычисление детализирующих коэффициентов при прямом дискретном вейвлет-преобразовании осуществляется в соответствии с уравнением:

$$C(\gamma, k) = a_0^{-\gamma/2} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi(a_0^{-\gamma} x - k) dx, \quad (8)$$

Обратное дискретное вейвлет-преобразование сигнала производится по следующей формуле [11]:

$$f(x) = \sum_{\gamma \in \mathbb{Z}} \sum_{k \in \mathbb{Z}} C(\gamma, k) \psi_{\gamma, k}(x). \quad (9)$$

В общем случае любой сигнал на n -ом уровне разложения может быть представлен на основе суммирования его грубого представления в низкочастотной части спектра с детализирующими локальными особенностями в его разных местах:

$$f(x) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_{\gamma_n, k} \phi_{\gamma_n, k}(x) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} d_{\gamma_n, k} \psi_{\gamma_n, k}(x), \quad (10)$$

где $a_{\gamma_n, k}$ – коэффициенты грубой аппроксимации γ_n -го уровня разрешения, $d_{\gamma_n, k}$ – детализирующие коэффициенты.

Вейвлет-разложение сигнала заключается в вычислении аппроксимирующих и детализирующих коэффициентов на различных

уровнях разрешения. Шумовая компонента в большинстве случаев содержится в детализирующих коэффициентах, вследствие чего именно они подвергаются обработке при фильтрации сигнала. В процессе удаления шума происходит обнуление детализирующих коэффициентов, значения которых меньше некоторого порогового значения τ , а значения остальных детализирующих коэффициентов уменьшаются на величину τ . Таким образом, для проведения вейвлет фильтрации сигнала необходимо:

- выбрать тип используемого вейвлета;
- найти уровень оптимального вейвлет-разложения сигнала;
- выбрать пороговое значение τ , которое обеспечивает при наименьшем смещении восстановленного сигнала наибольшее значение отношения сигнал/шум.

Классификация вейвлетов, используемых в матричной системе компьютерной математики MATLAB, представлена на рисунке 1. Экспериментальные исследования показали, что для обработки изображений наиболее приемлемыми являются ортогональные и биортогональные вейвлеты с компактным носителем.

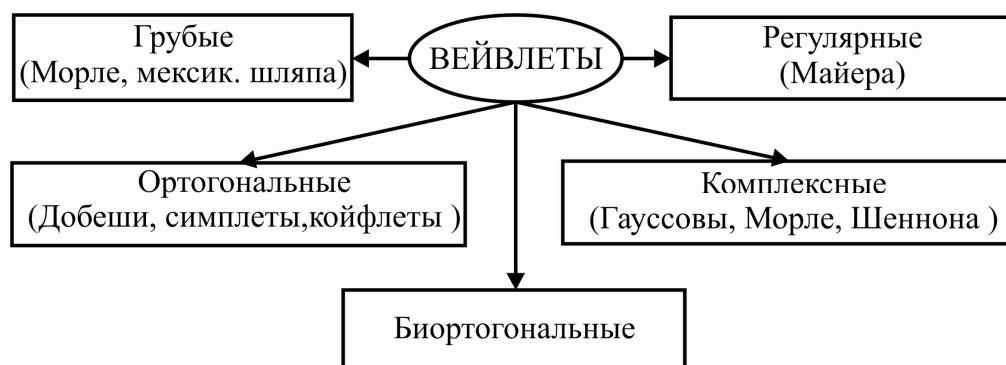


Рисунок 1 – Типы используемых вейвлетов

Технология построения модели вейвлет-фильтра изображения основана на иерархическом подходе и включает в себя следующие этапы:

Этап 1. Моделирование эталонного и зашумленного изображений. Определение критериев энтропий и парных критериев анализа качества исходного зашумленного изображения.

Этап 2. Вейвлет-обработка зашумленного изображения, которая заключается в выборе типа вейвлета, уровня вейвлет-разложения и определения порогового критерия обработки детализирующих коэффициентов.

Этап 3. Критериальное оценивание обработанного изображения

Этап 4. Принятие решение о качестве обработки изображения, адаптация параметров модели.

Адаптивно-критериальная система создания модели вейвлет-обработки полутонных изображений представлена на рисунке 2.

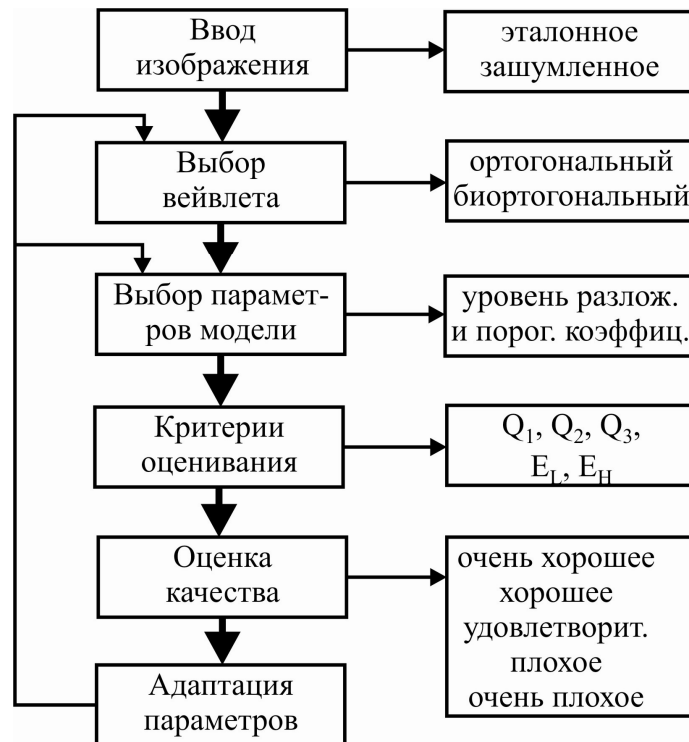


Рисунок 2 – Адаптивно-критериальная система создания модели вейвлет-фильтра изображений

Эталонное и тестовое зашумленное изображения, используемые для настройки модели, показаны на рисунке 3. Для очистки сигнала от шумовой составляющей применялись ортогональные вейвлеты с компактным носителем Добеши (db1 – db9), симплеты (sym2 – sym9), койфлеты (coif1 – coif5) и В-сплайновые биортогональные вейвлеты (bior1.1 – bior6.8 и rbio1.1 – rbio6.8).

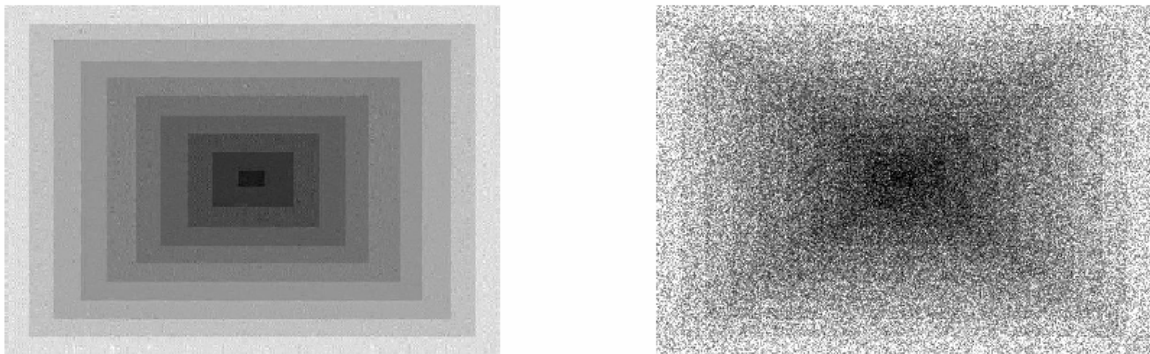


Рисунок 3 – Эталонное и зашумленное изображения

Коэффициенты корреляции между парными критериями оценки качества фильтрации изображения и энтропиями сигнала представлены в таблице 1.

Таблица 1

Парные коэффициенты корреляции критериев качества фильтрации изображений

	Q1	Q2	Q3	EL	EH
Q1	1,000				
Q2	0,899	1,000			
Q3	-0,983	-0,933	1,000		
EL	0,955	0,940	-0,971	1,000	
EH	0,886	0,993	-0,918	0,952	1,000

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что наиболее высокий коэффициент корреляции с критерием Q_1 имеют критерии Q_3 – среднеквадратичная погрешность и E_L – энтропия–логарифм энергии, что позволяет их считать наиболее объективными критериями оценки качества фильтрации изображений.

Графики зависимости критериев качества фильтрации изображений от уровня вейвлет–декомпозиции сигнала при использовании вейвлетов Добеши db3 – db6 представлены на рисунке 4. Из графиков следует, что зависимость значения критерия Q_3 от уровня вейвлет–разложения сигнала имеет ярко выраженный локальный минимум, соответствующий четвёртому уровню разложения сигнала (рис.4с). Подобная зависимость наблюдалась и при использовании других вейвлетов.

Анализ графиков также показал, что максимум отношения сигнал–шум достигается в большинстве случаев при четвёртом уровне вейвлет–декомпозиции сигнала (рис 4а). При этом зависимости критериев Q_2 и энтропии Шеннона E_H от уровня вейвлет–декомпозиции сигнала (рис. 4b,e) не имеют локальных особенностей, что свидетельствует об их неэффективности для решения поставленной задачи. Графики зависимости критериев Q_1 и Q_3 от типа используемого вейвлета представлены на рисунке 5. При этом следует отметить, что из каждого типа вейвлета выбирался тот, который давал наилучшее отношение сигнал–шум. Экспериментальные исследования показали, что наиболее высокое качество фильтрации изображений достигается при использовании

биортогонального вейвлета `rbio6.8` при четвёртом уровне декомпозиции сигнала ($Q_1 \rightarrow \max$, $Q_3 \rightarrow \min$).

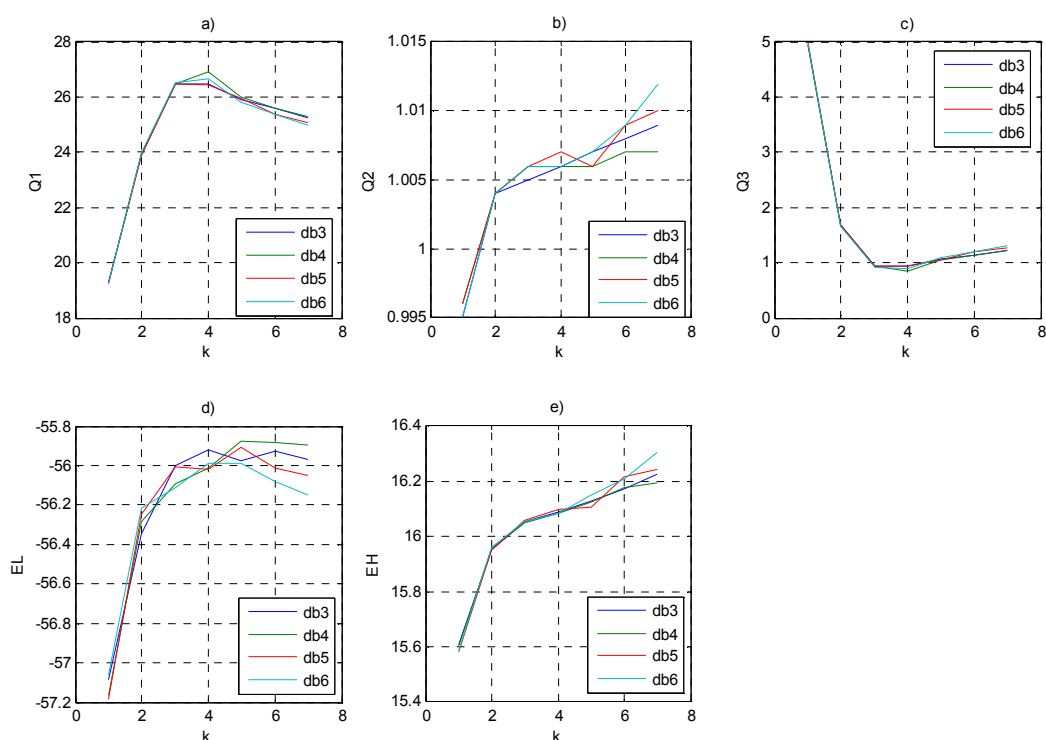


Рисунок 4 – Графики зависимостей критериев качества фильтрации изображений от уровня вейвлет-декомпозиции сигнала

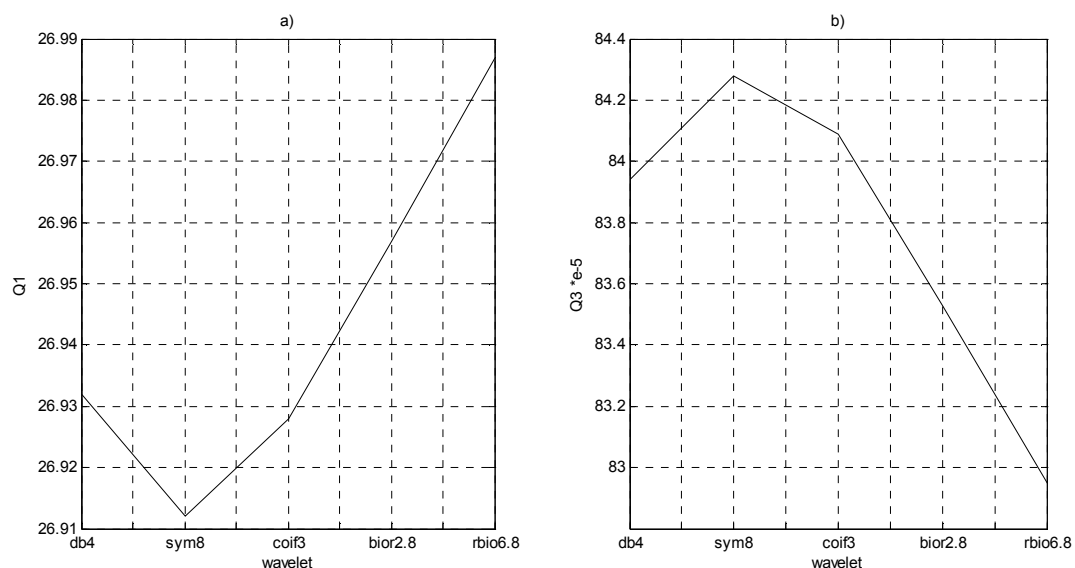


Рисунок 5 – Графики зависимости критериев Q_1 и Q_3 от типа используемого вейвлета

Пример исходного зашумленного и обработанного биортогональным вейвлетом `rbio6.8` изображений представлен на

рисунке 6. Окончательные этапы обработки изображений сводятся к контрастированию и выравниванию градаций яркости, что в конечном итоге минимизирует искажения исходного эталонного изображения.

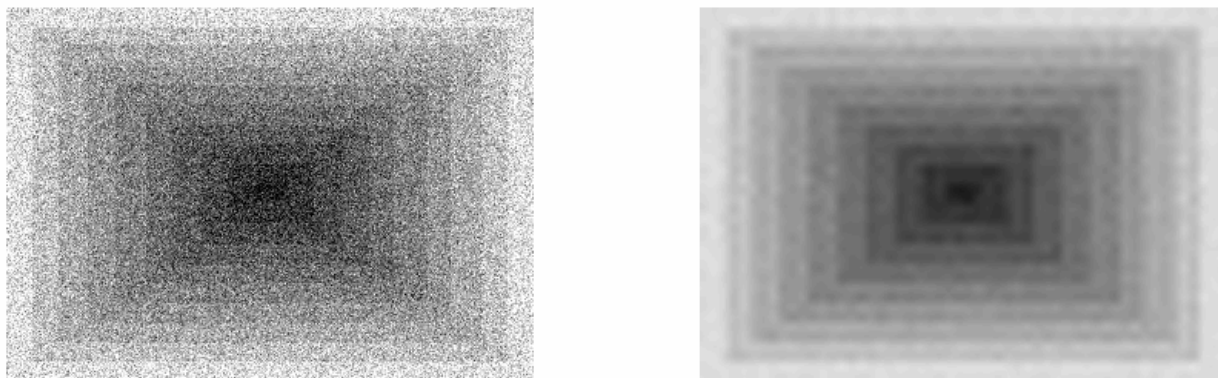


Рисунок 6 – Пример исходного зашумленного и вейвлет-обработанного изображений.

Вывод

Проведенные исследования показали перспективность применения вейвлетов для фильтрации полутоновых изображений. Большой выбор вейвлетов, возможность варьирования масштабирующей и вейвлет функциями позволяет отслеживать локальные особенности сложных сигналов, что способствует повышению точности работы автоматизированных систем распознавания и классификации. В перспективе авторы планируют разработку комплексной автоматизированной системы предобработки одномерных и многомерных сигналов, что уменьшит разброс информативных параметров, и следовательно, повысит точность решения поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. У.Прэтт. Цифровая обработка изображений. Книга 2. – М.: «Мир», 1982.– 741 с.
2. Т.С.Хуанг. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений. – М.: «Радио и связь», 1984.– 218 с.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1. Simulink 5/6. Работа с изображениями и видеопотоками.– М.: «Солон-Пресс», 2005.– 393 с.

4. П.И.Рудаков, В.И.Сафонов. Обработка сигналов и изображений.– М.: «Диалог-МИФИ», 2000.– 412 с.
5. Абакумов В.Г., Антощук С.Г., Крылов В.Н. Распознавание визуальной информации в автоматизированных системах // Электроника и связь.– Киев, 2003.– №19.– С.46–48.
6. Абакумов В.Г., Крылов В.Н., Антощук С.Г. Автоматизированное распознавание при обработке биомедицинских изображений // Электроника и связь.– Киев, 2002.– №15.– С.124–127.
7. Кожем'яко В.П., Яровий А.А. Наукова концепція образного відеокomp'ютера око–процесорного типу в контексті сучасної методології штучного інтелекту // Оптико–електронні інформаційно–енергетичні технології. Міжн. науково–техн.. журнал.– 2001.– №2.– С.84–90.
8. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем.– СПб.: «Наука и техника», 2003.– 384с.
9. Антощук С.Г. Реализация вейвлетного преобразования при структурном анализе изображений // Електромашинобудування та електрообладнання.– 2004.– Вип. 62.– С.153–157.
10. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB.– М.: «изд.ДМК», 2005.– 300 с.
11. В.П.Дьяконов. Вейвлеты. От теории к практике.– М.: «Солон–Р», 2002.– 439 с.

Ю.Н. Бардачев, В.И. Литвиненко, А.А. Дидык

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК

Введение

Современные системы обнаружения атак способны контролировать в реальном масштабе времени сеть и деятельность операционной системы, обнаруживать несанкционированные действия, и, автоматически реагировать на них практически в реальном масштабе времени. Кроме того, системы обнаружения атак могут анализировать текущие события, принимая во внимание уже произошедшие события, что позволяет идентифицировать атаки, разнесенные во времени и тем самым прогнозировать будущие события.

В этой области можно выделить несколько подходов. Экспертные системы обнаружения атак, основанные на *сигнатурном методе*, (например, ASAX) базируются на конкретных правилах, добавляемых разработчиком системы по мере появления новых атак. Деятельность системы заключается в анализе сетевого трафика (network-based) и анализе журналов регистрации операционной системы или приложений на уровне хоста (host-based). В любом случае, система обнаружения атак ищет известные шаблоны, которые указывают на нападение. Эффективность таких систем напрямую связана со своевременным обновлением базы данных сигнатур, так как новые атаки и уязвимости обнаруживаются постоянно. Создание такой базы данных требует наличия хорошо осведомленных экспертов, имеющих доступ к большому числу источников информации об атаках. Способность создания и обновления такой базы данных является критическим параметром, по которому оцениваются сигнатурные системы обнаружения атак.

Другим методом обнаружения стал анализ состояний переходов, пример такого рода систем – NetSTAT, базирующийся на описании сценариев атак в виде автоматов с набором состояний атакующих объектов и последующем анализе переходов из состояния в состояние

по ходу сетевой сессии. Данную систему можно рассматривать как вариант экспертной системы обнаружения атак.

Бурный рост экспертных систем, как коммерческих (RealSecure), так и свободно распространяемых (Snort), показал достаточную эффективность такого подхода к задаче обнаружения атак. Однако такие системы обладают рядом недостатков: стоит проблема обнаружения ранее неизвестных атак, необходимость постоянного обновления базы данных сигнатур.

Другим развивающимся направлением в области Intrusion Detection являются *нейронные сети*, уже нашедшие практическое применение во многих других задачах. Первые опыты в применении нейросетей для обнаружения атак относятся к концу 90-х годов. Одна из таких систем была разработана Джеймсом Кеннеди (James Cannady) в университете NSU (США). Система была построена для исследования возможности применения нейросетей к задаче обнаружения атак методом выявления злоупотреблений. В результате проверок на тестовых примерах исследователи получили приемлемый уровень погрешности. Данная система использовалась только для изучения в лабораторных условиях. Первый прототип нейросети был предназначен для того, чтобы определить возможности нейросети идентифицировать конкретные события, указывающие на злоупотребление. Данные для обучения нейросети и тестирования прототипа генерировались с использованием сетевого монитора. В дополнение к «обычной» сетевой активности, информация о которой собиралась системой RealSecure, хост для монитора был «атакован» с использованием продукта Internet Scanner и сканером Satan. Сканеры были сконфигурированы на большое количество атак, начиная от атак типа «отказ в обслуживании» до сканирования портов. Приблизительно 10000 отдельных событий были собраны системой RealSecure и сохранены в базе данных, из которых приблизительно 3000 были смоделированными атаками. Далее, после предварительной обработки входных параметров, они подавались на вход нейросети для обучения, после чего были произведены испытания и получены оценки эффективности работы нейросетевой системы обнаружения атак.

Еще один пример - NNID (Neural Network Intrusion Detector, нейросетевой обнаружитель вторжений), разработанная в

университете Техаса в Остине, США. NNID – экспериментальная система, использующая знания о нормальном поведении. Система обнаружения аномалий NNID основана на идентификации авторизованного пользователя, на основе распределения команд, которые он выполняет. Различные пользователи имеют тенденцию использовать различные режимы работы в зависимости от своих потребностей в системе. Набор используемых команд и их частота образуют «отпечаток» пользователя, отражая выполняемую задачу и выбор прикладных программ, и на основе этой информации становится возможным идентифицировать пользователя. В результате испытаний система показала хорошие результаты.

В настоящий момент методы обнаружения атак, основанные на нейронных сетях, способны на основе данных, полученных во время предварительного обучения, распознавать сетевые атаки с некоторой точностью. Наряду с искусственными нейронными сетями существует еще один статистический метод – *искусственные иммунные системы* – результат математического моделирования принципов обработки информации естественной иммунной системой. Обзор математического аппарата и направлений ИИ показывает, что эта проблема мало рассматривалась, несмотря на ее актуальность. Большой интерес в этой области представляет исследование Стефании Форрест [1]. В нем разрабатывается система математических моделей обработки информации моделирующей отрицательный отбор Т-лимфоцитов как биологического прототипа. Актуальной является задача исследования возможности практического применения иммунных систем на основе отрицательного отбора в задаче обнаружения атак. Обладая уникальными свойствами иммунные системы обладают преимуществом в обучении. Также иммунные системы обладают большей по сравнению с нейросетями точностью распознавания.

Проблема выявления атак на компьютерные сети является наиболее актуальной при решении проблем защиты информации [2–4]. В настоящий момент существует два основных подхода обнаружения атак:

- поиск некоторого постоянного набора атрибутов, однозначно характеризующих наличие атаки;
- пропуск только того, что известно и разрешено.

Одной из перспективных технологий для решения подобных задач являются искусственные иммунные системы (ИИС). ИИС обладают рядом свойств (уникальность, распределенность в пространстве выявления чужеродных агентов, “грубое” или “несовершенное” распознавание, высокая адаптивность, устойчивость к ошибкам, отсутствие централизованного управления), которые в целом решают некоторые задачи лучше даже, чем нейросетевые технологии.

Существует три базовые модели ИИС: системы, основанные на принципах отрицательного отбора, на принципах клонального отбора и принципах идиопатических иммунных сетей. В работе предлагается использовать алгоритм отрицательного отбора для выявления компьютерных атак.

Алгоритм отрицательного отбора и его модификации, несмотря на кажущуюся свою простоту является мощным инструментом для решения таких задач, как защита компьютерных сетей [5].

Суть биологического механизма отрицательного отбора заключается в том, что иммунная система стремится обеспечить толерантность к “своим” клеткам и молекулам. Это развивает способность иммунной системы обнаруживать неизвестные антигены при отсутствии какой-либо реакции на свои клетки. В течение текущего поколения с помощью псевдослучайного процесса генетической перестановки создаются рецепторы Т-клеток. После этого, они подвергаются цензурированию в вилочковой железе (Тимусе), посредством процесса который называется “отрицательным отбором”. Далее в Тимусе, Т-клетки, реагирующие против “своих” белков, разрушаются и только те из них, которые не связываются со “своими” белками, позволяет покинуть Тимус. Эти созревшие Т-клетки после этого циркулируют по всему телу, чтобы осуществлять свои иммунологические функции и защитить в целом организм против чужеродных антигенов.

Вычислительная модель алгоритма *отрицательного отбора* (АОО) была предложена Стефанией Форрест в 1994 году [6]. Основная идея заключалась в генерировании набора бинарных датчиков создаваемых кандидатов и затем отказаться от тех из них, которые в дальнейшем распознают “свои” данные из набора обучающей выборки. В дальнейшем эти датчики или детекторы могут использоваться, для

обнаружения каких-либо аномалий. Так что АОО состоит из трех стадий: определение “своих”, генерирование датчиков и контроль за возникновением аномалий. Были предложены различные разновидности этого алгоритма (датчик, генерирующий шаблоны). Первичными применениями АОО было в области обнаружение изменений (или аномалий), где датчики генерировались в дополнительное пространство, которое может обнаружить изменения в образцах данных. Главный компонент АОО – выбор соответствующего правила, которое определяет сходство между двумя образцами, чтобы осуществить классификацию свои/чужие (нормальные/ неправильные) образцы.

Временная сложность генерирования датчиков линейна относительно размера “своих” данных. Для гарантии заданного “уровня надежности” необходима также оценка обнаружении аномалий. Сгенерированные датчики, имеющие высокий порог соответствия, становятся чувствительными к любой аномалии в данных, так что необходимо большое количество датчиков позволяющие достигнуть желательного уровня полной надежности. С другой стороны, если порог является слишком маленьким, не может быть возможной генерации разумного размера набора датчиков от доступных “своих”. Это предлагает, что значение порога может использоваться, чтобы настроить надежность обнаружения против риска ложных положительных распознаваний. Это особенность применяется при обнаружении изменений в общем случае.

В работе [7] приводятся результаты работы, где автор рассмотрел и сравнил пять схем поколения датчиков (бинарных) алгоритмов отрицательного отбора: исчерпывающий, линейный, “жадный”, бинарный шаблон, и мутация АОО. В работе [8] авторы проанализировали и сравнили различные правила бинарного соответствия в отрицательном отборе: в том числе и g -смежное соответствие, соответствие g -куска, соответствие с использованием Хеммингового расстояния, и его разновидность – R&T-соответствие. Это таким образом обеспечивает директиву для того, чтобы выбрать различные правила соответствия для любых алгоритмов отрицательного отбора [13-14].

В других работах также исследовалось различное представление схемы отрицательного отбора и алгоритмов генерации датчиков для

таких представлений [9]. В частности исследуемые представления включали гиперпрямоугольники (который можно интерпретировать как правила), нечеткие правила, и гиперсферы.

В настоящий момент различными авторами предложено четыре различных алгоритма генерации датчиков, соответственно: 1) отрицательный отбор с правилами обнаружения (эволюционный алгоритм, для генерирования датчиков гиперкуба); 2) отрицательный отбор с нечеткими правилами обнаружения (эволюционный алгоритм, для генерирования датчиков нечетких правил), 3) отрицательный отбор с использованием действительных чисел (эвристический алгоритм, для генерирования гиперсферических детекторов), и 4) отрицательный отбор на основе рандомизированных действительных чисел (алгоритм позволяющий генерировать гиперсферические датчики используя для этого метод Монте Карло). Разработан также гибридный алгоритм обучения, обладающий иммунитетом, который комбинирует способы генерирования детекторов 3) или 4) с алгоритмами классификации.

Другая разновидность модели отрицательного отбора предлагает использовать динамический алгоритм клонального отбора (Динамика), чтобы иметь дело с "чужим", задача заключается в обнаружения в условиях непрерывно меняющейся окружающей среде [10]. В частности динамика основывается на идее Хофмеера [11] о динамике трех различных популяций: незрелая, зрелая, и популяция датчиков памяти. Первоначальные незрелые датчики, генерируются со случайными генотипами. Используя отрицательный отбор, новые незрелые датчики добавляются, для того чтобы общее количество датчиков сохранялось постоянным после предопределенного числа поколений (период поляризации T). Если датчик - в пределах его предопределенной продолжительности жизни L , и соответствующее число является большим, чем предопределенный порог активации A , он становится датчиком памяти. Зрелые датчики используются, чтобы идентифицировать неизвестные нападения. Однако, необходимо подтверждение человека отвечающего за безопасность (костимуляция, который делает этот подход, зависящим от человеческого взаимодействия. В отечественных исследованиях, к сожалению данный алгоритм все еще остается малоизвестным. Более детальный анализ алгоритмов отрицательного отбора и его экспериментальные исследования представлены нами в работах [13-18].

Постановка задачи

Нами разработана методика выявления атак с помощью системы построенной на основе механизмов отрицательного отбора. Задача идентификации атак рассматривалась как задача бинарной классификации [12], использующей принцип определения “свой/чужой”. При этом предусмотрена реализация подхода, осуществляющего как поиск атрибутов, однозначно характеризующих наличие атаки, так и определение и пропуск только тех, чьи атрибуты хорошо известны, что позволяет значительно увеличить качество работы системы идентификации. Специфика задачи состоит в необходимости учета следующих обстоятельств – заданы два вектора, компоненты которого характеризуют трафик, классы ситуаций, которые определяют наличие атаки и ее отсутствие. Результаты тестирования показали, что даже в случае отсутствия некоторых данных система может правильно осуществлять классификацию.

Общая формулировка задачи обнаружения компьютерных атак

Используемая модель задачи обнаружения атак была предложена в [16, 17].

Под *атакой на распределенную информационную систему (РИС)* понимают воздействие (последовательность воздействий), производимое *нарушителем* и ведущее к нарушению информационной безопасности системы, т.е. переходу РИС из некоторого безопасного в некоторое опасное состояние. Атака всегда переводит РИС из безопасного состояния в опасное. Под *нарушителем* понимают объект, осуществляющий воздействие (последовательность воздействий). *Нормальное поведение* – воздействие (последовательность воздействий), не являющееся атакой.

Наблюдатель – программная или программно-аппаратная сущность, имеющая возможность собирать информацию о действиях объектов и состоянии ресурсов.

Задача обнаружения атак – это процесс выявления атаки, осуществляемый на основе информации о состоянии РИС, получаемой от наблюдателя.

Состояние ресурса РИС в текущий момент времени можно описать некоторым набором параметров, включающим в себя как

характеристики загруженности ресурса, так и информацию об объектах, пользующихся ресурсом.

Упорядоченная во времени последовательность состояний РИС называется *траекторией РИС*. *Траектория объекта* – упорядоченная во времени последовательность состояний ресурса РИС, изменяющихся вследствие воздействия, осуществляемого этим объектом на ресурс РИС.

Траекторию объекта, осуществляющего воздействие на РИС, повлекшее переход из безопасного состояния в опасное, называют *траекторией атаки*. Таким образом, конкретную атаку рассматривают как траекторию в n -мерном пространстве параметров. Множество всех атак можно условно разделить на классы по ряду признаков [16].

Для атак одного класса может существовать не одна траектория, а некоторое конечное множество возможных траекторий, образующих *пучки* близких друг к другу *траекторий*.

Вследствие меньшей вычислительной сложности, используются *дискретные траектории*. Пусть $\bar{t}$ – конечная длительность атаки заданного класса и τ – период времени замера наблюдаемой траектории. Таким образом, в траектории поведения атаки задано $k = \lceil \bar{t} / \tau \rceil$ состояний. Для каждого замера параметров (номер замера однозначно определяется значением k) в пространстве параметров существует набор несвязных областей таких, что попадание замера в одну из этих областей означает принадлежность траектории множеству L на данном замере. Это «*опасные области*», которые, по сути, образуют срезы пучков траекторий атак.

Полагаем, что атака это активность, под воздействием которой система проходит через опасные области на всех замерах в течение атаки. То есть, если в ходе k замеров состояний сессии траектория на каждом замере попадала в одну из таких областей, то траектория принадлежит множеству L множеству траекторий, соответствующему определенному классу атак. Таким образом, задача обнаружения атак некоторого класса сводится к задачам:

1. построения набора опасных областей $G(t) = \{G_1(t), G_2(t), \dots, G_l(t)\}$ для каждого замера;

2. определения принадлежности замеренного состояния сессии x к одной из этих областей ($x \in G$).

Архитектура иммунной системы, реализующей алгоритм отрицательного отбора

Архитектурная схема иммунной системы, реализующей алгоритм отрицательного отбора, состоит из семи блоков, каждый из которых представлен одним или несколькими классами. Блоки на схеме соответствуют основным функциональным узлам системы, а стрелки, соединяющие блоки – основным потокам передачи данных и управляющих параметров. Краткое описание элементов схемы представлено ниже.

- **интерфейс ввода/вывода данных.** Блок предназначен для загрузки обучающих и распознаваемых данных в систему, получения результата распознавания, а, также, сохранения текущего состояния множества детекторов для возможности быстрой перенастройки системы на другую задачу без дополнительного обучения;

- **база данных (БД).** Данные, предназначенные для обучения или распознавания хранятся в базе данных системы и выбираются оттуда по мере надобности. Здесь же хранятся результаты распознавания и текущее состояние множества детекторов;

- **генератор случайных чисел (ГСЧ).** Использует несколько видов распределений и может генерировать целые или вещественные числа в заданных диапазонах;

- **блок генерации кандидатов.** Используя последовательности случайных чисел, создаваемые ГСЧ, производит множество кандидатов детекторов для последующего отбора их в качестве детекторов;

- **блок проверки совпадения.** Во время обучения системы данный блок используется для создания множества детекторов. Проверяет два вектора на предмет совпадения их между собой. Для проверки использует заданное правило совпадения и порог совпадения, определяющий границы зоны совпадения. В режиме распознавания системы данный блок распознает поступающие на его вход тестируемые вектора;

- **интерфейс управления памятью.** Реализует набор процедур, необходимых для управления памятью системы и работы с пространственными формами – внутренним представлением данных;

- **интерфейс настройки алгоритма.** Блок предоставляет возможность настройки системы с использованием подгружаемого файла конфигурации или интерактивную настройку при помощи стандартных графических элементов управления операционной системы.

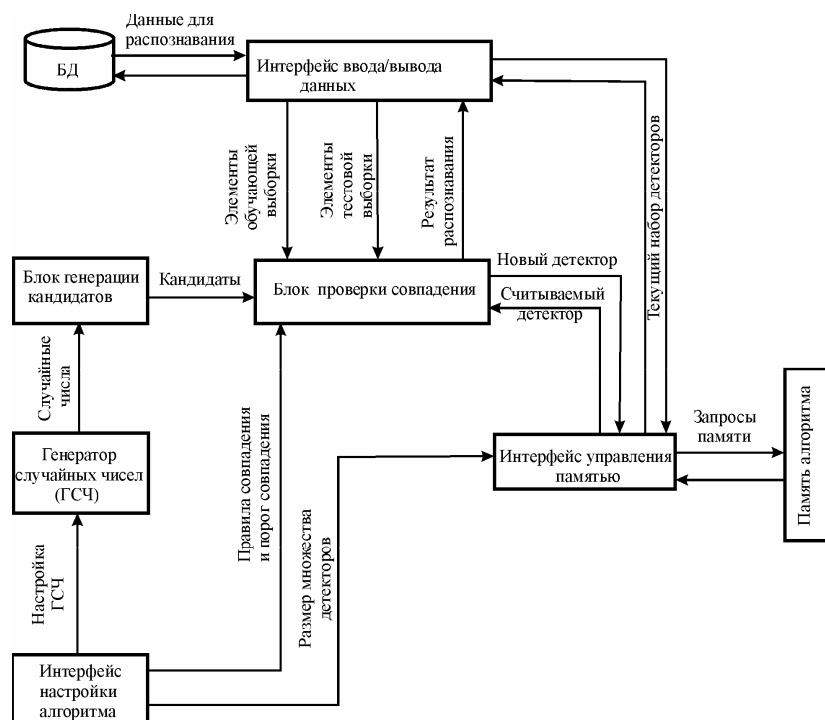


Рисунок 1 – Архитектура иммунной системы, реализующей алгоритм отрицательного отбора

Объектно-ориентированное представление алгоритма отрицательного отбора

Прежде чем приступить к описанию структуры библиотеки, остановимся на условных обозначениях, используемых в схемах (табл.1), остальные обозначения представлены в соответствии со стандартами языка UML..

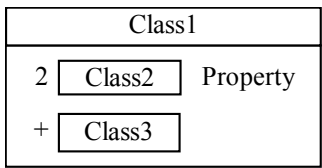
Основываясь на данных модели, рассмотренной в предыдущем разделе можно выделить следующие объекты предметной области.

1. Генератор случайных чисел (Класс CRandomGenerator). Генерирует случайные числа в различных интервалах и с различными функциями распределения.
2. Абстрактный класс объектов алгоритма отрицательного отбора (CNSObject). Содержит базовые свойства для всех объектов системы.

3. Класс параметров алгоритма (CParams). Содержит все настройки алгоритма отрицательного отбора.
4. Класс атрибут формы (CAttribute). Представляет собой минимальный элемент пространственной формы, описывающей образ.
5. Класс пространственной формы. (CShape). Класс, описывающий образ объектов.
6. Класс множества объектов пространственной формы (CShapeSet). Описывает множество объектов пространственной формы (множество детекторов, множество кандидатов, обучающую выборку) и операции над ними.

Таблица 1

Используемые условные обозначения

Обозначение	Описание
	Показывает, что Class1 является контейнером для объектов Class2 и Class3. Цифра в левой части прямоугольника показывает, какое количество экземпляров объектов соответствующего класса может содержать контейнер. Знак «+» говорит о том, что должен содержаться как минимум один экземпляр

7. Класс алгоритма отрицательного отбора (CNSAlgorithm). Класс включающий в себя основные и вспомогательные объекты модели и обеспечивающий функционирование отрицательного отбора.
8. Класс с правилами совпадений (CMatchingRule). Класс содержащий в себе набор различных правил для сравнения образов (пространственных форм).
9. Класс внутреннего преобразования данных (CDataDriver). Класс предназначен для ввода/вывода данных (класс-интерфейс).

Пример диаграммы взаимного включения основных объектов для построения алгоритма отрицательного отбора показан на рисунке 2.

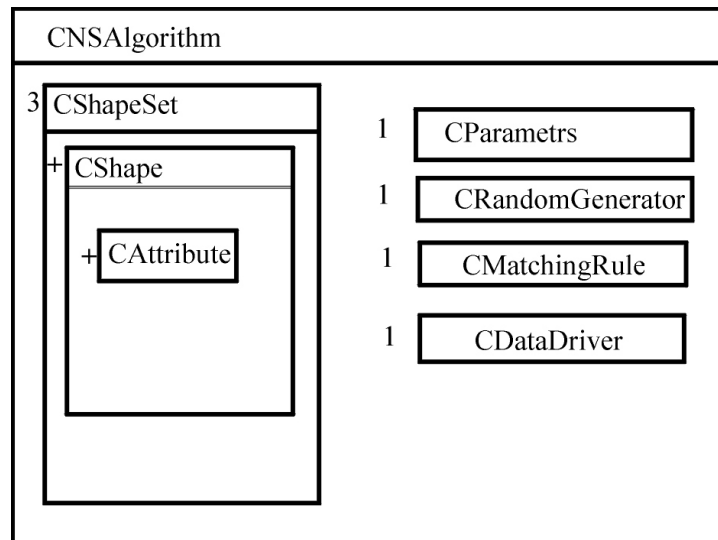


Рисунок 2 – Диаграмма взаимного включения объектов

Для дальнейшего анализа используемого алгоритма, а также для выражения поведения отдельных классов и их возможного взаимодействия (рис. 5), были разработаны диаграммы состояний в режиме обучения (рис. 3) и в режиме распознавания (рис. 4).

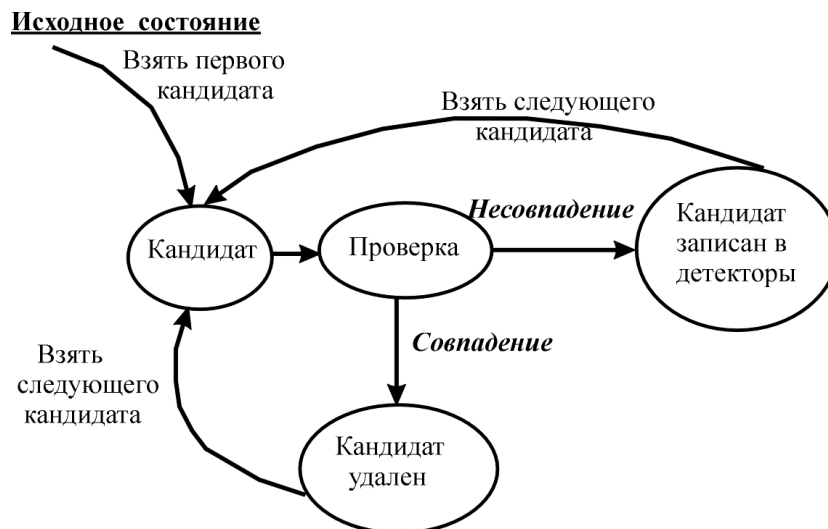


Рисунок 3 – Диаграмма состояний в режиме обучения

В соответствии с представленной диаграммой состояния системы в режиме обучения, предполагается, что в исходном состоянии предполагается, что обучающая выборка уже загружена и множество кандидатов-детекторов создано в соответствии с параметрами алгоритма. Вводится первый кандидат. Осуществляется его проверка в соответствии с правилом совпадения с обучающей выборкой. В случае хотя бы одного совпадения система переходит в состояние удаления кандидата и возвращается к состоянию оценки нового кандидата. В случае несовпадения кандидата с обучающей выборкой

система переходит в состояние записи кандидата в множество детекторов и также возвращается к проверке следующего кандидата. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет исчерпано все множество кандидатов.

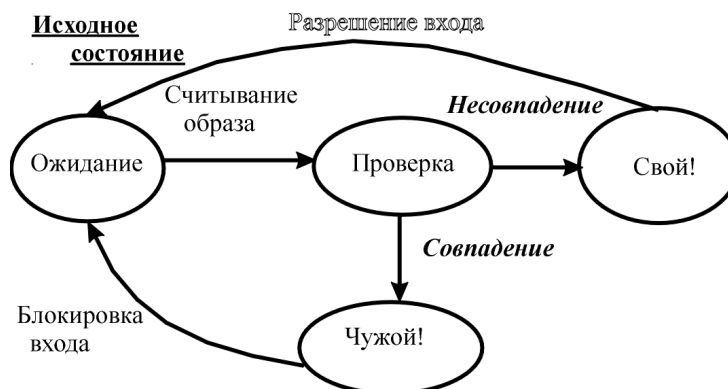


Рисунок 4 – Диаграмма состояний системы в режиме распознавания

В исходном состоянии предполагается, что множество детекторов уже сформировано. Находясь в состоянии ожидания система готова к считыванию входного образа. Если данное событие произошло, осуществляется проверка входного образа с множеством детекторов сформированным на этапе обучения. Если обнаружено совпадение входного образа хотя бы с одним элементом множества детекторов. Формируется состояние “чужой” и система блокирует вход. Иначе вход разрешается, и система переходит в состояние ожидания.

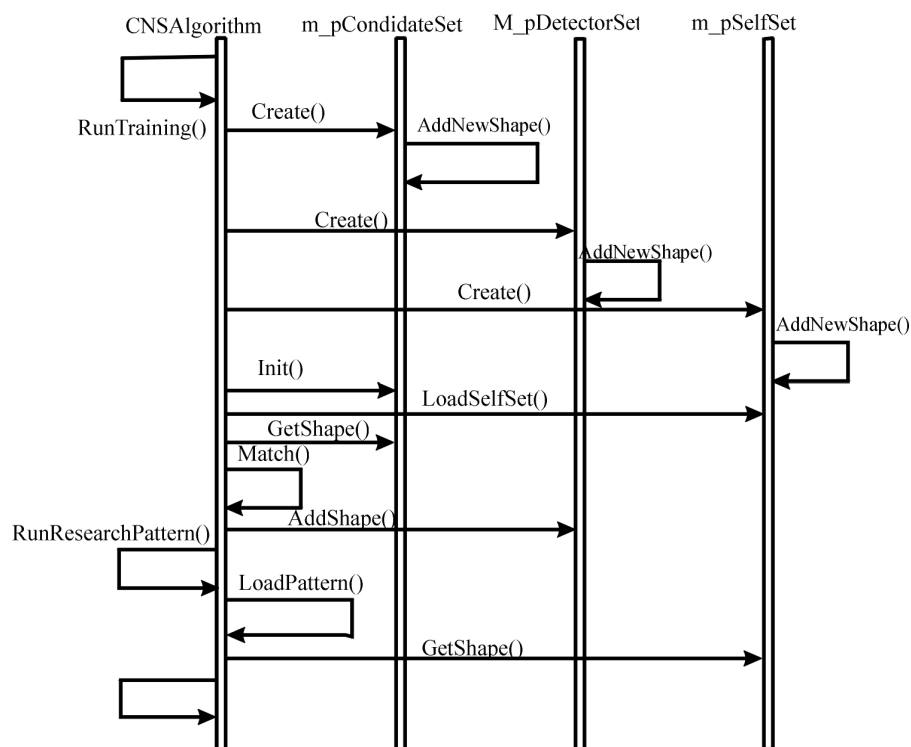


Рисунок 5 – Диаграмма взаимодействия основных объектов

В таблице 2 представлены результаты оценки работы трех различных систем обнаружения компьютерных атак. В первой колонке таблицы отображен тип оцениваемой системы: экспертная система (ЭС), нейросетевая система (НС), искусственная иммунная система (ИИС). Вторая колонка содержит количество атак, обнаруженных каждой системой и, через слеш, общее количество атак, которые эта система должна была обнаружить на основе входных данных. Информация, содержащаяся в остальных колонках таблицы, характеризует точность данных, идентифицирующих обнаруженные атаки.

В третьей колонке содержится процент обнаруженных атак, в которых был правильно определен тип атаки.

Выводы

Следующая колонка отображает процент обнаруженных атак, в которых были правильно определены атакуемые порты, и последняя колонка содержит процент обнаруженных атак, в которых были правильно идентифицированы IP-адреса атакующих.

Таблица 2

Результаты оценки работы систем обнаружения удаленных атак

	Обнаруженные атаки/ Общее число атак	Правильно определенный тип атаки	Правильно определенные атакуемые порты	Правильно определенные адреса источника атаки
ЭС	45/100	77%	54%	80%
НС	83/170	94%	71%	69%
ИИС	85/170	100%	63%	90%

Как видно из таблицы, результаты проведенных экспериментов, затрагивающие обнаружение атак разных классов, показывают о высокой эффективности и перспективности применения искусственных иммунных систем. Использование данных технологий позволит создать системы обнаружения атак более высокого уровня, чем существующие.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Forrest. A. S. Perelson, L. Allen, and R. Cherukuri. Self-Nonself Discrimination in a Computer. In Proceedings of IEEE Symposium on Research in Security and Privacy, pages 202~212, Oakland, May 16-18 1994.
2. Литвиненко В.И. Классифицирующая система на основе механизмов отрицательного отбора.// Материалы III Міжнародної науково-практичної конференції “ДИНАМІКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2004” С.34-36
3. Литвиненко В.И. Разработка и применение искусственных иммунных систем// Третя міжнародна науково-практична конференція МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ (MIZIS-2005), ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ, Дніпропетровськ, 16-18 листопада 2005 р. с.105.
4. P. D'haeseleer, S. Forrest, and P. Helman. An immunological approach to change detection: algorithms, analysis, and implications. In Proceedings of IEEE Symposium on Research in Security and Privacy, Oakland, CA, May 1996. pp.110-119.
5. S. Forrest. A. S. Perelson, L. Allen, and R. Cherukuri. Self-Nonself Discrimination in a Computer. In Proceedings of IEEE Symposium on Research in Security and Privacy, pages 202~212, Oakland, May 16-18 1994.
6. M. Ayara, J. Timmis, R. de Lemos. L. de Castro and R. Duncan, Negative Selection: How to Generate Detectors, 1st ICARIS, 2002
7. Fabio Gonzalez, Dipankar Dasgupta, An Immunogenetic Approach to Intrusion Detection, GECCO, 2002
8. Fabio Gonzalez, Dipankar Dasgupta. and Luis Fernando Nino, A Randomized Real-Value Negative Selection Algorithm, ICARIS-2003.
9. J. Kim and P. J. Bentley, Toward an artificial immune system system for network intrusion detection: An investigation of dynamic Clonal selection, in Proceedings of the 2002 Congress on Evolutionary Computation CEC2002. Honolulu. 2002
10. S. Hofmeyr and S. Forrest, Architecture for an artificial immune system, Evolutionary Computation, vol. 8, no. 4, pp. 443-473. 2000

11. Кеннеди Дж. Нейросетевые технологии в диагностике аномальной сетевой активности. – /
<http://www.beda.stup.ae.ru/lib/neuro/id/neuronet.htm>
12. Литвиненко В.И. Иммунный классификатор для решения задач бинарной классификации (Теоретические основы) Системные технологии 2006 г № 1 (42) с. 114-130
13. Литвиненко В.И. Иммунный классификатор для решения задач бинарной классификации (Практическая реализация) Системные технологии 2006 г № 5 (46) с. 113-126
14. Грицик В.В., Литвиненко В.И., Цмоць І.Г., Стех С.М. Теоретичні і прикладні проблеми застосування штучних імунних систем// Інформаційні технології і системи. –2003 –Т.6.-№1-2, с.7-45.
15. Литвиненко В.И. Бидюк П.И. Фефелов А.А., Баклан И.В. Программная реализация алгоритма отрицательного отбора для решения задач классификации //Тези доповідей Всеукраїнської конференції МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ, Дніпропетровськ, 17-19 листопада 2003 р. с.10
16. Гамаюнов Д.Ю., Качалин А.И. Обнаружение атак на основе анализа переходов состояний распределенной системы // Искусственный интеллект. 2004. № 2, С.49-53.
17. Промежуточный научно-технический отчет по первому этапу НИР «Невод». – М.: ф-т ВМК МГУ, 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛ ОТТЕНКОВ БАЗОВЫХ ЦВЕТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БИНАРИЗАЦИИ

1. Постановка задачи

Целью данной работы является анализ алгоритма пороговой бинаризации сложного изображения, исследование его особенностей и преимуществ по сравнению с альтернативными способами бинаризации. Под сложным изображением будем понимать изображение в оттенках серого с низким уровнем контраста, с яркостной неравномерностью фона, присутствием шума. Так, например, результаты обработки изображения спортсмена предполагают облегчить работу судей, сделать процесс судейства автоматизированным, избавиться от доли субъективности, которая присутствует при судействе.

При оценивании выступлений спортсменов в художественной гимнастике судьи принимают решение о получаемой оценке на основе правильности выполненного элемента. Примером может быть элемент, который называется «прыжок шагом». Элемент считается правильно выполненным, если гимнастка раскрывает ноги в воздухе в полный шпагат (угол между ногами составляет 180° или больше). В этом случае гимнастка получает 0,2 балла. Иначе, элемент считается не выполненным и оценка - 0 баллов (рис.1).

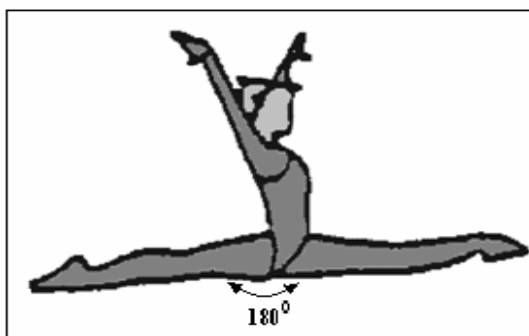


Рисунок 1 – Пример элемента, который подлежит оцениванию

Для того чтобы сделать процесс судейства автоматизированным, предлагается выполнить следующие шаги:

- бинаризация изображения - приведение к черно-белому виду или к изображению, содержащему два контрастных цвета одной цветовой шкалы

© Барковская О.Ю., Аксак Н.Г., 2006

(выполняется одновременно с разбиением изображения на два кластера, что необходимо для дальнейшего распознавания);

- скелетонизация - выделение срединных осей (остовов) на бинарном изображении, используя алгоритм морфологической скелетонизации или случайную обработку;
- распознавание. В данном случае выставление оценки за выполненный элемент.

Необходимость бинаризации заключается в том, что все методы распознавания образов будут хорошо работать лишь тогда, когда они основываются на характеристиках, которые не зависят от конкретных методов получения изображения, т.е. когда можно оценить истинные свойства объекта, например, форму.

Поэтому необходимость сведения решения задачи для цветного изображения к решению задачи для бинарного изображения становится очевидной. Наиболее целесообразно привести изображение к бинарному простыми методами, учитывая яркость/цвет пикселей [3], а далее работать с бинарным изображением. Среди методов получения бинарного изображения существует также и бинаризация на основе нейросетей. Поскольку задача бинаризации является своего рода задачей классификации и сегментации, то она без труда решается нейронными сетями. Бинаризация на основе нейронных сетей является альтернативой другим методам получения бинарного изображения.

В статье предлагается способ бинаризации, основанный на нахождении порога яркости изображения, который делит исходное изображение на 2 класса: класс «фон» и класс «основное изображение».

Предположим, что бинаризованное изображение будет состоять из точек двух типов: фоновых точек и точек интереса. Пусть 0 - фон, 1 - основное изображение.

2. Шкалы оттенков первичных и вторичных цветов

Формирование пикселя любого цвета производится согласно трехкомпонентной теории цветового деления, в основе которой лежит возможность представления цвета сложением в нужной пропорции трёх основных (первичных) цветов: красного, зеленого, синего. Именно эти три цвета выбраны за основные, так как каждый из них нельзя получить смешением двух других и смешение которых в

разных соотношениях даёт возможность получить другие цвета. При наложении попарно трех первичных цветов, образуются вторичные цвета: голубой, пурпурный, желтый. Так, например, вторичный желтый цвет образуется путем сложения первичных красного и зеленого, а синий в формировании желтого не участвует. Если объединить красный, зеленый и синий свет, то длины волн суммируются и в результате получится луч белого света. А если объединить первичный синий и вторичный желтый, то так же получится белый свет.

В современных компьютерах воспроизводится 256 (от 0 до 255) значений каждого из трех цветов, следовательно, общее количество возможных цветов на мониторе: $\sum C = 256^3 = 16700000$, где C – цвет пикселя.

Определенный цвет может быть описан значением цветности и яркости.

Положим, что пиксель исходного изображения $f(x,y)$, где x,y – координаты пикселя, обладает определенным цветом C . Составными частями цвета C являются основные цвета R, G, B со значением интенсивности составляющих $R(C), G(C), B(C)$. Тогда яркость $L(C)$ цвета C определяется по следующей формуле:

$$L(C) = n_{21}R(C) + n_{22}G(C) + n_{23}B(C), \quad (1)$$

где n_{21}, n_{22}, n_{23} – постоянные, которые определяются свойствами человеческого зрения и составляют: $n_{21} = 0,3, n_{22} = 0,59, n_{23} = 0,11$.

Значение яркости $L(C)$ лежит в диапазоне $0 \leq L(C) \leq 255$. Это вытекает из того, что переменные $R(C), G(C), B(C)$ принимают значения от 0 до 255.

2.1 Формирование шкал оттенков основных цветов

Формирование цвета в RGB-модели можно представить в виде трехмерной системы координат (рис.2) [1].

Оси координат x, y, z соответствуют интенсивности составляющих красного, зелёного и синего цветов в RGB-модели и имеют максимальное значение координат 255. Когда интенсивность всех трех составляющих равна нулю $(R,G,B)=(0,0,0)$ мы получаем чёрный цвет. Он соответствует началу системы координат. Белый цвет формируется при сложении всех цветов максимальной

интенсивности, т.е. $(R,G,B)=(255,255,255)$, что также показано на рис.2.

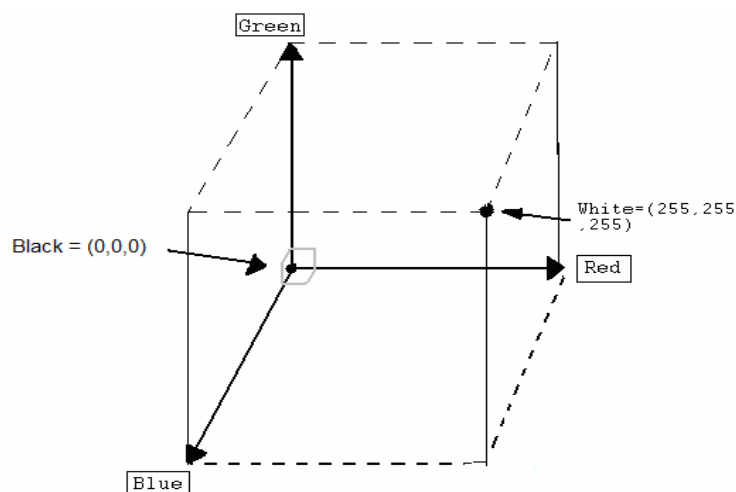


Рисунок 2 – Представление цвета в трехмерном пространстве

Для нахождения порога яркости изображения спортсменки, используемого при распознавании выполненного элемента, удобно использовать изображения в оттенках одного конкретного цвета. Наиболее часто используют шкалы оттенков первичных и вторичных цветов трехкомпонентной теории цветового деления: оттенки красного, синего, зеленого, голубого, желтого и розового. Данные цвета являются вершинами куба, описанного на рис.2. Шкала яркостей полутонового изображения в оттенках любого из указанных цветов включает в себя цвета от чёрного ($R=G=B=0$) до белого ($R=G=B=255$) с конкретным центральным цветом шкалы. Если, например, центральным цветом шкалы является красный цвет $(R,G,B)=(255,0,0)$, то данное изображение представлено в оттенках красного и т.д. Можно выделить также шкалу оттенков серого. Ей надо уделить особое внимание, поскольку серый цвет не является ни первичным, ни вторичным для RGB-модели и не является вершиной куба.

Рассмотрим диапазон цветов, которые относятся к оттенкам красного цвета. Шкала оттенков красного показана на рис.3.

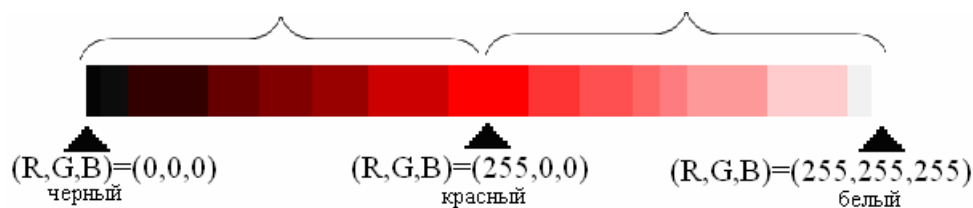


Рисунок 3 – Шкала цветов оттенков красного цвета

Очевидно, что в формировании красного цвета принимает участие лишь составляющая красного цвета, а интенсивности синего и зеленого равны нулю, т.е. $(R,G,B)=(255,0,0)$. При уменьшении яркости красного цвета, интенсивности синего и зеленого остаются равными нулю, а интенсивность красной составляющей постепенно приближается к нулю до тех пор, пока не будет достигнуто значение $(R,G,B)=(0,0,0)$. При увеличении яркости красного, интенсивность красной составляющей остаётся равной 255, а интенсивность синей и зелёной составляющих постепенно увеличиваются до значения $(R,G,B)=(255,255,255)$. Т.е. всю шкалу оттенков красного (как и шкалы оттенков остальных цветов) логически можно поделить на две равные части:

1. от черного до красного: $(0,0,0) \leq (R,G,B) \leq (255,0,0)$;
2. от красного до белого: $(255,0,0) \leq (R,G,B) \leq (255,255,255)$.

Граничным (пороговым) значением является красный цвет. При выполнении бинаризации (рассматриваются только два цвета – черный и белый) левая часть шкалы становится черной, а правая – белой (рис.4).



Рисунок 4 – Бинаризованная шкала оттенков цвета

В векторном виде это можно представить:



Рисунок 5 – Векторное представление бинаризованной шкалы

Для всех семи шкал оттенков первичных и вторичных цветов RGB-модели бинаризация выполняется по принципу, описанному выше, меняются только пороговые значения. Поскольку все первичные и вторичные цвета являются вершинами куба (рис.2), то и весь диапазон цветов, которые относятся к оттенкам конкретного цвета можно определить по этому кубу. Вернёмся к примеру с оттенками красного цвета. Всю шкалу оттенков красного можно разбить на две части: черный – красный, красный – белый. На рис.6 такое бинарное разбиение шкалы показано двумя векторами: $\vec{GA}$

и $\vec{AH}$, где начало координат (интенсивность всех составляющих минимальна) соответствует белому цвету, а вершина с координатами (255,255,255) чёрному. Все значения существующих оттенков красного, так же, как и оттенков остальных цветов, лежат на ребрах куба, которые являются векторами, описывающими шкалы оттенков.

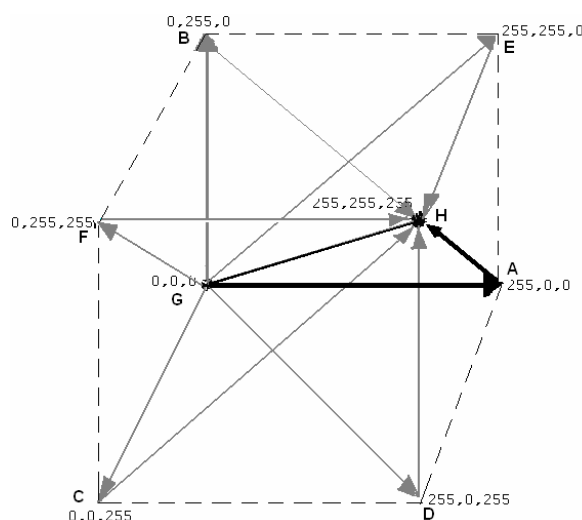


Рисунок 6 – Шкалы яркостей оттенков цветов

Наиболее удобной шкалой для выполнения бинаризации является шкала оттенков серого. Это означает, что цветовая шкала включает в себя цвета от чёрного ($R=G=B=0$) до белого ($R=G=B=255$) с центральным цветом шкалы серым ($R=G=B=128$) (рис.7). Для изображений данного типа значения всех трех составляющих равны, т.е. полученные значения яркости копируются во все три канала $R=G=B=L(C)$. Поскольку серый цвет не является вершиной куба, то весь диапазон цветов оттенков серого возможно представить лишь 1 вектором, соединяющим начало координат (черный цвет) с вершиной, соответствующей белому цвету. Все оттенки серого лежат на этом векторе. Для выполнения бинаризации выбирается порог, который лежит посередине вектора, т.е. цвет с координатами $(R,G,B)=(128,128,128)$. Бинаризованная шкала показана на рис.4.



Рисунок 7 - Шкала яркостей полутонового изображения в оттенках серого

3. Способ выполнения бинаризации на основе порога

Метод пороговой бинаризации [2] для преобразования изображения в градациях серого в черно-белое изображение базируется на получении порога яркости изображения. Под *порогом яркости* будем понимать значение, относительно которого выполняется разделение на черные и белые области изображения.

Способ бинаризации на основе порога.

1. Определение размера изображения $M \times N$ пикселей (размер пикселя компьютерного монитора колеблется от 0,2 до 0,35 мм) и вычисление общего количества пикселей;

2. Определение уровня яркости каждого пикселя исходного изображения $f(x,y)$;

3. Построение гистограммы (графика, показывающего частоту попаданий значений переменной в отдельные интервалы) по полученным значениям яркостей изображения. Гистограмма строится по следующему правилу: по оси абсцисс указывается возможный наибольший интервал изменения яркости от 0 до 255. По оси ординат указывается число пикселей K с близким значением уровня яркости f , которые попадают в интервал от $T-\Delta T$ до $T+\Delta T$, где T - предполагаемое пороговое значение.

При использовании шкалы полутонов возможно построение четырех различных гистограмм, по которым будет найден порог. Это гистограммы, построенные по трём каналам – интенсивности трёх составляющих любого цвета (красный, зеленый, синий), и по рассчитанному значению яркости пикселя. В случае изображений в оттенках красного, синего, зеленого, голубого, желтого и розового цветов все 4 гистограммы будут разными для каждого оттенка. Но, гистограммы, построенные по изображению в градациях серого, будут одинаковы, т.к. значения интенсивности каждой составляющей цвета и значение яркостей всегда одинаковы: $R=G=B=L(C)$. Таким образом, достаточно построить лишь одну гистограмму для всего изображения в градациях серого, которая будет соответствовать гистограммам по каждому каналу и по яркости, и по ней находить порог бинаризации.

Это является большим преимуществом использования оттенков серого для распознавания образов и облегчает задачу нахождения порога при бинаризации изображения;

4. На основе анализа гистограммы выбираем порог. Наиболее просто выбрать порог в случае бимодального распределения, полученного в результате качественной оценки характеристик распределения гистограммы. Если получено бимодальное распределение, т.е. имеющее 2 пика, то разделения выборки яркости пикселей на две части не составляет труда. В этом случае мы получаем единственный порог T , который разбивает значения, лежащие на оси абсцисс на два участка с наибольшей интенсивностью: $0 \leq T \leq 255$.

Этот порог не обязательно будет находиться в центре оси абсцисс. Пороговое значение яркости зависит от контрастности изображения и от того, какие оттенки преобладают - темные или светлые. Если в бинаризуемом изображении преобладают темные оттенки, то пороговое значение будет смещено от середины к 0, а в случае преобладания светлых оттенков, наоборот, к 255. Это вытекает из того, что значения уровней яркости полутонового изображения (изображение в градациях серого) распределены следующим образом: значению яркости (0,0,0) соответствует черный цвет, а значению яркости (255,255,255) белый (рис. 7).

После определения порога выполняется сравнение значения яркости каждого пикселя с пороговым значением яркости.

Бинарная классификация

- Если значение яркости бинаризуемого пикселя больше определенного порогового значения яркости T , то пиксель окрашивается в белый цвет (фон);
- Если значение яркости бинаризуемого пикселя меньше определенного порогового значения яркости T , то пиксель окрашивается в черный цвет (образ).

Математическое описание того, что яркость квантуется (принимает значения только из конечного набора величин) представляется в виде системы уравнений (2).

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } f(x, y) > T; \\ 0, & \text{если } f(x, y) \leq T, \end{cases} \quad (2)$$

где $g(x, y)$ значение элемента выходного бинаризованного (двоичного) изображения в x -столбце y -строке, которое может

принимать только 2 значения (черное и белое без промежуточных серых тонов), обычно обозначаемых как 0 и 1.

3.1 Экспериментальное подтверждение работы алгоритма бинаризации

Предположим, имеется исходное изображение, которое необходимо бинаризовать (рис.8). Бинаризацию выполним пороговым методом.

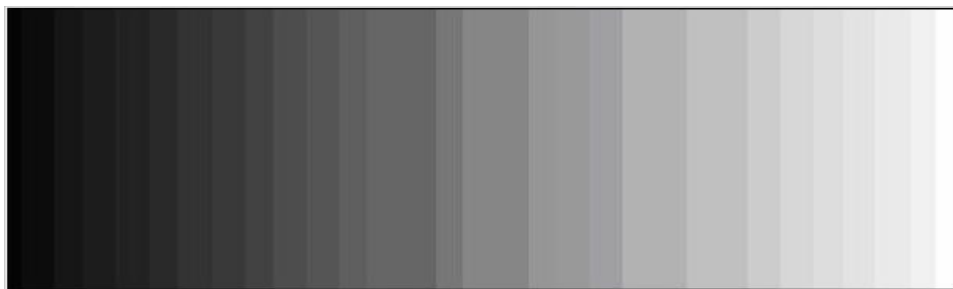


Рисунок 8 – Исходное изображение

1. Определение размера изображения $M \times N$ пикселей и вычисление общего количества пикселей:

$$M = 329 \text{ пикселей}, \quad N = 615 \text{ пикселей},$$

$$M \times N = 329 \times 615 = 202335 \text{ пикселей}.$$

2. Определение уровня яркости каждого пикселя исходного изображения $f(x,y)$.
3. Построение гистограммы по полученным значениям яркостей изображения (рис.9).

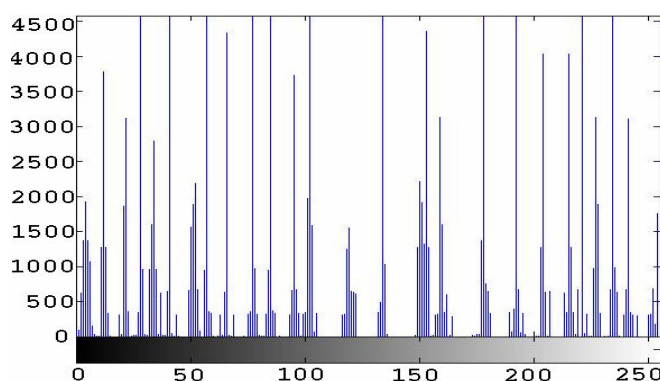


Рисунок 9 – Гистограмма уровней яркости пикселей изображения

4. На основе анализа гистограммы выбираем порог. Поскольку яркость пикселей исходного изображения распределены практически равномерно вдоль всей оси абсцисс гистограммы, то порог будет находиться посередине оси абсцисс, т.е.

$$T = 127,5.$$

Выполним сравнение значения яркости каждого пикселя с пороговым значением яркости в соответствии с системой уравнений (2) и получим бинаризованное изображение (рис.4).

Заключение

Научная новизна данной статьи заключается в том, что были показаны преимущества представления исходного изображения в градациях серого при выполнении пороговой бинаризации. Такой подход обладает рядом преимуществ перед изображениями в градациях базовых цветов RGB-модели. Была представлена возможность отображения семи шкал оттенков RGB-модели в виде шестиконечной звезды. Проведен анализ работы способа пороговой бинаризации исходного изображения, представленного в оттенках серого цвета. Работа предложенного метода даёт удовлетворительные результаты в том случае, если изображение состоит из пикселей с большой разницей уровней яркости, что позволяет получить бимодальное распределение на гистограмме, и тем самым, наиболее верно определить порог бинаризации. В случае размытых изображений с большим количеством оттенков серого, порог выбирается посередине всего интервала, на котором располагаются уровни яркости изображения.

Практическая значимость предложенного способа заключается в возможности выполнения бинаризации изображения в оттенках различных цветов (для шести базовых и серого) для решения задач обработки изображения в картографии, медицине, горнорудной промышленности, а также в спорте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. - М.: Мир, 1982.- 309с.
2. Gonzales R., Wintz P. Digital image processing. Second edition. - Addison-wesley, 1987.
3. Trier and Torfinn Taxt. TECHNICAL REPORT: Evaluation of Binarization Methods for Document Images, Oslo, 1994

О.В. Гринавцев, В.И.Литвиненко, А.А.Фефелов, В.Г.Шерстюк

МЕТОД СИНТЕЗА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИММУННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

1. Введение

Одним из недостатков деятельности областных энергопредприятий является отсутствие эффективной модели энергоснабжения потребителей [1]. Это в свою очередь не позволяет на должном уровне управлять режимами работы электростанций, а это влечет за собой, увеличение расхода топлива, рост потерь энергии. Прогнозирование режимов (нагрузки) энергопотребления играет ключевую роль в обеспечении экономной и безопасной работы электроэнергетической системы. Выполнение многих диспетчерских функций – таких, как выбор состава включенных агрегатов и назначение им заданий, координация работы гидро-, тепловых и атомных станций, оценка надежности энергосистемы в в любой момент времени, а также возможных межсистемных перетоков энергии – требует надежного предсказания нагрузки. Ошибки предсказания оборачиваются экономическими потерями. Недооценка ожидаемой нагрузки приводит к необходимости использования дорогих пиковых станций. Завышенное предсказание выливается в увеличение издержек на поддержание в рабочем состоянии излишних резервных мощностей. Эффективность мероприятий по управлению энергопотреблением, качество планирования и экономичность режимов работы энергосистемы определяется достоверностью прогноза. Повышение точности прогноза энергопотребления обеспечивает экономию энергоресурсов и увеличение прибыли энергопредприятий.

2. Анализ последних исследований

В соответствии с [2], прогнозирование нагрузки относится к такому классу задач, где зависимость между входными и выходными переменными сложна, а нахождение закономерностей в больших объемах данных требует нетривиальных алгоритмов и занимает много времени. На настоящий момент спектр методик прогнозирования

© Гринавцев О.В., Литвиненко В.И., Фефелов А.А., Шерстюк В.Г., 2006

достаточно широк. Сегодня все большее распространение получают нетрадиционные методы, связанные с использованием искусственных нейронных сетей. При решении задач прогнозирования нейронными сетями используется метод окон. Окно, представляет собой некоторое подмножество ретроспективных данных, способно перемещаться с некоторым шагом по временной последовательности исторических данных энергопотребления и формировать обучающую выборку для нейронной сети. Нейронная сеть, обучаясь на имеющихся данных, пытается извлечь закономерности и сформировать в результате требуемую функцию прогноза.

3. Постановка проблемы

По оценкам зарубежных и отечественных систематиков прогнозистики, уже насчитывается свыше 100 методов прогнозирования [3,4].

Поведение энергетических систем в условиях воздействия множества случайных возбуждений различного характера часто характеризуется возникновением нестационарных процессов в этих системах. Нестационарности сопровождаются также нелинейностями, что требует разработки и применения нестандартных подходов для моделирования и прогнозирования. Для обеспечения высокой адекватности создаваемых моделей необходим критический анализ используемых моделей. С другой стороны, улучшение качества прогнозов энергопотребления можно достичь, посредством применения методов построенных на вычислительной парадигме искусственных нейронных сетей. Однако, например, при использовании классических методов, таких как Бокса-Дженкинса (авторегрессии - скользящего среднего), фильтр Калмана и др. основные проблемы связаны с неоднородностью временных рядов, с другой стороны методы, реализованные на нейросетевом базисе связаны с неопределенностью в выборе числа слоев и количества нейронных элементов в слое, медленная сходимость градиентного метода с постоянным шагом обучения, влияние случайной инициализации весовых коэффициентов и т.д. В связи с этим основной целью в данной работе является разработка и реализация методики прогнозирования энергопотребления. Мы полагаем, что разработанная нами технология должна обеспечивать построение адекватных математических моделей процессов энергопотребления и

выбор лучшего прогноза с помощью множества статистических критериев. Для решения поставленной задачи необходимо разработать метод синтеза предиктора на основе искусственных нейронных сетей, осуществляющего предсказание электрической нагрузки по данным предварительных наблюдений. Синтезированный предиктор позволяет прогнозировать нагрузку на выбранный конечным пользователем период.

4. Методы решения

Для решения поставленной задачи нами был разработан подход, основанный на механизмах искусственной иммунной сети [5-7]. Суть метода состоит в синтезе нейроподобных структур для дальнейшего их использования как предикторов прогнозирования энергопотребления в областных энергосистемах. Искусственные нейронные сети представляют собой вычислительные устройства, которые состоят из множества простых соединенных между собой блоков (нейронов), работающих параллельно. Соединения между блоками или узлами обычно взвешиваются с помощью вещественных значений. Веса – это первичный способ обучения в нейронных сетях, и алгоритм обучения обычно используется для настройки весов. Структурно, нейронная сеть имеет три различных класса слоев: входной, скрытый и выходной. Сигнал подается на входной слой и распространяется в прямом направлении от входных нейронов через один или более скрытых слоев к выходному слою. Сигнал, приходящий в слой из других слоев, умножается на веса связей, по которым он распространяется. Весь входящий сигнал затем сводится вместе и нейрон активизируется только, если значение сигнала превысит значение пороговой величины нейрона. Таким образом, основными элементами нейронной сети являются нейроны, веса и пороговые величины. Данные элементы, содержатся в строке антитела, кодирующей нейронную сеть, которая может адаптироваться в выбранном окружении. Полученная антигенная структура может эволюционировать, используя механизмы иммунной сети и обнаруживать новые решения в виде нейронных сетей. Кроме того, по информации, предоставляемой строкой антитела, нейронная сеть может быть полностью восстановлена и пригодна для дальнейшего использования.

4.1. Иммунные принципы

Иммунную систему часто называют “вторым мозгом позвоночных животных” [6]. Она обладает всеми главными особенностями искусственного интеллекта (ИИ): памятью, способностью обучаться, умением распознавать и принимать решения как рассматривать любой чужеродный белок (антиген), даже если последний никогда не существовал прежде на Земле. Основываясь на биологических принципах иммунной системы, в настоящее время возникла быстро развивающаяся область – искусственные иммунные системы (ИИС), которые предлагают мощные и устойчивые возможности в обработке информации для решения сложных задач. Подобно искусственным нейронным сетям, ИИС могут изучать новую информацию, используя уже предварительно изученную и осуществлять распознавание образов высоко децентрализованным способом.

4.2. Иммунная инженерия

Для проектирования искусственных иммунных систем в вычислительном отношении требуется наличие, по крайней мере, следующих основных элементов:

- способ представления компонентов системы;
- процедуры адаптации, которые управляют динамикой системы, т.е. изменением ее состояния во времени.
- множество механизмов позволяющих оценить взаимодействие индивидуумов с окружающей средой и друг с другом.

Окружающая среда обычно моделируется набором входных стимулов, одной или более функций пригодности, или другим критерием. Основной структурой, для проектирования искусственных иммунных систем также является: представление, позволяющие создавать абстрактные (искусственные) модели иммунных органов, клеток и молекул; набор функций, которые называются функциями аффинности, позволяющих определять количественные взаимодействия этих “искусственных элементов”, и множество общих алгоритмов достижения цели для управления динамикой ИИС. Что касается теории иммунной сети, то ее центральной характеристикой является определение молекулярного тождества индивидуумов (внутреннего образа), которое возникает вследствие сетевой организации, сопровождаемой обучением молекулярного состава среды, в которой развивается система [7-8]. Фактически, такие

динамические структуры являются представлением определенного типа памяти, которая не локализована в памяти клеток, а распределена как структура. Сетевой подход особенно интересен для развития компьютерных инструментальных средств, потому что он потенциально обеспечивает точную учетную запись свойств на стадии становления типа обучения и памяти, самотолерантности, управления размером и разнообразием популяции клеток. В общем виде, структура большинства моделей иммунных сетей может быть представлена так:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Уровень} & & & & & & \\ \text{изменения} & = & \text{Стимуляция} & - & \text{Супрессия} & + & \text{Поступление} \\ \text{популяции} & & \text{сети} & & \text{сети} & & \text{новых} \\ & & & & & & \text{элементов} \\ & & & & & & \text{Гибель} \\ & & & & & & \text{нестимулируемых} \\ & & & & & & \text{элементов} \end{array}$$

Рисунок 1 - Обобщенная модель иммунной сети

Последний термин включает Ab-Ab распознавание и Ag-Ab возбуждение. Это позволяет создавать связанные сети, состоящие из иммунных клеток. Когда иммунная клетка распознает антиген или другую иммунную клетку она стимулируется. С другой стороны, когда иммунная клетка распознается другой иммунной клеткой, она подавляется. Сумма возбуждений и подавлений (супрессий), полученных клетками сети, плюс возбуждение распознанным антигеном соответствует S-уровню возбуждения клетки, который описывается уравнением:

$$S = N_{stim} - N_{sup} + A_{init} \quad (1)$$

N_{stim} — соответствует возбуждению сети; N_{sup} — соответствует супрессии (подавлению) сети; A_{init} — соответствует уровню возбуждения антигена.

Уровень возбуждения иммунной клетки позволяет определить вероятность ее воспроизводства и генетической изменчивости. Существует два основных вида иммунной сети: непрерывный и дискретный. Непрерывные модели иммунных сетей описываются при помощи систем дифференциальных уравнений, каждое из которых соответствует изменению численности и аффинности иммунных клеток. Дискретные иммунные сети управляются уравнениями, которые используются в итерационных процедурах адаптации, изменяя число и аффинность клеток. Обобщенный алгоритм иммунной сети представлен на рисунке 2.

4.3. Иммунные и биологические компоненты их представление и характеристика

4.3.1. Синтез аппроксимирующих конструкций при помощи иммунной сети

Стандартная иммунная сеть (ИС) оперирует строками данных и используется для решения задач классификации, распознавания и оптимизации. Каждая строка данных (антитело) представляет собой одно решение поставленной задачи. В классическом варианте задачи оптимизации сводились к поиску решений в многомерном пространстве с наперед заданной целевой функцией. Решением такой задачи является набор (картеж) переменных, подстановка которых в целевую функцию дает оптимальное значение. В иммунной сети, предназначенной для решения задач аппроксимации, антитела представляют собой не просто вектор переменных, а связанные конструкции, которые можно рассматривать как деревья аналитической зависимости или как компьютерные программы. Причем в первом случае зависимость чаще всего задается в табличной форме. Например, когда требуется свести воедино результаты серии экспериментов и получить зависимость выхода эксперимента от его входа.

- 1. Инициализация:** создание сети иммунных клеток.
- 2. Популяционный цикл:** для каждого антигена выполнить:
 - 2.1. Распознавание антигена:** определить соответствие каждой клетки сети антигену
 - 2.2. Взаимодействие сети:** определить взаимодействующие друг с другом клетки сети
 - 2.3. Метадинамика:** введение новых клеток в сеть и удаление бесполезных (основываясь на некотором критерии).
 - 2.4. Уровень возбуждения:** определить уровень возбуждения каждой клетки сети (по уравнению 1), принимая во внимание результаты, полученные на шаге 2.1, 2.2, 2.3.
 - 2.5. Динамика сети:** модернизация структуры сети согласно уровню возбуждения отдельных клеток.
- 3. Цикл:** повторять Шаг 2, до тех пор, пока не будет достигнут заданный критерий останова.

Рисунок 2 – Обобщенный алгоритм искусственной иммунной сети

Кодирование антител. Все антитела аппроксимирующей ИС представляют собой строки фиксированной длины, состоящие из символов. Символы выбираются из конечного алфавита символов, который в свою очередь состоит из двух частей: функционального алфавита и терминального алфавита. Символьная строка антитела есть не что иное, как последовательная запись древовидной структуры, отображающей математическую зависимость и использующей в качестве символов функционального алфавита знаки математических операций и функций: $\{+, -, *, \backslash, Q, S, C\}$. В данном множестве буквы Q, S и C означают соответственно операцию взятия квадратного корня, функцию синуса и косинуса. В качестве терминальных символов используются символы, обозначающие переменные-аргументы функции и специальный символ константы «?»: $\{?, a, b, c, d, \dots\}$. Дерево преобразуется в строку путем последовательной записи всех узлов и листьев, начиная с корневого узла слева направо и сверху вниз (рис. 2).

(a) $f(a, b, c, d) = (a - b) * (c + d)$

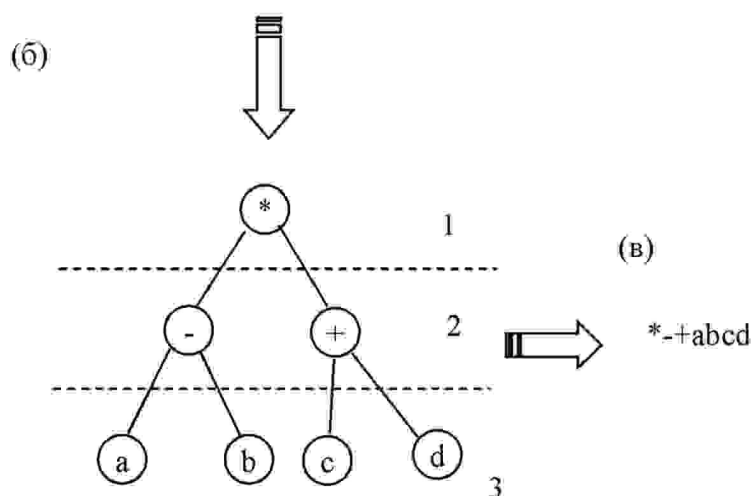


Рисунок 3 – Преобразование математической формулы в символьную строку антитела. (a) – исходная формула; (б) – дерево выражения, разделенное по уровням; (в) – последовательная запись элементов уровней в строку.

Начальная популяция антител создается случайным образом, т.е. строки символов инициализируются символами из функционального и терминального алфавита. Во избежание построения неправильных выражений строки символов делятся условно на две части: голову и хвост. Голова может содержать как терминальные, так и

функциональные символы, хвост – только терминальные символы. Идея заключается в том, чтобы избежать ситуации, синтаксически неправильного выражения, даже в том случае, когда голова полностью состоит из функциональных символов. На этой основе вычисляется общая длина антитела:

$$t = h(n - 1) + 1, \quad (2)$$

где t – общая длина индивидуума; h – длина головы; n – максимальное количество аргументов используемых в функциональном наборе. В нашем случае $n=3$.

4.3.2. Синтез нейроподобных структур при помощи иммунных сетей

Нейронная сеть со всеми ее элементами является довольно сложной структурой, которую нелегко конструировать и обучать. Некоторые исследователи применяли усложненные алгоритмы, в которых ГА использовался для настройки отдельных параметров нейронных сетей, таких как веса, структура сети или обучающий алгоритм [9,10]. Используя приведенное выше представление, можно полностью закодировать нейронные сети различных размеров и форм в линейные антитела фиксированной длины. В дальнейшем, эти сложные структуры будут полнофункциональными, т.е. они смогут адаптироваться в конкретном окружении и, будут выбираться согласно аффинности. А это значит, что популяции с данными объектами могут использоваться для исследования областей в пространстве поиска и, таким образом решать задачи в различных предметных областях. В данном случае строение нейронной сети кодируется по схожей схеме с головой и хвостом. Голова содержит специальные функции, которые в контексте нейронных сетей соответствуют скрытым и выходным нейронам (функциональные блоки) и терминальные блоки, которые представляют собой входные нейроны. Хвост содержит только терминальные блоки. Кроме головы и хвоста эти индивидуумы (антитела, представляющие собой нейронные сети или НС-антитела) содержат два дополнительных домена, D_w и D_t , кодирующих, соответственно, веса и пороговые значения. Структурно D_w следует за хвостом и имеет длину d_w , равную $h*n$, в то время как D_t имеет длину d_t , равную h . Оба домена содержат символы, представляющие веса и пороговые значения нейронной сети. Для каждого НС-антитела веса и пороговые

значения создаются в начале каждого запуска алгоритма, но их перебор гарантируется эволюционными операторами. Для этой цели оператор мутации был адаптирован таким образом, чтобы постоянно поддерживать разнообразие во множестве весов и пороговых значений. Стоит подчеркнуть, что основные генетические операторы, такие как мутация, IS и RIS транспозиция, работающие с доменами Dw и Dt, никогда не выходят за их границы и поэтому не смешивают алфавиты символов различных частей строки антителя.

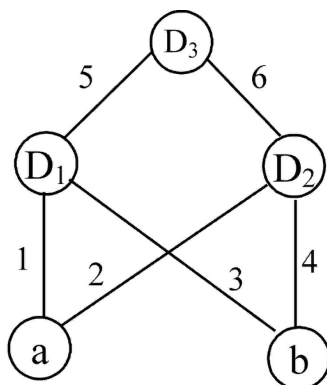


Рисунок 4 – Структура простейшей нейронной сети

Для примера рассмотрим нейронную сеть (рис. 3) с двумя входными нейронами (a и b), двумя скрытыми нейронами (D_1 и D_2), и одним выходным нейроном (D_3) (для упрощения все пороговые значения приняты равными 1 и не указаны). Данная структура может быть представлена в виде дерева (рис. 4).

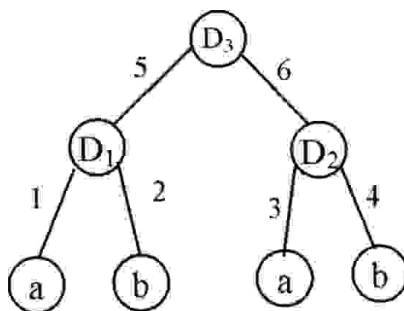


Рисунок 5 – Та же нейронная сеть, представленная в виде дерева

Узлы D_1 , D_2 и D_3 могут функционировать как обычные нейроны, реализуя активационную функцию вида: $y_{D_i} = f(w_1 a + w_2 b)$. В этой формуле w_1 и w_2 соответственно веса первого и второго потомков функционального узла. Далее мы можем представить вышеуказанное НС-дерево в виде строки следующим образом (рис. 5):

$D_3 D_1 D_2 a b a b 6 5 4 3 2 1$

Рисунок 6 – Представление нейронной сети в виде строки антителя

Часть строки, состоящая из цифр, расположенных в конце антитела используется для кодирования весов. Эти цифры означают индексы реальных значений весов в массиве весов, создающемся вначале работы алгоритма. Этот массив может выглядеть примерно так:

$$W = \{-1.14, 2.3, 0.0, 0.77, -0.9, 3.5\};$$

Во время оценки антитела в синтезированную нейронную сеть вместо индексов, подставляются реальные значения весов и порогов, взятые из соответствующих массивов. В результате получается полностью определенная нейронная сеть, качество которой определяется качеством аппроксимации табличных данных.

4.4. Структура иммунной сети, динамика и метадинамика

Иммунная сеть математически может быть представлена в виде графа, который состоит из множества узлов (клетки сети) и множества взвешенных ребер, означающих связи между клетками. Значение веса ребра соответствует силе связи клеток друг с другом (т.е. близости или степени комплементарности клеток), называемой аффинностью. В иммунных сетях различают два вида аффинности:

- аффинность связи «антиген-антитело» (**Ag-Ab affinity**) – степень различия;
- аффинность связи «антитело-антитело» (**Ab-Ab affinity**) – степень близости.

Формально алгоритм иммунной сети можно представить следующим образом:

$$immNET = (X, C, M, N_C, D, S, n, \zeta, \sigma_d, \sigma_s),$$

где

X - набор данных, состоящий из N_p векторов размерности p – популяция антигенов;

C - матрица, содержащая все клетки (антитела) сети ($C \in \mathbb{R}^{N_i \times p}$) – популяция антител;

M - матрица, состоящая из N клеток памяти ($M \subseteq C$);

N_C - общее количество клонов, создаваемых стимулируемыми клетками в каждом поколении (при активации сети);

D - матрица элементов d_{ij} **Ag-Ab** аффинностей;

S - матрица элементов s_{ij} **Ab-Ab** аффинностей;

n - количество лучших клеток, отбираемых из C для клонирования и мутации;

ζ - процент улучшенных клеток, отбираемых из популяции клонов для последующей обработки;

σ_d - пороговый коэффициент гибели или стимуляции клетки в зависимости от ее **Ag-Ab** аффинности;

σ_s - пороговый коэффициент сжатия сети;

Алгоритм работает следующим образом:

1. Случайным образом сгенерировать сеть C ;

2. Цикл для каждого поколения:

2.1. Цикл для каждого антигена x_i :

2.1.1. Вычислить **Ag-Ab** аффинность (с антигеном x_i) всех клеток сети C , занести ее в матрицу D ;

(2.1.2 – 2.1.5. - Динамика)

2.1.2. Выбрать n (или $n\%$) лучших (с максимальной **Ag-Ab** аффинностью) клеток сети;

2.1.3. Клонировать выбранные клетки. Количество клонов каждой клетки сети пропорционально ее **Ag-Ab** аффинности: выше аффинность (лучше клетка) – больше клонов;

2.1.4. Подвергнуть мутации все полученные клоны;

2.1.5. Последовательно применить IS- и RIS-транспозиции ко всем полученным клонам;

2.1.6. Вычислить **Ag-Ab** аффинность (с антигеном x_i) всех клонов (элементы d_{ij});

2.1.7. Повторно выбрать $\zeta\%$ лучших клеток (с максимальной **Ag-Ab** аффинностью к антигену x_i) из множества измененных клонов и поместить их во временную популяцию (матрицу) M_p клеток памяти;

2.1.8. Метадинамика. Удалить из популяции M_p те клетки, аффинность которых ниже порогового уровня σ_d , что приведет к уменьшению размера M_p .

2.1.9. Вычислить **Ab-Ab** аффинности полученной популяции M_p , заполнив матрицу S ;

2.1.10. Удалить из популяции M_p те клетки, аффинность которых (s_{ij}) ниже порога сжатия сети σ_s , что приведет к повторному уменьшению размера M_p (клональное сжатие); //

2.1.11. Конкатенировать исходную сеть C с популяцией M_p ($C \leftarrow [C; M_p]$);

2.2. Вычислить Ab - Ab аффинности всей вновь полученной сети C и удалить те клетки, аффинность которых (s_{ij}) ниже порога сжатия сети σ_s (сетевое сжатие);

2.3. Заменить $r\%$ худших клеток сети C новыми случайно сгенерированными клетками;

2.4. Проверить условие останова.

2.5. В зависимости от результата предыдущего шага вернуться к шагу 2.1. или перейти к шагу 3.

3. Конец.

Очевидно, что иммунная сеть изменяет свою топологию в процессе обучения в зависимости от обучающих данных. Благодаря процедуре сжатия реализуется одно очень важное свойство иммунной сети – способность к обобщению.

4.5. Применение иммунных принципов

Вычисление аффинности каждого антитела. Аффинность антитела – это скалярная величина оценки, показывающая близость результата к оптимальному значению. В зависимости от того решается ли задача максимизации или минимизации, лучшим по популяции считается антитело с самым высоким или низким значением аффинности соответственно. Аффинность антител – главный критерий отбора индивидуумов в алгоритме иммунной сети. Аффинность в рассматриваемом алгоритме иммунной сети вычисляется исходя из таблицы значений аппроксимируемой функции. Эта таблица представляет собой матрицу наборов значений аргументов исследуемой функции и соответствующих им значений самой функции (рис. 6). Во время оценки антитела символьная строка его генетического кода преобразуется в дерево нейронной сети (НС-дерево), и значения аргументов из таблицы подаются на вход этого дерева. Полученные на выходе НС значения сравниваются с соответствующими им табличными (реальными) значениями и,

исходя из степени близости значений друг к другу, строится суждение о качестве аппроксимации антителом заданной функции.

При этом аффинность антитела может быть представлена в виде

среднеквадратической ошибки $RE = \frac{\sum_{i=1}^m \left| \frac{Y' - Y}{Y} \right|}{m}$. Аффинности связей двух

антител рассчитываются исходя из значений коэффициентов линейной корреляции между двумя выходными последовательностями, получаемыми при постановке табличных значений в каждое из антител. Высокий коэффициент корреляции говорит о подобии структур и следовательно о высокой аффинности двух клеток друг к другу. Используя значения межклеточной аффинности иммунная сеть производит операцию сжатия.

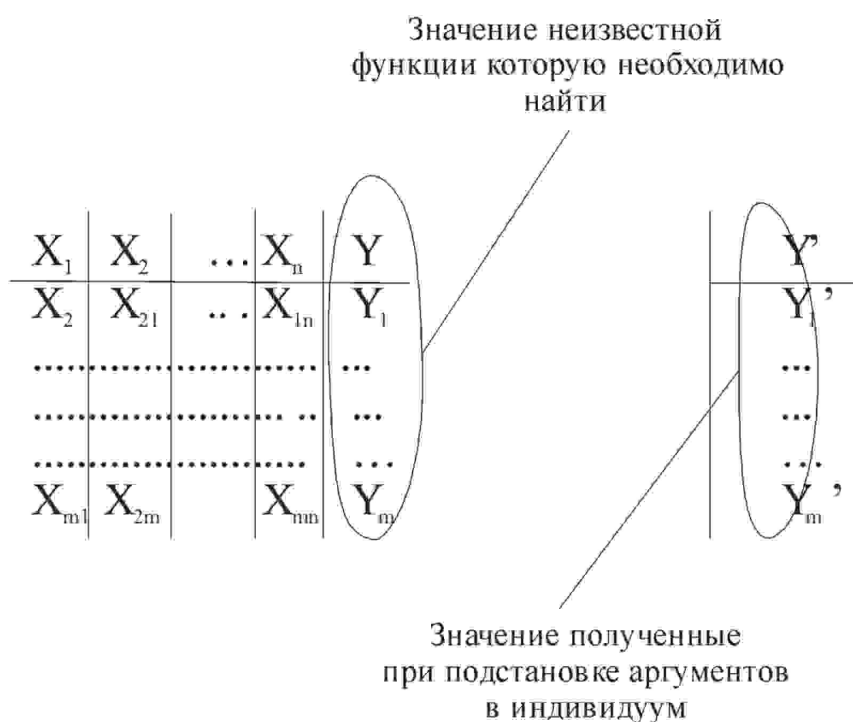


Рисунок 7 – Оценка антитела при помощи таблицы значений функции

Использование IS- и RIS-транспозиций. Транспозиция – перемещение части генетического кода определенной длины. Различают IS-транспозиции (Insertion Sequences transposition) и RIS-транспозиции (Root Insertion Sequences transposition). При IS-транспозиции цепочка символов определенной длины перемещается из любого места индивидуума в головную часть, но не в корень (рис. 7а). При RIS-транспозиции цепочка символов определенной длины во

главе с функциональным символом перемещается в начало (корень) индивидуума (рис. 76).

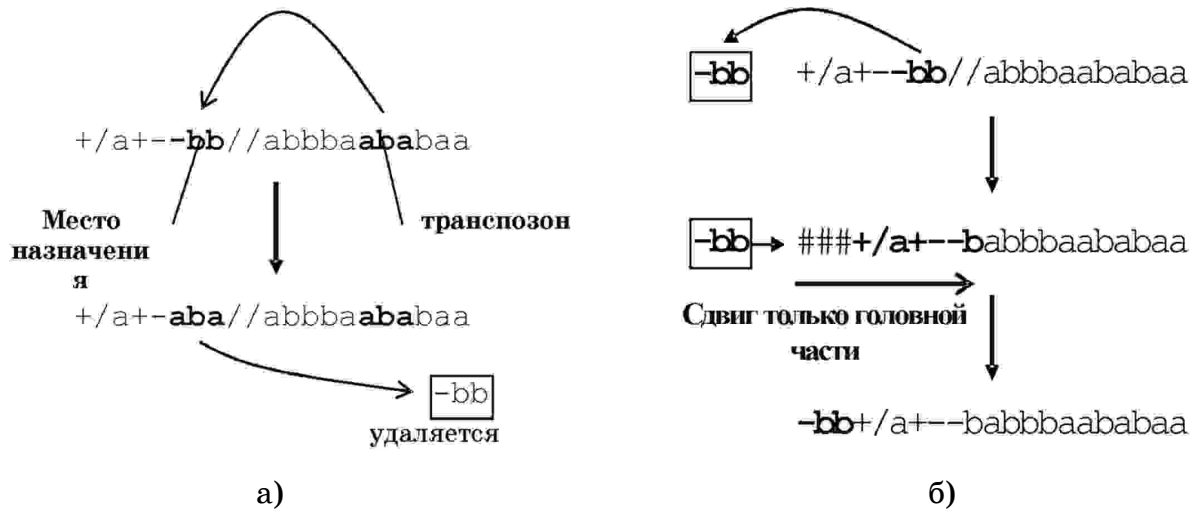


Рисунок 8 – а - IS-транспозиция; б - RIS-транспозиция

Эксперименты показывают, что транспозиции существенно улучшают эффективность работы ИИС. Решение задачи синтеза нейронных сетей требует введение специального типа транспозиции, работа которой ограничивается пределами одного домена. Тем не менее, ее механизм схож с механизмом IS-транспозиции. Оператор случайным образом выбирает антитело, домен Dw или Dt, первую позицию транспозона, длину транспозона и место назначения (но теперь место назначения уже выбирается только в пределах Dw или Dt). Затем происходит перемещение транспозона в место назначения, где он заменяет существующие там символы, которые удаляются.

Использование прямой мутации весов и пороговых значений. Несмотря на то, что транспозиции действуют как операторы перемешивания существующих значений весов и порогов, они неспособны изменить сами значения в наборе. Для этого используется специальный оператор, называемый прямой мутацией весов и порогов, который случайным образом выбирает значение из набора и заменяет его новым вещественным числом. Например, массив

$$W_i = \{-1.14, 2.3, 0.0, 0.77, -0.9, 3.5\},$$

кодирующий веса i -го антитела, был изменен при помощи прямой мутации в позиции 4, т.е. число 0.77 было заменено новым случайным числом 3.79. При этом новый массив будет выглядеть так:

$$W_i = \{-1.14, 2.3, 0.0, 3.79, -0.9, 3.5\}.$$

Эффект от таких изменений может быть весьма разнообразным. Изменение может быть нейтральным, если нейтральна сама позиция. Например, для антитела:

Dababaa123456

позиция 4 является нейтральной, т.к. строка антитела декодируется в нейронную сеть вида (рис. 9), где позиция 4 является незадействованной.

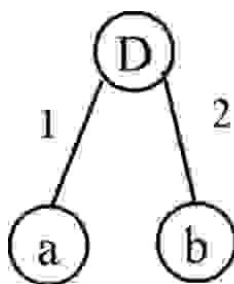


Рисунок 9 – К пояснению нейтральности позиций генетического кода антител

С другой стороны изменения могут быть весьма значительными, если измененная позиция в массиве весов задействована в строке антитела более одного раза, как в приведенном ниже примере:

D₃D₁D₂abab454324

Рисунок 10 – Представление дерева нейронной сети в виде строки

5. Результаты экспериментов

Для проверки работы предложенного алгоритма был выбран временной ряд суточного электропотребления состоящий из 365 значений соответствующих одному году наблюдений. Для обучения были выбраны первые 255 значений ряда, для тестирования – последние 110 значений. В соответствии с автокорреляционной функцией ряд был погружен в многомерное лаговое пространство размерностью 7.

График временного ряда приведен на рис 11. Для настройки иммунной сети использовались следующие параметры (Табл.1). Популяция клеток памяти представляет собой группу нейронных сетей, полученную в результате работы иммунной сети. Каждая отдельно взятая из этих нейронных сетей можно рассматривать как отдельного эксперта. Исходя из тех соображений, что полученные в виде клеток памяти нейронные сети в общем случае имеют разную структуру и настройки весов, можно сделать вывод, что их

предсказания даже при обучении на одной и той же тренировочной выборке будут различными. Поэтому, наиболее целесообразным, в данном случае, является использование метода комитетов нейронных сетей [11].

Таблица 1

Параметры настройки иммунной сети

<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Длина головы антитела	10
Количество генов в антителе	5
Начальный размер иммунной сети	50
Размер популяции клеток памяти (количество получаемых нейронных сетей)	10
Максимальное количество поколений работы иммунной сети	100
Размер массива весов	30
Левая граница констант в массиве весов	-2.0
Правая граница констант в массиве весов	+ 2.0
Точность представления констант	0.001
Коэффициент отбора лучших клеток сети для последующего клонирования	0.3
Коэффициент отбора лучших клеток уже клонированной сети после мутации и транспозиции	0.5
Коэффициент замещения худших клеток сети в конце поколения	0.4
Коэффициент интенсивности клонирования клеток сети	0.2
Порог подавления измененных клонов, чья аффинность к антигену оказалась ниже порогового значения	0.01
Порог сжатия сети.	0.5
Вероятность мутации	0.8
Интенсивность мутации внутри антитела	5
Вероятность IS-транспозиции	0.3
Минимальное количество точек IS-транспозиции	3
Максимальное количество точек IS-транспозиции	9
Вероятность RIS-транспозиции	0.3
Минимальное количество точек RIS-транспозиции	3
Максимальное количество точек RIS-транспозиции	9

В соответствии с [11] легко показать, что среднее значений комитета, будет давать лучшие предсказания, чем отдельный эксперт.

Для повышения достоверности результатов, было осуществлено по 100 прогонов программы. Результаты предсказаний отдельных экспертов приведены в виде графика на рисунке 12.



Рисунок 11 – График суточного потребления электроэнергии

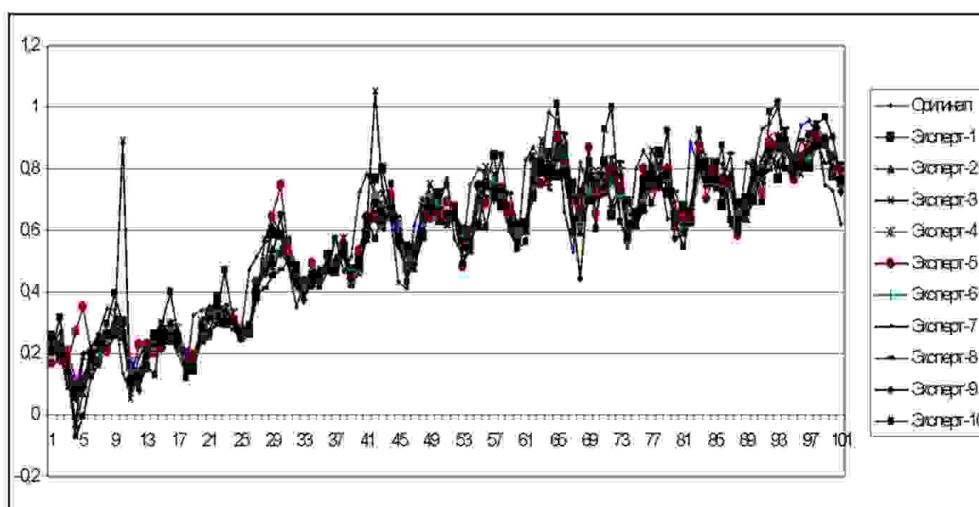


Рисунок 12 – Результаты предсказаний комитетом из 10 экспертов (нейронных сетей).

График среднего прогноза комитета сетей и исходного временного ряда приведен на рисунке 13.

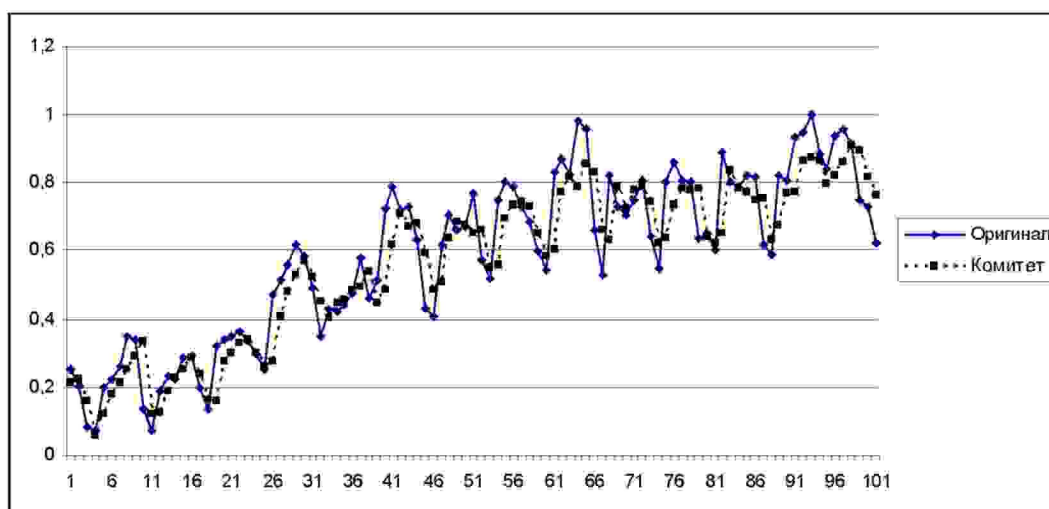


Рисунок 13 – График среднего прогноза комитета сетей

6. Выводы

В работе предложен комбинированный подход синтеза нейронных сетей персептронного типа с помощью гибридного алгоритма искусственной иммунной сети. Описаны иммунные механизмы синтеза ансамбля нейронных сетей с гетерогенной топологией и параметрами настройки. Для повышения качества прогноза предложено использовать такие методы принятия решения как метод комитетов, что значительно повысило устойчивость получаемых результатов.

Проведенные эксперименты показали, что предложенный метод улучшает качество прогнозирования нагрузки и повышает доверие к полученным прогнозам, что в свою очередь позволяет увеличить экономический эффект при производстве и потреблении электроэнергии. Предложенный метод прогноза энергопотребления повышает совершенство моделей прогноза, заключающееся в возможности использования разнообразных входных переменных, при этом функция зависимости выходных параметров модели от выходных переменных может быть сколько угодно сложной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бэнн Д.В., Фармер Е.Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.
2. Меламед М.А. Современные методы анализа и прогнозирования режимов электропотребления в электроэнергетических системах //

- Итоги науки и техники. Серия Энергетические системы и их автоматизация. 1988,. Т.4.с.4-111.
3. Р.Б.Испариллов, Г.С. Хронусов и др. Краткосрочное прогнозирование расхода электроэнергии и заявляемой мощности промышленных предприятий. Свердловск, 1984.–66 с.
4. Э.Е.Тихонов, В.А.Кузьмищев Методы и алгоритмы прогнозирования экономических показателей на базе нейронных сетей и модулярной арифметикм: монография.– Невинномысск: Издательство НИЭУП, 2004.– 166 с.
5. Leandro N. de Castro and Jonathan Timmis. Artificial Immune System: A New Computational Intelligence Approach, Springer-Verlag, 2002, 357 p.
6. Литвиненко В.И., Фефелов А.А., Горавский С.П. Объектно-ориентированная реализация алгоритма клональной селекции // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління/ Запоріжжя, 2003 (9). – с.81-88.
7. Грицик В.В., Литвиненко В.І., Цмоць І.Г., Стех С.М. Теоретичні і прикладні проблеми застосування штучних імунних систем// Інформаційні технології і системи. –2003 –Т.6.-№1-2, с.7-45.
8. В.І. Литвиненко Вирішення задач класифікації з використанням механізмів ідіотипичної мережі//Наукові праці: науково-методичний журнал. Т.57. Вип.44. Комп'ютерні технології.– Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могили, 2006. с.136-146.
9. Shaffer J.D., Whitley L., Eshelman J., Combinations of Genetic Algorithms and Neural Networks: A Survey of the State of the Art, Proceedings of International Workshop on Combinations of Genetic Algorithms and Neural Networks, COGANN-92, 1992/
10. Whitley D., Applying genetic algorithms to neural network learning, Proceedings of the Seventh Conference of the Society of Artificial Intelligence and Simulation of Behavior, Sussex, England, Pitman Publishing, 1989, pp.137-144
11. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его приложения в экономике и бизнесе.–М.: Изд-во МИФИ,1998. –224 с.

В.В. Грицик, М.А. Назаркевич

АЛГОРИТМ ТАБУЛЮВАННЯ АТЕВ-ФУНКЦІЙ**Вступ**

В найрізноманітніших розділах механіки, фізики і техніки має місце розробка нових методів дослідження коливальних систем з нелінійним характером, які описуються теорією диференціальних рівнянь.

Одним з актуальних напрямків дослідження в теорії нелінійних диференціальних рівнянь є теорія Атеб-функцій. Розглядаємо коливну систему з нелінійним характером у якій шукані величини змінюються в часі по несинусоїдальному неперіодичному закону. В таких випадках для дослідження процесів, що протікають у коливальній системі здійснюють розклад таких функцій.

Нехай коливальна система з одним ступенем вільності описується диференціальним рівнянням у вигляді

$$\ddot{x} + c^2 \cdot x^v = \varepsilon \cdot F(x, \dot{x}, \varepsilon) \quad (1)$$

де ε малий додатній параметр, постійна $c^2 > 0$, показник степені

$$v = \frac{2v'_1 + 1}{2v''_1 + 1}, \quad (v'_1, v''_1, v'_2, v''_2 = 0, 1, 2, \dots), \quad (2)$$

а $F(x, \dot{x}, \varepsilon)$ - неперервна функція відносно своїх змінних $x, \dot{x}$ і параметра ε . Причому

$$F(x, \dot{x}, \varepsilon) = F_1(x, \dot{x}) + \varepsilon \cdot F_2(x, \dot{x}) + \varepsilon^2 \cdot F_3(x, \dot{x}, \varepsilon) + \dots$$

Рішення рівняння такого типу розглядалися у роботах [1,2]. У даному випадку рівняння розв'язуємо з використанням аперіодичних Атеб-функцій.

Застосування математичного апарату Атеб-функцій для дослідження коливальних систем з нелінійним характером

Розв'язок рівняння (1) запишеться через Атеб-функції, які є оберненням неповних Beta-функцій, яка представляється у вигляді

$$B(p, l) = \int_0^{0 < t < 1} t^{p-1} (1-t)^{l-1} dt$$

якщо $t=1$, то неповна *Beta*-функція перетворюється в повну *Beta*-функцію [3]. Ця функція виникла як рішення задачі інтерполяції факторіальної функції.

Аперіодична Атеb-функція $v = sha(n, m, \omega)$ представляє собою обернення інтегралу

$$\frac{n+1}{2} \int_0^{0 \leq v \leq \infty} \frac{d\bar{v}}{(1 + \bar{v}^{n+1})^{\frac{m}{m+1}}} = \omega, \quad (3)$$

де ω - незалежна змінна ($-\infty \leq \omega \leq \infty$), а m і n - параметри, які визначаються формулами (2) та

$$m = \frac{2v'_2 + 1}{2v''_2 + 1}, \quad (v'_1, v''_1, v'_2, v''_2 = 0, 1, 2, \dots). \quad (4)$$

Функція $sha(n, m, \omega)$ відносно $\omega - 2\Pi'(m, n)$ - періодична, де $2\Pi' = B(\frac{1}{n+1}, \frac{m}{m+1} - \frac{1}{n+1})$ - *Beta*-функція. Величина $\Pi'(m, n)$ для всіх значень m і n , які визначаються формулами (2) та (4) скінченна і неперервна, за виключенням значень, що задовільняють нерівність

$$\frac{m}{m+1} - \frac{1}{n+1} \leq 0 \quad (5)$$

при яких $\Pi'(m, n)$ перетворюється в безмежність.

Цікавим залишається питання табулювання цих функцій. Виходячи з (3) розглянемо функцію

$$\Phi_1(w, v) = w - \frac{n+1}{2} \int_0^v \frac{d\bar{v}}{(1 + \bar{v}^{n+1})^{\frac{m}{m+1}}} \quad (6)$$

де

$$w_0 = \frac{n+1}{2} \int_0^1 \frac{d\bar{v}}{(1 + \bar{v}^{n+1})^{\frac{m}{m+1}}} \quad (7)$$

Підінтегральний вираз (6) розкладемо в степеневі ряди. Тоді функція $\Phi_1(w, v)$ матиме вигляд:

$$\Phi_1(w, v) = w - \frac{b}{2} v \left[1 - \frac{a}{1!(b+1)} v^b + \frac{a(a+1)}{2!(2b+1)} v^{2b} + \dots + (-1)^k \frac{a(a+1)\dots(a+k-1)}{k!(kb+1)} v^{kb} + \dots \right], \quad (8)$$

де

$$a = \frac{m}{m+1}, \quad b = n+1, \quad c = m+1, \quad d = \frac{n}{n+1},$$

$$\bar{w} = w_0 + \frac{c}{2^{\frac{c(d+1)-1}{c}}} \left[\frac{1}{cd-1} + \frac{d}{1!2[c(d+1)-1]} + \dots + \frac{d(d+1)}{2!2^2[c(d+2)-1]} + \dots + \frac{d(d+1)\dots(d+k-1)}{k!2^k[c(d+k)-1]} + \dots \right] \quad (9)$$

Розклади в ряди (8) справедливі для всіх m і n , що мають вигляд (4) припускаючи, що (5) є нерівність. Ліва частина (5) не може бути цілим числом. Звідси випливає в розкладах (8) інших нулів в знаменнику немає.

Ряд (8) збігається рівномірно в інтервалах $0 \leq v \leq 1$ [2].

Тепер для кожного фіксованого значення w із інтервалу $0 \leq w \leq \omega_0$ шукаємо нулі функції $\Phi_1(w, v)$, тобто визначаємо $v = sha(n, m, w)$.

Алгоритм табулювання аперіодичної Ateb-функції $v = sha(n, m, \omega)$

На початку оголошуємо змінні та присвоюємо значення константам. Задаємо точність для обчислення повної Beta-функції. Оголошуємо змінні циклів. Наступним кроком в алгоритмі є модуль створення текстового файлу і запису числових даних, обчислених у програмному пакеті. Обраховуємо сталі значення для $v = sha(n, m, \omega)$, до них відноситься інтеграл повної Beta-функції, величини a , b , c , d згідно формули (9) та ряд w , який визначається з (8) для повної Beta-функції. Обчислення проводиться з точністю $\varepsilon = 10^{-15}$. Наступний етап - основний розрахунок. Його блок-схема показана на рис. 1. У ньому $F1(w, v)$ обчислення ряду (9), y_{tosh} - задання точності обчислень, y_{step} - задання кроку пошуку неявно заданої функції, $w3$, $F1$ - шукані корені.

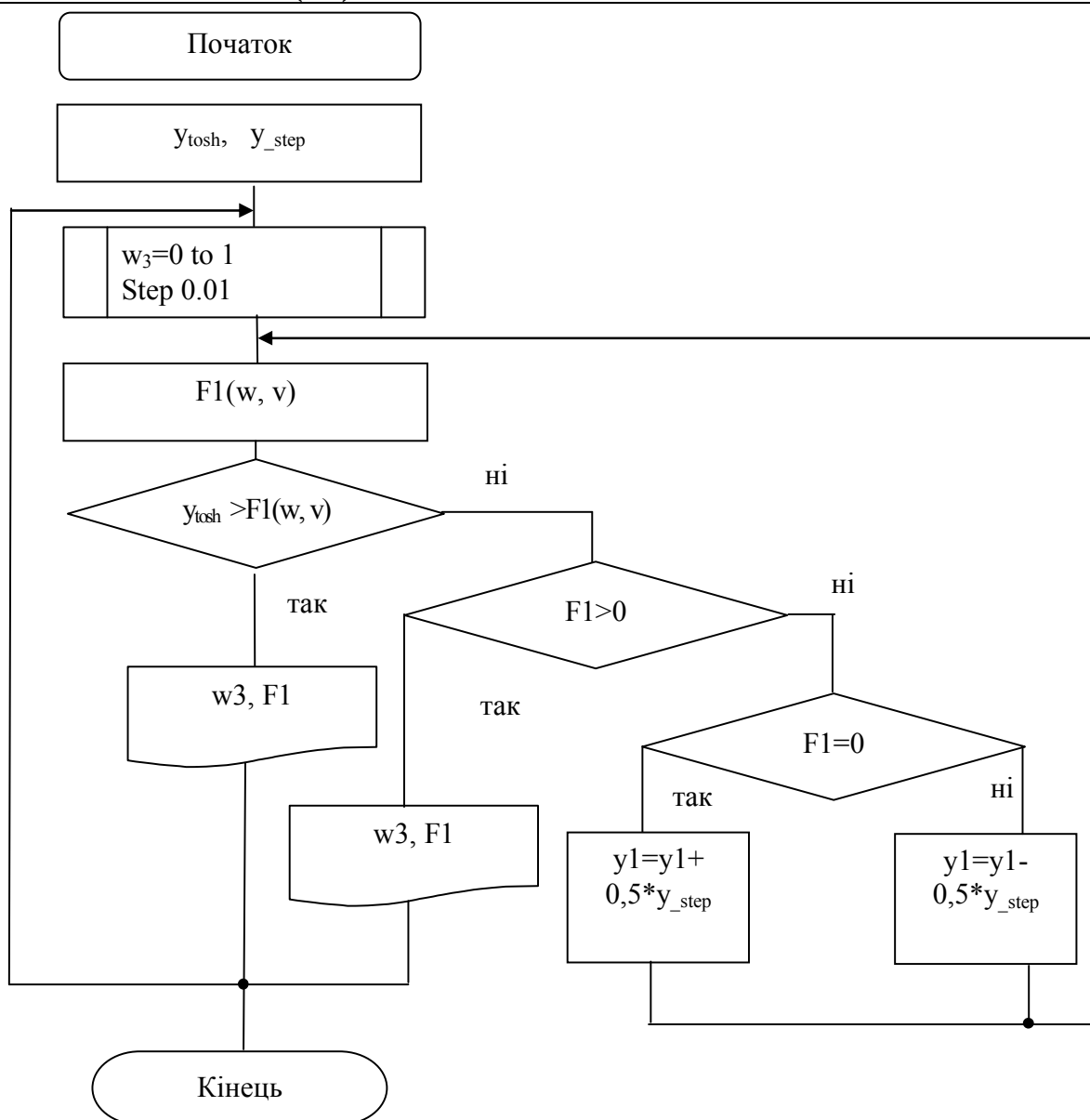


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму основного розрахунку табулювання аперіодичної Ateb-функції

Результати табулювання

Результати табулювання функції $v = sha(n, m, \omega)$ приведені в таблиці 1, а нижче побудовані їх графіки (рис.2).

Таблиця 1

Результати табулювання аперіодичної Ateb-функції $v = sha(n, m, \omega)$.

w	n=0.166 m=1	n=0,2 m=1	n=0,6 m=1	n=0,833 m=1
0,01	1,72E-02	1,67E-02	1,25E-02	1,09E-02
0,02	3,44E-02	3,35E-02	2,50E-02	2,18E-02
0,03	5,18E-02	0,0503125	3,75E-02	3,27E-02
0,04	6,93E-02	6,73E-02	5,01E-02	4,37E-02
0,05	8,68E-02	0,0842945	6,26E-02	5,46E-02

w	n=0.166 m=1	n=0,2 m=1	n=0,6 m=1	n=0,833 m=1
0,06	0,10453	0,1014355	7,52E-02	6,55E-02
0,07	0,122337	0,118682	8,78E-02	7,65E-02
0,08	0,140264	0,1360375	0,1004835	8,74E-02
0,09	0,158314	0,1535045	0,113157	9,84E-02
0,1	0,176491	0,171086	0,1258645	0,109423
0,11	0,194797	0,188785	0,1386075	0,120435
0,12	0,213232	0,206603	0,151389	0,1314655
0,13	0,231801	0,224543	0,1642105	0,1425165
0,14	0,250504	0,2426065	0,1770745	0,1535885
0,15	0,269343	0,2607955	0,1899825	0,164684
0,16	0,28832	0,279112	0,202937	0,1758035
0,17	0,307436	0,297558	0,215939	0,1869485
0,18	0,326694	0,316135	0,2289915	0,1981205
0,19	0,346095	0,3348445	0,242095	0,209321
0,2	0,365641	0,353689	0,2552525	0,220551
0,21	0,385333	0,3726695	0,2684645	0,2318115
0,22	0,405172	0,391788	0,2817335	0,243105
0,23	0,425162	0,411046	0,295061	0,2544315
0,24	0,445304	0,430446	0,3084485	0,2657935
0,25	0,4656	0,44999	0,321898	0,277191
0,26	0,486053	0,46968	0,3354105	0,2886265
0,27	0,506666	0,489518	0,348988	0,3001005
0,28	0,527442	0,5095075	0,362632	0,3116145
0,29	0,548384	0,529652	0,3763445	0,32317
0,3	0,569499	0,549954	0,390126	0,3347675
0,31	0,59079	0,5704185	0,403979	0,3464095
0,32	0,612265	0,59105	0,417905	0,358096
0,33	0,633931	0,611855	0,431905	0,3698295
0,34	0,655798	0,63284	0,4459805	0,38161
0,35	0,677875	0,654013	0,4601335	0,39344
0,36	0,700177	0,675384	0,474366	0,4053195
0,37	0,72272	0,696965	0,4886785	0,417251
0,38	0,745522	0,71877	0,5030735	0,429235
0,39	0,768608	0,7408155	0,5175525	0,441273
0,4	0,792004	0,7631225	0,5321165	0,453366
0,41	0,815748	0,785716	0,5467685	0,465516
0,42	0,83988	0,808626	0,56151	0,4777235
0,43	0,864456	0,8318905	0,5763425	0,4899905
0,44	0,889541	0,8555555	0,5912685	0,502318
0,45	0,915224	0,879679	0,6062905	0,514707
0,46	0,941615	0,9043345	0,621411	0,5271595
0,47	0,968865	0,9296165	0,6366325	0,539676
0,48	0,997177	0,95565	0,6519585	0,552259
0,49	1,026843	0,9826025	0,6673925	0,5649095
0,5	1,058303	1,0107085	0,6829385	0,5776285
0,51	1,092267	1,0403105	0,6986005	0,5904185
0,52	1,130035	1,071941	0,714385	0,6032805
0,53	1,174503	1,1065095	0,730297	0,6162165
0,54	1,236163	1,1458175	0,746344	0,6292285
0,55		1,1946395	0,7625345	0,642318
0,56			0,778878	0,6554875
0,57			0,7953865	0,668739
0,58			0,8120745	0,682076

w	n=0.166 m=1	n=0,2 m=1	n=0,6 m=1	n=0,833 m=1
0,59			0,8289575	0,6955005
0,6			0,846057	0,7090155
0,61			0,8633975	0,7226255
0,62			0,881009	0,736334
0,63			0,89893	0,750146
0,64			0,9172075	0,7640665
0,65			0,935903	0,778102
0,66			0,955096	0,7922605
0,67			0,9748915	0,8065495
0,68			0,9954355	0,8209805
0,69			1,0169365	0,8355645
0,7			1,0397085	0,850317
0,71			1,0642655	0,8652555
0,72			1,0915535	0,880401
0,73			1,1237195	0,8957805
0,74			1,168963	0,9114265
0,75				0,9273805
0,76				0,9436955
0,77				0,96044
0,78				0,977706
0,79				0,99562
0,8				1,014364
0,81				1,034213
0,82				1,055618
0,83				1,0794145
0,84				1,1075205
0,85				1,147546

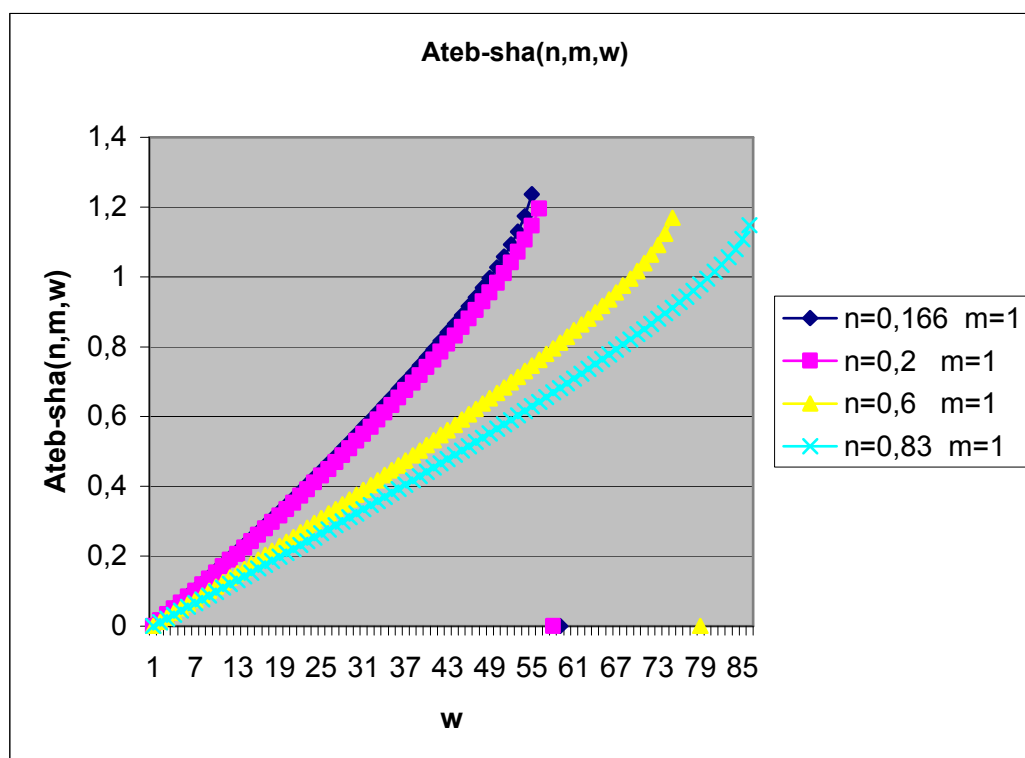


Рисунок 2 – Графіки табулювання функції $v = sha(n, m, \omega)$ за допомогою розробленого алгоритму

Висновки

Показано, що періодичні Ateb-функції, їх математичні властивості і числові значення дають можливість вирішувати нелінійні диференційні рівняння, які описують коливальні процеси для автономних і неавтономних систем рівнянь. Гіперболічні (аперіодичні) Ateb-функції використовуються при побудові рішень неколивних процесів [9].

Для моделювання складних коливних процесів з істотною нелінійністю пропонується використовувати математичний апарат Ateb-функцій, який дозволяє описати дані процеси з підвищеною точністю без апроксимацій чи будь-яких наближень[2]. Крім того, математичний апарат Ateb-функцій є функціонально повним, зручним для опису, і легко адаптованим до зміни параметрів і процесів. Такий математичний апарат дозволяє проводити моделювання періодичних і неперіодичних процесів та враховувати характеристики матеріалу у динамічних системах. Він забезпечує отримання точного розв'язку в автономних нелінійних системах диференційних рівнянь другого порядку. Апарат Ateb-функцій є ефективним при дослідженні динаміки росту і затухання випадкових вібрацій у нелінійних системах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боголюбов Н. Н., Митропольский Ю. А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 503 с.
2. Возний А.М. Застосування Ateb-функцій для побудови розв'язку одного класу істотно нелінійних диференціальних рівнянь. – Доп. АН УРСР. Сер. А, 1970, № 9, с. 971-974.
3. Сеник П. М. Обращение неполной Beta – функции. – Укр. мат. журн. 1969, т. 21, № 3, с. 325-333.
4. Грицик В.В., Назаркевич М.А. Дослідження періодичних Ateb – функцій у математичному моделюванні. Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій, 18 – 21 травня 2005. Євпаторія. – С.142 - 145.
5. M.Nazarkevich Research of numeral transformations of Ateb-functions in the mathematical design //IV Sympozjum modelowanie i symulacja komputerowa w technice. Wyzsza szkola informatyki.- Lodz 2005. – С. 161 – 163.

В.В. Грицик, Ю.В. Опотьяк, І.Г. Цмоць

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Вступ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій обробки сигналів характеризується розширенням галузей застосування, в значній частині з яких вимагається опрацювання за складними алгоритмами у реальному часі різних за інтенсивністю надходження потоків даних на апаратних засобах, що задовольняють обмеженням щодо габаритів, енергоспоживання, вартості та часу розробки. Створення таких апаратних засобів вимагає широкого використання сучасної елементної бази (напівзамовних і замовних НВІС, однокристальних процесорів цифрової обробки сигналів (ЦОС)) та розробки нових методів, алгоритмів і НВІС-структур для реалізації алгоритмів цифрової обробки сигналів.

Режим реального часу при обробці інтенсивних потоків даних за складними алгоритмами забезпечується розпаралелюванням та конвеєризацією процесів обчислень. У апаратних паралельно-конвеєрних засобах інформаційних технологій обробки сигналів у реальному часі висока ефективність використання обладнання досягається узгодженням їх обчислювальної здатності з інтенсивністю надходження даних. Побудову таких засобів можна здійснювати так:

- на основі універсальних і програмованих процесорів ЦОС шляхом розробки спеціалізованого програмного забезпечення;
- обчислювального ядра, орієнтованого на задачі обробки сигналів, доповненого базовими апаратно-програмними компонентами, які реалізують основні алгоритми інформаційних технологій ЦОС;
- у вигляді спеціалізованої алгоритмічної системи, архітектура та організація обчислювального процесу в якій відображає структуру алгоритму розв'язання задачі.

Перший варіант є доступним для широкого кола користувачів.

© Грицик В.В., Опотьяк Ю.В., Цмоць І.Г., 2006

Істотною його перевагою є можливість використання раніше розроблених програм. Його недоліками є невисока швидкодія, функціональна і структурна надлишковість комп'ютерних засобів.

Другий варіант є перспективним, оскільки він передбачає поєднання універсальних і спеціальних засобів. Таке поєднання забезпечує високу ефективність використання обладнання при створенні систем для опрацювання у реальному часі потоків даних за алгоритмами, які є нерегулярними з великою кількістю логічних операцій. При цьому розробка апаратних засобів з заданими технічними параметрами зводиться до доповнення обчислювального ядра додатковими апаратно-програмними компонентами.

Третій варіант орієнтований на обробку у реальному часі інтенсивних потоків даних за складними алгоритмами. При цьому висока ефективність використання обладнання досягається узгодженням обчислювальної здатності апаратних засобів з інтенсивністю надходження потоків даних. Використання для побудови апаратних засобів обчислювальних полів на основі ПЛІС з динамічним репрограмуванням відкриває нові можливості, які пов'язані з оперативним переналаштуванням ПЛІС на реалізацію конкретного алгоритму.

Другий і третій варіанти передбачають розробку апаратно-програмних компонентів для синтезу інформаційних технологій обробки сигналів у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває проблема розроблення апаратних засобів, архітектура яких легко адаптується до вимог конкретних застосувань, забезпечує високу ефективність використання обладнання та орієнтована на узгоджено-паралельну обробку сигналів у реальному часі [1].

Інтегрований підхід до задачі синтезу апаратних засобів.

Пропонується створення високоефективних апаратних засобів інформаційних технологій обробки сигналів у реальному часі здійснювати на основі інтегрованого підходу, який ґрунтується на можливостях сучасної елементної бази та охоплює методи, алгоритми паралельних обчислень, архітектури апаратних засобів, враховує вимоги конкретних застосувань і інтенсивності надходження даних.

При цьому задача синтезу апаратних засобів ОС узгоджено-паралельної обробки сигналів у реальному часі зводиться до формування множин вимог $\mathbf{R}=\{R_1, R_2, \dots, R_k\}$, характеристик $\mathbf{H}=\{H_1, H_2, \dots, H_m\}$ і обмежень $\mathbf{B}=\{B_1, B_2, \dots, B_k\}$ та знаходження такого вектора $\mathbf{H}^*=[H_1^*, H_2^*, \dots, H_m^*]$, $H_i^*=f_i(R, H, B)$, $i=1, \dots, m$, який забезпечить максимальне значення ефективності використання обладнання $E=\max f(R, H^*, B)$.

Множину вимог $\mathbf{R}$ складає: R_1 - кількість каналів надходження даних m_d ; R_2 - розрядність каналів надходження даних n_d ; R_3 - частота надходження даних F_d ; R_4 - швидкодія елементної бази, яка визначається часом затримки вентиля t_b ; R_5 - кількість елементів (слів) вхідного масиву N ; R_6 - розрядність вхідного слова n . Множину характеристик $\mathbf{H}$ становлять: H_1 - загальна кількість зв'язків Z ; H_2 - просторова зв'язкова віддаль Δj ; H_3 - конвеєрний такт t_k ; H_4 - витрати обладнання W ; H_5 - кількість типів функціональних вузлів s ; H_6 - кількість каналів введення m_{bv} ; H_7 - розрядність каналів введення n_{bv} ; H_8 - кількість виводів інтерфейсу зв'язку Y . Обмеження $\mathbf{B}$, які необхідно враховувати при синтезі апаратних засобів реального часу, є наступними: B_1 - точність обчислення, яка визначається розрядністю результату n_p ; B_2 - час обчислення $T_{обч}$, повинен бути $T_{обч} \leq T_{обм}$, де $T_{обч} = \frac{t_k N n}{m_{бв} n_{бв}}$, $T_{обм}$ - час обміну, який визначається так

$$T_{обм} = \frac{N n}{F_d m_d n_d}.$$

Для вибору варіанту апаратного засобу реального часу використовується критерій ефективності використання обладнання E , який враховує кількість виводів інтерфейсу, однорідність структури, кількість і локальність зв'язків, зв'язує продуктивність з витратами обладнання та дає оцінку елементам (вентиліям) компонента за продуктивністю [2]. Кількісна величина ефективності використання обладнання для такого апаратного засобу визначається наступним чином:

$$E = \frac{m_k n_k}{t_k N n (k_1 \sum_{i=1}^s W_{\phi Y_i} d_i + k_2 Q + k_3 Y)}$$

де $W_{\Phi y_i}$ - витрати обладнання у вентилях на реалізацію i -о функціонального вузла, d_i - кількість функціональних вузлів i -о типу, k_1 - коефіцієнт врахування однорідності $k_1=f(s)$, k_2 - коефіцієнт врахування регулярності зв'язків $k_2=f(\Delta j)$, k_3 - коефіцієнт врахування кількості виводів інтерфейсу зв'язку $k_3=f(Y)$.

Конвеєрний такт t_k визначається за формулою $t_k = \sum_j^l \max t_g$, де l - кількість послідовно з'єднаних вентилів у найповільнішій сходинці конвеєра, а Δj - як різниця просторових індексів.

Етапи синтезу апаратних засобів

Синтез апаратних засобів складається із наступних етапів: вибору та розробки методів і алгоритмів узгоджено-паралельної обробки, визначення основних параметрів та переходу від алгоритму до структури [3].

При виборі та розробці методів і алгоритмів узгоджено-паралельної обробки враховуються вимоги **Р** і характеристики **Н**, але визначальним є забезпечення обмежень **В**. Для оцінки розроблених алгоритмів використовуються характеристики: інформаційні, операційні та точності. До інформаційних характеристик відносяться: кількість констант, вхідних, вихідних і проміжних даних, кількість каналів і їх розрядність, кількість і види операцій. Операційні характеристики дозволяють оцінити час реалізації та обчислювальну здатність. До характеристик точності алгоритму відносяться: розрядність операційних пристроїв, способи округлення. У інформаційних технологіях узгоджено-паралельної обробки сигналів у реальному часі необхідно забезпечити взаємозв'язок і узгодження параметрів апаратних засобів. Для апаратних засобів реального часу одним із найважливіших параметрів є узгодженість інтенсивності надходження даних із обчислювальною інтенсивністю на всіх етапах обробки.

До основних параметрів оцінки апаратних засобів реального часу, крім витрат обладнання, швидкодії, ефективності використання обладнання пропонується використовувати обчислювальну здатність. Для асинхронних (однотактних) апаратних засобів, обробка даних в яких здійснюється без проміжних запам'ятовувань, обчислювальна здатність визначається так:

$$D_o = \frac{m_o n_o}{\sum_{j=1}^h \max_k t_{BO_k}},$$

де m_o – кількість каналів надходження даних; n_o – розрядність каналів; h – кількість послідовно з'єднаних операційних блоків, t_{OB_k} – час реалізації операційними блоками найскладніших функціональних операторів Φ_{jk} . Кожна однотактна структура є послідовною з точки зору реалізації функціональних операторів Φ_{jk} . Це є причиною обмеженої швидкодії та неефективного використання обладнання при обробці інтенсивних потоків даних у реальному часі. Тому для обробки потоків даних доцільно використовувати синхронні структури з конвеєрною реалізацією графів алгоритмів, в яких здійснюється суміщення у часі виконання функціональних операторів алгоритму над різними даними. Конвеєризація структур апаратних засобів передбачає розділення їх на сходинки шляхом введення буферної пам'яті. При цьому, кожна сходинка конвеєра складається з двох компонентів: буферної пам'яті та операційних пристроїв, які реалізують функціональні оператори ярусу. Для забезпечення високої швидкодії та ефективності використання обладнання функціональні оператори, які реалізуються у сходинках конвеєра, мають бути простими та мати приблизно однаковий час реалізації. Однотактні алгоритмічні пристрої можна розглядати як одноступінчатий конвеєр. У зв'язку з цим актуальним є розгляд питань пов'язаних із синтезом конвеєрних структур апаратних засобів реального часу з високою ефективністю використання обладнання.

У конвеєрних апаратних засобах обчислювальна здатність визначається так:

$$D_k = \frac{m_k n_k}{t_{БП} + t_{ОБ}},$$

де $t_{БП}$ – час звертання до буферної пам'яті, $t_{ОБ}$ – час обчислення операційним блоком найскладнішого функціонального оператора Φ_{jk} , m_k – кількість каналів надходження даних у сходинках конвеєра, n_k – розрядність каналів надходження даних у сходинках конвеєра.

Метод просторово-часового відображення обчислювальних алгоритмів у узгоджено-паралельні структури

В апаратних засобах реального часу висока ефективність використання обладнання досягається мінімізацією витрат обладнання при забезпеченні реального часу. Перехід від алгоритму розв'язання задачі в реальному часі до структури апаратних засобів формально зводиться до мінімізації витрат обладнання

$$W_{OC} = W_{III} + W_{II} + W_{IIV} + \sum_{i=1}^k W_{IIE_i} m_i,$$

де W_{OC} , W_{IIV} , W_{III} , W_{II} , W_{IIE} - витрати обладнання відповідно на обчислювальні засоби, пристрої управління, інтерфейсні пристрої, пам'ять, k - кількість типів процесорних елементів, i -ий процесорний елемент, m_i - кількість процесорних елементів i -о типу, при забезпеченні такої умови:

$$\frac{Nn}{F_d m_d n_d} \geq \frac{t_k Nn}{m_{es} n_{es}}. \quad (1)$$

Основними шляхами мінімізації витрат обладнання при розробці пристроїв та систем реального часу є:

- врахування величини зміни елементів даних;
- вибір ефективних методів і алгоритмів реалізації функціональних операторів;
- зменшення розрядності операційних пристроїв, пам'яті, кількості і розрядності каналів передачі даних;
- узгодження інтенсивності надходження даних із обчислювальною здатністю апаратних засобів.

Для переходу від алгоритму до структури апаратних засобів реального часу необхідно розробити узгоджений потоковий граф [3-8]. Цей процес розробки можна розбити на наступні чотири етапи:

- декомпозиція алгоритму розв'язання задачі;
- проектування комунікацій (обмінів даними) між функціональними операторами;
- укрупнення функціональних операторів;
- планування обчислень.

На етапі декомпозиції алгоритм розв'язання задачі Φ розбивається на функціональні оператори Φ_i , між якими

установлюються зв'язки, що відповідають даному алгоритму. Чим більшу ступінь деталізації алгоритму отримуємо у результаті декомпозиції, тим гнучкішим буде алгоритм і тим легше можна здійснити адаптацію його до виконання умови (1). Декомпозицію можна здійснювати за методом декомпозиції даних або функціональної декомпозиції. Використання методу функціональної декомпозиції дозволяє отримати просторово-часове відображення структури алгоритму на рівні операцій Φ_i , які використовуються при НВІС-реалізаціях. При використанні методу декомпозиції даних спочатку сегментуються дані, а потім алгоритми обробки. Вибір методу декомпозиції залежить як від структури даних, так і від алгоритму розв'язання задачі. На практиці для синтезу високоефективних алгоритмічних структур реального часу використовується метод функціональної декомпозиції, при якому алгоритм Φ розбивається на операції Φ_i , кожна із яких може бути реалізована операційними блоками певного рівня ієрархії. Час і спосіб виконання операції Φ_i операційним блоком є одними із основних параметрів при визначенні конвеєрного такту роботи T_k і розрядності каналів надходження даних p_k для алгоритмічних структур реального часу. Результатом першого етапу розробки є граф схема алгоритму, де функціональні оператори Φ_i мають приблизно однаковий час виконання, а їх складність визначається засобами реалізації.

На етапі проектування комунікацій для конвеєрної алгоритмічної реалізації алгоритму необхідно визначити структуру каналів обміну даними між функціональними операторами Φ_i . Для чого виконується перехід від граф-схеми алгоритму до потокового графу, в якому здійснюється просторово-часове розміщення і закріплення функціональних операторів Φ_i за ярусами. Структура зв'язків у потоковому графі між функціональними операторами Φ_{jk} сусідніх ярусів визначає кількість каналів надходження даних m_j і структуру з'єднань між операційними блоками при апаратній реалізації алгоритму. У більшості алгоритмів цифрової обробки сигналів передача даних між ярусами виконується методами досконалого тасування або обмінної перестановки.

За результатами перших двох етапів розробки отримуємо потоковий граф, який дозволяє оцінити обчислювальну здатність D_k

алгоритмічних апаратних засобів. Вихідними даними для визначення обчислювальної здатності D_k є m_k - кількість каналів надходження даних, n_k - розрядність даних, складність функціональних операторів Φ_i , особливості і швидкодія елементної бази. Використовувана елементна база і її швидкодія є визначальними для оцінки такту роботи T_k апаратних засобів. Для оцінки узгодженості інтенсивності надходження даних P_d із обчислювальною здатністю D_k вводиться коефіцієнт узгодженості, який визначається так:

$$R = \frac{D_k}{P_d}.$$

Узгодження обчислювальної здатності D_k апаратних засобів із інтенсивністю надходження даних P_d досягається шляхом зміни тривалості такту T_k або кількості m_k і розрядності n_k каналів надходження даних у потоковому графі. При розробці узгодженого потокового графу алгоритму для реалізації апаратних засобів з високою ефективністю використання обладнання необхідно у першу чергу максимального використати особливості та швидкодію елементної бази, тобто визначити складність функціональних операторів Φ_i і мінімізувати тривалість такту T_k . У другу чергу, змінювати кількість m_k і розрядність n_k каналів у потоковому графі, яка напряму зв'язана з використовуваною елементною базою. Зміна параметрів потокового графу алгоритму має забезпечити узгодження обчислювальної здатності D_k апаратних засобів із інтенсивністю надходження даних P_d .

У випадку коли $R=1$, то розроблений узгоджений потоковий граф забезпечує отримання узгоджено-паралельної структури пристрою реального часу з високою ефективністю використання обладнання.

Якщо $R<1$, то для забезпечення обробки потоків даних у реальному часі необхідне збільшення обчислювальної здатності D_k , яке може бути досягнуте збільшенням кількості каналів m_k , їх розрядності n_k або зменшенням такту конвеєра T_k , що досягається зменшенням складності функціональних операторів Φ_i . У випадку коли зміною перерахованих параметрів не вдається досягнути необхідної обчислювальної здатності D_k , то тоді використовується паралельне включення алгоритмічних апаратних засобів, кількість яких визначається виразом:

$$h = \lceil 1/R \rceil$$

де $\lceil \rceil$ - знак округлення до більшого цілого.

У випадку коли $R > 1$, то для забезпечення високої ефективності використання обладнання необхідно переходити до третього етапу розробки – укрупнення функціональних операторів Φ_{jk} . На цьому етапі здійснюється об'єднання функціональних операторів Φ_{jk} і каналів передачі даних у ярусах потокового графа, або об'єднання функціональних операторів сусідніх ярусів. Граф алгоритму, який отримаємо у результаті такого об'єднання будемо називати узгодженим потоковим графом. Коефіцієнт об'єднання v визначається так:

$$v \leq \lfloor D_k/P_d \rfloor,$$

де $\lfloor \rfloor$ - знак округлення до меншого цілого. При об'єднанні функціональних операторів v сусідніх ярусів утворюється один ярус функціональних макрооператорів, у якому за v ітерацій виконується обчислення таких функціональних макрооператорів V . Обчислення у середині ярусу здійснюється із тактом T_k , який визначається складністю функціональних операторів Φ_{jk} а між ярусами з макротактом $T_{mk} = vT_k$. Об'єднання функціональних операторів сусідніх ярусів приводить до зменшення у v разів кількості ярусів. Таке об'єднання доцільно здійснювати коли яруси потокового графа є однотипними. Інше укрупнення здійснюють шляхом об'єднання функціональних операторів і каналів передачі даних у межах ярусу. Для випадку коли $v \geq L$ укрупнення здійснюють шляхом лінійної проекції, при якій всі функціональні оператори ярусу потокового графу відображаються у один функціональний макрооператор, а канали передачі даних – у оператор затримки та перестановки даних. Для забезпечення узгодженості може використовуватися комбіноване укрупнення, яке передбачає об'єднання функціональних операторів і каналів передачі даних як у середині ярусу, так і між ярусами. На рис.1 наведений приклад узгодженого потокового графа, де ОУ – оператор управління, ЗК – оператор затримки та комутації, V – функціональний макрооператор.

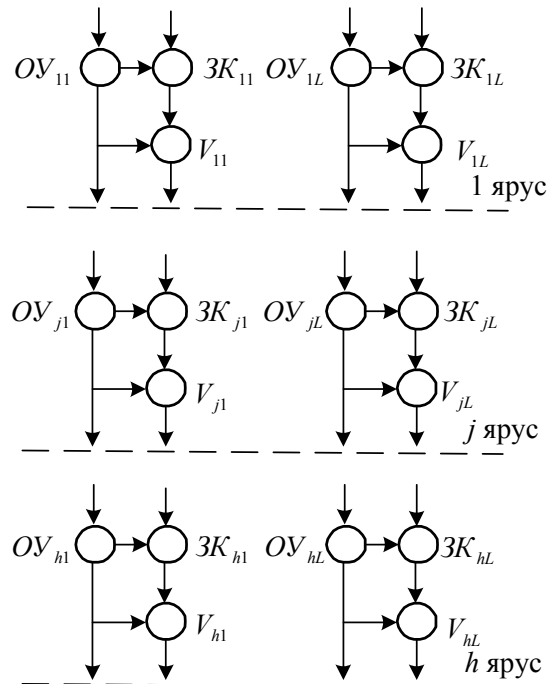


Рисунок 1 – Узгоджений потоковий граф алгоритму

Опис узгодженого потокового графу алгоритму включає дві частини – функціональну та структурну. Функціональний опис визначає операційний базис функціональних макрооператорів, а структурний – затримки, комутації даних і зв'язки між макрооператорами. Структура узгодженого потокового графу алгоритму відображається орієнтованим графом $G=\langle V, E, D(E) \rangle$, де V - функціональні макрооператори ярусу; E - орієнтовані дуги, які моделюють зв'язки між функціональними макрооператорами. Кожна дуга $e \in E$ зв'язує вихід одного функціонального макрооператора з входом другого та володіє вагою, рівною значенню затримки $D(e)$.

Етап укрупнення тісно пов'язаний з етапом планування, на якому після об'єднання функціональних операторів для збереження інформації про структуру потокового графу алгоритму здійснюється планування обчислень, визначаються величини затримок і перестановки даних. Для відтворення обчислень у кожний ярус узгодженого графу вводяться оператори управління затримки та перестановки даних.

При апаратному відображенні узгодженого потокового графу алгоритму кожному функціональному макрооператору V ставляться у відповідність багатофункціональні операційні пристрої, які забезпечують виконання операцій ярусу, операторам $ЗК$ - буферна

паралельна пам'ять, яка може забезпечити необхідну затримку та перестановку даних, а операторам ОУ - пристрої керування, які керують багатофункціональними операційними пристроями і буферною пам'яттю.

Процес розробки узгодженого потокового графа алгоритму є ітераційним, він тісно пов'язаний з покращенням характеристик алгоритму.

Висновки

1. Для вибору апаратних засобів реального часу запропоновано використовувати критерій ефективності використання обладнання, який враховує кількість виводів інтерфейсу, однорідність структури, кількість і локальність зв'язків, зв'язує продуктивність з витратами обладнання та дає оцінку елементам системи за продуктивністю.

2. Основними шляхами підвищення ефективності використання обладнання у системах обробки сигналів у реальному часі є: врахування величини зміни значень даних; вибір ефективних методів і алгоритмів реалізації апаратних засобів; зменшення розрядності операційних пристроїв, пам'яті, кількості і розрядності каналів передачі даних; узгодження інтенсивності надходження даних із обчислювальною здатністю апаратних засобів на всіх рівнях.

3. Визначено, що узгодження інтенсивності надходження даних із обчислювальною здатністю апаратних засобів реального часу може здійснюватися шляхом зміни тривалості конвеєрного такту, кількості і розрядності каналів надходження даних.

4. Основними етапами синтезу апаратних засобів є: вибір та розробка методів і алгоритмів узгоджено-паралельної обробки; визначення основних параметрів апаратних засобів; перехід від алгоритму до узгодженої-паралельної структури.

5. Для переходу від алгоритму до структури апаратних засобів систем реального часу використовується узгоджений потоковий граф, основними етапами формування якого є: декомпозиція алгоритму розв'язання задачі; проектування комунікацій (обмінів даними) між функціональними операторами; укрупнення функціональних операторів; планування обчислень.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.В. Грицик, Ю.В. Опомяк, І.Г. Цмоць. Базові компоненти інтелектуальних систем введення, обробки класифікації та розпізнавання зображень у реальному часі. Науково-технічний журнал “Інформаційні технології і системи”. Том 8, №1, Львів 2005, с.104-113.
2. Цмоць І.Г. Принципи розробки і оцінка основних характеристик високопродуктивних процесорів на надвеликих інтегральних схемах. Вісник ДУ “Львівська політехніка” “Комп’ютерна інженерія та інформаційні технології” № 349. Львів, 1998.-с.5-11.
3. Цмоць І.Г. Інформаційні технології та спеціалізовані засоби обробки сигналів і зображень у реальному часі. – Львів: УАД, 2005.- 227с.
4. Параллельная обработка информации: в 5т./ АН УССР. Физ-мех. ин-т. - Киев: Наукова думка, 1984.- т5: Проблемно-ориентированные и специализированные средства обработки информации / А.И. Аксенов, В.В. Аристов, Е.Ю. Барзилович и др.; Под ред. Б.Н. Малиновского и Грицика В. В. –1990.-504с.
5. Грушицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608с.
6. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.-608с.
7. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных систем. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 400с.
8. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. - СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 1104с.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ І УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ В ЗАДАНОМУ ПОЛІ УВАГИ.

Вступ

Важливу роль в практичних застосуваннях мають перетворення зображень в заданому полі уваги, які відповідають певному представленню об'єктів. Такими об'єктами можуть бути представлені як біологічні структури, клітини, так і різні технічні об'єкти, наприклад, космічні системи. Особливо важливі представлення різних технічних системах, природніх та ін. У ряді випадків необхідно здійснювати розпізнавання та цільове управління складними процесами, перетворення і обробки зображень. В основу управління складними процесами покладено створення інформаційно-аналітичних систем розпізнавання руху об'єктів в полі уваги. В результаті розпізнавання і сприйняття руху об'єктів отримуємо ряд важливих інформаційних ознак, які характеризують процес зміни об'єкта, процес руху і тип руху, швидкість напрямку та ін. В загальному випадку інформаційно-аналітичну систему для управління складними процесами, перетворень зображень в полі уваги $IAC \rightarrow \{O, P, Z, R, K, U\}$, О- об'єкт, П- перетворення, З- зображення, Р- розпізнавання, К – класифікація, У – управління. Зображення можна представити у вигляді:

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & a_{nn} \end{matrix},$$

де $a_{ij} \in A = \{0, 1, 2, \dots, m-1\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$

Зображення може розглядатись на фоні завад або інших зображень. Представлення зображень на полі уваги можуть бути на фоні інших зображень. У цьому випадку говоримо про різні моделі представлення і сприйняття зображень. За певний час і можливе певне переміщення(рух) зображень в полі уваги. Задача полягає у

дослідженні, представленні і сприйняття зображень, які розглядаються у зміні (русі) для систем керування, створення інформаційно-аналітичної системи.

Прості моделі сприйняття зображень у полі уваги

Нижче представимо прості моделі представлення і сприйняття зображення об'єктів заданому в полі уваги.

Модель1. Розглянемо випадок коли об'єкт (зображення), що рухається накладається на фонове зображення (об'єкт „над фоном”). Фонове зображення відповідає у такому вигляді:

$$|\Phi| = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{vmatrix},$$

1. Модель $\oplus_1$

$$a_{ij} \oplus_1 b_{ij} = a_{ij}(b)$$

де $\oplus_1$ - оператор накладання, $i, j = \overline{1, n}$, $b_{ij} \in A$

$$0 \oplus_1 b_{ij} = b_{ij}$$

Модель2. Розглянемо випадок коли об'єкт (зображення) знаходиться поза фоновим зображенням (об'єкт „поза фоном”). Маємо наступну модель

$$a_{ij} \oplus_2 b_{ij} = b_{ij}(a), \quad b_{ij} \neq 0$$

$\oplus_2$ - операція накладання

$$a_{ij} \oplus_2 0 = a_{ij} \text{ (модель 1)}$$

У випадку моделі 2 зображення об'єкту сприйняти неможливо. Фонове зображення ніби заступає зображення об'єкта.

Модель3. В умовах моделі 1 допустимо, що $a_{ij} \neq b_{ij}$ і $a_{ij} > b_{ij}$ для всіх $i, j = \overline{1, n}$. Легко переконатися, що у всіх можливих випадках моделі 3 сприйняття зображення можливо для будь-якого складного зображення фону.

Модель4. В умовах моделі 1 допустимо, що $a_{ij} \neq b_{ij}$ і $a_{ij} < b_{ij}$ для всіх $i, j = \overline{1, n}$. Для цієї моделі сприйняття зображення об'єкта можливим для будь-якого складного зображення фону.

Таким чином моделі 1-4 є базовими моделями практично вичерпують всі можливі варіанти представлення і сприйняття зображень на заданому полі уваги. Можливі моделі, які є комбінацією базових моделей представлення і сприйняття зображень на заданому полі уваги.

Інформаційно-аналитична система обробки та розпізнавання і управління складних зображень в заданому полі уваги та передачі і вірогідність інформації

Важливу роль в практичних застосувань мають перетворення зображень в заданому полі уваги, які відповідають певному представленню об'єктів. Такими об'єктами можуть бути не тільки різні технічні, а й біологічні структури, клітини та ін. Особливо важливі представлення в різних технічних системах, природних та ін. У ряді випадків необхідно здійснювати розпізнавання та цільове управління складними процесами, перетворення і обробки зображень та передачі інформації.

В основу управління складними процесами покладено створення інформаційно-аналітичної системи розпізнавання і сприйняття руху об'єктів в полі уваги. В результаті розпізнавання і сприйняття руху об'єктів утримуємо ряд важливих інформаційних ознак, які характеризують процес зміни об'єкту, процес руху: тип руху, швидкість напрямку та ін. В загальному випадку інформаційно-аналітичну систему для управління складними процесами, перетворення зображень в полі уваги $IAC \rightarrow \{O, P, Z, P, K, V\}$

Обробка і вірогідність передачі інформації в системах інформаційно-аналітичного забезпечення

Метод обробки та передачі інформації зображень M задається трійкою

$$\{K_N(n), S, D_N(n)\}, \quad (1)$$

де $K_N(n) \in V(n)$, а $D_N(n)$ визначається як набір функції

$$r_1(\tilde{v}), r_2(\tilde{v}), \dots, r_N(\tilde{v}) \quad (2)$$

де $\tilde{v} \in \tilde{V}(n)$, такі, що $0 \leq r_i(\tilde{v}) \leq 1$, $i = \overline{1, N}$, $\sum r_i(\tilde{v}) = 1$, функції (2) можна трактувати, як імовірність, з якою приймається рішення, що в дійсності був i -й результат. Нижче в основному розглядаються

$$r_i(\tilde{v}_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P_{1j} = P_{ij} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (3)$$

Імовірність помилки для методу обробки інформації $M(P_i = \frac{1}{N})$ є

$$P[K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{v_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} [1 - r_i(v_j)] \quad (4)$$

і оптимальна імовірність помилки методу обробки інформації (нижня границя):

$$P_n(N) = \inf_{\{K_N(n), D_N(n)\}} P[K_N(n), S, D_N(n)] \quad (5)$$

Оптимальна імовірність помилки для $K_N(n)$ рівна

$$P[K_N(n)] = \inf_{P_N(n)} P[K_N(n), S, D_N(n)] \quad (6)$$

Усереднена імовірність помилки визначається як математичне сподівання

$$P_n[K_N(n)] = M\{P[K_N(n)]\} \quad (7)$$

В роботі показано, що для заданого $K_N(n)$ оптимальним методом $D_N(n) = \{r_i(\tilde{v}_j)\}$ буде таким, що $r_i(\tilde{v}_j) = 0$, якщо $\max_{1 \leq l \leq N} P_{lj} \neq P_{ij}$;

У цьому випадку для довільного методу $D'_N(n)$ справедливо $D[K_N(n), S, D'_N(n)] \geq P[K_N(n), S, D_N(n)]$. Вірогідність методу $[K_N(n), S, D_N(n)]$

$$P_{np}[K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} \cdot r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{\Omega}_i} P_{ij}.$$

Величина $\underline{P}_{np}[K_N(n), S, D_N(n)]$ визначає вірогідність методу обробки інформації, яка має важливу роль при інформаційній оцінці ефективності обробки інформації. Власне виходячи із заданої вірогідності обробки інформації є метод обробки інформації з найкращою ефективністю. Досліджені методи обробки інформації: $M^b = [K_N(n), S, D_N^b(n)]$, $M^{Kt} = [K_N(n), S, D_N^{Kt}]$, $M^{Kt, t+1} = [K_N(n), S, D_N^{Kt, t+1}]$, коди

$K_N(n)$ використовуються відповідно в режимі відновлення помилок $D_N^b(n)$, корекції всіх помилок включено до кратності K_t і деяких $\alpha_{t+s}, s = \overline{1, l}$, помилок вищої кратності. Для цих методів вірогідності обробки інформації:

$$M^b : \underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} r_i(v_j) = (1-p)^n$$

Імовірність невиявленої помилки рівня

$$\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in K_N(n) - \Omega_i^b} \underline{P}_{ij} = \sum_{S=2t+1} B_S p^S (1-p)^{n-S},$$

де B_S визначає спектр коду $K_N(n)$.

$$M^{K_t} : \underline{P}_{np}^{K_t} [K_n(n), S, D_N^{K_t}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \Omega^{K_t}} \underline{P}_{ij} = \sum_{s=0}^n C_n^s p^s (1-p)^{n-s}$$

Ймовірність помилки для M^{K_t} рівня

$$P^{K_t} [K_N, S, D_N] = \sum_{S=t+1}^N C_N^S P^S (1-P)^{N-S}$$

В роботі показано, що $K_N(n)$ оптимальним методом $D_N(n) = \{r_i(\tilde{v}_j)\}$ буде таким, що $r_i(\tilde{v}_j) = 0$, якщо $\max_{1 \leq l \leq N} \underline{P}_{lj} \neq \underline{P}_{ij}$; у цьому випадку для довільного методу $D'_N(n)$ справедливо $D[K_N(n), S, D'_N(n)] \geq P[K_N(n), S, D_N(n)]$. Вірогідність методу $[K_N(n), S, D_N(n)]$

$$\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} \cdot r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \Omega_i} \underline{P}_{ij}.$$

Величини $\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N(n)]$ визначає вірогідність методу обробки інформації, яка має важливу роль при інформаційній оцінці ефективності обробки інформації. Власне виходячи із заданої вірогідності обробки інформації є метод обробки інформації з найкращою ефективністю. Досліджені методи обробки інформації: $M^b = [K_N(n), S, D_N^b(n)]$, $M^{K_t} = [K_N(n), S, D_N^{K_t}(n)]$, $M^{K_t, t+1} = [K_N(n), S, D_N^{K_t, t+1}(n)]$, коди $K_N(n)$ використовуються відповідно в режимі відновлення помилок $D_N^b(n)$, корекції всіх помилок включено до кратності K_t і деяких

$\alpha_{t+s}, s = \overline{1, l}$, помилок вищої кратності. Для цих методів вірогідності обробки інформації :

$$M^b : P_{np}^b [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \sum_{V_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{V}_j \in K_N(n) - \Omega_i^b} \frac{P_{ij}}{\Omega_i^b} = \sum_{S=2l+1} B_S p^S (1-p)^{n-S},$$

де B_S визначає спектр коду $K_N(n)$.

$$M^{K_l} : P_{np}^{K_l} [K_n(n), S, D_N^{K_l}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{V_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{V}_j \in \Omega^{K_l}} P_{ij}$$

Ймовірність помилки для M^{K_l} рівня

$$P^{K_l} [K_N, S, D_N] = \sum_{S=l+1}^N C_N^S P^S (1-P)^{N-S}$$

То у випадку моделі 1 $a_{ij} \oplus_1 b_{ij} = a_{ij}$, $a_{ij} \neq 0, a_{ij} \neq b_{ij}$ де $\oplus$ операція накладання для моделі 1 $i, j = \overline{1, n}$

$$b_{ij} \in a = \{0, 1, 2, \dots, m_0 - 1\}, 0 \oplus b_{ij} = b_{ij}.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. V. Hrytsyk, V. Hrytsyk (junger). Determining validity and amount of received information under information transfer methods using corrective codes // IV sympozjum modelowanie I symulacja komputerowa w technice. Łódź 2005. pp. 99-108.
2. Гонзалис Р., Вудс Р., Цифровая обработка изображений. М. Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: В 2 т. М.: Мир, 1982.
4. Грицик В.В. Інформаційно-аналітична система для оцінки складних зображень, процесів і прогнозування ситуацій// Інформаційні технології і системи. – 1998. – №1/2.-с.174-176
5. Грицик В.В., М.А.Влах Технічні та програмні засоби розпізнавання та аналізу зображень складних біологічних об'єктів Інформаційні технології і системи. – 2005. – №1 Т.8.-с.17-28

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАСОБАМИ МОВИ TRANSACT-SQL ПРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛІЗІ ДАНИХ

Загальна постановка проблеми та її зв'язок з науково-практичними задачами

Системи підтримки прийняття рішень – це системи, що використовуються для аналізу інформації. Подібні системи створюються на основі таких теорій, як дослідження операцій, теорія управління, а також методи статистичної обробки даних. Підтримка прийняття рішень є одним із застосувань технології баз даних. Серед прикладів такого застосування є сховища даних, оперативна аналітична обробка, багатовимірні бази даних та інтелектуальний аналіз даних (data mining) [1].

В основу сучасної технології Data mining покладена концепція шаблонів (паттернів), що відображають фрагменти багатоаспектних взаємовідношень в даних. Ці шаблони представляють собою закономірності, що властиві підвибіркам даних, які можуть бути компактно виражені у зрозумілій людині формі. Пошук шаблонів відбувається за допомогою методів, що не обмежені рамками апріорних припущень про структуру вибірки і вигляд розподілення значень аналізуємих показників. Важливе положення Data mining – нетривіальність розшукуваних шаблонів. Це означає, що знайдені шаблони мають відображати неочевидні, несподівані регулярності в даних, що складають так звані „приховані знання” [2].

Одною з класичних задач інтелектуального аналізу даних є задача класифікації, що зводиться до визначення класу об'єкта за його характеристиками. Необхідно відмітити, що множина класів, до яких може бути віднесений об'єкт, заздалегідь відома.

В задачі класифікації потребується визначити значення залежної змінної об'єкта на основі значень інших змінних, що характеризують даний об'єкт. Формально задачу класифікації можна записати наступним чином. Є множина об'єктів:

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_j, \dots, i_n\},$$

де i_n – досліджуваний об’єкт.

Кожен об’єкт характеризується набором змінних:

$$I_j = \{x_1, x_2, \dots, x_h, \dots, x_m, y\},$$

де x_h – незалежні змінні, значення яких відомі та на основі яких визначається значення залежної змінної y .

В Data mining часто набір залежних змінних позначають у вигляді вектора:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_h, \dots, x_m\}.$$

Кожна змінна може приймати значення із деякої множини:

$$C_h = \{C_{h1}, C_{h2}, \dots\}.$$

Якщо множина значень незалежної змінної кінцева, то задача має назву задача класифікації. Якщо змінна y приймає значення на множині дійсних чисел R , то задача називається задачею регресії [3].

Існують наступні основні види представлення залежності змінної у від незалежних змінних:

- Класифікаційні правила;
- Древа рішень;
- Математичні функції.

Класифікаційні правила складаються з двох частин: умова та висновок:

Якщо (умова) то (висновок).

Умовою є перевірка однієї або декількох незалежних змінних. Перевірки декількох змінних можуть бути об’єднані за допомогою операцій „і”, „або” та „ні”. Висновком є значення залежної змінної або розподілення її ймовірності по класах.

Основною перевагою правил є легкість їх використання і представлення природною мовою. Друга перевага – їх відносна незалежність. В набір легко додати нове правило без необхідності змінювати вже існуючі [3].

Задача класифікації є актуальною для багатьох сфер діяльності. Прикладами таких задач можуть бути наступні задачі: рішення банківського службовця щодо надання клієнту кредиту; задача виявлення та відсіювання „спам” повідомлень в електронній пошті; розпізнавання образів, тощо [4]. У цій статті у якості прикладу буде розглянуто задачу виявлення потенціальних VIP-клієнтів торговельного підприємства.

Оскільки однією з основних вимог до системи є велика навчаюча вибірка, бажана її інтеграція із потужними середовищами розробки баз даних, де вищезазначена вибірка може зберігатися. Але існуючі програмні рішення задач класифікації, розроблені у якості окремих модулів. Тому постає актуальною реалізація задачі класифікації засобами мови Transact-SQL (Structured Query Language), що дозволило б вбудувати підсистему інтелектуального аналізу майже у будь-яку реляційну СКБД.

Огляд публікацій та аналіз невирішених питань

Аналіз публікацій [2,3], присвячених задачам інтелектуального аналізу та, зокрема, реалізації задачі класифікації показує, що розроблені програмні продукти виконані у вигляді окремих програмних модулів, та передбачають розташування навчаючої вибірки на клієнтському місці та навантаження клієнтського місця обробкою великих об'ємів даних. Прикладами вищезазначених продуктів є такі системи, як See5/C5.0 [5], WizWhy [6], Xelopes [7] та ін.

Зовсім не приділяється увага створенню прикладної реалізації алгоритмів рішення задачі класифікації за допомогою операторів мови SQL-Transact, що б дозволило інтегрувати підсистему класифікації безпосередньо у систему керування баз даних (СКБД).

Мета досліджень

Метою є реалізація задачі класифікації засобами мови SQL-Transact у вигляді запитів та збережених процедур, та розробка засобів приведення задачі регресії до класичної задачі класифікації шляхом розподілення області допустимих значень незалежних та залежної змінних на інтервали.

Результати досліджень

Задача класифікації та регресії вирішуються в два етапи. На першому виділяється навчаюча вибірка. В неї входять об'єкти, для яких відомі значення як незалежних, так і залежної змінних. На основі навчаючої вибірки будується модель визначення значення залежної змінної. Її часто називають функцією класифікації або регресії [8]. Для отримання максимально точної функції до навчаючої функції висуваються наступні основні вимоги:

- Кількість об'єктів, що входять у вибірку, має бути достатньо великою. Чим більше об'єктів, тим побудована на її основі

функція класифікації або регресії буде точнішою;

- У вибірку мають входити об'єкти, що представляють всі можливі класи у випадку задачі класифікації або всю область значень у випадку задачі регресії;
- Для кожного класу в задачі класифікації або кожного інтервалу області значень в задачі регресії вибірка має містити достатню кількість об'єктів.

На другому етапі побудовану модель застосовують до аналізуємих об'єктів (до об'єктів із невизначеним значенням незалежної змінної).

Далі розглянемо реалізацію задачі класифікації засобами мови SQL-Transact на базі середовища розробки баз даних MS SQL Sever 2000.

Будемо вважати, що навчаюча вибірка об'єктів дослідження, представлених множиною $I_j = \{x_1, x_2, \dots, x_h, \dots, x_m, y\}$ (де x_h – незалежні змінні, значення яких відомі та на основі яких визначається значення залежної змінної y) фізично представлена у базі даних у вигляді окремої таблиці, або матеріалізованого представлення. Позначимо його **Study_Table**.

Крім того, у якості вхідних параметрів буде виступати кількість інтервалів, на які буде розбита область значень тієї чи іншої незалежної або залежної змінної. Вони будуть виражені множиною $K = \{Kx_1, Kx_2, \dots, Kx_h, \dots, Kx_m, Ky\}$. На рівні бази даних це буде таблиця **Param** із трьома полями: **Name** - назва поля таблиці **Study_Table**, **Kol** - кількість інтервалів, на яку розбивається область значень цього поля та **In_Out** – флаг, що позначає незалежну змінну.

Поставлена задача може буди розділена на наступні етапи:

- Реалізація розбиття діапазону значень змінних на деяку кількість інтервалів;
- Збереження відомостей про інтервали у таблиці **Param_Interval**, яка матиме наступні поля: **Param** – ім'я змінної, **Num** – номер інтервалу, **Low_bord** – нижня межа інтервалу, **Upper_Bord** – верхня межа інтервалу;
- Створення нової таблиці **Study_Table_Work**, в яку записати значення із таблиці **Study_Table** із заміною конкретний значень незалежних та залежної змінних на номери інтервалів (зведення задачі регресії до класичної задачі класифікації);

- Отримання набору правил, що визначають поведінку незалежної змінної по відношенню до залежних змінних у вигляді таблиці Prob_Table із наступними полями: Param – назва змінної, Num – номер інтервалу, Y_Num – номер інтервалу незалежної змінної, Prob – ймовірність виникнення ситуації.

Етапи реалізації задачі класифікації схематично зображені на рис. 1.

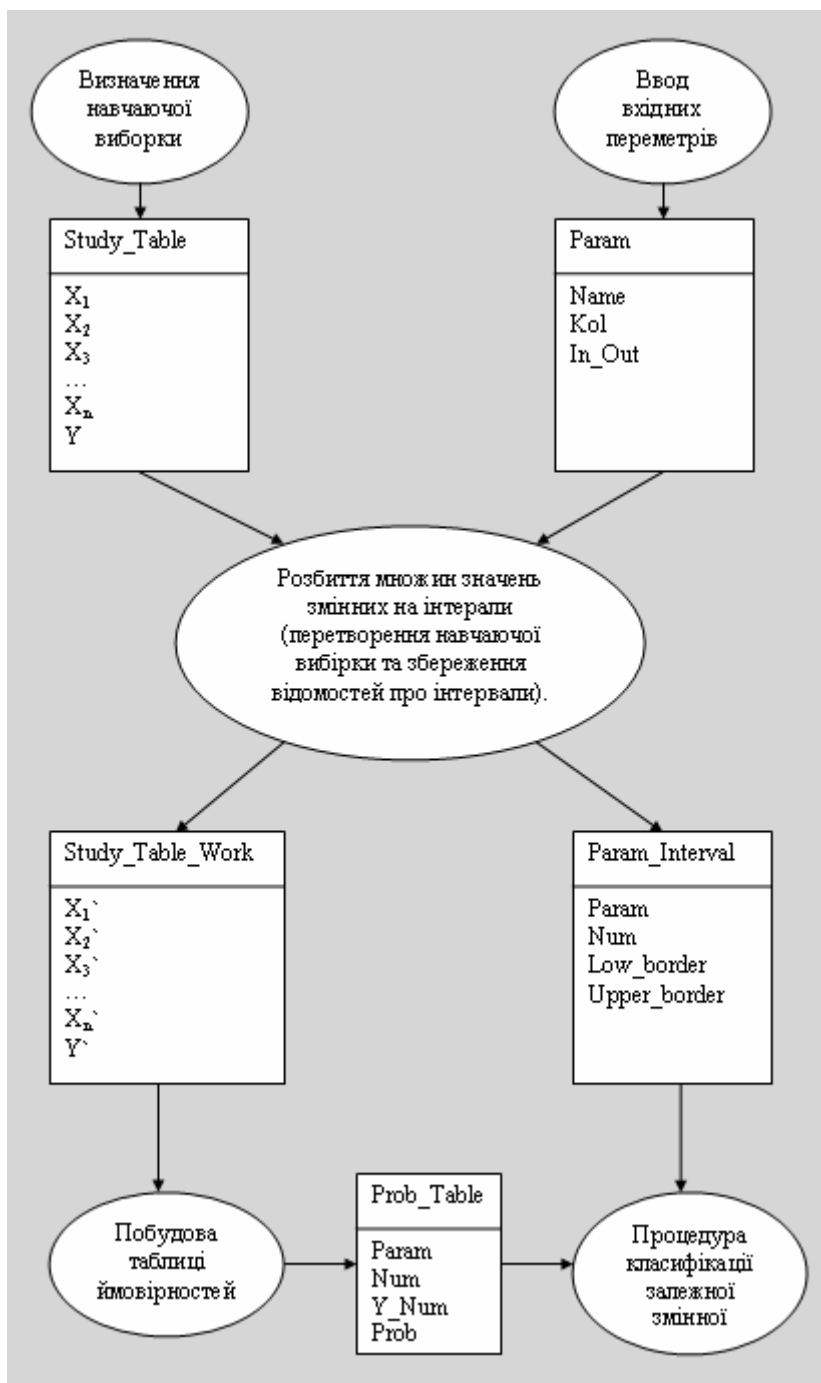


Рисунок 1 – Схема поетапної реалізації задачі класифікації.

Далі наведемо реалізацію запропонованого підходу рішення задачі класифікації у вигляді SQL-коду збережуваних процедур MS SQL Server 2000. Процедура вводу вхідних параметрів матиме таку структуру:

```
CREATE PROCEDURE In_Out_Param(@Param char(20), @In_Out char(1), @kol smallint)
AS
/*якщо змінна незалежна і вже є незалежна змінна у таблиці, змінюємо її на незалежну*/
if exists(select * from param where in_out='O') and @In_Out='O'
    update param set in_out='I' where in_out='O'
/*якщо вже є така, змінна, змінюємо значення кількості інтервалів*/
if exists(select * from param where ltrim(rtrim(name))=ltrim(rtrim(@param)))
    update param set kol=@kol, in_out=@in_out where ltrim(rtrim(name))=ltrim(rtrim(@param))
/*якщо такої змінної немає, вносимо відомості про неї*/
if not exists(select * from param where ltrim(rtrim(name))=ltrim(rtrim(@param)))
    insert into param(name, In_Out, kol) values(@Param, @In_Out, @kol)
GO
```

Далі наведемо код процедури, що відповідає за розподілення множини значень на інтервали із подальшим створенням таблиць, що містять відомості про інтервали та перетвореної навчаючої вибірки.

```
CREATE PROCEDURE Make_New_Tables
AS
declare @param as char(20)
declare @kol as smallint
declare @i as smallint
declare @Max_val as float
declare @Min_val as float
declare @low_bord as float
declare @upper_bord as float
declare @sql1 as varchar(1000)
declare @sql2 as varchar(1000)
/*видаляємо з бази даних таблицю Study_Table_Work якщо вона вже існує*/
if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[Study_Table_Work]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[Study_Table_Work]
/*очищуємо таблицю Param_Interval */
delete from Param_Interval
/*заповнюємо таблицю Param_Interval */
declare ParamCursor cursor for select name, kol from param
open ParamCursor
fetch first from ParamCursor into @param, @kol
/*обходимо по черзі всі змінні*/
while @@fetch_status = 0
begin
    /*визначаємо область значень (верхню та нижню межу) змінної*/
    delete from tmp_table
```

```

exec('insert into tmp_table select max('+@param+')+1 from study_table')
select @max_val=tmp_val from tmp_table
delete from tmp_table
exec('insert into tmp_table select min('+@param+') from study_table')
select @min_val=tmp_val from tmp_table

set @i=1
/*для кожного інтервала змінної*/
while @i<=@kol
begin
    /*визначаємо верхню та нижню межу інтервала*/
    set @low_bord=@min_val+(@i-1)*(@max_val-@min_val)/@kol
    set @upper_bord=@min_val+@i*(@max_val-@min_val)/@kol
    insert into Param_Interval(param, num, low_bord, upper_bord) values(@param, @i,
@low_bord, @upper_bord)
    set @i=@i+1
end
fetch next from ParamCursor into @param, @kol
end
close ParamCursor
/*заповнюємо структуру таблиці study_table */
select * into study_table_work from study_table where 1=0
/*формуємо запит для заповнення таблиці study_table даними*/
set @sql1='select '
set @sql2='into study_table_work from study_table s '
set @i=1
declare IntervalCursor cursor for select name from param
open IntervalCursor
fetch first from IntervalCursor into @param
/*доповнюємо запит для кожної змінної та інтервалу*/
while @@fetch_status = 0
begin
    set @sql1=@sql1+' p'+@i+'.num as ' +@param +', '
    set @sql1=@sql1+' inner join Param_Interval p'+@i+'on s.'+@param+'=>p'+@i+'.low_bord
and s.'+@param+'<p'+@i+'.upper_bord'
    set @i=@i+1
    fetch next from IntervalCursor into @param
end
close IntervalCursor
/*виконуємо запит на заповнення таблиці study_table даними*/
exec(@sql1+@sql2)
GO

```

Процедура, що формує таблицю правил, які описують функцію залежності залежної змінної від незалежних та обраховує ймовірність того чи іншого висновку на основі навчаючої вибірки.

Для обрахування ймовірності використаний алгоритм Naïve Bayes, що має в основі формулу Байеса. Назва Naïve (наївний) походить від наївного припущення, що всі розглянуті незалежні змінні не залежать одна від одної. У дійсності це не так, але на практиці алгоритм знаходить своє застосування і дає непогані результати.

Нижче наведемо реалізацію процедури мовою SQL.

```
CREATE PROCEDURE Make_Rules AS
declare @param as char(20)
declare @num as smallint
declare @sql1 as varchar(1000)
declare @num_y as smallint
declare @i as smallint
/*визначаємо кількість інтервалів для незалежної змінної*/
select @num_y=i.num from param p inner join param_interval i on p.name=i.param where p.in_out='O'
declare ParamCursor cursor for select distinct param, num from param_interval
/*очищуємо таблицю правил*/
delete from prob_Table
open ParamCursor
/*цикл для кожної змінної та інтервала*/
fetch first from ParamCursor into @param, @num
while @@fetch_status = 0
begin
    set @i=1
    while @i<=@num_y
    begin
        /*формуємо запит для визначення ймовірності правила*/
        set @sql1='insert into prob_Table select @param, '+@param+', @i, count(y) from
study_table_work where y=@i group by' +@param
        /*записуємо правило у таблицю prob_Table */
        exec(@sql1)
    end
    fetch next from ParamCursor into @param, @num
end
GO
```

Ймовірність належності об'єкта до класу C_r при умові рівності його змінної x_h деякому значенню c_d^h визначаються за формулою:

$$P(x_h = c_d^h \mid y = c_r) = P(x_h = c_d^h \text{ і } y = c_r) / P(y = c_r),$$

тобто дорівнює кількості об'єктів у навчаючій вибірці, у яких $x_h = c_d^h$ і $y = c_r$ до кількості об'єктів, що відносяться до класу c_r .

Зараз розроблений метод проходить етап випробування для вирішення задачі класифікації клієнтів супермаркету. Задача полягає у визначенні, чи є клієнт супермаркету потенціальним VIP-клієнтом.

VIP-клієнтами вважалися ті 20% клієнтів, що приносять 80% прибутку торговельного підприємства. Незалежними змінними виступали частота відвідувань, середня, максимальна та мінімальна сума покупок, час, який минув від першої покупки у супермаркеті та відношення суми безготівкових розрахунків до загальної суми покупок. Після отримання статистичних результатів планується подальше доопрацювання та вдосконалення системи.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Реалізація методів розв'язання задачі класифікації засобами мови SQL-Transact у вигляді запитів та збережених процедур шляхом інтеграції із системами керування баз даних (СКБД) максимально спрощує механізм доступу до великих навчаючих вибірок, що є однією з основних вимог до системи класифікації. Запропонована реалізація задачі класифікації дозволяє шляхом незначної зміни SQL-запиту (враховуючи особливості мови SQL конкретної СКБД та особливості структури бази даних) інмплентувати їх майже у будь-яку реляційну СКБД. Отримані правила будуть поповнювати базу знань, для представлення якої у подальшому будуть розроблені відповідні засоби в рамках СКБД.

Сферою застосування підсистеми може бути будь яка система підтримки прийняття рішення, що стикається із необхідністю класифікації, починаючи із медицини і закінчуючи прогнозуванням результатів виборів.

Перспектива досліджень передбачається у реалізації мовою SQL розподілення множини значень змінних на інтервали залежно від закону розподілу таким чином, щоб у різні проміжки потрапляла пропорційна кількість елементів навчаючої вибірки. Це дозволило б уникнути нульової ймовірності для правил, що не увійшли в навчаючу вибірку. Крім того, планується реалізація засобами мови SQL інших класів задач інтелектуального аналізу даних.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. - Киев*Москва : Диалектика, 1998. -787с.
2. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. –Спб: Питер, 2—1.- 368с.

3. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И.
Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. –
Питербург, 2004. – 336 с.
4. Конноли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных : проектирование,
реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е издание. –
“Вильямс»” : Москва*Санкт-Петербург*Киев, 2000. – 1112с.
5. <http://www.rulequest.com>
6. <http://www.wizsoft.com>
7. <http://www.prudsys.com/Produkte/Algorithmen/Xelopes/>
8. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж.Д., Уидом Дж. Системы баз данных.
Полный курс. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 1088 с.

АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО БІЗНЕС-ПРАВИЛ ТА СИСТЕМНИХ ВИМОГ

Управління складними системами, які характеризуються великою кількістю компонентів, взаємозв'язків між ними, складністю і взаємозалежністю правил функціонування, впливом людського фактору, є актуальною задачею. Вона ускладнюється тим, що на процес функціонування таких систем впливають «бізнес-правила», тобто обмеження організаційного та/або нормативного характеру, яким повинна вдовольняти поведінка складної системи. Такими бізнес-правилами можуть бути розпорядчі директиви, етичні або промислові стандарти, законодавство, корпоративна політика тощо.

Неврахування бізнес-правил та вимог, які висуваються до складних систем, як на стадії її створення так і впродовж функціонування, може призвести до втрати якості системи і значних економічних втрат.

Критичними точками з точки зору забезпечення якості складних автоматизованих систем (САС) є стадії формування вимог, розробка концепції та ескізного проекту (згідно ГОСТ 34.601-90).

Неповнота дослідження та помилки на цих стадіях ведуть до того, що на пізніших стадіях створення САС, на наступних чергах розробки, або під час експлуатації системи виявляються логічні помилки, які важко усуваються, призводять до затягування термінів розробки та збільшення вартості системи.

Метою статті є розробка методів врахування бізнес-правил та системних вимог при створенні САС.

Складність системи та обмежені терміни її створення вимагають проведення її аналізу ще до початку стадії технічного проектування. Фундаментом для раннього аналізу системи є її модель. Роботи в області формалізації моделей систем ведуться впродовж десятиків років силами багатьох вчених: G.Booch, J.Rumbaugh, I. Jacobson, C.Gane, T.Sarson. Сучасні методології створення САС – структурний підхід [1], об'єктно-орієнтований аналіз та проектування (ООАП) [2] –
© Демченко О.М., Сирота О.П., 2006

пропонують для моделювання систем широкий вибір нотацій: UML, IDEF0, DFD. Також на ринку програмного забезпечення існує значний вибір якісних інструментів (CASE-засобів) для моделювання – Rational Rose, PowerDesigner, ERWin, BPWin, ARIS.

Існуючі методи моделювання та формалізації систем дозволяють моделювати системи, використовуючи інформаційні та функціональні моделі, виконувати візуальний аналіз моделей [3] або аналіз за допомогою метрик [4].

Але у процесі створенні САС залишається недостатньо формалізованим моделювання бізнес-правил та вимог до системи, а також відсутні інструментальні засоби для аналізу відповідності моделей таким обмеженням. Застосування існуючих рішень в області автоматичного доведення теорем (PVS [5], Coq [6]) для аналізу відповідності системи бізнес-правилам потребує повторного (якщо такий опис вже виконано засобами CASE-технологій) ручного опису предметної області у вигляді формул теорій математичної логіки, що є дуже трудомістким.

Методи обробки бізнес-правил базуються на принципах [7]:

- бізнес-правила є декларативними;
- бізнес-правила є незалежними від програмно-апаратної платформи;
- бізнес-правила застосовуються до конкретних ситуацій або впливають на всі операції усіх систем у певній області.

Бізнес-правила класифікуються як:

- структурні твердження (STRUCTURAL ASSERTION) – достовірні твердження про процеси та предметну область, обмеження на зв'язки між об'єктами предметної області та переходи між їхніми станами;
- операційні твердження (ACTION ASSERTION) – обмеження чи умови, які обмежують чи контролюють операції;
- виведені твердження (DERIVATION) – знання, що отримані із інших тверджень.

Для роботи із бізнес-правилами використовують:

- CASE-засоби;
- спеціалізовані системи управління бізнес-правилами.

Але CASE-засоби не завжди підходять для ведення бізнес-правил, оскільки бізнес-правила є незалежними від системи, методології та платформи створення САС, мають повторно використовуватися, для

їх подання зручніше вживати обмежену природну мову, а не діаграми.

Саме тому активно розвиваються системи управління бізнес-правилами [8]. До таких систем відносяться RuleTrack (www.brsolutions.com) та Fair Isaac Blaze Advisor (www.blazesoft.com). Для подання бізнес-правил ці системи використовують дуже обмежені фрагменти природної мови, які відображаються на формули математичної логіки.

Великий інтерес до тематики управління бізнес-правилами проявляє OMG – міжнародний консорціум, який працює в області надання відкритих, незалежних, портабельних, повторно використовуваних стандартів для інтеграції інформаційних рішень рівня підприємства.

OMG розпочав проект SBVR (Semantics of Business Vocabulary and Business Rules), в рамках якого створюється специфікація бізнес-словника та бізнес-правил [9]. Специфікація створюється для стандартизації інтерфейсів обміну даними між засобами, які збирають, аналізують та використовують бізнес-словники та бізнес-правила. SBVR передбачає формальне та однозначне подання визначень, ієрархії концептів та завдання зв'язків між ними, інтеграцію окремо створених бізнес-словників, можливість підтримки всіх видів бізнес-правил. У якості бази для завдання бізнес-правил SBVR визначає логіку предикатів першого порядку, модальні логіки, а також обмежені елементи логіки предикатів вищих порядків, які можуть бути застосовані при необхідності.

Отже, проведений вище огляд показує, що в сучасних технологіях та методологіях розробки систем недостатньо забезпечується моделювання предметної області із врахуванням бізнес-правил та вимог до системи. Виявлено, що існуючі CASE-засоби не розраховані на підтримку та врахування бізнес-правил при моделюванні систем у повному обсязі. Виявлено, що відсутні будь-які інші засоби, які можуть бути використані для автоматичного аналізу відповідності моделі системи бізнес-правилам та вимогам до системи.

Для вирішення поставленої задачі необхідно розробити теоретичну базу для аналізу систем із врахуванням бізнес-правил та вимог до системи та створити інструментальну підтримку аналізу систем.

Для цього необхідно розв'язати наступні задачі:

- 1) знайти формально-логічний апарат для інтеграції функціональних та інформаційних моделей системи, бізнес-правил та вимог до системи;
- 2) розробити засоби для контролю відповідності формальних моделей бізнес-правилам та вимогам до системи;
- 3) розробити інструментальні засоби для автоматичного аналізу несуперечності формальних моделей на основі результатів теоретичних досліджень.

Основою для застосування методів аналізу системи на відповідність бізнес-правилам та системним вимогам при використанні ООАП є наступні описи (рис. 1):

- діаграми прецедентів UML для подання вимог до системи;
- діаграми класів, діаграми станів та діаграми діяльності UML для ескізного проектування системи;
- логічні формули для бізнес-правил, у тому числі логічні формули із модальними операторами.

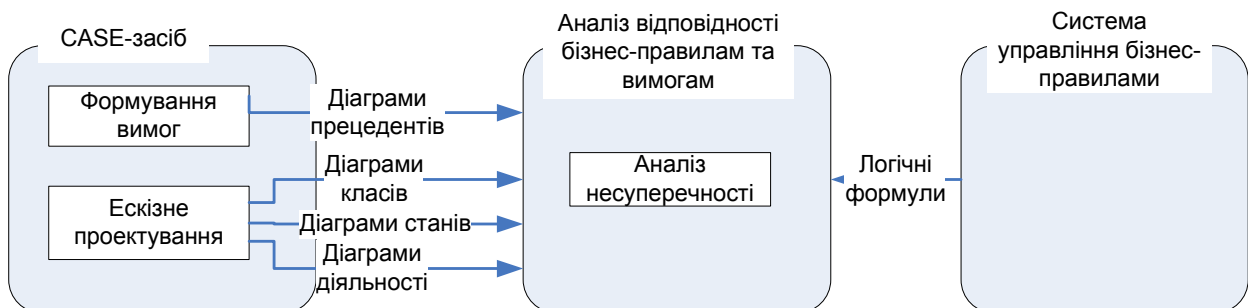


Рисунок 1 – Формальні описи, які є основою для аналізу відповідності моделі системи бізнес-правилам та вимогам

Виходячи з цього, формально-логічний апарат аналізу несуперечності повинен підтримувати:

- формули логіки предикатів першого порядку;
- формули із модальними операторами;
- об'єктно-орієнтовану парадигму моделювання;
- продукційні механізми для виводу нових знань згідно бізнес-правил;
- можливості для введення елементів логіки предикатів вищих порядків.

Для досягнення цієї мети необхідна інтеграція методів математичної логіки, об'єктно-орієнтованої парадигми моделювання та технології штучного інтелекту – виводу на знаннях.

Для цього пропонується використати *СР*-метод подання знань [10, 11], який побудовано на ідеях семантичних мереж, що дозволяє інтегрувати у одному формалізмі різні методи подання знань.

Основним поняттям методу є *СР*-модель, в склад якої входять символи та слова спеціальної внутрішньої мови. *СР*-модель може приєднувати інші створені раніше моделі, що реалізує повторне використання знань. В склад *СР*-моделі також входить обмежувальна функція, яка призначена для контролю виконання семантичних обмежень, та продукційна функція, яка призначена для породження нових знань.

На основі базових визначень *СР*-методу створено основні *СР*-моделі. Основними *СР*-моделями є:

- *СР*-модель логіки предикатів. Модель вводить символи для використання логіки предикатів першого порядку;
- Продукційна *СР*-модель. Модель вводить символи для формування знань у вигляді продукцій та механізм прямого виводу;
- Об'єктна *СР*-модель. Модель вводить символи для використання об'єктно-орієнтованого підходу до подання знань;
- Модальна *СР*-модель. Модель вводить символи для використання модальних операторів, які призначені для формування нормативних положень;
- *СР*-модель станів. Модель вводить символи для формування діаграм станів;
- *СР*-модель діяльності. Модель вводить символи для формування діаграм діяльності.

Побудова основних *СР*-моделей дозволяє інтегрувати різноманітні формальні нотації – логічні формули, продукції, об'єктно-орієнтований підхід, діаграми станів, діаграми діяльності, нормативні положення. Основні *СР*-моделі знань забезпечують для відповідних типів знань контроль синтаксичної та семантичної цілісності.

Для того, щоб використати інтеграцію формальних нотацій необхідно приєднати до *СР*-моделі знань основні моделі знань. При приєднанні основних *СР*-моделей знань згідно визначенню *СР*-методу здійснюється контроль цілісності знань та вивід на знаннях.

У разі, якщо виразних можливостей, які надаються основними *СР*-моделями, недостатньо, можливе створення нових *СР*-моделей із обмежувальними функціями, які контролюють визначену для моделей семантику.

СР-метод характеризується:

- розширюваним механізмом подання знань;
- можливістю повторного використання подання знань;
- розширюваним механізмом контролю цілісності та узгодженості знань;
- можливістю завдання окремого механізму виводу для кожної мови подання знань;
- використанням існуючих формальних моделей подання знань (логіки предикатів першого порядку, продукційної моделі, об'єктного підходу) та їх інтегруванням.

Таким чином, *СР*-метод дозволяє інтегрувати всі види знань, які використовуються при моделюванні системи – інформаційні, функціональні моделі системи, бізнес-правила та вимоги до системи. Метод надає розширювані засоби для аналізу цілісності та узгодженості цих знань.

Даний формально-логічний апарат є теоретичною базою для аналізу відповідності моделей системи до бізнес-правил та системних вимог. Але для забезпечення реального застосування зазначених математичних методів в процесах створення САС необхідно додатково розробити відповідні інструментальні засоби. Це дозволить заповнити відсутні ланки, пов'язані із аналізом моделей систем на відповідність бізнес-правилам та вимогам, в технології автоматизації створення САС.

На базі вказаного теоретичного апарату створено систему аналізу несутеречливості формальних моделей SCAFM (System for Consistency Analysis Of Formal Models), яка є ключовою ланкою інструментального забезпечення технології аналізу моделей систем на відповідність бізнес-правилам та системним вимогам.

Систему SCAFM призначено для системних архітекторів. Вона забезпечує використання бізнес-правил при моделюванні системи, аналіз відповідності системи бізнес-правилам та вимогам, підвищення надійності створеної системи, виявлення неузгодженостей та суперечностей моделей.

Використання SCAFM розширює методологію створення САС додатковими роботами, описаними у таблиці 1.

Таблиця 1

Додаткові роботи у процесі створення САС

Стадія створення АС	Додаткові роботи	Виконавець додаткових робіт
Формування вимог, розробка концепції	Виявлення та аналіз бізнес-правил	Аналітик
Ескізне проектування	Аналіз відповідності ескізного проекту системи бізнес-правилам та вимогам	Системний архітектор

Інтеграцію SCAFM в процес створення САС продемонстровано на рис. 2. Аналітик здійснює формування вимог та виділення бізнес-правил. Системний архітектор здійснює побудову ескізного проекту та за допомогою системи SCAFM завантажує бізнес-правила, діаграми прецедентів, діаграми класів, діаграми діяльності та діаграми станів та перевіряє проект на відповідність вимогам до системи та бізнес-правилам.

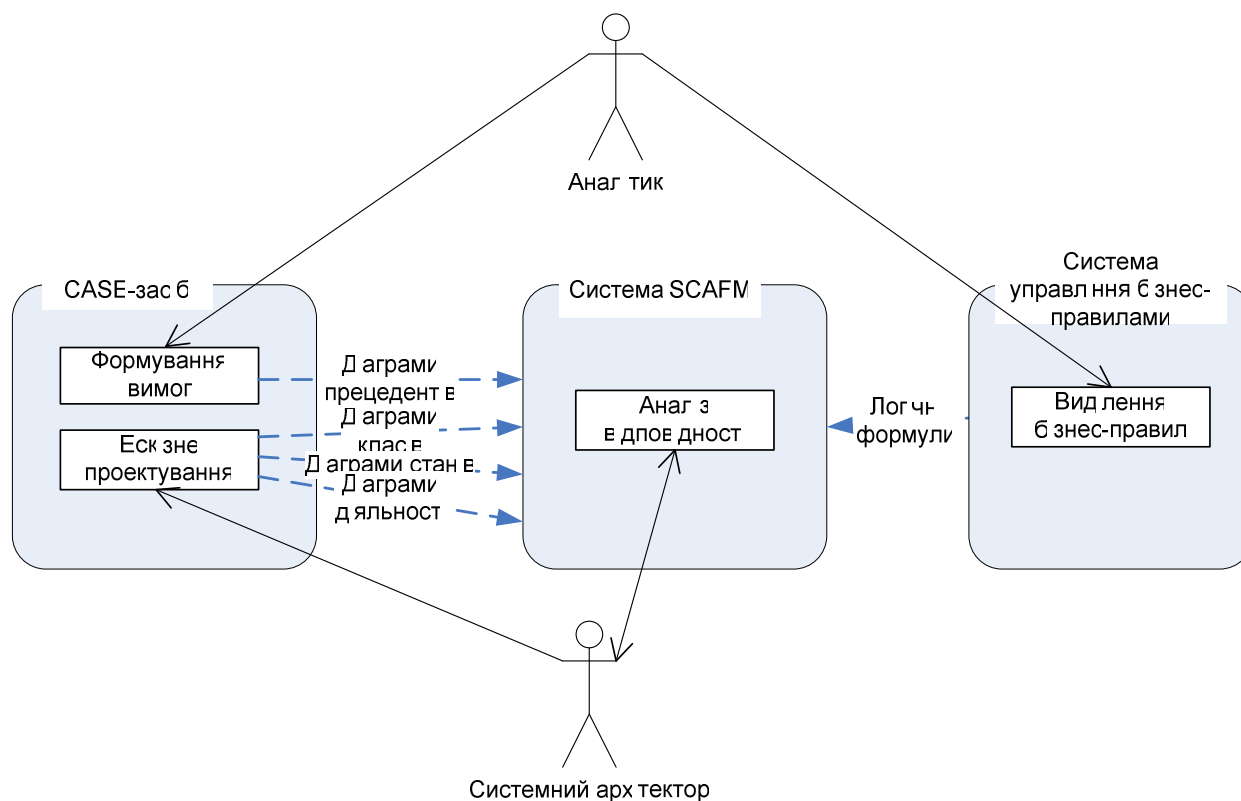


Рисунок 2 - Інтеграція системи SCAFM в процес створення САС

Реалізацію системи здійснено у вигляді програмного продукту на платформі J2EE.

В статті розглянуто метод раннього аналізу САС на перших стадіях розробки на відповідність бізнес-правилам та системним вимогам. Виявлено, що ця задача є актуальною, але наявні на ринку методології та технології розробки САС не надають засобів для аналізу такої відповідності. Теоретичною базою для аналізу несуперечності формальних моделей бізнес-правилам та системним вимогам є *CP*-метод, який дозволяє формалізувати бізнес-правила, вимоги до системи та модель системи та забезпечити автоматичний аналіз їх несуперечності. На базі методу створено систему аналізу несуперечності формальних моделей (SCAFM), яку реалізовано у вигляді програмного продукту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеер Август-Вильгельм. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы. Вестъ - Метатехнология, 1999.
2. Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. UML. Руководство пользователя. 2000, Москва, ДМК. 432 стр.
3. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. Репин В.В., Елиферов В.Г. - РИА Стандарты и качество, 2004. - 408с.
4. Claxton J.C., McDougall P.A. Measuring The Quality Of Models // <http://www.tdan.com/i014ht03.htm>
5. PVS: An Experience Report. // Applied Formal Methods – FM-Trends 98, Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science Vol. 1641, pp.338-345, Boppard, Germany, October 1998 <http://pvs.csl.sri.com>
6. The Coq Development Team. The Coq Proof Assistant Reference Manual. Inria, France, September 2002. <http://coq.inria.fr>
7. The Business Rules Manifesto, the Business Rules Group, 2003, <http://www.businessrulesgroup.org/brmanifesto.htm>
8. Elektrotehnički vestnik. EV ONLINE Volume 68, Number 4, Year 2001. M. Bajec, M. Krisper Managing business rules in enterprises. <http://ev.fe.uni-lj.si/4-2001/bajec.pdf> Published by the Electrotechnical Society of Slovenia, Ljubljana, Slovenia.

9. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules, bei/2005-08-01, <http://www.omg.org/docs/bei/05-08-01.pdf>
10. О.М. Демченко, О.П. Сирота. Модельный метод подання знань в задачах автоматизованої обробки текстів природної мови. // Системные технологии. – 2004.- №1. – с. 20-27.
11. О.П. Сирота. Обмежувально-продукційний метод подання знань для аналізу несуперечності текстів. // Искусственный интеллект. - 2004. - № 3. - с. 660-667.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Актуальність теми

Масове використання систем керування (СК) викликав необхідність автоматизації процесу їх синтезу та оптимізації. Основою цього є різноманітні моделі. Оскільки СК включає апаратні та програмні засоби, то її модель має бути універсальною. Такою універсальною моделлю є алгоритмічна модель. Алгоритмічні моделі систем широко використовуються в різних галузях науки і техніки вже протягом значного проміжку часу. Алгоритмічні моделі є основою програмування [1], алгоритмічні моделі використовуються для опису процесів в інформаційних системах [2] і системах контролю та керування технологічними процесами [3]. Останнім часом поняття алгоритму узагальнене до алгоритмічної моделі і розповсюджене на системи вимірювання, контролю та керування. Таким чином, постає **проблема** проектування систем керування на основі алгоритмічної моделі.

Практично всі системи керування (СК) містять невизначеність в різному вигляді. В умовах невизначеності вказана проблема має певні особливості і наразі немає загальновизнаних підходів до її розв'язання. У більшості теоретичних задач оптимізації мова йде про постановки і методи розв'язання задач, що не містять невизначеностей. Алгоритмічна модель може бути основою проектування СК в умовах невизначеності.

Однак у наявних роботах розглядається обмежений клас задач і видів невизначеності при побудові алгоритмічних моделей. Отже створення відповідної методики формалізації синтезу алгоритмічних моделей для проектування систем керування в умовах невизначеності є важливою теоретичною і прикладною задачею роботи.

Для розв'язання поставлених задач необхідно сформулювати алгебраїчну систему алгоритмічних моделей (АМ) програмних та апаратних засобів СК, розробити методики перетворення АМ у

форму, що враховує невизначеність параметрів та початкових даних СК, розробити підходи до застосування АМ для оцінювання характеристик та оптимізації структури СК.

Задача використання алгоритмічної моделі як єдиної форми опису апаратної і програмної частин системи керування розглядається вже досить давно. Алгоритмічні моделі як апаратної, так і програмної частини систем керування, можуть бути представлені у алгебраїчній формі. Алгебраїчна форма моделі дозволяє здійснити перехід до узагальненої операторної моделі, яка враховує невизначеність початкових даних, вхідних впливів та структурних змін системи. Для відображення в алгоритмічній моделі операцій над функціями невизначеності введені означення операторів перетворення функцій [4].

Існує багато підходів до формалізації алгоритмічних моделей [5, 6].

Наприклад, апарат *логічних схем алгоритмів* (ЛСА) використовується для формалізованого опису інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) [6]. У ІВС поєднуються апаратні засоби, починаючи від датчиків і кінчаючи пристроями видачі інформації, а також усі програми, як програми необхідні для керування роботою власне системи, так і ті, що дозволяють вирішувати у ІВС вимірювальні й обчислювальні задачі, а також керувати конкретним експериментом [7].

При розробці ЛСА передбачається, що вони повинні:

- описувати функціонування як апаратної, так і програмно-керованої частин СК;
- по можливості наглядно відображати зміст перетворень, що описуються;
- описувати не тільки інформаційні перетворення, але і службові операції;
- слугувати основою для складання програм;
- описувати функціонування ВОС з різною деталізацією.

Однак у наявних роботах не розглядаються особливості застосування алгоритмічних моделей до аналізу і оптимізації систем в умовах невизначеності.

У формалізованому вигляді подамо означення алгоритмічної моделі за допомогою нотації Бекуса – Наура (наведені лише основні означення):

<алгоритмічна модель >	::= <ідентифікатор> ! A(B) < блок > A(E)
<ідентифікатор>	::= M <номер >
< блок >	::= <ідентифікатор> ! < пусто > ! < елемент > ! [< блок > < блок >]
< елемент >	::= < перетворення > ! < умова > ! < знак >
< перетворення >	::= E< номер > (< операція > ; < вхідні дані > ; < результати >)
< умова >	::= w <номер >(< логічний вираз >; < вхідні дані >) < знак переходу >
< знак переходу >	::= $\lfloor$ < номер > ! $\rfloor$ < номер > ! >>
< знак >	::= < знак переходу > ! << !
< операція >	::= < пусто > ! < тип операції >! < зміст операції >
< тип операції >	::= < I > ! < S > ! < C > ! <T> ! ...
< C >	::= + ! – ! * ! div ! log ...
< вхідні дані >	::= < пусто > ! (< ім'я >; <тип> ! <значення вхідного даного >)
<результати >	::= < пусто > ! (<ім'я>; <тип>)

Примітки: 1. Наведені лише основні означення.

2. Службові символи нотації: <, > – межі синтаксичної конструкції; ::= – “це”; ! – “або”; ... - “інші”.
3. $\lfloor$ < номер > - перехід вперед; $\rfloor$ < номер > - перехід назад.
4. < I > - інформаційні операції; < S > - вимірювальні операції; < C > - обчислювальні операції; <T>- операція передачі.

Формалізуємо перетворення алгоритмічної моделі у вигляді алгебраїчної системи:

$$AS = (AM, OP) \quad (1)$$

де AM – множина алгоритмічних моделей; OP – множина операцій над ними.

Базовою операцією алгебри алгоритмічних моделей, яка забезпечує процес синтезу, є операція підстановки

$$P\{< \text{блок1} > , < \text{блок2} > \},$$

що означає заміну блоку 1 блоком 2.

Підстановки повинні відповідати очевидним умовам

$$< \text{вхідні дані 1} > = < \text{вхідні дані 2} >$$

$$< \text{результати 1} > \supseteq < \text{результати 2} >$$

Послідовне виконання двох підстановок $P1$ і $P2$ назовемо добутком перестановок. Легко показати, що

- добуток перестановок має властивість асоціативності $P1*(P2*P3)=(P1*P2)*P3$,
- існує нейтральний елемент $1=P\{< \text{блок1} > , < \text{блок1} > \}$,
- існує обернений елемент $P^{-1}=P\{< \text{блок2} > , < \text{блок1} > \}$.

Така сукупність властивостей підстановок є підставою для твердження, що підстановки утворюють нескінченну групу [8]. Цей висновок є теоретичним підґрунтям використання алгебраїчних методів при синтезі СК на основі алгоритмічних моделей.

Операція підстановки еквівалентна множині операцій OP , яка складається з двох елементів:

- $paste(B, n1, n2)$ - вставка блока B в алгоритмічну модель між елементами з номерами $n1$ і $n2$;
- $cut(n1, n2)$ - вирізання блока з алгоритмічної моделі між елементами з номерами $n1$ і $n2$,

а також понять одиничної операції 1 , яка не змінює моделі, і зворотної операції op^{-1} , яка задовольняє умові

$$op^{-1}(op (M)) = M. \quad (2)$$

Еквівалентними перетвореннями алгоритмічної моделі будемо називати таку послідовність операцій над моделлю, яка не змінює змісту результатів роботи системи (хоча можуть змінювати якісні показники як результатів, так і самої системи).

Розв'язком задачі синтезу моделі СК є послідовність підстановок, яка деталізує і оптимізує базову модель $M=A(B) \ E0 (op_1; X; Y) \ A(E)$.

Оптимізація в процесі синтезу здійснюється на основі вартісної функції $g([P_{11}, P_{12}], [P_{21}, P_{22}])$, де P_{11} – множина послідовних операцій; P_{12} – множина паралельних операцій; P_{21} – множина апаратно реалізованих операцій; P_{22} – множина програмно реалізованих операцій. Вартісна функція повинна відповідати умовам:

- вартісна функція паралельно з'єднаних підсистем

$$g_{nap} = \sum_i g_{P_{12}i} + c_t \max_i (\sum_{P_{11}} T_i), \quad (3)$$

де $g_{P_{12}i}$ - вартість апаратних засобів i -ї підсистеми,

T_i - час виконання операції i -ю підсистемою, яка здійснює послідовність операцій P_{11} ,

c_t - вартість витрат часу;

- вартісна функція послідовно з'єднаних підсистем

$$g_{noc} = \sum_i g_{P_{12}i} + c_t \sum_i T_i. \quad (4)$$

Вираз вартісної функції отримується з алгоритмічної моделі СК.

Оптимізація здійснюється шляхом зміни двох показників: програмна або апаратна реалізація операцій, послідовне або паралельне виконання операцій.

Отже, задача оптимізації структури системи керування може бути розглянута як задача знаходження оптимуму функції критерію оптимальності на множині значень параметрів, для чого необхідно отримати алгоритмічну модель системи керування.

При розв'язанні задачі оптимального розподілу операцій на апаратні і програмні здійснюються еквівалентні перетворення моделі, які полягають у заміні частини апаратних операцій на програмні та додаванні інтерфейсних перетворень або навпаки.

Заміна апаратних перетворень на програмні і навпаки здійснюється на підставі тверджень

$$1. E_0(op_H, X_H, Y_H) = E_1(I_1, X_H, X_S) E_2(op_S, X_S, Y_S) E_3(I_2, Y_S, Y_H)$$

$$2. E_0(op_S, X_S, Y_S) = E_1(I_2, X_S, X_H) E_2(op_H, X_H, Y_H) E_3(I_1, Y_H, Y_S)$$

де H – позначення апаратно-орієнтованих операцій і форми даних; S – позначення програмно-орієнтованих операцій і форми даних; I_1 – апаратно-програмне інтерфейсне перетворення; I_2 – програмно-апаратне інтерфейсне перетворення.

Отже, заміна апаратних перетворень $[n1 - n2]$ на програмні здійснюється за допомогою операцій

$$cut(n1, n2) \text{ paste}(E_1(I_1, X_H, X_S) E_2(op_S, X_S, Y_S) E_3(I_2, Y_S, Y_H)),$$

$$prev(n1), next(n2) \quad (5)$$

і аналогічно при зворотному перетворенні.

При розпаралелюванні виконання операцій до алгоритмічної моделі додаються операції синхронізації і збирання даних, що паралельно надходять.

Заміна послідовних операцій на паралельні здійснюється на підставі твердження

$$3. E_1(op_1, X1, Y) E_2(op_2, X2, Y) = \parallel [E_3(I_3, (X1, X2), X1) E_1(op_1, X1, Y1)] [E_3(I_3, (X1, X2), X2) E_2(op_2, X2, Y2)] E_4(I_4, (Y1, Y2), Y) \quad (6)$$

де I_3 – операція розподілення вхідних даних; I_4 – операція об'єднання результатів.

Можливі перетворення апаратних операцій на програмні задаються базою знань. При заміні частини апаратних операцій на програмні до алгоритмічної моделі додаються операції інтерфейсних

перетворень. При розпаралелюванні виконання операцій до алгоритмічної моделі додаються операції синхронізації і збирання даних, що паралельно надходять. Процедура розпаралелювання використовує ГПС – граф перетворення сигналів і ГЗ – граф залежностей [9].

Методика оптимізації СК на основі алгоритмічної моделі передбачає:

- аналіз залежностей у послідовностях перетворень і виділення незалежних послідовностей;
- розпаралелювання перетворень на основі (6);
- апаратна підтримка паралельності на основі операції (5);
- оцінка витрат та вибір найкращого варіанту на основі критеріїв (3) і (4);
- зміна структури системи у відповідності до обраного варіанту.

Процедура розпаралелювання використовує ГПС – граф перетворення сигналів і ГЗ – граф залежностей. Для формалізації процедури в алгебрі AS визначаються відносини залежності $\otimes$:

$$E_1(op_1, X1, Y1) \otimes E_2(op_2, X2, Y2) \text{ якщо } (X1 \otimes X2) \cup (X1 \otimes Y2) \cup (X2 \otimes Y1)$$

Для відносин залежності виконується властивість транзитивності.

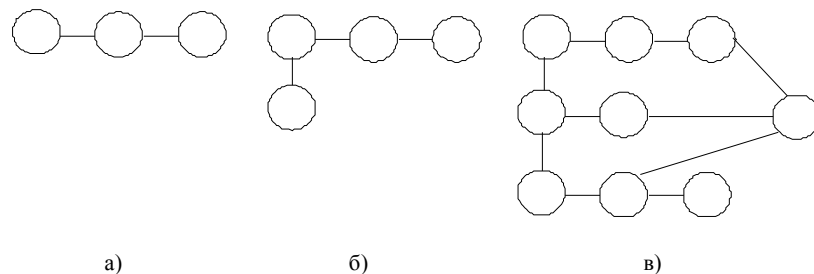


Рисунок 1 – Граф перетворень і залежностей

Аналіз залежностей може бути здійснений за допомогою динамічної структури типу двовимірний зв'язаний список, який формується за алгоритмом рис.2.

Отриманий таким способом граф перетворень і залежностей відтворює максимально можливе розпаралелювання.

При синтезі системи керування необхідно враховувати невизначеність та її вигляд. Невизначеність може походити з різних джерел, відповідно по-різному описуватися і враховуватися у технічних системах. Реальні інтелектуальні системи, як і людина, повинні ефективно функціонувати в умовах одночасного існування

практично всіх видів невизначеності. Для технічних систем особливо поширеною є комбінація стохастичної та нечіткої невизначеності.

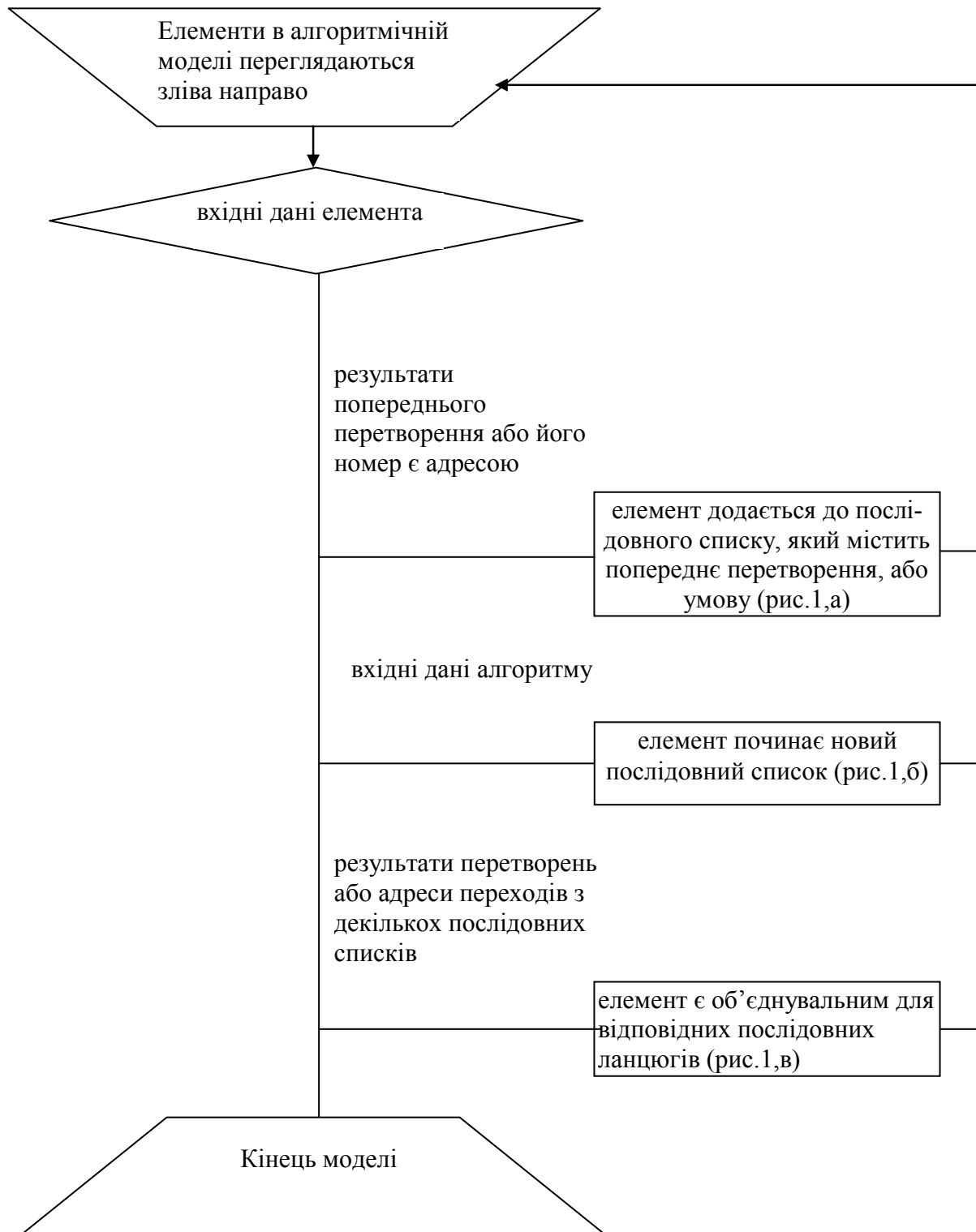


Рисунок 2 – Алгоритм синтезу структури моделі

Джерелом невизначеності може бути недостатнє знання предметної області чи інформації про конкретну ситуацію, недостача точної інформації про значення даних, невизначеність цілей. Існуючі

методи моделювання розглядають функціонування систем контролю та керування в умовах невизначеності стохастичного [10] чи нечіткого [11] типу. Маються також роботи по нечітким і стохастичним алгоритмах. Запропонований також метод узагальнення невизначеності [12].

Синтез моделі СК в умовах невизначеності здійснюється на основі методу узагальнюючих функцій [12].

Під узагальнюючою функцією розуміють додатно визначену функцію на проміжку можливих значень аргументу, що позначається $\beta(x)$ і характеризує можливість π або ймовірність P прийняття аргументом значення з певного інтервалу $[x_1, x_2]$, $x_1 \in B$, $x_2 \in B$, за правилами:

$$P = \frac{\int_{x_1}^{x_2} d[\beta(x)]}{\int_B d[\beta(x)]}, \quad \pi = \frac{\int_{x_1}^{x_2} d[\beta(x)]}{\max_B \int_{[x_{i-1}, x_i]} d[\beta(x)]} \quad (7)$$

де $x_{i-1}, x_i \in B$, $i = \overline{1, n}$, n – кількість інтервалів розбиття B .

Метод узагальнюючих функцій, який враховує невизначеність різного типу, дозволяє представити оператори параметричного типу (оператори присвоювання) і оператори структурного типу (оператори переходу за результатами перевірки умов) за допомогою узагальнюючих функцій і визначених для них операторних перетворень. Система узагальнюючих функцій [12] складається з правил утворення формул, правил переходу від формальних систем чітких чисел, випадкових величин, нечітких чисел до системи узагальнюючих функцій і назад. Для узагальнюючої функції визначені також правила узагальнення математичних операцій. Всі операції поділені на три групи: нелінійні унарні, нелінійні бінарні, інтегро-диференційні. Узагальнена математична операція виконується за допомогою інтегрального оператора, ядро якого визначається типом операції.

$$\beta_Y(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \cdots \int_{-\infty}^{+\infty} \beta_X(\bar{x}) \psi(\bar{x}, y, F, Q) d\bar{x}, \quad (8)$$

де ψ - ядро оператора, яке задовольняє умові

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(\bar{x}, y, F, Q) d\bar{x} = 1,$$

де F і Q – характеристики операції, яка виконується; n – кратність інтегрування, яка залежить від розмірності вектора $\bar{x}$ і характеристик операцій F і Q .

З метою врахування невизначеності в кожному <перетворенні> алгоритмічної моделі виконується заміна <операції> на відповідне ядро інтегрального оператора, а <вхідні дані > і < результати > подаються узагальнюючими функціями.

Висновки

Розроблено методику формалізації синтезу алгоритмічних моделей для проектування систем керування в умовах невизначеності на основі методу узагальнюючих функцій. Запропонований підхід до формалізації операцій над алгоритмічною моделлю систем керування дозволяє здійснити оптимізацію системи на основі розпаралелювання перетворень та вибору програмного або апаратного способу їх реалізації.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Вирт. Алгоритмы + структуры данных = программы: Пер. с англ. Л.Ю. Иоффе. – М.: Мир, 1985. – 406с.
2. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование. Учебн. Пособие для вузов. – 2-е. изд. перераб. и доп. – М.:Энергоатомиздат, 1985. – 439с.
3. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации. – Винница: Универсум, 2000. – 400 с.
4. Дубовой В.М., Никитенко О.Д. Визначення вимог до структури підсистеми керування вимірювально-обчислювальної системи. Вісник Хмельницького національного університету – 2005.- №4 Ч.1, Т.1 (68), с.115-118.
5. Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко В.М. – Алгебра. Языки. Программирование./ АНУССР, Ин-т киберн. Им. В.М.Глушкова. – 3 изд.. К: Наукова думка, 1989. - 376с.

6. Цапенко М.П. Содержательные логические схемы алгоритмов измерительных систем. – Измерения. Контроль. Автоматизация, 1982, №4, с.3-8.
7. V. Dubovoy, O. Nikitenko Algorithmic models of systems in conditions of uncertainty //Матеріали IV міжнародної конференції „Інтернет-Освіта-Наука” (ІОН-2004). Том 2, – Вінниця: Універсум. - 2004. – С.538-541
8. Александров П.С. Введение в теорию групп. – М.: Наука, 1980, 144 с.
9. Кун С.Ю. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.–672с.
- 10.Пугачов В.С. и др. Основы статистической теории автоматических систем. – М.: Машиностроение, 1974. – 400с.
- 11.Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/ Под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит., 1986. – 312с.
- 12.Глонь О.В., Дубовой В.М. Моделювання систем керування в умовах невизначеності. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004.– 170 с.

В.М. Казак, С.М. Гальченко, С.О. Завгородній

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІМОВІРНІСНИХ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ЗОВНІШНЬОГО ОБВОДУ ЛІТАКА

Вступ

Аналіз публікацій показує, що кількість авіаційних пригод (АП) у світі залишається досить стабільною у перерахунку на виконаний обсяг робіт (відносно мільйона тонно-кілометрів або мільйона перевезених пасажирів). В той же час, статистика Міждержавного авіаційного комітету (МАК) свідчить: якщо в 1982-1992 роках мали місце дві-три катастрофи на 1 мільйон годин нальоту, то за останнє десятиріччя їх кількість потроїлась! За даними Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) причинами більшості АП є: помилки екіпажів, несправність авіаційної техніки, вплив зовнішнього середовища, помилки служби управління повітряним рухом (УПР) та неякісне технічне обслуговування наземними службами. За статистичними даними в період з 1995 до 2005 року відносна частка причин АП майже не змінилася (рис. 1).

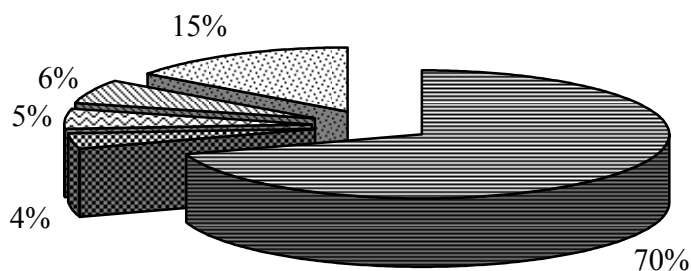


Рисунок 1 – Розподіл авіаційних пригод за останні 10 років:

■ – помилки екіпажів, □ – несправність авіаційної техніки, ▨ – вплив зовнішнього середовища, ▩ – помилки служби УПР, ▤ – неякісне технічне обслуговування.

Аналіз наведених даних показує, що найбільший відсоток (79 %) авіапригод припадає на негативний вплив людського фактору, який залежить від кваліфікації льотного та інженерно-технічного складу, стратегії організації технічного обслуговування, додержання правил

та прийомів технічної та льотної експлуатації. І тільки 21 % усіх АП трапилось по причині несправності чи відмові авіаційної техніки (15 %) чи під впливом несприятливих умов зовнішнього середовища. Однак необхідно також відмітити, що авіапригоди практично ніколи не бувають наслідком якоїсь однієї причини. Зазвичай вони виникають в результаті взаємозв'язку кількох причин. Взяті поодиноці, ці причини можуть здатися несуттєвими, але в сукупності з іншими вони здатні скласти послідовність зовнішньо не пов'язаних одна з одною подій, які призводять до АП. Так, відносно велика частка помилок членів екіпажу пояснюється не лише професійною некомпетентністю або недисциплінованістю, а й збігом обставин, за яких несприятливі зовнішні умови та відмови техніки ініціюють небезпечний перебіг подій. Зокрема, аналіз причин авіапригод показує, що більше 8 % передумов і катастроф виникає через раптові механічні пошкодження аеродинамічної поверхні літака (рис. 2, 3), які в свою чергу призводять до раптової зміни льотно-технічних характеристик ЛА.



Рисунок 2 – Пошкодження зовнішнього обводу крила літака «Боїнг 767», які виникли в результаті зіткнення зі стаєю птахів на висоті 3 600 м (ушкодження передньої кромки крила у вигляді вм'ятини з розривом).

Детальніший аналіз факторів, які спричиняють раптові пошкодження зовнішнього обводу літака дає можливість виділити три основні групи причин: зіткнення з механічними чи біологічними об'єктами або формуваннями (осколка бетону, гравію, резини шини шасі, птахами та інші); електростатичні розряди та блискавки; хімічні процеси які відбуваються в металі конструкції літака як при попаданні на поверхню реактивних речовин, так і більш довготривалі пов'язані з умовами експлуатації літака (корозія, старіння та

руйнування металу тощо). Як результат – повне або часткове руйнування конструкції літака в процесі експлуатації, наприклад, обриви керуючих поверхонь, закрилків, пробої, розриви зовнішньої обшивки, вм'ятини із розривами (рис. 2), одиночні або групові вм'ятини (рис. 3), хвилястості зовнішнього обводу літака тощо.

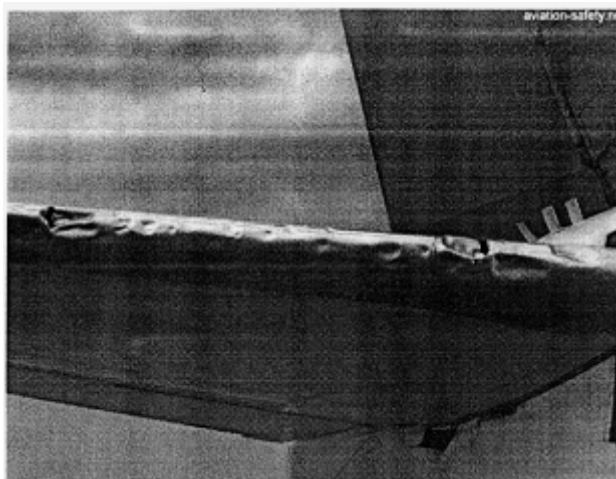


Рисунок 3 – Ушкодження стабілізатора стаєю птахів (серія вм'ятин).

Небезпека раптових пошкоджень полягає в тому, що їх поява обумовлена дією процесів, хід яких не контролюється, тому передбачити її неможливо. Враховуючи цей факт виникає необхідність у розробці методів діагностування зовнішнього обводу літака та класифікації його стану в польоті.

Мета роботи

Метою даної роботи є дослідження імовірнісних методів розпізнавання та аналіз можливості їх застосування для виявлення пошкоджень зовнішнього обводу літака.

Викладення основних результатів

Класифікація стану зовнішніх обводів літака при їх діагностуванні є віднесення його до одного з можливих класів. Чисельність класів визначається особливостями задач і цілей дослідження. Сукупність послідовних дій у процесі класифікації називають алгоритмом класифікації [3]. Аналіз публікацій [1, 2, 4, 5] показує, що найбільш розповсюдженим є два підходи до рішення проблеми класифікації пошкоджень зовнішніх обводів ЛА: імовірнісний та детерміністичний.

При імовірнісному підході постановка задачі класифікації полягає у наступному. Є система, яка знаходиться у одному з S

випадкових станів D_i . Відома сукупність ознак $k = (k_1, k_2, \dots, k_n)$, кожна з яких із відповідною імовірністю характеризує стан динамічної системи (ДС). Необхідно побудувати алгоритм за допомогою якого пред'являема сукупність ознак була б віднесена до одного з можливих станів. Потрібно також оцінити вірогідність прийнятого рішення, а також степінь ризику помилкового рішення.

Постановка задачі

Постановка задачі при детерміністичних методах наступна. ДС характеризується n -мірним вектором визначальних ознак. Будь-який стан ДС представляє собою точку в n -мірному просторі ознак. Стану зовнішніх обводів ЛА властива множина класів D_i (характерів ушкоджень). Вимагається знайти алгоритм за яким вектор визначальних параметрів буде віднесений до визначеної області станів

$$Y^{(n)}(\tau_k) = \{y_j(\tau_k), j = 1, \dots, n\}, \tau_k \in [t_0, t_k],$$

де $y_j(\tau_k) = A_j(\tau_k)[U_j(\tau_k)]$ – оцінка j -го визначального параметру.

Найповнішим відображенням можливих класифікованих станів (КС) будь-якої діагностичної системи буде вектор його станів, що у довільному перетині τ_k можна описати як

$$P(\tau_k) = \{P(S, \tau_k), S = 1, \dots, M\}, \tau_k \in [t_0, t_k],$$

де $P(S, t_k) = P[E(S, t_k)]$, $S = 1, \dots, M$ – безумовна імовірність перебування вектора станів у перетині t_k у S -у класі, що задовольняє умову нормування, тобто

$$\sum_{S \in E} P(S, \tau_k) = 1, P(S, \tau_k) \geq 0, \tau_k \in [t_0, t_k], \quad (1)$$

де $S = 1, \dots, M$ – випадковий дискретний процес.

Співвідношення (1) виражає твердження: у будь-якому довільно узятому перетині τ_d ДС обов'язково знаходиться в одному і тільки в одному з можливих КС. Із теорії оцінювання відомо, що якість функціонування системи класифікації оцінюється сукупністю безумовних імовірностей прийняття рішення про перебування системи в одному з можливих КС, що складають вектор прийняття рішень:

$$Q(S, \tau_k) = \{Q(S, \tau_k), S = 1, \dots, M\}, \quad \tau_k = [t_0, t_k],$$

де $Q(S, \tau_k) = P[D(S, \tau_k)]$, $S = 1, \dots, M$ – безумовна імовірність прийняття рішення про перебування об'єкта в S -му КС. Вона також задовольняє умови нормування і є невід'ємною величиною, тобто

$$\sum_{\xi \in D} Q(S, \tau_k) = 1, \quad Q(S, \tau_k) \geq 0, \quad \tau_k \in [t_0, t_k]. \quad (2)$$

Вираз (2) визначає умову, відповідно до якої в результаті класифікації динамічна система обов'язково буде віднесена до одного з можливих КС.

У процесі класифікації станів ПС або його систем можливі похибки перетворення вектора стану у вектор розв'язків. Це призведе до можливих помилок класифікації станів об'єкта (системи). Можливість появи помилок можна оцінити кількісно через умовну імовірність прийняття рішення за результатами класифікації

$$\omega_{ij}(\tau) = P\{D(j, \tau_k) / E(i, \tau_k)\}, (i, j) \in E, \tau_k = [t_0, t_k], \quad (3)$$

де $E(i, \tau_k)$ – вектор можливих переходів з вектора станів у вектор розв'язків; $D(j, \tau_k)$ – вектор можливих класів.

У виразі (3) і в позначенні $\omega_{ij}(\tau_k)$ означає фактичний стан ДС, а індекс j – номер класу, до якого він буде віднесений за результатами класифікації.

Для розпізнавання станів використовують статистичні методи та методи статистичних рішень. Зі статистичних методів ідентифікації стану ДС найбільшого практичного застосування набули метод з використанням теореми гіпотез (метод Баєса) і метод послідовного аналізу (метод Вальда); серед методів статистичних рішень – статистичні рішення для одного діагностичного параметра, метод мінімального ризику, метод мінімальної кількості помилкових рішень, метод мінімакса, метод Неймана–Пірсона і метод найбільшої правдоподібності. Вибір конкретного методу буде залежати від поставленої задачі розпізнавання і кількості станів системи.

Так, умовну ймовірність помилки прийняття рішення за результатами класифікації стану зовнішнього обводу літака можна визначити, скориставшись узагальненою формулою Байєса:

$$P(D(S, \tau_k) / E(S, \tau_k)) = \frac{P(D(S, \tau_k))P(E(S, \tau_k) / D(S, \tau_k))}{\sum_{\xi \in E} P(D(i, \tau_k))P(E(S, \tau_k) / D(i, \tau_k))}. \quad (4)$$

Вирішальне правило методу Баєса матиме наступний вид: об'єкт з набором ознак k відноситься до діагнозу $D(S, \tau_k)$ з найбільшою апостеріорною імовірністю.

Аналіз виразів (3) і (4) показує, що в загальному випадку умовні імовірності станів залежать не тільки від початкового t_0 і кінцевого t_k часу, але і від тимчасового моменту переходу системи зі стану i у стан j . Як і в попередніх виразах, умовна імовірність $\omega_{ij}(\tau)$ невід'ємна і нормується, тобто

$$\sum_{i \in E} \omega_{ij}(\tau_k) = 1, \quad \omega_{ij}(\tau_k) \geq 0, \quad i \in E.$$

На відміну від теореми гіпотез метод Вальда не обмежує кількість можливих переходів з вектора станів у вектор рішень $D(S, \tau_k)$. Він тільки обмежує кількість можливих класів. Можливих переходів може бути стільки, скільки необхідно для прийняття рішення з визначеним ступенем ризику. Ступінь ризику зазвичай, задається наперед. Оцінимо можливість застосування методу Вальда для класифікації аеродинамічного і технічного станів ЛА, що має два стійкі класи станів. За аналогією з виразом (4) можна записати

$$\frac{P(D_2(S, \tau_k) / E(S, \tau_k))}{P(D_1(S, \tau_k) / E(S, \tau_k))} = \frac{P(D_2(S, \tau_k))P(E_1(S, \tau_k) / D_2(S, \tau_k)) \cdots P(E_i(S, \tau_k) / D_2(S, \tau_k))}{P(D_1(S, \tau_k))P(E_1(S, \tau_k) / D_1(S, \tau_k)) \cdots P(E_j(S, \tau_k) / D_1(S, \tau_k))}, \quad (5)$$

$$E(S, \tau_k) = \{E_1(S, \tau_k), E_2(S, \tau_k), \dots, E_j(S, \tau_k)\}, \quad j = 1, \dots, n.$$

Із рівняння (5) можна визначити вирішальне правило класифікації стану обводів літака. Якщо відношення чисельника до знаменника лівої частини виразу (5) задовольняє нерівність

$$\frac{P(D_2(S, \tau_k) / E(S, \tau_k))}{P(D_1(S, \tau_k) / E(S, \tau_k))} > 1,$$

то приймається рішення щодо того, що за результатами класифікації система належить до вектора можливих класів $D_2(S, \tau_k)$ у перетині τ_k .

Під час класифікації аеродинамічного чи технічного стану ЛА і його устаткування із застосуванням методу Вальда можуть бути двоякі помилки. Помилка, що стосується вектора можливих класів $D_1(S, \tau_k)$, полягає в тому, що приймається рішення про перехід ЛА або його системи у вектор можливих класів $D_2(S, \tau_k)$, у той час, як система чи ЛА в цілому належить вектору можливих класів $D_1(S, \tau_k)$. Помилка, що відноситься до вектора можливих класів $D_2(S, \tau_k)$, за якою приймається рішення на користь $D_1(S, \tau_k)$ у той час, як система (ЛА) належить вектору $D_2(S, \tau_k)$. Ці помилки можна віднести до розряду помилок першого роду в першому випадку і другому роді в другому випадку.

Тому можна стверджувати, що статистичний метод Вальда можна застосувати для вирішення завдання класифікації стану літака і його систем за наявності в них вузлів і агрегатів, що мають два виражені вектори можливих станів.

Для зниження кількості помилок першого і другого роду при класифікації станів ЛА і його систем можна скористатися теорією методів статистичних рішень. Зокрема для поодиначних пошкоджень пропонується класифікацію стану об'єкта проводити з використанням методів статистичних рішень за одним узагальненим параметром та мінімального ризику. При цьому узагальнений параметр U має максимально повно характеризувати стан поверхні літака чи його систем, а класифікація станів полягає у виборі такого граничного значення параметра U_0 , щоб за ним можна було б розробити вирішальне правило переходів з вектора станів у вектор розв'язків, тобто

$$\left. \begin{aligned} U &\in E_1(S, \tau_k), \text{ при } U \leq U_0, \\ U &\in E_2(S, \tau_k), \text{ при } U > U_0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

З рис. 4 видно, що області $f(U/D_1(S, \tau_k))$ і $f(U/D_2(S, \tau_k))$ перетинаються, утворюючи дві області (заштриховані на рис. 4), тому принципово важко вибрати значення U_0 , за якого вирішальне правило (6) не давало б помилкових рішень. Потрібно визначити оптимальне значення U_0 .

Аналіз значень кривих на рис. 4 і вирішального правила (6) дозволяє зробити висновки, що з урахуванням помилкових рішень у дослідженнях будуть наявні події H_{11} , H_{12} , H_{21} , H_{22} , що складають

повну групу несумісних подій: H_{11} – подія, яка полягає в тому, що стан системи належить вектору можливих класів $D_1(S, \tau_k)$ і за результатами ідентифікації воно належить до $D_1(S, \tau_k)$; H_{12} – подія, яка полягає в тому, що стан системи належить вектору $D_1(S, \tau_k)$, а за результатами ідентифікації належить до вектора $D_2(S, \tau_k)$; H_{21} – подія, яка полягає в тому, що стан системи належить вектору $D_2(S, \tau_k)$, а за результатами ідентифікації належить до вектора $D_1(S, \tau_k)$; H_{22} – подія, яка полягає в тому, що стан системи належить вектору $D_2(S, \tau_k)$ і за результатами ідентифікації належить до вектора $D_2(S, \tau_k)$. Наведені ймовірності можна визначити:

$$\begin{aligned}
 P(H_{11}) &= P(D_1(S, \tau_k)) \int_{-\infty}^{U_0} f(U/D_1(S, \tau_k)) dU; \\
 P(H_{12}) &= P(D_1(S, \tau_k)) \int_{U_0}^{\infty} f(U/D_1(S, \tau_k)) dU; \\
 P(H_{21}) &= P(D_2(S, \tau_k)) \int_{-\infty}^{U_0} f(U/D_2(S, \tau_k)) dU; \\
 P(H_{22}) &= P(D_2(S, \tau_k)) \int_{U_0}^{\infty} f(U/D_2(S, \tau_k)) dU.
 \end{aligned} \tag{7}$$

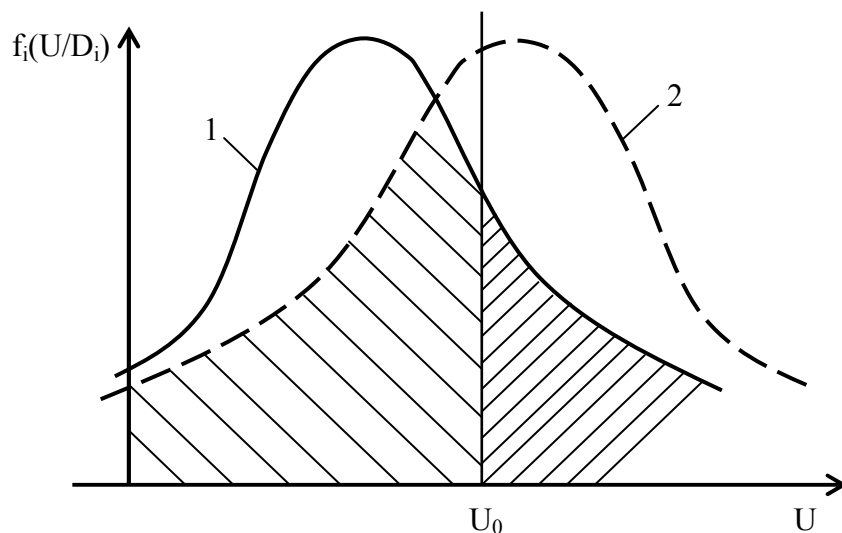


Рисунок 4 – Функції щільностей розподілу ймовірностей параметра у справному та відмовному станах: 1 – $f_1(U/D_1(S, \tau_k))$; 2 – $f_2(U/D_2(S, \tau_k))$.

Крім того, кожна з чотирьох імовірнісних помилок має свою ціну C_{ij} . Очевидно, що якщо є помилки, то є і ризик їх появи. З

урахуванням виразів (7) неважко визначити середній ризик ідентифікації аеродинамічного і технічного стану ЛА і його систем:

$$\begin{aligned} \rho(D(S, \tau_k)) = & C_{11}P_1 \int_{-\infty}^{U_0} f(U/D_1(S, \tau_k))dU + \\ & + C_{12}P_1 \int_{U_0}^{\infty} f(U/D_1(S, \tau_k))dU + C_{21}P_2 \int_{-\infty}^{U_0} f(U/D_2(S, \tau_k))dU + \\ & + C_{22}P_2 \int_{U_0}^{\infty} f(U/D_2(S, \tau_k))dU, \end{aligned} \quad (8)$$

де $P_1 = P(D_1(S, \Phi_k))$, $P_2 = P(D_2(S, \Phi_k))$.

Вираз (8) дозволяє знайти граничне значення узагальненого параметра U_0 з умови мінімального середнього ризику. Для цього продиференціюємо його і прирівняємо похідну до нуля:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho(D(S, \tau_k))}{\partial U_0} = & C_{11}P_1 f(U/D_1(S, \tau_k)) - C_{12}P_1 f(U/D_1(S, \tau_k)) + \\ & + C_{12}P_2 f(U/D_2(S, \tau_k)) - C_{22}P_2 f(U/D_2(S, \tau_k)). \end{aligned} \quad (9)$$

Вираз (9) являє собою умову екстремуму середнього ризику. Перепишемо його у вигляді:

$$\frac{f(U/D_1(S, \tau_k))}{f(U/D_2(S, \tau_k))} = \frac{C_{21} - C_{22}}{C_{12} - C_{11}} \cdot \frac{P_2}{P_1}. \quad (10)$$

З аналізу виразу (10) випливає, що він визначає два значення U_0 , однак тільки одне з них відповідає мінімальному значенню середнього ризику $\rho(D(S, \tau_k))$. Для його визначення візьмемо другу похідну і, щоб результат дійсно відповідав мінімуму $\rho(D(S, \tau_k))$, запишемо умову його одержання

$$\frac{\partial^2 \rho(D(S, \tau_k))}{\partial U_0^2} > 0, \text{ чи } \frac{f'(U/D_1(S, \tau_k))}{f'(U/D_2(S, \tau_k))} = \frac{C_{21} - C_{22}}{C_{12} - C_{11}} \cdot \frac{P_2}{P_1} > 0. \quad (11)$$

Із рівняння (11) можна вивести вирішальне правило переходу з вектора станів у вектор розв'язків, ідентифікуючи аеродинамічний чи технічний стан ЛА і його системи:

$$U \in E_1(S, \tau_k), \text{ якщо } \frac{f(U/E_1(S, \tau_k))}{f(U/E_2(S, \tau_k))} > \frac{C_{21} - C_{22}}{C_{12} - C_{11}} \cdot \frac{P_2}{P_1};$$

$$U \in E_2(S, \tau_k), \text{ якщо } \frac{f(U/E_1(S, \tau_k))}{f(U/E_2(S, \tau_k))} < \frac{C_{21} - C_{22}}{C_{12} - C_{11}} \cdot \frac{P_2}{P_1}.$$

Висновок

Таким чином, в результаті проведеного в роботі аналізу імовірнісних методів розпізнавання для виявлення пошкоджень поверхні літака можна зробити наступні висновки:

- при одиночних пошкодженнях зовнішнього обводу літака, коли мають місце два стійкі стани, доцільно застосовувати статистичний метод Вальда, який на відміну від методу Баєса не обмежує кількість можливих переходів з вектора станів у вектор рішень;
- застосовуючи методи статистичних рішень можна вибрати значення визначального узагальненого параметра з умов мінімального середнього ризику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ищенко С.А., Давидов А.Р. Разработка методов контроля и диагностики аэродинамического состояния судов ГА. – К.: Знание, 1990. – 44 с.
2. Казак В.М., Гальченко С.М. Діагностування аеродинамічної поверхні літальних апаратів // Вісн. НАУ. – 2002. – № 4. – С. 46-49.
3. Казак В.М., Зюзько А.К. Основи експрес-діагностування: Навч. посібник. – К.: НАУ, 2005. – 184 с.
4. Касьянов В.А., Ударцев Е.П. Определение характеристик воздушных судов методами идентификации. – М.: Машиностроение, 1988. – 176 с.
5. Кузьмин В.Ф. Обеспечение Требований к аэродинамическим обводам самолета в авиационном производстве. – М.: Машиностроение, 2002. – 272 с.

Н.А. Козуб, А.Н. Хомченко, В.Г. Шерстюк

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИКУБИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Постановка проблемы

Бикубическими поверхностями называют функции формы (базисные, координатные функции) конечного элемента (КЭ) сирендипова семейства с 12 узлами на границе [1,2]. Сирендиповы КЭ возникли как результат настойчивых попыток исключить внутренние узлы в дву – и трехмерных КЭ лагранжева семейства. Основная проблема сирендиповых КЭ высших порядков, плохо поддающихся какой-либо формализации, связана с построением базиса. Существует, уже ставшее привычным, мнение [1], что для успешного построения базисов сирендиповых КЭ высших порядков требуется определенная изобретательность и умение подбирать неполные полиномы, удовлетворяющие интерполяционной гипотезе. Традиционный матричный метод построения базисов, широко распространенный в МКЭ, неэффективен для сирендиповых КЭ высших порядков. Проблемы сирендиповых аппроксимаций проще всего решаются с помощью геометрического моделирования и компьютерных экспериментов.

Анализ предшествующих публикаций и постановка задачи

Первые результаты геометрического моделирования сирендиповых функций в сочетании с полезными вероятностными идеями были опубликованы в начале 80 – х годов прошлого столетия [3,4]. Это перспективное направление получило развитие в работах [5,6]. С помощью прямого конструирования, а также процедуры взвешенного усреднения удалось построить целое семейство альтернативных базисов на КЭ с 12 узлами. Наиболее интересные результаты исследований бикубических аппроксимаций были включены в кандидатские диссертации Камаевой Л.И., Литвиненко Е.И., Гучека П.И., Манойленко Е.С.

Основная цель статьи – дать подробное описание простой и наглядной процедуры геометрического моделирования бикубических поверхностей, подчеркнуть особую роль классических поверхностей

© Козуб Н.А., Хомченко А.Н., Шерстюк В.Г., 2006

второго порядка в сирендиповых композициях.

Основная часть

Интерполяционный полином на сирендиповом КЭ с 12 узлами (рис. 1,2) имеет вид взвешенного среднего

$$U(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^{12} N_i(\xi, \eta) \cdot U_i \quad (1)$$

где $N_i(\xi, \eta)$ - базис бикубической интерполяции; U_i - заданные значения функции в граничных узлах ($i = \overline{1,12}$).

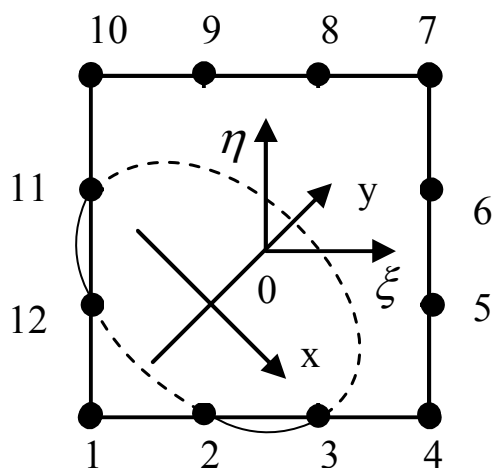


Рисунок 1 - К построению $N_i(\xi, \eta)$ для модели с эллиптическим параболоидом

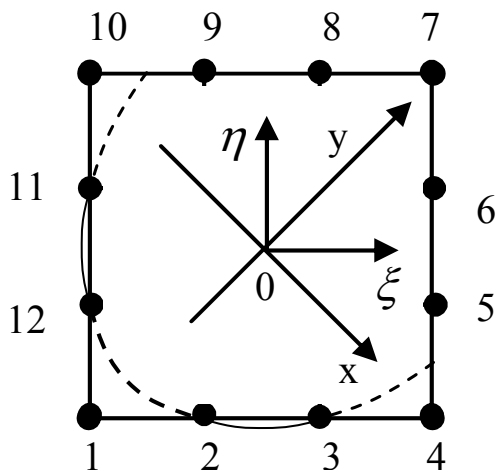


Рисунок 2 - К построению $N_i(\xi, \eta)$ для модели с косым параболическим цилиндром

Базисные функции $N_i(\xi, \eta)$ должны удовлетворять гипотезе типа Лагранжа

$$N_i(\xi_k, \eta_k) = \delta_{ik}, i = \overline{1,12}, k = \overline{1,12}, \quad (2)$$

где δ_{ik} - символ Кронекера, и условию сохранения весового баланса

$$\sum_{i=1}^{12} N_i(\xi, \eta) = 1. \quad (3)$$

На каждой стороне КЭ расположено 4 узла, поэтому вдоль координатного направления функция меняется по закону кубической параболы (отсюда название – бикубическая интерполяция).

Разнообразие моделей бикубической интерполяции и их названия определяются угловыми функциями $N_i(\xi, \eta)$, $i=1,4,7,10$. С помощью промежуточных функций ($i=2,3,5,6,8,9,11,12$) удобно регулировать весовой баланс (3). Нам достаточно построить только две функции, например, $N_1(\xi, \eta)$ и $N_2(\xi, \eta)$. Остальные можно получить параллельным переносом координат или перестановкой ξ и η . Здесь мы рассмотрим две модели бикубической интерполяции.

Модель с эллиптическим параболоидом

Начнем с функции

$$Z_1(\xi, \eta) = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta), \quad (4)$$

которая обеспечивает нулевые аппликаты одновременно в узлах 4,5,6,7,8,9,10 (рис.3).

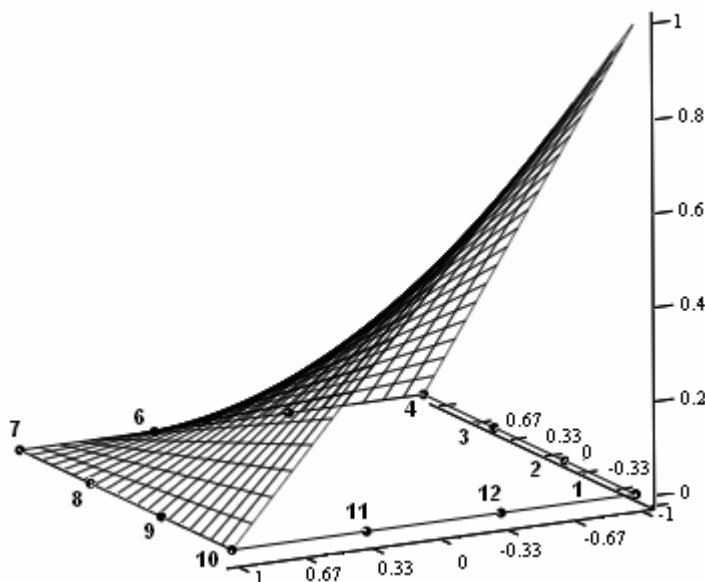


Рисунок 3 - Функция – “пагода” $Z_1(\xi, \eta) = \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)$

Это хорошо известная функция - “пагода”, реализующая билинейную интерполяцию на квадрате. Доказано [7,8], что эта

функция определяет вероятность перехода блуждающей частицы из случайного старта $M(\xi, \eta)$ в вершину 1. При конструировании сирендиповых КЭ эта поверхность постоянного кручения (гипар) играет определяющую роль во всех, без исключения, семействах базисных функций. Нам остается подобрать поверхность второго порядка с единичной аппликатой в узле 1, которая проходит через узлы 2,3, 11,12. Для этой цели пригоден эллиптический параболоид. На рис.1. показана линия нулевого уровня – эллипс, проходящий через указанные узлы. Чтобы обеспечить геометрическую изотропию угловой базисной функции, эллиптический параболоид выбирается симметричным относительно плоскости $\xi-\eta=0$ (рис.1). В качестве второй плоскости симметрии выбрана плоскость $3 \quad \xi+3\eta+2=0$. В системе координат Oxy каноническое уравнение эллипса нулевого уровня имеет вид:

$$\frac{9x^2}{8} + \frac{27(y + \frac{\sqrt{2}}{3})^2}{8} = 1$$

После преобразований параллельного переноса и поворота координат на угол 45° получаем уравнение эллиптического параболоида. Вершина параболоида имеет координаты $(-1/3; -1/3; -1/2)$. Теперь угловая базисная функция конструируется в виде произведения:

$$N_1(\xi, \eta) = Z_1(\xi, \eta) W_1(\xi, \eta) = \frac{1}{32} (1 - \xi)(1 - \eta)(9(\xi^2 + \xi\eta + \eta^2 + \xi + \eta) - 1)$$

Как видим, угловая функция формы в этой модели является синтезом эллиптического параболоида и гипара (рис.4).

Вообще, для угловых узлов:

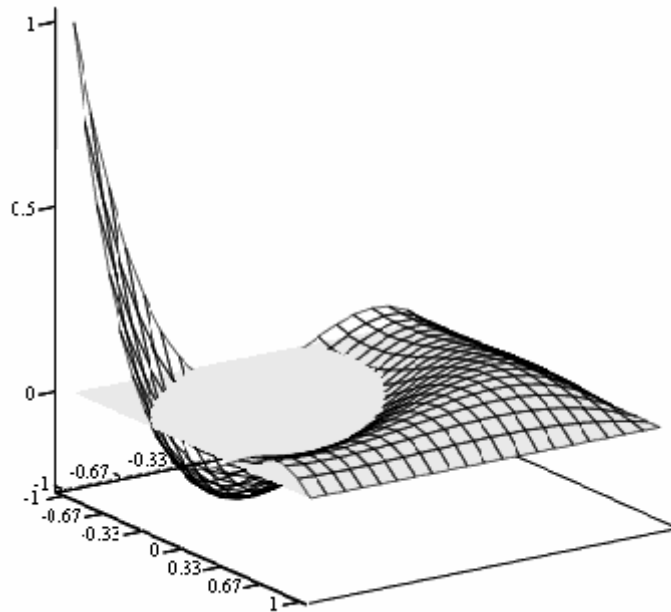
$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{32} (1 + \xi_i \xi)(1 + \eta_i \eta)(9(\xi^2 + \eta^2 + \xi_i \eta_i \xi \eta - \xi_i \xi - \eta_i \eta) - 1), \quad (5)$$

$$\xi_i, \eta_i = \pm 1, i = 1, 4, 7, 10.$$

Промежуточную функцию формы

$$N_2(\xi, \eta) = \frac{9}{64} (1 - \xi^2)(1 - \eta)(-6\xi - \eta + 1)$$

можно разложить на гипар и две плоскости или на параболический цилиндр и две плоскости.

Рисунок 4 - Поверхность $N_I(\xi, \eta)$

Вообще, для промежуточных узлов

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{9}{64}(1 - \xi^2)(1 + \eta_i \eta)(18\xi_i \xi + \eta_i \eta + 1) \quad (6)$$

$$\xi_i = \pm \frac{1}{3}, \eta_i = \pm 1, i = 2, 3, 8, 9.$$

Для остальных узлов достаточно сделать перестановку ξ и η .

Модель с косым параболическим цилиндром

В этом случае для конструирования $N_I(\xi, \eta)$ наряду с гипаром (4) используется косой параболический цилиндр, проходящий через узлы 2, 3, 11, 12 и имеющий единичную аппликату в узле 1.

На рис.2. показана линия нулевого уровня параболического цилиндра, которая является направляющей цилиндрической поверхности. Все образующие цилиндрической поверхности параллельны вектору $(-\frac{2}{9}\lambda; -\frac{2}{9}\lambda; \lambda)$. Уравнение параболического цилиндра в координатах ξ, η имеет вид:

$$W_2(\xi, \eta) = \frac{1}{8}(9(\xi - \eta)^2 - 18(\xi + \eta) - 28) \quad (7)$$

Эта поверхность симметрична относительно плоскости $\xi - \eta = 0$.

Таким образом, угловая функция формы имеет вид (рис.5)

$$N_1(\xi, \eta) = \frac{1}{32}(1-\xi)(1-\eta)(9(\xi-\eta)^2 - 18(\xi+\eta) - 28)$$

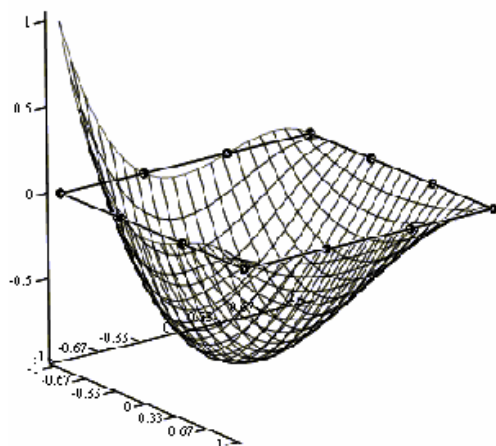


Рисунок 5 - Поверхность $N_1(\xi, \eta)$, (модель с косым параболическим цилиндром)

Вообще, для угловых узлов

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{32}(1+\xi_i\xi)(1+\eta_i\eta)(9\xi^2 + 9\eta^2 - 18\xi_i\eta_i\xi\eta + 18\xi_i\xi + 18\eta_i\eta - 28) \quad (8)$$

$$\xi_i, \eta_i = \pm 1, i = 1, 4, 7, 10.$$

Для промежуточных узлов

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{9}{32}(1-\xi^2)(1+\eta_i\eta)(9\xi_i\xi - \eta_i\eta + 2) \quad (9)$$

$$\xi_i = \pm \frac{1}{3}, \eta_i = \pm 1, i = 2, 3, 8, 9.$$

На рис.6. представлена $N_2(\xi, \eta)$ для второй модели.

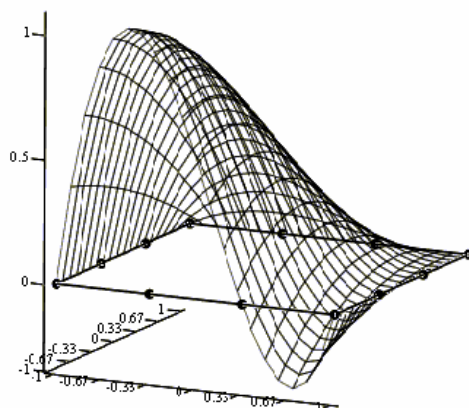


Рисунок 6 - Поверхность $N_2(\xi, \eta)$, (модель с косым параболическим цилиндром)

Как и в первом случае, эту поверхность можно разложить на параболический цилиндр и две плоскости или на гипар и две плоскости.

Модель с параболоидом вращения

Это удивительно, но практически все авторы [1,2,9,10], описывающие сирендиповы КЭ, приводят только эту модель, как единственную возможность построения бикубической интерполяции типа Лагранжа (по заданным значениям функции в 12 – ти узлах).

Для угловых узлов функции формы имеют вид:

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{32}(1 + \xi_i \xi)(1 + \eta_i \eta)(9(\xi^2 + \eta^2) - 10) \quad (10)$$

$$\xi_i, \eta_i = \pm 1, i = 1, 4, 7, 10.$$

Для промежуточных узлов 2,3,8,9

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{9}{32}(1 - \xi^2)(1 + \eta_i \eta)(1 + 9\xi_i \xi) \quad (11)$$

$$\xi_i = \pm \frac{1}{3}, \eta_i = \pm 1$$

есть основания полагать, что этот базис был получен традиционным (матричным) методом. Нетрудно убедиться, что поверхность (10) синтезирована из гипара и параболоида вращения (отсюда название модели). Композиция (11) состоит из поверхности второго порядка и двух плоскостей.

Следует отметить, что появление альтернативных моделей позволяет оптимизировать свойства бикубической интерполяции. Для этого удобно воспользоваться процедурой взвешенного усреднения базисов:

$$\bar{N}_i(\xi, \eta) = \alpha \cdot N_i^{(p)}(\xi, \eta) + (1 - \alpha) N_i^{(q)}(\xi, \eta),$$

где $N_i^{(p)}(\xi, \eta)$ - базисная функция p – модели; $N_i^{(q)}(\xi, \eta)$ - соответствующая базисная функция q – модели; $0 \leq \alpha \leq 1$ - весовой коэффициент.

Компьютерная реализация процедуры взвешенного усреднения позволяет получать бикубические поверхности с заданными свойствами.

Выводы

Несмотря на известные преимущества предложенного метода прямого конструирования базисов, мы не склонны противопоставлять геометрические и алгебраические подходы. К лучшим результатам приводит удачное сочетание алгебраических методов, геометрического моделирования и компьютерного экспериментирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
2. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. – М.: Мир, 1981. – 304 с.
3. Хомченко А.Н. О базисных функциях МКЭ для уравнений в частных производных // III Респ. симпозиум по диффер. и интегр. уравнениям: Тез. докл. Одесса: ОГУ, 1982. – С. 257-258.
4. Хомченко А.Н. О модификации сирендиповых элементов. Деп. в ВИНТИ 4.07.83, №3643-83 Деп.
5. Хомченко А.Н., Камаева Л.И. О моделировании конечных элементов сирендипова семейства // Прикл. проблемы прочности и пластичности: Всесоюзн. межвуз. сб./ Горький: ГТУ, 1985. – С. 14-17.
6. Хомченко А.Н., Литвиненко Е.И., Гучек П.И. Геометрия сирендиповых аппроксимаций // Прикл. геометрия и инж. графика. – К.: Будівельник, 1996. – Вып. 59. – С.40-42.
7. Хомченко А.Н., Тулущенко Г.Я. Вероятностная модель функции - пагоды // Вестник Херс. нац. техн. ун-та. – Херсон: ХНТУ, 2006.- Вып. 24. – С. 95 – 98.
8. Хомченко А.Н., Крючковский В.В. О вероятностной природе поверхности постоянного кручения// Вестник Херс. нац. техн. ун-та.- Херсон: ХНТУ, 2006.- С.522-525.
9. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
10. Коннор Дж., Бреббия К. Метод конечных элементов в механике жидкости. – Ленинград: Судостроение, 1979. - 264с.

Ю.П. Кондратенко, В.Л. Тимченко, І.В. Тимченко

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ
ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ
ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ НАФТИ**

Вступ

Збільшення завантаження чорноморських шляхів судами танкерного флоту, реалізація проектів трансбасейнового транспортування, розвідка та добування на північно-західному шельфі вуглеводної сировини наряду з моральним та фізичним старінням технічного обладнання в портах, низьким рівнем автоматизації окремих технологічних процесів перевантаження рідинних вантажів підвищує ймовірність виникнення аварійних ситуацій з розливами нафти, які можуть супроводжуватися суттєвими негативними екологічними та економічними наслідками для цілих регіонів. За прогностичними оцінками в морських територіальних водах України можливі аварії, з розливами до 30 тис. т нафти [10]. Слід при цьому врахувати, що нафта є однією з найбільш небезпечних забруднюючих речовин, суттєві розливи якої, значно перевищуючи асиміляційну здатність, порушують екологічну рівновагу морських екосистем на багато років [6].

Всі ці фактори обумовлюють необхідність та актуальність розробки нових та удосконалення існуючих методів управління [2,5,9,11,12] технологічними процесами перевезення рідких вантажів морськими шляхами, зокрема, процесами перевантаження нафти в морських портах, де її фонові концентрації значно перевищують гранично допустимі значення, з урахуванням такої важливої складової як екологічний контроль нафтових забруднень.

Постановка задачі

Сучасні підходи до процесів контролю нафтових забруднень та збору нафти в морських портах внаслідок аварійних розливів мають низку недоліків, головною причиною яких є недостатній рівень автоматизації окремих етапів процесів прийняття рішень та, в наслідок, суттєвий вплив „людського фактору” [3] на ефективність

© Кондратенко Ю.П., Тимченко В.Л., Тимченко І.В., 2006

прийняття рішень.

Портовий комплекс, як сукупність взаємозв'язаних економічних, технологічних, екологічних та соціальних факторів відноситься до складних локальних систем [11], складність якого визначається наступними властивостями:

- великою кількістю взаємозв'язків між її елементами (технологічних, еколого-економічних та інших);
- невизначеністю інформації, що призводить до ускладнення прогнозування розвитку ситуації;
- динамічністю та непередбаченістю. Невизначеність обумовлюється насамперед, часто неможливістю отримання повної інформації про параметри розливу нафти, внаслідок недостатніх можливостей інформаційно-вимірювального комплексу, складними гідрометеорологічними умовами, особливостями району розливу та призводить до ускладнення прогнозування розвитку ситуації. Наявність „людського фактору”, особливості процесу розповсюдження нафти на водній поверхні та наявність у складі системи екологічного, тобто „живого” елементу є причинами динамічності та непередбаченості поведінки системи в критичних ситуаціях.

Вищезазначені особливості портового комплексу дозволяють сформулювати до системи екологічного моніторингу процесів перевантаження нафти наступні вимоги:

- достатній (необхідний) рівень автоматизації інформаційного етапу управління безпекою процесів перевантаження нафти в портах;
- використання математичної моделі для визначення динаміки нафтових забруднень на водній поверхні, яка б ефективно функціонувала в умовах неповної інформації про поточну ситуацію;
- використання, наряду з математичними методами, системи експертного оцінювання;
- мобільність системи управління, тобто реагування на будь-які зміни в розвитку аварійної ситуації (зміна гідрометеорологічних умов, психологічного стану людини-оператора, форс-мажорні обставини тощо).

Мета роботи

Метою даної роботи є розв'язання задачі автоматизації екологічного моніторингу процесів перевантаження нафти в морських портах на основі розробки системи підтримки прийняття рішень (СППР) та формування математичної моделі поширення нафтових забруднень на водній поверхні.

Вирішення задачі

Розглядання процесу прийняття рішень (ПР) з логіко-психологічної точки зору дозволяє наглядно відображати всю послідовність ПР, тобто збір та обробку інформації, висування гіпотез розв'язку аварійної ситуації, програвання різних варіантів ПР і в результаті затвердження рішень та їх реалізація. [1,4]. Логіко-психологічну структуру ПР для проведення екологічного моніторингу процесів перевантаження нафти в морських портах можна представити у вигляді узагальненого графа $G(S, q)$,

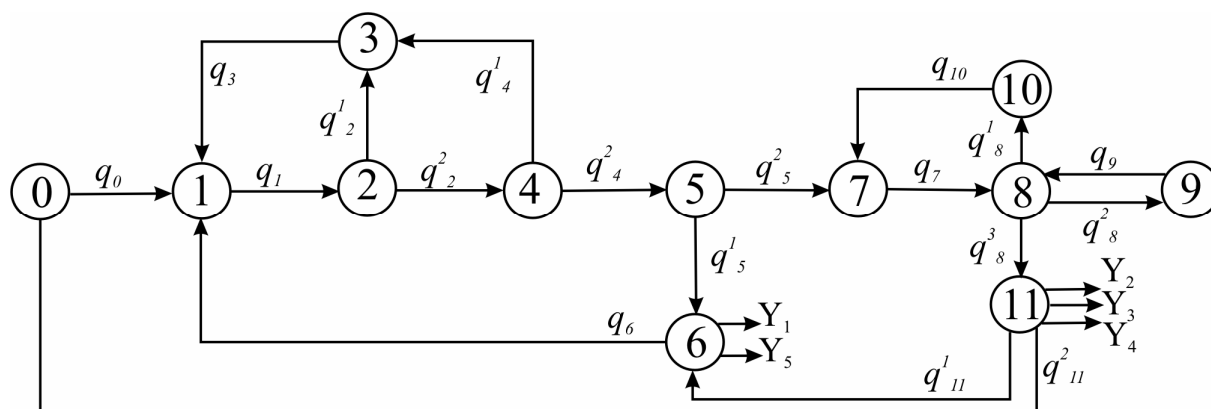


Рисунок 1 – Логіко-психологічна структура ПР для ліквідації аварійних ситуацій

де S_k , $k=1,11$ – вершини (вузли) графа;

q_k^m , – дуги графа, зокрема:

q_0 – збір інформації за допомогою технічних засобів дистанційного моніторингу; q_1 – сприйняття, обробка, уніфікація інформації та формування інформаційної моделі (ІМ) людиною-оператором, що приймає рішення; q_2^l – управління ІМ та формування бази даних; q_2^2 – розпізнавання аварійних ситуацій; q_3 – управління процесами відображення ситуації на ІМ; q_4^l – ідентифікація джерел аварійних розливів та корекція ІМ для деталізації інформації в режимі “on-line”; q_4^2 – створення імітаційної моделі динаміки нафтових забруднень; q_5^l – розробка природоохоронних заходів для

покращення стану водного середовища при відсутності аварійності; q_5^2 – формування критеріїв ПР та перехід до ПР; q_6 – контроль екологічного стану порту при відсутності аварійності; q_7 – розробка рішень пов'язаних з ліквідацією аварійної ситуації; q_8^1 – накопичення досвіду по реалізації процесів ліквідації аварійних розливів в базі знань; q_9 – генерування альтернативних рішень, оцінка результатів; q_8^2 – повторне прийняття рішень при незадовільних попередніх результатах; q_8^3 – затвердження рішення та перехід до операцій з ліквідації аварійної ситуації; q_{10} – корегування процесу вибору рішень з урахуванням накопиченого досвіду; q_{11}^1 – корегування природоохоронних заходів з урахуванням рішень щодо відновлення якості морських екосистем; q_{11}^2 – перехід до аналізу обстановки; $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5\}$ – вектор остаточних рішень.

Наведена на рис.1. логіко-психологічна схема процесів прийняття рішень може бути реалізована на основі запропонованої структури СППР (рис. 2) для автоматизованого контролю нафтових забруднень в морських портах, до складу якої введені:

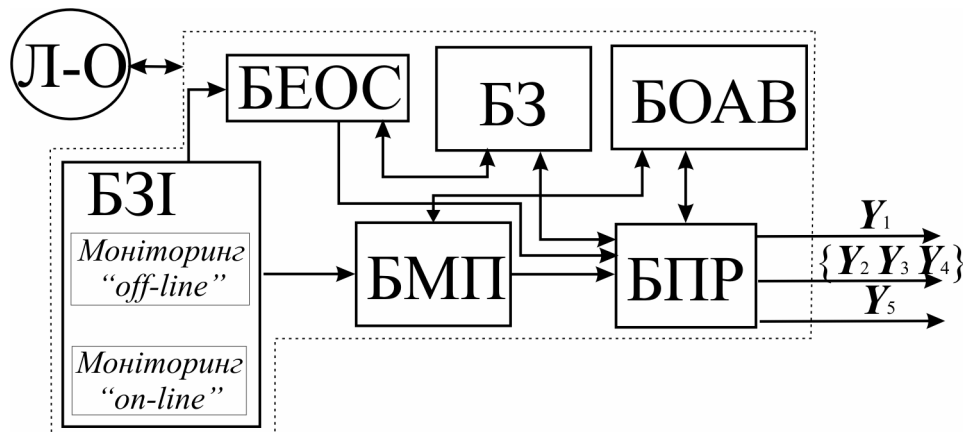


Рисунок 2 – Структура СППР для автоматизованого контролю нафтових забруднень

БЗІ – блок збору інформації, що функціонує в двох режимах: **"off-line"** – попередній збір та обробка апріорної інформації, що передбачає проведення довгострокового моніторингу, необхідного для оцінювання та прогнозування наслідків розливу; режим експертного моніторингу **"on-line"** – поточний збір та обробка інформації за допомогою фото спостережень, відео зйомок, візуальних спостережень та інших засобів дистанційного моніторингу, що включає дані про гідрометеорологічні умови, параметри розливу нафти та інші

додаткові відомості, що необхідні для оцінювання ситуації(наприклад, знаходження поблизу аварії інших суден тощо);

БЗ – база знань, що містить експертні знання, зокрема, інформацію про характеристики і ознаки конфліктних ситуацій, в т.ч. їх небезпечність і причини виникнення. В БЗ також зберігається інформація про фізико-географічні, кліматичні та екологічні характеристики всіх районів морського порту, основні схеми ліквідації аварійних ситуацій, альтернативні послідовності етапів збору нафти, критерії оцінки рівня небезпечності ситуацій, накопичений досвід по ліквідації аварійних розливів тощо, яку СППР використовує для пошуку оптимальних рішень при взаємодії з людиною-оператором (Л-О) в інтерактивних режимах;

БОАВ – блок оцінки альтернативних варіантів рішень, який забезпечує при використанні відповідних математичних моделей можливість попереднього „програвання” (шляхом імітаційного моделювання) різних варіантів розвитку аварійних ситуацій при зміні збурюючих та керуючих впливів;

БЕОС – блок експертного оцінювання ситуації, який дозволяє попередньо формувати відповідну апіорну інформацію, а також в режимі „on-line” отримувати від зовнішніх експертів інформацію стосовно оцінки рівня небезпечності ситуації, оцінки екологічних та економічних збитків тощо. Необхідність включення підсистеми експертної оцінки до складу СППР на ряду з математичним моделюванням, обумовлюється присутністю різного роду невизначеностей, коли представлення інформації в строгих математичних формах не можливо. Суб’єктивна семантична інформація, що отримується від експертів у вигляді балів, представляється в лінгвістичній формі, тобто, наприклад, оцінюється рівень безпеки ситуації, що виникла, як: {безпечна (Б), погіршена (П), небезпечна (НБ), дуже небезпечна (ДНБ), критична (К), надзвичайна (Н)}, ранжується за визначеними критеріями, обробляється математичними методами, наприклад за Байєсовою схемою та уніфікується для всіх видів інформації у вигляді категорій безпеки. БЕОС працює в режимі постійної взаємодії з БЗ;

БМП – блок моделювання та прогнозування розповсюдження нафтової плями, функціонування якого базується на використанні імітаційної моделі динаміки поведінки НЗ на водній поверхні з

урахуванням різних видів збурюючих впливів. В якості вхідної інформації для БМП використовуються дані дистанційного моніторингу. На основі результатів моделювання блоком БМП формуються значення концентрації нафтових забруднень за відповідними координатами та визначається (прогнозується) оцінювальне значення узагальненого радіусу забрудненої поверхні в будь-які моменти часу;

БПР – блок прийняття рішень, що забезпечує прийняття людиною-оператором, що взаємодіє в інтерактивному режимі з СППР, остаточного оптимального рішення при виникненні конкретної аварійної (конфліктної) ситуації.

Множину $Y = \{ Y_1, \{Y_2, Y_3, Y_4\}, Y_5 \}$ можливих рішень можна характеризувати наступним чином:

- при відсутності аварійної ситуації рішення $Y = \{Y_1\}$ включає розробку природоохоронних заходів та екологічної політики відтворення рівноваги та стабілізації морської екосистеми;
- при виникненні аварійної ситуації рішення $Y = \{Y_2, Y_3, Y_4\}$ забезпечує визначення оптимальних параметрів збору нафти судном-нафтозбирачем, Y_2 розробку раціонального плану ліквідації аварійної ситуації, Y_3 ; оцінка розміру екологічних збитків, Y_4 ;
- при ліквідації аварійної ситуації рішення $Y = \{Y_5\}$ в умовах динаміки аварійної ситуації з подальшою розробкою заходів, щодо відтворення екологічної рівноваги.

Одним з найважливіших елементів БМП даної СППР є математичне моделювання трансформації забруднюючих речовин в водному середовищі.

Більш детально розглянемо імітаційну модель розповсюдження нафтових забруднень яка базується на відомому рівнянні турбулентної дифузії [7]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -V_x \frac{\partial C}{\partial x} - V_y \frac{\partial C}{\partial y} + A_l \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + \lambda(x, y, t) \cdot C + F(x, y, t), \quad (1)$$

де C – об'ємна концентрація нафти у воді, $\text{кг}/\text{м}^3$; $V = (V_x, V_y)$ – вектор горизонтальних компонент по осям швидкості течії в поверхневому шарі; A_l – коефіцієнт горизонтальної дифузії, $\text{м}^2/\text{с}$; $\lambda(x, y, t)$ –

коефіцієнт самоочищення, що є характерним для даного водоймища; $F(x, y, t)$ – функція потужності надходження забруднюючих речовин.

При виникненні аварійної ситуації з розливами нафти модель (1) для визначення основних параметрів динаміки нафтового поля приймає вигляд:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -V_x \frac{\partial C}{\partial x} - V_y \frac{\partial C}{\partial y} + A_l \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 y}{\partial y^2} \right) + F(x, y, t). \quad (2)$$

Нехтування процесами самоочищення пояснюється незначним їх впливом за період часу, необхідного для ліквідації аварійної ситуації.

При аварійному розливі нафти, коли надходження нафтових забруднень після розливу призупинено, тобто ($F(x, y, t) = 0$), (2) має вигляд:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -V_x \frac{\partial C}{\partial x} - V_y \frac{\partial C}{\partial y} + A_l \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 y}{\partial y^2} \right). \quad (3)$$

За методом різницевої апроксимації отримано рекурентну форму математичної моделі (3), що дозволяє здійснювати імітаційне моделювання процесів ліквідації розливів нафти з урахуванням напрямку та сили течії та вітру:

$$C_{ij}^{t+\Delta t} = C_{ij}^t \left(1 + A_l \Delta t \left(\frac{\Delta y^2 + \Delta x^2}{\Delta y^2 \Delta x^2} \right) - \Delta t \left(\frac{V_x \Delta y + V_y \Delta x}{\Delta y \Delta x} \right) \right) - C_{i+1,j}^t \left(\frac{\Delta t}{\Delta x^2} - (V_x \Delta x - 2A_l) \right) + \\ + C_{i,j+1}^t \left(\frac{\Delta t}{\Delta y^2} - (V_y \Delta y - 2A_l) \right) - C_{i+2,j}^t \left(\frac{A_l}{\Delta x^2} \Delta t \right) - C_{i,j+2}^t \left(\frac{A_l}{\Delta y^2} \Delta t \right), \quad (4)$$

де Δx , Δy , Δt – відповідні кроки по координатах x , y та часу t ; i , j – параметри решітки різницевої схеми.

Основні результати та висновки

Отримати концентрації нафти по координатах x , y в будь-які моменти часу від початку аварійного викиду та визначити радіус забрудненої водної поверхні. В якості вхідної інформації використовується данні дистанційного моніторингу.

Результати проведеного авторами імітаційного моделювання розповсюдження нафтової плями після бункеровочного розливу 10 т дизельного палива в умовах морського торговельного порту „Миколаїв” (рис.3) підтверджують адекватність запропонованої

математичної моделі (4) для умов незначного хвилювання поверхні моря.

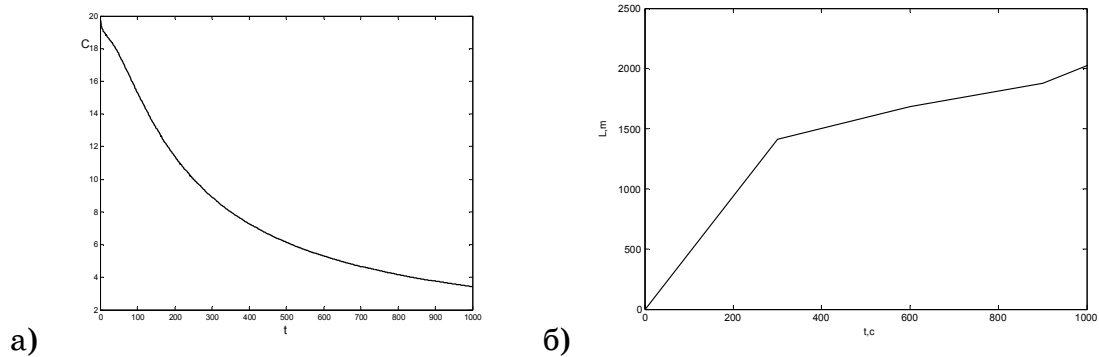


Рисунок 3 – Результати імітаційного моделювання нафтових забруднень:
а) зміна концентрації $C(t)$; б) зміна довжини нафтової плями $L(t)$

Введення СППР для автоматизації екологічного моніторингу нафтових забруднень, як підсистему в комплексі управління процесами перевантаження нафти в морських портах дозволить оптимізувати процедури прийняття рішень стосовно ліквідації аварійних розливів, визначення природоохоронних заходів та розмірів екологічних збитків, що значно зменшить обсяг можливих негативних наслідків для навколишнього середовища при виникненні аварійних ситуацій та підвищить загальну екологічну безпеку портів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Б.М., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нечёткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации. – К.: Техника, 2002. – 140 с.
2. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наукова думка, 1993. – 184 с.
3. Кондратенко Ю.П. Проблемы разработки людинно-машинных систем (ЛМС) управління суднами в екстремальних умовах // Технічні вісті, Львів. – 1994. – №1 (2, 3). – С. 49-53.
4. Кондратенко Ю.П., Подопрігора Д.Н., Тимченко И.В. Структура системы поддержки принятия решений для оптимизации процессов ликвидации розливов нефти // Труды 6-й Межд. научно-

- практической конференции „Современные информационные и электронные технологии”, Одесса. – 2005. –С. 381.
5. Кондратенко Ю.П., Тимченко В.Л. Система поддержки принятия решений при управлении безопасным движением судна в судоходных каналах // Збірник наукових праць ”Проблеми автоматизації та електрообладнання транспортних засобів”, Миколаїв, 2005, Ч.1, СС. 65-69.
6. Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1989. – 365 с.
7. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч.посібник. – К. Либидь, 2003. – 208с.
8. Мацокин Л. ИПС – Система идентификации источников загрязнения моря // Судоходство. – 1999. – № 5. – С. 31 – 32.
9. Овезгельдиев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации. – К.: Наукова думка, 2002. – 164 с.
10. Павленко Н. Экологические проблемы Чёрного моря // Судоходство. – 1999. – № 6-7. – С. 52 – 53.
11. Саяпин В.В., Эдельштейн Ю.Д., Вент Д.П. Информационная подсистема автоматизированного мониторинга экологических объектов // Автоматизация и современные технологии. – 2000. – №11. – С. 6 - 11.
12. Токарев В.Л. Интегрированная система поддержки принятия решений по управлению, прогнозированию и диагностике // Автоматизация и современные технологии. – 2000. – №4. – С. 21 - 28.

МЕТОД ДЕФАЗИФІКАЦІЙНОЇ ЗГОРТКИ ВЕКТОРНОГО КРИТЕРІЮ ОПТИМАЛЬНОСТІ

Актуальність

В багатьох сучасних задачах прийняття рішень, зокрема в економічних та соціальних системах, стикаються з необхідністю здійснювати агрегацію тих чи інших значень. Так, наприклад, при розв'язанні багатокритеріальних задач прийняття рішень часто застосовують підхід зведення до однокритеріальної задачі [1]. За таким підходом оцінки кожного альтернативного варіанта за окремими критеріями C_l , $l = \overline{1, n}$ з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів W_l критеріїв піддають агрегації в узагальнену оцінку. Таким чином, відбувається перетворення векторного критерію оптимальності альтернатив $C = \{C_l\}$ в узагальнений скалярний $\hat{C}$. Наприклад, в задачах з використанням колективних експертних оцінок агрегацію застосовують при формуванні єдиної оцінки в групі експертних оцінок або при визначенні загальної оцінки експертів з суттєвих кластерів після перевірки погодженості думок експертів [2,3].

Найуживанішими методами агрегації є одержання адитивного критерію, мультиплікативного критерію та критерію евклідової відстані. Однак, зазначені методи набули значного поширення через простоту їх використання і не є прийнятними для всіх класів задач прийняття рішень [1,3,4].

Постановка задачі

Суттєвим недоліком зазначених вище поширених методів агрегації значень в задачах прийняття рішень постає властивість багатьох таких методів компенсування малих значень оцінок за одними критеріями більшими значеннями оцінок за іншими критеріями зовсім різного сенсу та змісту. Тому, при розв'язанні певних практичних задач виникає необхідність у гнучких методах одержання узагальнених агрегованих значень оцінок альтернативних варіантів з більш тонким врахуванням величин значень оцінок за

локальними критеріями та їх вагових коефіцієнтів [4].

Пропонується

Слід зазначити, що часто в реальних практичних задачах виникають певні проблеми домінування якісних, погано визначених, нечітких факторів. Складність зумовлюється дослідженням процесів в умовах невизначеності, зокрема в умовах наявності неповноти апіорної та поточної інформації відносно характеристик та параметрів об'єкту та впливів зовнішнього середовища. Існуючі детерміновані підходи з використанням точних характеристик об'єктів, явищ та процесів не враховують зазначені фактори, тому не можуть бути успішно використані в деяких класах задач.

Для вирішення зазначеної проблеми доцільним і зручним постає застосування технологій штучного інтелекту, які останнім часом набувають значного поширення і використання. Зокрема, достатньо популярним є розв'язання задач прийняття рішень за допомогою систем, що базуються на теорії нечітких множин (ТНМ) [1,5,6]. Застосування ТНМ надає можливість більш адекватно виражати як кількісні, так і якісні дані, суб'єктивні думки осіб, що приймають рішення (ОПР).

Пропонується метод агрегації значень, який ґрунтується на теорії нечітких множин. Визначення агрегованого значення полягає у дефазифікації нечіткої множини $\tilde{A}$, що побудована за значеннями оцінок та за значеннями відповідних до них вагових коефіцієнтів.

Зазначена нечітка множина оцінок $\tilde{A}$ утворюється у наступний спосіб. Кожне значення оцінки C_l , $l = \overline{1, n}$ та відповідне до нього значення вагового коефіцієнту W_l утворюють пару (C_l, W_l) . Будемо вважати, що всі такі пари є упорядкованими за зростанням значень оцінок C_l та всі вагові коефіцієнти W_l є нормованими. За набором цих пар будується нечітка множина $\tilde{A}$. Опорними точками такої нечіткої множини будуть значення оцінок C_l , а ступенями належності цих опорних точок будуть відповідні значення вагових коефіцієнтів W_l . Таким чином, носієм побудованої нечіткої множини оцінок $\tilde{A}$ буде інтервал $[C_1, C_n]$. Функція належності (ФН) нечіткої множини $\tilde{A}$ утворюється за допомогою сплайн-інтерполяції за значеннями ступенів належності опорних точок. Через відсутність

можливості з наявних даних зробити будь-які припущення щодо вигляду та форми функції належності побудованої у такий спосіб нечіткої множини $\tilde{A}$, доцільним постає використання лінійної інтерполяції.

Таким чином, функція належності $f_{\tilde{A}}(x)$, $x \in [C_1, C_n]$ побудованої нечіткої множини $\tilde{A}$ буде складатись з не більш ніж $n-1$ фрагментів – відрізків, які “з’єднують” значення ступенів належності сусідніх опорних точок. У лінійному випадку ФН $f_{\tilde{A}}(x)$ буде виглядати так:

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x - C_1)(W_2 - W_1)}{C_2 - C_1} + W_1, & \text{якщо } C_1 \leq x < C_2; \\ \dots \\ \frac{(x - C_l)(W_{l+1} - W_l)}{C_{l+1} - C_l} + W_l, & \text{якщо } C_l \leq x < C_{l+1}; \\ \dots \\ \frac{(x - C_{n-1})(W_n - W_{n-1})}{C_n - C_{n-1}} + W_{n-1}, & \text{якщо } C_{n-1} \leq x \leq C_n. \end{cases} \quad (1)$$

або, у більш компактній формі:

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x - C_l) \cdot (W_{l+1} - W_l)}{C_{l+1} - C_l} + W_l & \text{при } C_l \leq x \leq C_{l+1}, \quad l = \overline{1, n-1}. \end{cases} \quad (2)$$

Приклад графічного зображення ФН нечіткої множини $\tilde{A}$ наведений на рис. 1.

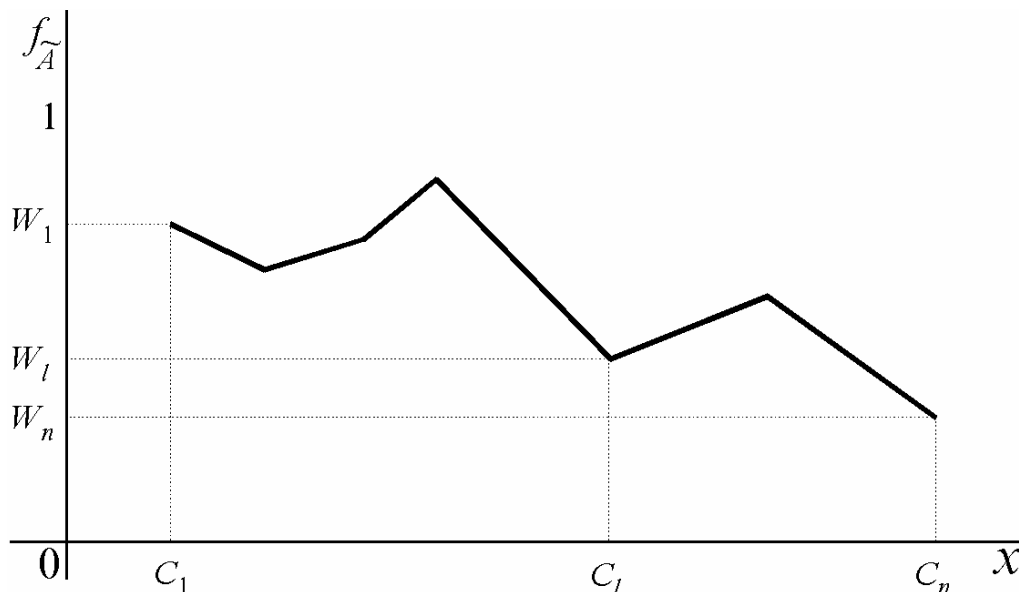


Рисунок 1 – Приклад вигляду графіку функції належності нечіткої множини $\tilde{A}$

Далі знаходиться чітке значення A – шукане агреговане значення $\hat{C}$ набору оцінок $\{C_l\}$, $l = \overline{1, n}$. Для цього вдаються до процедури дефазифікації нечіткої множини [1,6]. Метод дефазифікації обирається в залежності від конкретної задачі. Придатними для запропонованого методу агрегації значень в задачах прийняття рішень постають наступні методи дефазифікації: центроїдний, методи максимуму, метод центру максимумів, висотна дефазифікація.

Центроїдний метод (рис. 2) полягає у знаходженні центру ваги (центроїду) нечіткої множини $\tilde{A}$, який і обирається за результат A :

$$A = \frac{\int_{C_1}^{C_n} x f_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_{C_1}^{C_n} f_{\tilde{A}}(x) dx}. \quad (3)$$

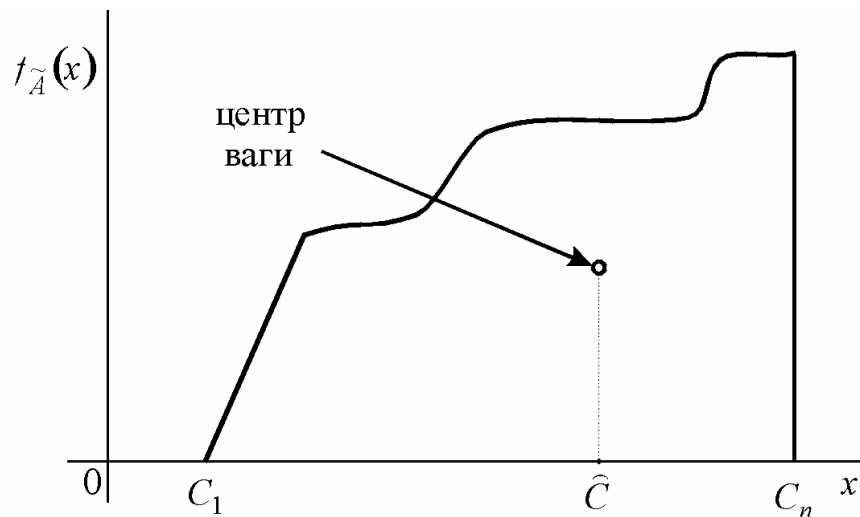


Рисунок 2 – Дефазифікація центроїдним методом

Методи максимуму, які графічно показані на рис. 3, полягають у виборі чіткого результату A серед тих значень, для яких значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$, тобто ступінь належності є найбільшим. Серед методів максимуму найпоширеніші: метод першого максимуму та метод середнього максимуму.

У методі першого максимуму чітке значення A знаходиться як найменше значення x , при якому досягається найбільше значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$:

$$A = \min \left(x \mid \max_{[C_1, C_n]} f_{\tilde{A}}(x) \right), \text{ тобто } A = \min(x) = a. \quad (4)$$

У методі середнього максимуму чітке значення A знаходиться відповідно як середнє значення з тих, при яких досягається найбільше значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$. Середній максимум на рис. 3 позначений $\hat{C}$.

$$A = \frac{\int_a^b x dx}{\int_a^b dx}. \quad (5)$$

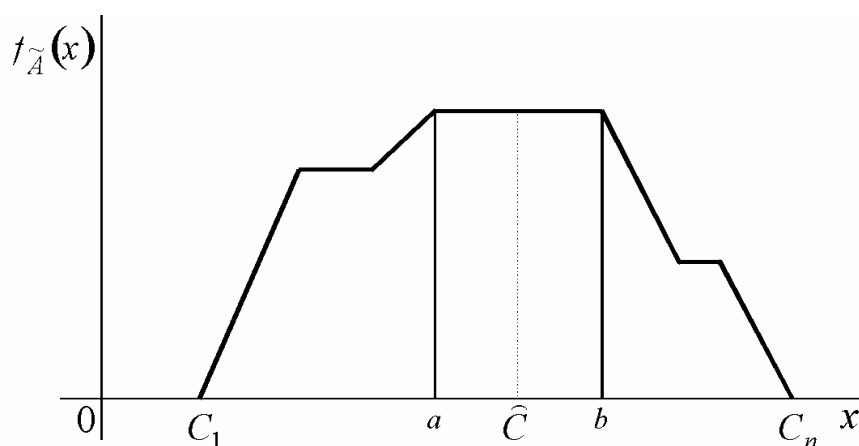


Рисунок 3 – Дефазифікація методами максимумів

У методі центра максимумів виходом A є середня точка між центрами областей значень x , при яких функція належності $f_{\tilde{A}}(x)$ утворює найвищі «плато». Застосування даного методу графічно зображено на рис. 4.

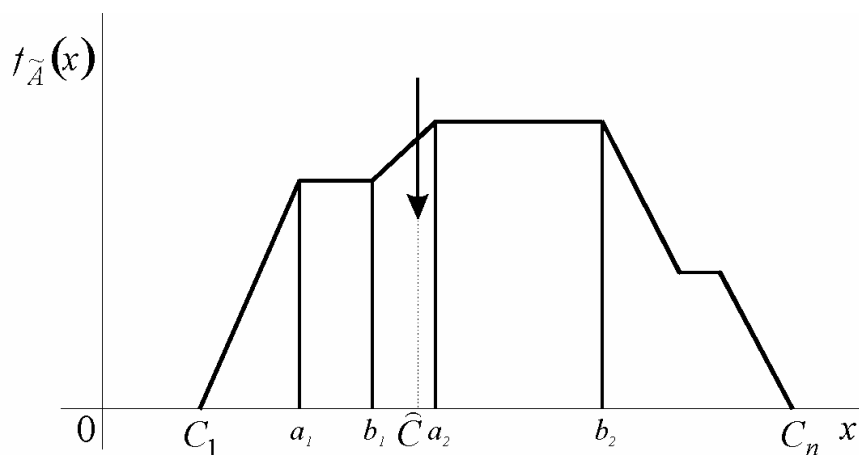


Рисунок 4 – Дефазифікація методом центра максимумів

Метод висотної дефазифікації полягає у знаходженні центроїду α -рівня, тобто з нечіткої множини $\tilde{A}$ до уваги приймаються лише ті значення x , для яких $f_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha$, $0 \leq \alpha \leq 1$:

$$A = \frac{\int_{x \in X^\alpha} x f_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_{y \in X^\alpha} f_{\tilde{A}}(x) dx}, \quad X^\alpha = \{x \mid f_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (6)$$

При $\alpha = 0$ з методу висотної дефазифікації (6) виходить центроїдний метод (3).

Додатково звернемо увагу на окремі випадки існування оцінок C_i з однаковими та близькими значеннями. В ситуаціях однакових значень оцінок C_i доцільним є утворити для всіх однакових значень одну опорну точку нечіткої множини $\tilde{A}$. Ступінь належності такої опорної точки визначається як певна функція від значень вагових коефіцієнтів оцінок з рівним значенням:

$$x = C_i = \dots = C_j, \quad x_i, \dots, x_j \in [C_1, C_n], \quad f_{\tilde{A}}(x) = F(W_i, \dots, W_j). \quad (7)$$

Така функція $F(\{W_i\})$ визначається в залежності від конкретної задачі, що розглядається. Наприклад, в окремих випадках ступінь належності можуть визначати як мінімальне чи максимальне значення з усіх відповідних значень вагових коефіцієнтів, або як суму значень вагових коефіцієнтів оцінок з рівним значенням.

Дуже цікавими є випадки наявності оцінок з близькими значеннями. Невеличка похибка у таких значеннях оцінок при різних значеннях вагових коефіцієнтів може призводити до суттєвої зміни вигляду функції належності нечіткої множини, і в результаті – до зміни шуканого агрегованого значення. Наочно це проілюстровано на рис. 5, 6.

Такі випадки є дуже властивими для реальних задач прийняття рішень із застосуванням експертних оцінок. Безперечно, розв'язок зазначених ситуацій з близькими значеннями оцінок визначається для кожної конкретної задачі.

Проте, пропонується наступний підхід вирішення таких випадків. За умов, що деякі близькі значення оцінок відрізняються не більше ніж на деяке визначене граничне значення (абсолютне чи відносне), такі значення можна вважати однаковими, і на їх бази

утворювати єдину опорну точку нечіткої множини $\tilde{A}$ за правилами для рівних значень оцінок.

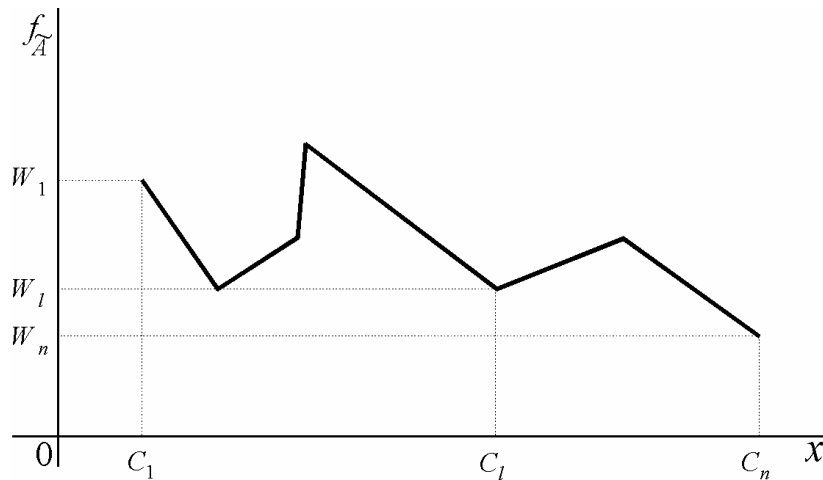


Рисунок 5 – Третя опорна точка має ступінь належності менший ніж дуже близька до неї четверта

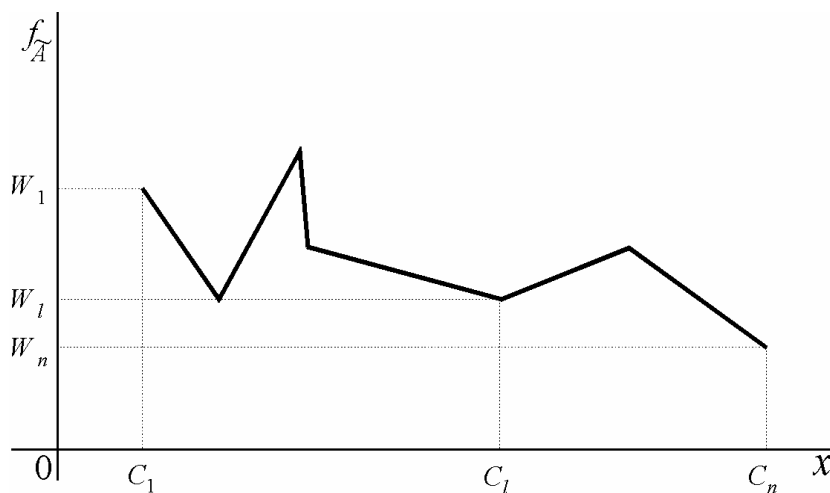


Рисунок 6 – Близькі на рис. 5 третя та четверта опорні точки “переставлені місцями”

Висновки

Запропонований спосіб здійснення операції агрегації значень є цілком придатним для практичного застосування в реальних задачах прийняття рішень. Вибір методу дефазифікації забезпечує певну гнучкість агрегації, і дозволяє в деякій мірі налаштовувати метод до конкретної задачі, що розглядається.

Даний підхід надає можливість одержувати зважено-збалансовані агреговані значення та більш тонко враховувати взаємний розподіл значень, що агрегуються. Він є достатньо простим для практичного

застосування, і не несе методологічного ускладнення процесу розв'язання задач прийняття рішень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршевніюк Л.А., Бидюк П.И. Решение задачи распределения инвестиций на основе нечеткого логического вывода // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2003. – №2. – с.34-42.
2. Коршевніюк Л.О., Мінін М.Ю., Бидюк П.І. Підхід групування оцінок в задачах прийняття рішень // Информационные технологии в XXI веке: Сборник докладов и тезисов II-го Международного молодежного научно-практического форума. – Днепропетровск: ИПК ИнКомЦентра УГХТУ, 2004. – с. 85-86.
3. Коршевніюк Л. Агрегація значень в задачах прийняття рішень // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2005): Тези доповідей восьмої міжнародної науково - технічної конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – с. 270.
4. Коршевніюк Л.А., Минин М.Ю., Бидюк П.И. Нечеткий подход получения обобщенных оценок // Системний аналіз та інформаційні технології: Тези доповідей учасників VI міжнародної науково-практичної конференції – К.: НТУУ «КПІ», 2004. – с.107-109.
5. Коршевніюк Л.А., Бидюк П.И. Проблема поддержки принятия решений при управлении бизнес-процессами на предприятиях // Системні технології. – 3(11). – Дніпропетровськ, 2000. – с.40-51.
6. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control. 8(1965), pp.338-353.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАДРОВОГО АГЕНТСТВА. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ.

Кадровые агентства, как и другие представители малого и среднего бизнеса, развиваясь и расширяясь, нуждаются в оптимизации рабочего процесса. Одним из ключевых моментов в таких случаях является построение эффективной информационной системы компании, и переход на электронный документооборот. При этом также следует учитывать возможную ориентацию бизнеса на Интернет.

В данном цикле статей будет рассмотрено построение и внедрение информационной системы кадрового агентства на разных этапах его развития.

Подход, описанный в статье, с небольшими изменениями можно применять в компаниях, занимающихся другими видами деятельности, вследствие схожей организации рабочего процесса.

Компьютерная техника, в данный момент, широко используется малым и средним бизнесом. Это подразумевает подготовку документов, работу с электронной почтой, поиск информации в Интернет и т. д. В небольших компаниях, компьютер чаще всего используется для работы с документами в программных пакетах типа Microsoft Office. Это делает его всего лишь частью системы бумажного документооборота, так как подготовленные документы в дальнейшем просто распечатываются на принтере. Такое применение компьютера задействует очень малую долю его возможностей, делая из него, по сути, дорогую печатную машинку. Суть систем электронного документооборота, как раз и заключается в том, чтобы свести использование бумажных носителей в рабочем процессе к минимуму, оставив для них лишь начальный (например, заключение контракта), либо конечный этап рабочего процесса.

Далее будет рассмотрен процесс эволюции информационной системы кадрового агентства от этапа использования компьютера в качестве печатной машинки, до этапа внедрения полноценной системы электронного документооборота.

Итак, на начальном этапе, в агентстве имеется один или
© Костин В.О., Савво А.Ю., 2006

несколько компьютеров. На них подготавливаются и распечатываются бланки резюме, договоры, письма, другая сопроводительная документация. Резюме соискателей, или заявки на персонал от работодателей, хранятся в бумажном виде в картотеке. Поиск нужных резюме или заявок осуществляется вручную. На данном этапе у агентства появляется сайт в Интернете, на котором размещается информация об агентстве, а также список вакансий и резюме, который обновляется вручную.

Данная организация работы функционирует нормально, пока у агентства небольшой поток клиентов и не планируется введение дополнительных услуг. Как только поток клиентов увеличивается, происходит замедление рабочего процесса вследствие чисто физических причин – сотрудники не успевают обслуживать клиентов или производить поиск в базе резюме (заявок).

Есть два выхода из данной ситуации. Первый – нанять больше сотрудников (что связано со значительными расходами), второй – перевести базу данных агентства в электронный вид.

Рассмотрим преимущества второго метода. Главным, конечно, является скорость обслуживания клиентов. Поиск по базе данных становится практически мгновенным. Появляется возможность организация дополнительных услуг для клиентов агентства.

Существует много подходов для реализации указанного метода, отличающихся между собой способами организации доступа к базе данных. Однако, все подходы объединяет тот факт, что сама база данных находится в одном (выделенном для нее) месте, а доступ к ней осуществляется из нескольких мест, произвольным количеством пользователей.

Оптимальным, в данном случае, было бы размещение базы данных на выделенном сервере, который мог бы использоваться как ядро информационной системы агентства. На сервер можно было бы перенести сайт агентства, сэкономив при этом на оплате услуг хостинга, установить систему электронной почты и так далее. Следует заметить, что выделение сервера не является обязательным, так как базу данных можно разместить у провайдера, специализирующегося на предоставлении таких услуг.

Самой оптимальной технологией для доступа и работы с базой данных, в данном случае, является использование вэб-интерфейса, то

есть страницы, написанной на языке HTML, с использованием скриптов на PHP [3]. Таким образом, не только решаются проблемы организации многопользовательской работы, но и появляется возможность существенно расширить набор услуг сайта агентства, предоставив возможность его посетителям осуществлять поиск по базе данных агентства, а также самим размещать в ней свои резюме или заявки на персонал.

Несколько слов о применяемых технологиях и языках программирования.

Данные вносятся в базу через веб-форму, написанную на языке HTML [4]. Для передачи данных между программой-браузером и скриптом используется интерфейс CGI. CGI - Common Gateway Interface является стандартом интерфейса (связи) внешней прикладной программы с информационным сервером типа HTTP, веб-сервер. Обычно гипертекстовые документы, извлекаемые из веб-серверов, содержат статические данные. С помощью CGI можно создавать CGI-программы, называемые шлюзами, которые во взаимодействии с такими прикладными системами, как система управления базой данных, электронная таблица, деловая графика и др., смогут выдать на экран пользователя динамическую информацию.

Программа-шлюз запускается веб-сервером в реальном масштабе времени. Веб-сервер обеспечивает передачу запроса пользователя шлюзу, а она в свою очередь, используя средства прикладной системы, возвращает результат обработки запроса на экран пользователя.

PHP - это скриптовый server-side язык программирования, предназначенный в основном для включения в HTML-страницу и выполняемый сервером перед выдачей страницы браузеру. В браузере же, отображается непосредственно результат исполнения участка кода на PHP. Также, данный язык программирования имеет богатый набор функций, для работы с базами данных. В нашем случае, в качестве СУБД используется MySQL [2].

Данная СУБД использует язык SQL (Structured Query Language - структурированный язык запросов) ориентированный на операции с данными, представленными в виде логически взаимосвязанных совокупностей таблиц [1]. Особенность предложений этого языка

состоит в том, что они ориентированы в большей степени на конечный результат обработки данных, чем на процедуру этой обработки. SQL сам определяет, где находятся данные, какие индексы и даже наиболее эффективные последовательности операций следует использовать для их получения: не надо указывать эти детали в запросе к базе данных.

Для создания таблиц базы данных, а также других операций используется веб-оболочка PhpMyAdmin.

Теперь остановимся подробнее на механизме функционирования базы данных агентства.

Главными функциями базы данных агентства являются добавление в нее информации работодателями либо соискателями, и поиск в базе вакансий и резюме по заданному пользователем запросу. Процесс добавления информации в базу выглядит следующим образом (рис. 1).

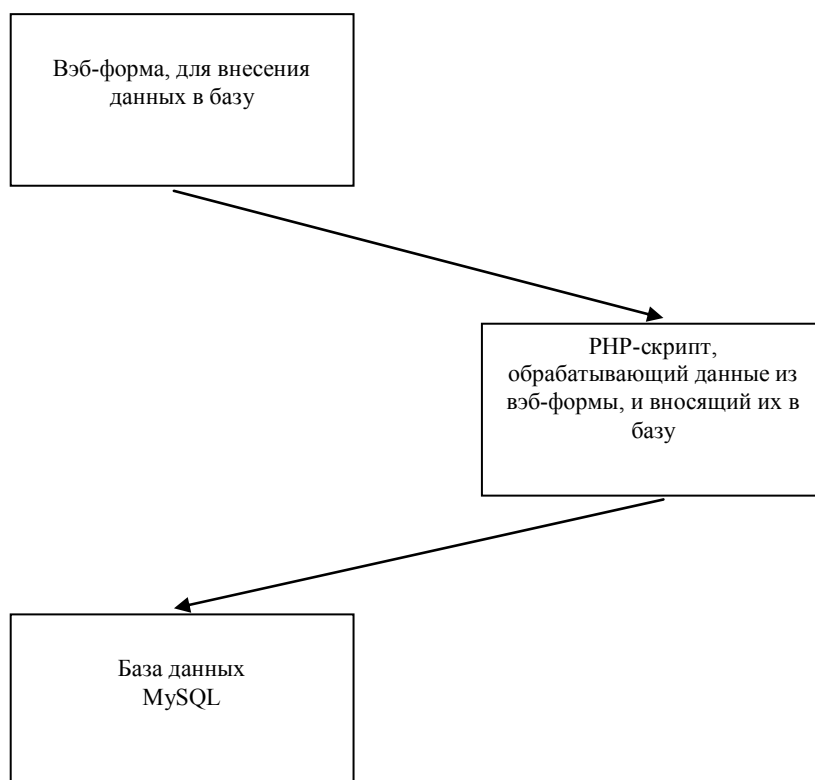


Рисунок 1

Процесс поиска информации в базе данных представлен на рисунке 2.

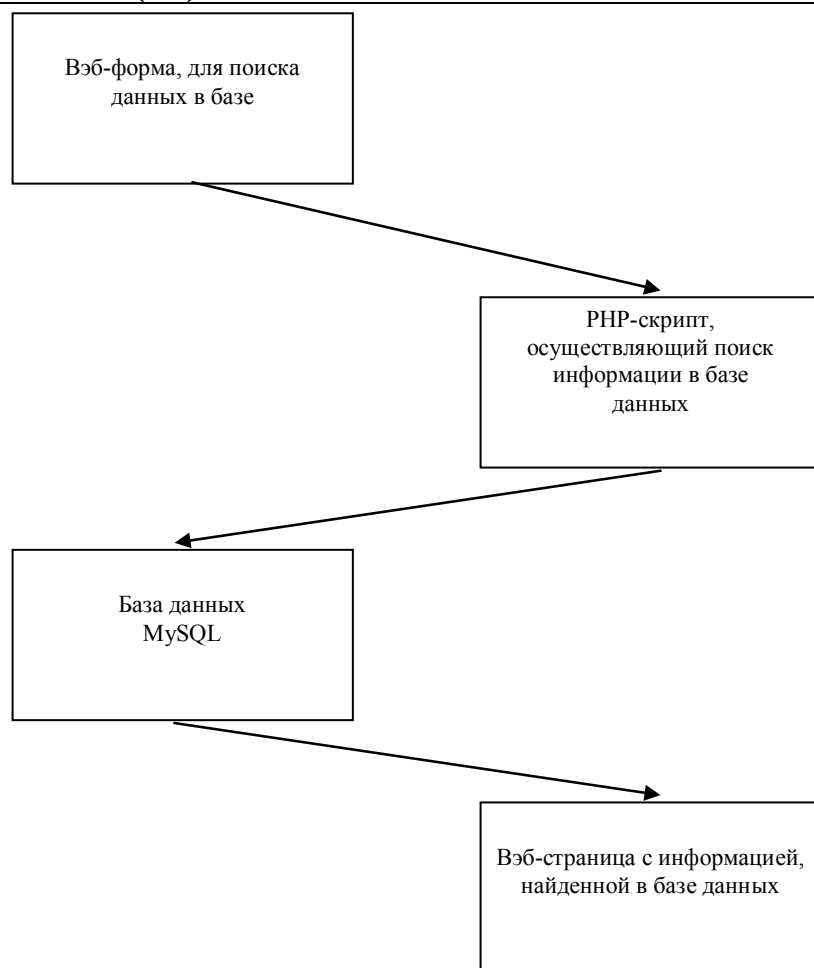


Рисунок 2

Информация в базе данных представлена в виде таблицы со следующими полями (таблица 1):

Таблица 1

категория	специальность	возраст	образование	зарплата	пол	График работы	регион	имя	Конт. инфо	Доп. инфо
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Работа с данными в таблице ведется с помощью SQL-запросов, отправляемых в СУБД соответствующими функциями языка PHP [3].

Итак, схемой построения информационной системы агентства выбрано взаимодействие пользователей и работников агентства с базой данных по схеме клиент-сервер. База агентства находится на выделенном сервере, доступ к которому с сайта и из офиса агентства осуществляется с помощью сети Интернет.

Далее планируется рассмотрение всех составных частей информационной системы, а также анализ исходного кода программных составляющих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мейер М. Теория реляционных баз данных. - М.: Мир, 1987.-608 с.
2. Кириллов В.В. Структурированный язык запросов (SQL). – СПб.: ИТМО, 1994. – 80 с.
3. PHP Manual from <http://www.php.net/docs.php>.
4. Изучение HTML 3.2 на примерах, www.citforum.ru.

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПСЕВДОСУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Вступ

З розвитком науки і техніки, серед множини неорганічних матеріальних систем почали виділяти особливий клас систем, що у загальній теорії систем одержали назву великі (складні) технічні системи [1].

Складним технічним системам властиві наступні специфічні особливості:

- значні розміри і складність поведінки системи;
- ієрархічність структури та багатоцільовий характер управління;
- високий рівень автоматизації й оснащення електронно-обчислювальною технікою;
- участь людини в управлінні;
- ймовірністний характер надходження зовнішніх впливів;
- великий період життя й еволюція системи.

До класу таких систем по праву відносяться і авіаційні та космічні системи. В основу їх класифікації покладений принцип використання повітряного чи космічного простору навколо Землі. Ці системи надійно ввійшли в життєдіяльність людини і забезпечують різні сторони її життя.

Особливістю застосування та експлуатації сучасних космічних та авіаційних систем є інтеграція комплексу розв'язуваних задач і загальних вимог системної науково-технічної розробки та експлуатації з існуючими низькими темпами бюджетного фінансування. Зазначені причини приводять до обмежень, щодо розробки нових та застосування існуючих систем на Україні. Тому раціональний варіант рішення даної проблеми полягає в пошуку нових технічних рішень, які б дозволяли виконувати аналогічні функції та були б значно дешевші в розробці та експлуатації.

Стосовно космічних систем (КС) зменшення вартості розробки запуску та експлуатації досягається шляхом використання новітніх

технологій направлених на зменшення масо-габаритних розмірів та енергоживлення космічних апаратів (КА). Впровадження нових технологій дозволило перейти від КА масою більше однієї тони до „мікросупутників” масою до 100 кг та „наносупутників” масою від 1 до 10 кг.

Іншим варіантом зниження вартості КС є пошук альтернативних можливостей виведення КА на навколоземну орбіту. Використання для виведення КА ракет-носіїв космічного призначення обумовлює необхідність мати повний набір елементів ракетно-космічного комплексу: ракету-носій; наземний комплекс управління; стартовий, технічний та вимірювальні комплекси; чого в Україні, як і в багатьох інших країн, нема. Крім того, на виведення КА значний вплив має і відповідне географічне положення космодрому запуску, та наявність безпечних зон для падіння відпрацьованих ступенів ракети-носія. Тому широким колом для пошуку новітніх розробок є такі проекти запуску як: „морський старт”, „повітряний старт”, „артилерійський (гарматний) старт”.

Аналогічно до КС, авіаційні системи (АС), теж мають ряд суттєвих недоліків, які обмежують їх застосування. Серед таких недоліків слід відмітити: необхідність в обладнаних аеродромах у зоні дії цих систем, менший період однократної дії, більшу вразливість авіаційної системи в порівнянні з КС, досить висока вартість в експлуатації та деякі інші.

Проведений короткий аналіз недоліків дозволяє зробити висновок про доцільність розробки нових технічних систем, які були б здатні вирішувати задачі аналогічні до задач КС і АС, але мати меншу вартість в розробці та експлуатації. Такими системами можуть стати псевдосупутникові системи.

Таким чином, розробка псевдосупутникових систем є актуальною науково технічною проблемою сьогодення.

Постановка проблеми

Оскільки в технічній літературі термінологічні поняття псевдосупутникової системи поки що не визначені остаточно, то для подальшого розуміння теми роботи введемо поняття псевдосупутникової системи та псевдосупутника.

Під псевдосупутниковою системою (ПСС) будемо розуміти сукупність узгоджено діючих і функціонально пов'язаних

суборбитальних (цільових) апаратів і наземних технічних засобів призначених для рішення цільових задач з використанням навколоземного простору.

Для проведення чіткої межі між КС, АС та КСС введемо обмеження:

1. висоту польоту псевдосупутника до 120 км;
2. маса псевдосупутника – до 100 кг.

Тобто, під псевдосупутниками будемо розуміти апарати які здійснюють нетривалий орбітальний політ (один чи декілька обертів) навколо Землі, або політ по певній балістичній траєкторії з обов'язковим приземленням.

Найпростішим варіантом псевдосупутникової системи є управляємий аеростат у якості корисного навантаження якого є цільова апаратура, наприклад, дистанційного зондування Землі. Більш складніший варіант стартовий комплекс на основі гарматного старту.

Встановлені обмеження потребують розробки методів та засобів приземлення (повернення) псевдосупутника оскільки у протилежному випадку говорити про зменшення вартості системи буде досить складно.

Ці ж обмеження дозволяють прийняти припущення про технічно реалізуєму можливість гарматного старту псевдосупутника. Прикладом можливості технічної реалізації гарматного старту може бути відомий проект HARP (High Altitude Research Project) США [].

Виходячи з цих міркувань можна уточнити, що до складу ПСС повинен входити стартовий комплекс (СК), псевдосупутник (ПС), система приземлення та післяпольотного обслуговування (СПППО) псевдосупутника. Також, повинна бути передбачена апаратура прийому цільової (спеціальної) інформації (АПСІ).

Структуру такої псевдосупутникової системи можна представити у вигляді поданому на рис.1.

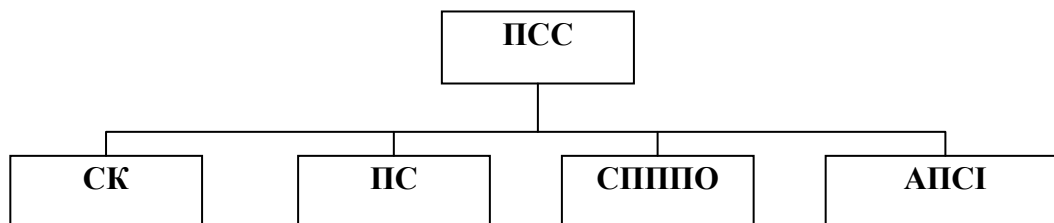


Рисунок 1 – Структура псевдосупутникової системи

У свою чергу кожен елемент ПСС представляє собою досить складну технічну підсистему і у складі кожного з них можна виділити декілька елементів.

Таким чином псевдосупутникову систему можна повною мірою віднести до складних технічних систем та провести її декомпозицію відповідно до поданої структури.

Складні технічні системи представляють собою об'єкти розробки, що вимагають системного проектування, яке є багато етапним ітераційним процесом. У загальному випадку системне проектування на першому етапі включає в себе визначення: цілей, задач та вимог до системи; основних обмежень на технічні, організаційні і економічні рішення у рамках яких повинна розроблятися система.

При розробці складних технічних систем існують формалізований та неформалізований підходи.

Неформалізований підхід базується на досвіді розробників та представляє собою творчий ітераційний процес синтезу системи. У даній роботі цей підхід не розглядається.

При формалізованому підході вважається що систему, її складові частини та вимоги до неї можна описати у вигляді рівнянь, нерівностей та обмежень і вирішити задачу синтезу як нелінійну оптимізаційну задачу методами динамічного програмування.

Однак постановка і рішення такої задачі має ряд труднощів:

1. У силу складності цільової функції ПСС, наявності великого числа параметрів, керувань і обмежень розмір глобальної задачі оптимізації якості ПСС якщо і не перевищує можливості сучасних ЕОМ, то обчислювальні проблеми і час її рішення при використанні відомих методів оптимізації найчастіше виключає практичну доцільність постановки таких задач.

2. Перехід до розробки ПСС припускає поділ робіт з підсистем і їхніх елементів, головні виконавці яких мають істотно відрізняються

профілі робіт відповідно до відомчої приналежності, можуть територіально розміщатися в різних районах країни і т.п. Створення у таких умовах єдиної моделі вибору й обґрунтування параметрів ПСС практично не реально в силу некомунікабельності, складності кардинальних змін постійного потоку обмінної інформації, труднощів у жорсткій синхронізації виконуваних робіт і т.д.

3. Створення єдиної моделі оптимізації якості ПСС, що включає коректні моделі підсистем, вимагає невиправданого і практично нездійсненого дублювання робіт суміжників в організаціях, що створюють модель системи в цілому. У той же час використання спрощених моделей підсистем негайно ставить під сумнів коректність результатів оптимізації.

Тобто, ключовою проблемою оптимізації багаторівневих проектних рішень при кооперативній розробці є ПСС є координація приймаємих локальних рішень на рівні елементів цих систем.

Незважаючи на наявність, таких серйозних проблем, задача оптимізації якості ПСС все ж таки може бути вирішена в умовах сформованого поділу робіт на підсистеми і рівнів ієрархії при відповідній зміні схеми обміну інформацією між розроблювачами підсистем (суміжниками) і головним розроблювачем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблемі оптимізації розробки складних технічних систем присвячена велика кількість публікацій, наприклад [1-9]. Так у [2] запропоновано алгоритм неформалізованого рішення задачі оптимального синтезу космічних систем спостереження. У роботі [3] запропоновано для синтезу структури складних об'єктів застосовувати логіко-комбінаторний підхід, а в [9] – агрегативний підхід. Особливістю роботи [5] є оптимізація систем з акцентом на стійкість до відмов.

Проведений аналіз свідчить про те, що на початковій стадії розробки ПСС найбільш доцільно скористатися розробленим в [8] оптимізаційно-вирішальним методом. В основі цього методу лежить ідея постановки задачі оптимізації якості ПСС як деякої ітераційної процедури, у якій передбачаються визначені правила взаємодії між головним розроблювачем і суміжниками [8]. Математичною основою рішення задачі оптимізації якості ПСС у такій постановці є апарат

нелінійного програмування, використовуваний з позиції застосування принципу перетинів.

Математична постановка задачі

Нехай ПСС складається із N підсистем та має єдиний скалярний показник якості Y , що виражається у виді числової функції

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_N) = f(x) \quad (1)$$

де $x = [x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T]^T$ - загальний вектор-стовпець параметрів, а перемінні x_j є параметрами j -ї підсистеми.

Існують певні обмеження на параметри x_j , що формулюються у виді вектора обмежень

$$q(x) = (q_1(x), \dots, q_\ell(x)) \in G, G \subseteq R^\ell \quad (2)$$

на вектор функцію q , де G - деяка область l -мірного евклідового простору R^l . Завдання полягає у виборі оптимального $x = x^*$, що забезпечує максимум цільової функції (1) при обмеженні (2), тобто в перебуванні

$$x^* = \underset{x \in X_G}{\text{Arg max}} f(x), \quad (3)$$

де

$$X_G = \{x \in R^n : q(x) \in G\}$$

Передбачається, що f - безперервна функція на компактній безлічі X_G і це обумовлює існування рішення задачі (3).

Таким чином, із загальної точки зору тут розглядається відома задача нелінійного програмування (3) у класичній постановці (параметри x_j вважаються незалежними від часу. Класична постановка задачі (3) здобуває новизну в задачі проектування при наступному математичному описі специфіки цього класу задачі:

По-перше, в обмеженнях (2) для задач проектуванні функції q_j , як правило, мають вигляд адитивних або мультиплікативних співвідношень:

$$q_j(x) = q_j(x_j) = \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x_{ij}), \quad j=1,2,\dots,l=N \quad (4)$$

або

$$q_i(x) = q_j(x_j) = \prod_{i=1}^{K_j} q_{ij}(X_{ij}), j=1,2,\dots,l=N. \quad (5)$$

де x_j – підвектор вектора x , що відповідає j -й підсистемі, $l=N$ – число функцій $q_j(x)$ у (2);

q_{ij} – деякі числові функції від x_{ij} . Вибір q_j у формі (4), (5) визначається тим, що дуже часто обмеження (2) записуються в такий спосіб:

$$q_j(x) = q_j(x_j) = \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x_{ij}) \leq C_j \quad (6)$$

або

$$q_i(x) = q_j(x_j) = \prod_{i=1}^{K_j} q_{ij}(X_{ij}) \geq P_j, \quad (7)$$

де C_j, P_j – необхідні (припустимі) значення для $q_j, j=1,2$.

Обмеженнями виду (6) можуть бути обмеження по вазі, витратам, а обмеження виду (7) по надійності і т.д.

По-друге, досвід проектування дозволяє серед обмежень q_j виділити деяке одне основне – вартість, надійність і т.п., $q_j = q_j(x)$, що залежить від x і визначається з (4) або (5). Для здійснення процедури оптимізації це обмеження можна розумно розподілити між підсистемами, виходячи з якихось міркувань, наприклад скористатись досвідом розробки аналогічних космічних систем. Це означає, що в (4) або (5), у залежності від вибору основного параметра (надалі) $q_j(x)$, на основі досвіду проектування аналогічних систем можна вибрати початковий набір

$$q_1^0 = [q_{11}^0, q_{21}^0, \dots, q_{K_1}^0]^T \quad (8)$$

значень q_{il}^0 функцій $q_{il}^0(x)$ задовольняючим обмеженням задачі. Так, якщо $q_i(x)$ знаходиться з (4) або (5), то можна вказати набір q_1^0 , для якого

$$\sum_i q_{il}^0 \leq C_1.$$

Інші особливості задачі аналізуються в процесі її постановки. Для ілюстрації пропонованого підходу на даному етапі будемо вважати, що цільова функція $f(x)$ може бути виражена як залежність від x и q_1 , тобто у виді

$$f(x) = \Phi(x, q_1), q_1 = q_1(x),$$

де Φ – функція, що залежить від x і q_1 і область визначення, що має, X_G^1 .

Для визначеності часто розглядаються обмеження (6), оскільки обмеження (7) можуть бути зведені до (6), якщо $q_{il} > 0$, шляхом переходу до логарифмічної функції.

Тоді загальна задача (3) приймає в окремому випадку наступний вид: відшукати (x^*, q_1^*) :

$$\begin{aligned} (x^*, q_1^*) &= \text{Arg max } \Phi(x, q_1), \\ (x, q) &\in X_G^1 \end{aligned} \quad (9)$$

де область X_G^1 визначається обмеженнями:

$$\begin{aligned} q_1(x) &= \sum_{i=1}^{K_j} q_{i1}(x_{i1}) \leq C_1; \\ q_j(x) &= \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x_{ij}) \leq C_i, \quad j=1, 2, \dots, l=N \end{aligned} \quad (10)$$

де

$$\begin{aligned} x_j &= [x_{1j}, \dots, x_{K_j j}]^T, \\ x &= [x_1^T, \dots, x_N^T]^T. \end{aligned}$$

Причому x_j – підвектор параметрів вектора x , що відносяться до j -ї підсистеми, а для координат j на відміну від (1) обрана подвійна індексація.

При кожному наборі $q_1 = [q_{11}, \dots, q_{K_1, 1}]^T$, що задовольняє (10) і визначається умовою $\sum_i q_{i1}^0 \leq C_1$, тобто з області

$$G_1 = \left\{ q_1 \in R^{K_1} : \sum_{i=1}^{K_1} q_{i1} \geq C_1 \right\}$$

вектор x приймає значення з безлічі $Y(q_1)$, обумовленого умовами:

$$\begin{cases} q_j(x) = \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x_{ij}) \leq C_j, & j=2, \dots, l=N, \\ \sum_i q_{ij} \leq C_1, \end{cases}$$

тобто з множини

$$Y(q_1) = \{x \in X_G^1; q_1(x) = q_1\}.$$

Тут $Y(q_1)$ називається перетином множини X_G^1 з (10) при фіксованому q_1 . За принципом перетинів (7) загальне рішення задачі (9) має вигляд:

$$\begin{aligned} \max \Phi(x, q_1) &= \max(\max \Phi(x, q_1)) \\ (x, q_1) &\in X_G^1 \quad q_1 \in G_1 \quad x \in Y(q_1) \end{aligned} \quad (11)$$

або

$$\begin{aligned} \max \Phi(x, q_1) &= \max \varphi(x, q_1) = \max \varphi(q_1) \\ (x, q_1) &\in X_G^1 \quad q_1 \in G_1 \quad \sum_{i=1}^{K_1} q_{i1} \leq C_1 \end{aligned} \quad (12)$$

де

$$\begin{aligned} \varphi(q_1) &= \max \Phi(x, q_1) = \max \Phi(x, q_1) \\ z \in Y(q_1) \quad x: \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x_{ij}) &\leq C_i, \quad j = 2, \dots, N \end{aligned} \quad (13)$$

за іншого запису:

$$\varphi(q_1) = \Phi(x^*(q_1), q_1), \quad (14)$$

де $x^*(q_0)$ – значення вектора x , на якому досягається максимум у задачі (13), тобто $\varphi(q_1)$ – умовний максимум задач (9), (10). При завданні початкового вектора q_1^0 умовний максимум приймає значення

$$\begin{aligned} \varphi(q_1^0) &= \max \Phi(x, q_1^0) = \max \Phi(x^*, (q_1^0), q_1^0) \\ z &\in Y(q_1^0) \end{aligned} \quad (15)$$

З (11) випливає, що шуканий максимум функції Φ задовольняє нерівності

$$\begin{aligned} \max \Phi(x, q_1) &\geq \varphi(q_1), \quad \forall q_1 \in G_1 \\ (x, q_1) &\in X_G^1 \end{aligned} \quad (16)$$

Таким чином, виникає наступна задача: нехай при завданні початкового вектора q_1^0 значень q_{i1} основного параметра q_1 вирішена задача (14) по перебуванню вектора $x^*(q_1^0)$, що забезпечує умовний

максимум (15), причому таке рішення дається головним розроблювачем. Потрібно здійснити оптимізацію окремих підсистем для того, щоб знайти новий вектор $q_1^1 \in G_1$ значень основного параметра q_1 , що забезпечує умова

$$\varphi(q_1^0) \leq \varphi(q_1^1) \quad (17)$$

одержання умовного максимуму $\varphi(q_1^1)$, що «не гірше» (16), чим умовному максимумові $\varphi(q_1^0)$. У (17) варто домагатися строгої нерівності, і тоді знак рівності відповідає випадкові, коли початковий вектор q_1^0 «угаданий» рівним оптимальному. Існування вектора q_1^1 з (17) впливає з нерівності (16). Ця задача вирішується як головним розробником, так і суміжниками.

Позначимо $x_*^1 = x^*(q_1^0)$ рішення головним розроблювачем задачі (14). Тоді вектор $q_1^1 = q_1^1(x_*^1)$ може бути знайдений з умови забезпечення

$$\max \Phi(x_*^1, q_1) = \max \Phi(x_*^1, q_1^1) \quad (18)$$

$$q_1 \in G_1 \quad \sum_i q_{i1} \leq C_1$$

Дійсно, у цьому випадку умова (16) виконується, тому що якщо q_1^1 знаходиться з задачі (18), то

$$\varphi(q_1^0) = \Phi(x_*^1, q_1^0) \leq \max \Phi(x_*^1, q_1) = \Phi(x_*^1, q_1^1) = \varphi(q_1^1)$$

$$q_1 \in G_1$$

Нехай з (18) знайдений вектор q_1^1 . Тоді можна знайти вектор $x_*^2 = x^*(q_1^1)$ із задачі виду (14) по визначенню

$$\varphi(q_1^1) = \max \Phi(x, q_1^1) = \max \Phi(x, q_1^1)$$

$$x \in Y(q_1^1) \quad \sum_{i=1}^{K_j} q_{ij}(x) \leq C_j, j=2, \dots, l=N$$

Узагальнюючи цю процедуру, приходимо до послідовності задач по перебуванню на k -м кроці вектора x_*^k з умови визначення

$$\max \Phi(x, q_1^{k-1}) = \max \Phi(x, q_1^{k-1}),$$

$$x \in Y(q_1^{k-1}) \quad \sum q_{ij}(x) \leq C_j, j = 2, \dots, l = N$$

де $k=1,2,\dots,i$ як відзначалося, вектор q_1^0 задається на самому початку рішення задачі. При цьому з (18) випливає, що

$$\Phi(x_*^{k-1}, q_1^{k-2}) \leq \Phi(x_*^k, q_1^{k-1}) \quad (20)$$

або

$$\varphi(q_1^{k-2}) = \varphi(q_1^{k-1}).$$

Методика рішення

Послідовність взаємодії головного розробника і суміжників при виборі оптимального варіанта системи представимо у вигляді кроків.

Крок 1. Початковий етап роботи головного розробника.

Послідовність виконуваних робіт така:

1. Задається $f(x) = f(x_0, x_1, \dots, x_N)$ – цільова функція, досягнення екстремуму якої характеризує для системи в цілому найкраще виконання покладених на неї задач. Далі розглядається задача максимізації. Передбачається, що f є безперервною функцією на X , де X – компактна підмножина з R^n ; N – число підсистем; $n = k_0 + k_1, \dots, k_N$, $x_j = [x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{kj}]^T$ – вектор параметрів j -ї підсистеми $j = \overline{1, N}$ (загальне число параметрів x_{ij} дорівнює n). Безліч X визначається завданням обмежень виду (6), (7). Кінцевою метою є вибір оптимального набору $x^T = [x_0^T, x_1^T, \dots, x_n^T]^T$ перемінних x_{ij} , що характеризують технічний вигляд системи в цілому і її окремих підсистемах. Тут $x_0 = [\overline{x_1} \dots \overline{x_s}]^T$ – набір системних параметрів, що характеризують систему в цілому.

2. Визначається набір з $l=N$ векторів $q_1, q_2, \dots, q_N$ узагальнених параметрів q_{ij} підсистем, що складають матрицю

$$H = [q_1 q_2 \dots q_N] = \begin{bmatrix} q_{11} \dots q_{1N} \\ q_{21} \dots q_{2N} \\ \dots \dots \dots \\ q_{k1} \dots q_{kN} \end{bmatrix} N$$

узагальнених параметрів q_{ij} . При цьому j -й стовпець

$$q_i = \begin{bmatrix} q_{ij} \\ \dots \\ q_{kj} \end{bmatrix}$$

матриці H містить узагальнені параметри j -ї підсистеми (її вага q_{1j} , вартість q_{2j} , надійність q_{3j} і т.д.), де l_j – число узагальнених параметрів j -ї підсистеми. Рядок з номером i

$$q_i^* = [q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{iN}]$$

матриці H містить узагальнені параметри q_{ij} j -го виду (рядок q_i^* ваг, рядок q_2^* вартосией і т.д.). Для фіксованої j -ї підсистеми $q_i = q_{ij}(x_j)$ тобто q_{ij} залежить від набору x_j «внутрішніх» параметрів x_{ij} $i=\overline{1, K_j}$ підсистеми. Матрицю представимо у виді схеми:

j – номер підсистеми

$$H = \begin{bmatrix} q_{11} \dots q_{1N} \\ \dots \dots \dots \\ q_{k1} \dots q_{kN} \end{bmatrix} \quad i - \text{номер типу параметрів}$$

Таким чином, головний розробник розглядає систему на основі аналізу матриці H її узагальнених параметрів, у той час як j -й суміжник розглядає свою підсистему на рівні набору x_j її внутрішніх параметрів x_{ij} .

Додатково до вихідним даних H и $x_j, i=\overline{1, N}$ варто виділити набір $x_0 = [\overline{x_1} \dots \overline{x_S}]$ системних параметрів, що характеризують систему в цілому, що можуть бути враховані при аналізі окремих підсистем (наприклад, гарантійний термін служби системи, терміни технічного обслуговування і т.д.).

3. Цільова функція $f(x)$, $x \in X$ виражається через H , x_0 і $x_j, i=\overline{1, N}$ у формі

$$f(x) = \Phi(H, x_0), \quad (22)$$

де $H = [q_{ij}(x_{ij})]$. При цьому можливість визначення залежності (22) передбачається, але таке допущення виправдане тим, що вихідна інформація між головним розроблювачем і суміжниками «поділяється».

Для кожної матриці $H=[q_{ij}]$ вектор x_0 приймає значення з безлічі $Y(H)$, називані перетином безлічі X з (6), (7) при фіксованому H . За принципом перетинів

$$\max_{x \in X} f(x) = \max_{H \in M} \max_{x_0 \in Y(H)} \Phi(H, x_0) = \Phi(H^* x_0^*) \quad (23)$$

де M – безліч матриць H параметрів q_{ij} , що задовольняють обмеженням; X – безліч значень x_{ij} $j=0, N$, $i=\overline{1, K_j}$, обумовлене обмеженнями $H^*_1 X^*_0$ – оптимальні значення H, x_0 .

4. Виходячи з досвіду проектування аналогічних систем, головним розроблювачем вибираються початкові (для наступної рекурентної процедури) значення q^0_{ij} узагальнених параметрів q_{ij} і відповідне їм початкові матриці $H_0 = [q^0_{ij}] \in M$.

Чим ближче до шуканого, але невідомому на даному етапі, оптимальному значенню H^* з вираження виявляється H_0 , тим за менше число кроків може бути реалізована рекурентна процедура, що викладається нижче. Підкреслимо, що вибір H_0 не є довільним, він обмежується вимогою $H_0 \in M$, що означає, що параметри q^0_{ij} повинні вибиратися з області припустимих значень задачі.

5. Після вибору H_0 головним розроблювачем вирішується задача по перебуванню умовного максимуму:

$$\max_{x_0 \in Y(H_0)} \Phi(H_0, x_0) = \Phi(H_0, x_0^*)$$

де x^1_0 – рішення задачі, що представляє собою значення вектора x_0 системних параметрів, що забезпечує максимум цільової функції Φ по x_0 при даному $H=H_0$.

Подальші дії головного розроблювача можуть здійснюватися по одному з наступних двох шляхів:

а) не звертаючи до розробок суміжників здійснюється рекурентна процедура по перебуванню:

$$\max_{x_0 \in Y(H_{k-1}^*)} \Phi(H_{k-1}^*, x_0) = \Phi(H_{k-1}^*, x_0^k),$$

$$\max_{H \in M} \Phi(H, x_0^k) = \Phi(H_k^*, x_0^k),$$

або

$$\begin{aligned}
 & \max_{H \in M} \Phi(H, x_0^1) = \Phi(H_1^*, x_0), \\
 & \max_{x_0 \in Y(H_1^*)} \Phi(H_1^*, x_0^1) = \Phi(H_1^*, x_0^2), \\
 & \max_{H \in M} \Phi(H, x_0^2) = \Phi(H_2^*, x_0^2), \dots
 \end{aligned} \tag{24}$$

З принципу перетинів випливає, що при деяких умовах

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \Phi(H_k^*, x_0) = \Phi(H^*, x_0^*),$$

Формулювання цих умов і доказ їхньої достатності розглядаються в роботі і тут не приводяться;

б) з огляду на, що на практиці при реалізації ідеї оптимального синтезу систем у цільовій функції $\Phi(H, x)$ не можуть бути враховані ряд неформалізуємих, але таких визначальних факторів, як вибір нових конструктивних і технологічних рішень, використання нових фізичних принципів функціонування окремих підсистем і т.д., доцільно відмовитися від першого шляху, чисто математичного напрямку. У цьому випадку варто перенести акцент саме на взаємодію головного розроблювача і суміжників для того, щоб вже в процесі розробки системи здійснити керування її якістю, забезпечити плідний зворотний зв'язок між зазначеними сторонами.

вибираємо другий шлях і саме такий вибір визначає новизну пропонованого підходу, що у рамках загальної теорії нелінійного математичного програмування ще не знайшов свого розвитку.

Крок 2. Перший етап роботи суміжників.

Крок 3. Перший етап роботи головного розробника.

Наступні ітерації.

Загальний опис процедури оптимального синтезу і прийняття рішень

1. Рішення головним розробником (ГР) задачі

$$\begin{aligned}
 & \max \Phi(H_0, x_0) = \Phi(H_0, x_0^1) \\
 & x_0 \in Y(H_0)
 \end{aligned}$$

і одержання вектора x_0^1 системних параметрів при матриці H_0 узагальнених параметрів, що q_{ij}^0 задається .

2. Рішення суміжниками для кожної j -ї підсистеми задачі

$$\max \varphi_j(x_j), \quad i = \overline{1, k_j}$$

$$q_{ij}(x_j) \geq q_{ij}^0$$

одержання вектора x_j^1 і набору пропонованих основних параметрів

$$\tilde{q}_{ij}^1 = q_{ij}(x_j^1)$$

3. Перевірка ГР виконання умови $\tilde{H}_1 = [\tilde{q}_{ij}^1] \in M$ і прийняття рішень.

Рішення ГР задач:

$$\max \Phi(\tilde{H}_1, x_0) = \Phi(\tilde{H}_1, x_0^2),$$

$$x_0 \in Y(H_1)$$

$$\max \Phi(H_1, x_0^2) = \Phi(H_1^*, x_0^2),$$

$$H \in M$$

Одержання уточненого вектора x_0^2 системних параметрів матриці $H_1^* = [q_{ij}^1]$ основних параметрів підсистем.

4. Рішення суміжниками для кожної j -ї підсистеми задачі

$$\max \varphi_j(x_j),$$

$$q_{ij}(x_j) \geq q_{ij}^1, \quad i = \overline{1, k_j}$$

одержання вектора x_j^2 і набору пропонованих основних параметрів

$$\tilde{q}_{ij}^2 = q_{ij}(x_j^2).$$

5. Перевірка ГР виконання умови $\tilde{H}_2 = [\tilde{q}_{ij}^2] \in M$ і прийняття рішень. Рішення задач:

$$\max \Phi(\tilde{H}_2, x_0) = \Phi(\tilde{H}_2, x_0^3),$$

$$x_0 \in Y(H_2)$$

$$\max \Phi(H_2, x_0^3) = \Phi(H_2^*, x_0^3)$$

$$H \in M \quad \text{і т.д.}$$

Задача вважається вирішеною, якщо значення H_k^*, x_0^{k+1} і H_{k-1}^*, x_0^k для двох сусідніх ітерацій відрізняються незначно з погляду точності вихідних даних.

Висновки

Таким чином, ми дійшли висновку про те, що якщо задачу про вибір найкращого варіанта системи і її окремих підсистем розглядати з урахуванням необхідності прийняття рішень і коректування проміжних побудов, то стандартна постановка оптимізаційної задачі синтезу ПСС сильно змінюється.

Замість рішення задачі нелінійного програмування по перебуванню $\max f(x)$ при $x \in X$ ми приходимо до необхідності сполучення прийомів нелінійного програмування і прийомів прийняття рішень. У процесі такого комбінованого рішення знаходиться остаточний варіант системи або її технічний вигляд. Це не обов'язково крапка $x^* \in X$ що забезпечує точний $\max f(x)$, хоча до цього потрібно прагнути. Знятий інтервал $[0, T]$ часу створення системи, обмеження організаційного характеру, часом неформалізуємі, приводять до того, що найчастіше зупиняються не на математично оптимальному варіанті системи, а на реально прийнятному варіанті. Це означає, наприклад, що можливо набір технічного вигляду системи таким, для якого в двох послідовних рішеннях (у двох ітераціях) збільшення максимуму $\max f(x) = m(k)$, де k – номер ітерації, є незначним з погляду точності вихідних даних. Нова постановка задачі визначає і вибір математичних засобів її рішення, і необхідність рішення нових часткових підзадач. Наприклад, сформулювати умови узгодження приватних критеріїв оптимізації ϕ_j із системним критерієм $f(x) = \Phi(H, x_0)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов Б.А. Теория и методы военно-научных исследований вооружения и военной техники. Харьков: ВИРТА. - 1990. – 558 с.
2. Лебедев А.А. Нестеренко О.П. Космические системы наблюдения: Синтез и моделирование. - М.:Машиностроение, 1991. – 224 с.

3. Анкудинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов: логико-комбинаторный подход. Л.: Изд-во Ленингр.ун-та, 1986, 260 с.
4. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. М.: Наука, 1982. 200 с.
5. Артюшин Л.М., Машков О.А. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам., Киев: КВВАИУ, 1991, 88 с.
6. Машков О.А., Барабаш О.В. Синтез структуры автоматизированной системы по критерию максимума функциональной устойчивости / Науковий збірник: „Аерокосмічні системи моніторингу та керування”, 2003 т. 2, К., НАУ , с. 24.193-24.196.
7. Гостев В.И., Гусовский С.В. Расчет и оптимизация систем с конечным временем съема данных.- К.Техника, 1985 – 152 с.
8. Оленович И.Ф. Методология и математические методы синтеза сложных технических систем на ранних этапах разработки. М.: МО СССР ВА ПВО Сух.войск, 1991 – 63 с.
9. Лазарев И.А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем.- М. Радио и связь, 1986 – 312 с.
10. Машков О.А. Барабаш О.В. Топологічні критерії та показники функціональної стійкості складних ієрархічних систем /Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – „Моделювання та інформаційні технології”, 2003, Вип.. 25, с. 29-35.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕПЕРЕРВНОГО ВЕЙВЛЕТ- ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ЕПІЛЕПТИЧНИХ ПРОЯВІВ

Вступ

Електроенцефалографічний сигнал (ЕЕГ) являє собою відображення сумарної електричної активності нейронів головного мозку. Аналіз електроенцефалограм має велике клінічне значення для моніторингу нейрофізіологічної активності мозку, діагностики різних проявів епілепсії та інших захворювань центральної нервової системи. Присутність на запису ЕЕГ локальних нестаціонарних сегментів з високою енергією сигналізує про можливу наявність патологій функціонування головного мозку. Такі сегменти називаються феноменами.

Візуальна ідентифікація феноменів є достатньо ефективною, але потребує значних затрат часу та уваги фахівця. Виходячи з цього, здобуває актуальність задача автоматичного виявлення та класифікації епілептичних феноменів.

Перші методи математичної обробки ЕЕГ та виявлення епілептичних феноменів намагалися використовувати властивості сигналу, що визначаються в початковому часовому просторі, такі як амплітуда, тривалість, гострота феномену, відмінність по відношенню до фоновим флуктуацій [1,2]. Однак результати показують, що особливості сигналу, що легко розпізнаються фахівцем в процесі візуального аналізу даних, суттєво менш ефективно виявляються при автоматичному комп'ютерному аналізі. Це можна пояснити тим, що людина здатна виявляти частотні властивості сигналу навіть в його початковій часовому просторі.

Враховуючи цей факт, більш ефективними виявились методи автоматичного виявлення феноменів, що використовують перетворювання сигналу в частотно-часовий простір [3,4]. Це дозволило представити в явному вигляді присутні в аналізованих даних частотні складові, водночас зберігаючи інформацію про їх часове розташування.

Принцип частотно-часового представлення електроенцефалографічних даних добре узгоджується з популярними поглядами та сталою термінологією, що включає такі поняття, як переважаючий ритм, діапазон частот, одиночні коливання та інші. Але перетворювання Фур'є, що лежить в основі цієї методики, не призначено для ефективного аналізу сигналу з суттєво нестаціонарними властивостями. Тому останнім часом все більшу популярність отримують методи, що базуються на використанні теорії вейвлетів [5-7]. Вейвлет-перетворювання перетворює сигнал в масштабно-часовий простір, який за своїми властивостям схожий до частотно-часового простору, але має свої особливості, серед яких є переваги та недоліки [8].

Змістовна постановка задачі автоматичного аналізу ЕЕГ

Мета даної роботи – на прикладі задачі автоматичного виявлення одиночних спайків та гострих хвиль у запису міжприступної ЕЕГ показати ефективність використання апарату неперервного вейвлет-перетворювання сигналу для аналізу електроенцефалографічних даних. Важливою є вимога не просто розробки нових ефективних алгоритмів, але й побудова якісної інтерпретації застосованих методів з погляду предметної області.

Об'єктом аналізу виступають записи електроенцефалограм міжприступного стану хворих на епілепсію пацієнтів юнацького віку. Побудова ефективного алгоритму автоматичного виявлення одиночних спайків та гострих хвиль, що присутні на початкових даних, є досить актуальною та важливою задачею. Незважаючи на те, що подібні феномени легко виявляються під час візуального аналізу, ручний аналіз неприйнятний через можливу досить довгу тривалість запису ЕЕГ.

Вирішенню подібною задачі присвячені статті [9,10], в яких у ролі материнського вейвлету використовуються тільки окремо обрані, зафіксовані вейвлети, такі як Мексиканська шляпа (Mexican hat) та Добеши другого порядку (Daubechies 2). Параметри алгоритму для кожного вейвлету підбираються вручну, враховуючи візуально виявлені властивості.

В цій роботі представлено подальший розвиток ідеї граничної обробки вейвлет-коефіцієнтів визначеного масштабу. Виведені та обґрунтовані з позицій нейрофізіології принципи автоматичного

обчислення параметрів алгоритму для різних застосовуваних материнських вейвлетів.

Побудова алгоритму автоматичного обчислювання параметрів та виконання автоматичного виявлення означеного класу феноменів

Процес дискретизації початкового неперервного сигналу окремого відводу електроенцефалограми $\xi(t)$ в дискретну форму $x(i)$ можна описати формулою:

$$x(i) = [\xi(i \cdot \Delta_d)] = [\xi(t) \cdot \delta(t - i\Delta_d)] \quad (1)$$

де $[]$ - оператор дискретизації, Δ_d - шаг дискретизації, $\delta(t)$ - дельта-функція або функція Дірака.

Вейвлет-функція – функція, що визначена в просторі $L^2(R)$ та добре локалізована як в часовій, так в частотній області. Неперервне вейвлет-перетворювання $W(a, b)$ отриманого дискретного сигналу з використанням материнського вейвлету $\psi_0(t)$ виконується за формулою:

$$W(a, b) = a^{-1/2} \sum_i \left(x(i) \cdot \psi_0^* \left(\frac{i-b}{a} \right) \right) \quad (2)$$

де a - масштаб аналізу, b - положення часу, $\psi_0^*(t)$ - комплексно-спряжена функція до $\psi_0(t)$.

Центральною частотою вейвлет-функції $\psi_0(t)$ називають таке значення частоти f_{center}^ψ , при якому амплітуда частотного представлення сигналу максимальна:

$$|\psi_0(f)| \rightarrow \max \quad (3)$$

де $\psi_0(f)$ - результат перетворення Фур'є функції $\psi_0(t)$.

Центральна частота визначає частотну компоненту аналізованих даних, яка має максимальний вплив на значення вейвлет-коефіцієнтів. Врахування частоти дискретизації початкового сигналу та зміни масштабу вейвлету дозволяє визначити частотні компоненти аналізованих даних, які мають максимальний вплив на значення вейвлет-коефіцієнтів того чи іншого масштабу.

Припустимо, що відомий діапазон частот $[f_{low}; f_{high}]$, на якому проявляються в частотній області аналізовані епілептичні прояви.

Тоді відповідний діапазон масштабів вейвлет-перетворювання буде визначатися формулою:

$$[a_{low}; a_{high}] = [(f_{center}^{\psi} \cdot f_D / f_{high}); (f_{center}^{\psi} \cdot f_D / f_{low})] \quad (4)$$

де $f_D = 1/\Delta_D$ - частота дискретизації початкових даних.

Далі на основі обчисленого діапазону масштабів необхідно сформулювати *описову послідовність* $E(i)$, тобто послідовність числових значень, що буде адекватно відображати відсутність чи наявність шуканих феноменів, а також їх розташування за часом.

Хоча вейвлет-функції добре локалізовані в частотній області, наявність на аналізованих даних локального феномена навіть з дуже чітко локалізованими частотними ознаками відобразиться на значеннях вейвлет-коефіцієнтів в достатньо широкому діапазоні масштабів. Враховуючи цей факт, у випадку невеликого діапазону досліджуваних масштабів їх можна замінити одним окремо вибраним масштабом (наприклад, середнім масштабом).

У випадку широкого діапазону масштабів, а також з метою підвищення точності аналізу, можна застосувати більш складні правила формування описової послідовності, наприклад у вигляді зваженої суми значень вейвлет-коефіцієнтів на різних масштабах, їх максимальних або мінімальних значень.

У нашому випадку описова послідовність формується у вигляді:

$$E(i) = \frac{W^2(\frac{a_{low} + a_{high}}{2}, i)}{\sigma_{epoch}^2}. \quad (5)$$

Обчислення квадратів вейвлет-коефіцієнтів дозволяє підвищити контрастність описової послідовності, а ділення на дисперсію епохи аналізу σ_{epoch}^2 - забезпечує інваріантність алгоритму до масштабу початкових даних та частково підвищує його перешкодозахищеність.

Порівняльний аналіз розробленого алгоритму та висновки

Для верифікації розробленого алгоритму його було використано для аналізу того ж тестового набору даних, що й в роботах [9,10]. Враховуючи той факт, що одиночні спайки та гострі хвилі відносяться до діапазону альфа-ритмів, аналізований інтервал частот складає від 8 до 13 Гц.

Для визначення результативності роботи алгоритму було використано обчислення коефіцієнтів чуттєвості та розбірливості:

$$R_{sensitivity} = \frac{TP}{TP + FN}, R_{specificity} = 1 - \frac{TN}{(TP + FN) + TN} = \frac{TP + FN}{(TP + FN) + TN} \quad (6)$$

де TP - кількість вірно позначених феноменів, FN - кількість пропущених, невиявлених феноменів, TN - кількість помилково позначених сегментів, що не містять феномен.

Незвична формула обчислення коефіцієнту розбірливості $R_{specificity}$ пояснюється тим, що для аналізу електроенцефалограм неможливо раціонально визначити правило обчислення показника FP вірно пропущених елементів аналізу, що не є феноменами. Така форма обчислення коефіцієнту розбірливості адекватно відображає ступінь безпомилкової роботи алгоритму.

В таблиці 1 представлено порівняння результатів виявлення спайків та гострих хвиль на групі з 30 сегментів, що містять 52 феномена, та 40 сегментів, що містять різноманітні артефакти. Значення границі становило 85.

Таблиця 1

Порівняння результативності ручного та автоматичного
обчислення параметрів

Обирання параметрів	Значення масштабу		Sensitivity		Specificity	
	mexhat	db2	mexhat	db2	mexhat	db2
Ручне	7	20	0.83	0.83	0.93	1
Автоматичне	6	16	0.83	0.69	0.98	1

Результати показують, що значення параметрів, що були обчислені за допомогою теоретично виведених та змістовно обґрунтованих формул, дещо відрізняються, але подібні до штучно підібраних значень окремо для кожного вейвлету. Результативність алгоритмів з різними значеннями параметрів трохи коливається у кращий чи гірший боки.

У той же час автоматизація процесу обчислення параметрів відкриває шлях до вільного використання різних вейвлетів та обирання тих з них, які найбільш підходять для виявлення окремо заданого класу феноменів. На рисунку 1 наведено приклад

автоматичного обчислення результативності використання вейвлету Symlet третього порядку для виявлення епілептичних феноменів.

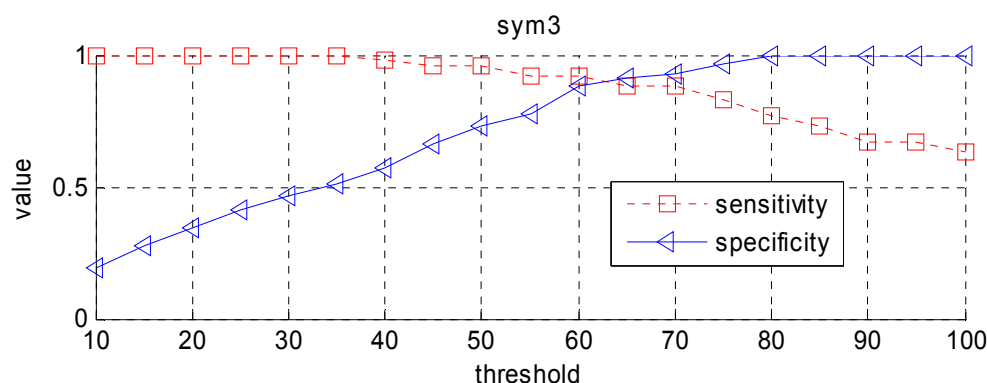


Рисунок 1 – Приклад автоматичного обчислення параметрів ефективності роботи алгоритму

Результати проведеного дослідження не мають прямого практичного значення. Але вони становлять приклад ефективного використання вейвлет-перетворення для аналізу ЕЕГ та підґрунтям для подальшого розвитку цього напрямку досліджень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gotman J. Automatic detection of seizures and spikes. // Journal of Clinical Neurophysiology. – 1999. – Vol. 16. – 130-140 p.
2. Frost J. D. Automatic recognition and characterization of epileptiform discharges in the human eeg. // Journal of Clinical Neurophysiology. – 1985. – Vol. 2, №3. – 231-249 p.
3. Hassanpour H., Mesbah M., Boashash B. EEG spike detection using time-frequency signal analysis. // The IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing – 2004. – Vol. 5. – V421-V424 p.
4. Durka P. J. Adaptive time-frequency parametrization of epileptic spikes. // Physical Review E – 2004. – Vol. 69, №5.
5. Kalayci T., Ozdamar O. Wavelet preprocessing for automated neural network detection of eeg spikes. // Engineering in medicine and biology magazine – 1995. – 160-166 p.
6. Barreto A., Andrian J., Chin N., Riley J. Multiresolution characterization of interictal spikes based on a wavelet transformation. – 1994.
7. Иоргачева М.Н. Одномерный дискретный вейвлет-анализ электроэнцефалографического сигнала // Матеріали міжнародної

- науково-практичної конференції “Наука та інновації”. - 2005. – Том 1. Технічні науки. – 35-39 с.
8. Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории. – М.: Техносфера, 2004. – 273 с.
9. Latka M, Was Z. Wavelet analysis of epileptic spikes. // Physical Review E – 2003. – Vol. 67, №5.
10. Coninx N. Automated Detection of Epileptic Events in the Interictal EEG using the Wavelet Transform // Bachelor Conference Knowledge Engineering. – 2005. – Available from:
<<http://www.fdaw.unimaas.nl/education/bachelor/conference/>>

ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНИХ КОДІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Вступ

Під монолітним розуміємо код, дозволені комбінації якого складаються з пакетів однойменних символів, що знаходяться один поруч одного. Монолітний двійковий код має ряд переваг перед іншими кодами. Одна з них - простота виявлення та виправлення помилок на приймальній стороні, бо поява хоча б одного символу "1" серед нулів, або символу "0" серед одиниць у прийнятій кодовій комбінації вказує на помилку. Помилка не виявляється лише у тих випадках, коли хибний сигнал виникає в першому або останньому символах пакету (на межі між пакетами нулів та одиниць). Якщо в монолітному коді з'являються хибні символи, то всі вони або частина з них зразу ж виявляються, що спрощує виявлення помилок і забезпечує високу завадостійкість монолітного коду [1].

Використання монолітного коду на основі числових лінійок-в'язанок для кодування інформації

Досліджуючи системи кодування інформації з різними законами розподілу ваг розрядів монолітного коду, легко побачити, що в деяких випадках розподілу ваг монолітний код виявляється надміру надлишковим, бо одні й ті ж числа подаються кількома різними кодовими комбінаціями двійкового позиційного коду [1, 2].

Розв'язок поставленої задачі зводиться до пошуку оптимального комбінаторного варіанту ваг розрядів монолітного коду, при якому будь-яке натуральне число можна було б подати в монолітному коді єдино можливим способом. Виникає проблема вибору оптимальної системи ваг розрядів, суть якої полягає в тому, щоб множині кодових комбінацій монолітного коду взаємно однозначно відповідала множина чисел натурального ряду.

Інтерес для дослідження становлять системи кодування, які базуються на застосуванні комбінаторних властивостей ідеальних кільцевих в'язанок [2]. Ідеальна кільцева в'язанка (ІКВ) - це алгебраїчна структура, утворена на послідовності n цілих додатних

чисел, значення яких, як і значення сум поруч розміщених між собою чисел, вичерпують r разів натуральний ряд. Ідеальним кільцем монолітного коду (КМК) називається послідовність $K_n = (k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_n)$ чисел, на якій всі можливі кільцеві суми вичерпують r разів значення чисел натурального ряду $1, 2, \dots, S_n^r = n(n-1)/r+1$. Наведемо табл.1 кодових комбінацій, утворених на ІКВ (1, 3, 2, 7, 8, 10) з параметрами $n=6, r=1$.

Таблиця 1

Кодові комбінації кільцевого монолітного коду (1, 3, 2, 7, 8, 10)

Число	Код	Число	Код	Число	Код	Число	Код
0	000000	8	000010	16	111001	24	111011
1	100000	9	001100	17	001110	25	000111
2	001000	10	000001	18	000011	26	100111
3	010000	11	100001	19	100011	27	001111
4	110000	12	011100	20	011110	28	101111
5	011000	13	111100	21	111110	29	110111
6	111000	14	110001	22	110011	30	011111
7	000100	15	000110	23	111101	31	111111

Потужність кільцевого монолітного коду, реалізованого на ІКВ n -го порядку, визначається загальним числом способів утворення кодових слів.

Алгоритм синтезу кільцевого монолітного коду

Крок 1. За значенням n обчислюється потужність кільцевого монолітного коду S_n^r ;

Крок 2. Визначається масив із n комірок, пронумерованих у зростаючому порядку;

Крок 3. В першу комірку масиву записується число, з якого починається відлік в КМК, в другу - наступне, в решту заносяться нулі;

Крок 4. Перший раз число A визначається як збільшене на одиницю найбільше число найкоротшого ряду послідовності чисел, утвореного на множині сум, які знайдені на всіх окремих послідовностях, що належать масиву. Наступний раз число A з тим самим значенням визначається як збільшене на одиницю наступне за найбільшим числом найкоротшого ряду послідовності чисел, поки

сума усіх чисел масиву L'_n менша за S'_n . При існуючих вільних комірках масиву число A записується у вільну комірку з найменшим порядковим номером і обчислюється нове значення суми L'_n усіх чисел масиву; у випадку коли $L'_n \leq S'_n$ виконується крок 5, а при $L'_n > S'_n$ - виконується крок 7;

Крок 5. Обчислюється нове значення суми елементів масиву КМК L'_n . При існуючих у масиві вільних комірках знаходяться всі суми на всіх послідовностях, а при їх відсутності - всі лінійні суми на єдиній послідовності:

а) якщо кожна зі знайдених сум зустрічається не більше одного разу і є вільні комірки, то здійснюється перехід до кроку 4. При відсутності вільних комірок і при виконанні умови, що нове значення суми L'_n дорівнює S'_n , отримується варіант КМК, після чого виконується крок 7. В іншому випадку виконується крок 6;

б) якщо хоча б одна зі знайдених сум з'являється більше одного разу, то виконується крок 6;

Крок 6. Знаходиться найбільше число B , потім визначається чи є вільний номер комірки з номером більшим ніж той, де розташоване число B ; якщо така комірка існує, то з комірки з меншим номером число B переноситься у вільну комірку з більшим номером, після чого виконується крок 5; в протилежному випадку виконується крок 7.

Крок 7. Звільняється комірка з числом B і виконується крок 6. Ознакою закінчення обчислень при побудові повної сім'ї КМК служить поява числа, з якого починається відлік в КМК в комірці $(n+3)/2$ при умові його відсутності в попередніх комірках для непарних значень n і аналогічно в комірці $(n+2)/2$ для парних значень n .

Алгоритм кодування за допомогою числових лінійок-в'язанок

Для побудови циклічного коду за допомогою ІКВ виділимо рядок із S_n пронумерованих у зростаючому порядку клітинок одновимірного масиву і заповнимо інформаційними "одиницями" клітинки, номери яких збігаються з числами, визначеними з ІКВ. У клітинки, що залишилися незаповненими, занесемо "нулі". Утворена послідовність

одиниць і нулів є S_n -розрядною кодовою комбінацією, циклічним зсувом якої можна одержати й решта дозовлених комбінацій.

Кожна з $S_n(S_n - 1)/2$ різних пар кодових комбінацій містить точно r із n одиничних символів в однойменних розрядах, що впливає з властивостей ІКВ. Решта $n - r$ символів однієї і стільки ж іншої кодової комбінації відрізняються від символів, що містяться в однойменних розрядах. Тому мінімальна кодова відстань для даного коду визначається як:

$$d_{\min} = 2(n - r) \quad (1)$$

Число помилок, які можна виявити t_1 , і число помилок, що можна виправити t_2 за допомогою коректуючого коду, визначається мінімальною кодовою відстанню залежностями:

$$t_1 \leq d_{\min} - 1, \quad t_2 \leq (t_1 - 1)/2 \quad (2)$$

Визначення кількості помилок, які можуть бути виправлені t_2 або виявлені t_1 :

$$t_1 \leq 2(n - r) - 1, \quad t_2 \leq n - r - 1 \quad (3)$$

Прикладом коду є табл.2 кодових комбінацій, складена на основі ІКВ (1, 2, 6, 4):

Таблиця 2

Кодові комбінації, складені за допомогою ІКВ (1, 2, 6, 4)

1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Потужність побудованого за допомогою ІКВ коду можна збільшити вдвічі, якщо табл.2 доповнити комбінаціями, які утворюються зі знайденої таблиці шляхом заміни інформаційних одиниць нулями, і навпаки. Кодова відстань знаходиться як:

$$d = S_n - 2(n - r) \quad (4)$$

Формули визначення числа помилок, які підлягають виявленню чи виправленню:

$$\left. \begin{aligned} t_1 &\leq 2(n - r) - 1 \\ t_2 &\leq n - r - 1 \end{aligned} \right\}, \text{ якщо } S_n \geq 4(n - r);$$

$$\left. \begin{aligned} t_1 &\leq S_n - 2(n - r) - 1 \\ t_2 &\leq \frac{S_n - 2(n - r + 1)}{2} \end{aligned} \right\}, \text{ якщо } S_n < 4(n - r); \quad (5)$$

У розглянутих випадках значення параметрів n і r не зв'язані між собою будь-якою залежністю і можуть вибиратися довільно. При цьому виникає питання про встановлення оптимального співвідношення між n і r , за дотримання якого розглянутий код набуває додаткових переваг. Завадостійкість коду зростає зі збільшенням різниці $\delta = n - r$. Максимальне значення δ досягається за умови:

$$S_n = 2n \quad (6)$$

Співвідношення між параметрами n і r , коли код набуває здатності виявляти та виправляти максимально можливу кількість помилок:

$$P = \begin{cases} n/2, & n - \text{парне} \\ (n-1)/2, & n - \text{непарне} \end{cases} \quad (7)$$

Алгоритм кодування за допомогою числових лінійок-в'язанок базується на основі поняття монолітного коду та представленні кодуємого числа ASCII – формату та запропонованого методу кодування з використанням числових лінійок-в'язанок та архівації отриманих даних [1].

Алгоритм кодування можна умовно розбити на блоки:

Блок “Ініціалізація бази даних ІКВ” – завантаження ідеальних кільцевих в'язанок в масив рядків;

Блок “Ввід поточної інформації для кодування. Обчислення суми елементів ІКВ” – Введення числа для кодування та вибір відповідної в’язанки. Здійснюється перевірка на пусті поля вводу (обробка виняткових ситуацій) та ознаку вибору в’язанки;

Блок “Порівняння” – здійснюється перевірка суми елементів ІКВ з введеним числом. Якщо введене число більше суми елементів, то повторний ввід числа;

Блок “Обчислення позицій суми проіндексованої в’язанки” – індексуються позиції у в’язанці та знаходяться відповідні індекси суми елементів, що відповідає введеному числу;

Блок “Побудова таблиці монолітного коду згідно позицій” – генерується таблиця можливих комбінацій в’язанки та монолітний код (від першої позиції індексів до другої заповнюються “1”, все решта “0”);

Блок “Генерація кодових комбінацій відповідно до індексів числової в’язанки” - генерується таблиця кодових комбінацій, де кожна позиція-індекс відповідає коду числа;

Блок “Побудова кодової комбінації згідно індексів в таблиці кодів” – остаточний результат згенерованого коду шляхом з’єднання двох кодів-позицій;

Блок “Цикл архівації” – цикл обробки згенерованої комбінації. Заміна блоків “1” та “0” відповідними символами ASCII (груповані блоки “0” та “1” замінюються обраним відповідно для “0” та “1” ASCII-кодом та кількістю нулів та одиниць). В результаті зменшується об’єм закодованої інформації та ускладнюється процес підбору ключа для стороннього декодування.

Побудовані за допомогою ІКВ завадостійкі коди дають змогу виявляти до $n-1$ або виправляти до $n/2-1$ помилок для парних, і виявляти до n або виправляти до $(n-1)/2$ помилок для непарних значень n .

Аналіз результатів дослідження властивостей ІКВ підтверджує актуальність і перспективність впровадження монолітних кодів та створення на їхній основі нових інформаційних технологій з використанням спеціальних систем кодування інформації з високою захищеністю від завад й стороннього декодування, що дає змогу розширити сферу застосувань комбінаторних методів оптимізації в інформатиці.

Висновки

1. Показана можливість спрощеної побудови за допомогою ІКВ моделей монолітного коду розширеного класу завадостійких кодів, створення ефективних алгоритмів кодування і декодування інформації.

2. Дослідження моделей і методів комбінаторної оптимізації розширює сферу практичних застосувань монолітних кодів в задачах інформаційної техніки і проектування систем кодування.

ЛИТЕРАТУРА

1. Різник О.Я. Завадостійкий спосіб перетворення сигналів // Матеріали Четвертої укр. конф. з автоматичного керування ("Автоматика-97"). - Черкаси. - 1997. - С.34.
2. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. - Львів, 1989.
3. Кісь Я.П. Синтез завадостійких кодів за комбінаторними конфігураціями// Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. Вісник ДУ "Львівська політехніка". № 294. – 1995. – С. 60-63

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РЕГИОНЕ

Введение

В условиях перехода к рыночной экономике возникает необходимость построения новых взаимоотношений не только центра и регионов, но и внутри отдельного региона. Становится невозможным применение старых методов командного управления. Требуют своего решения задачи определения стратегии комплексного развития региона, учета интересов отдельных субъектов хозяйствования, создания условий для улучшения деятельности предпринимательского корпуса, поиска источников финансирования приоритетных направлений развития, формирования и использования кредитных ресурсов, определения направлений инвестиционной деятельности и т.д.

Постановка проблемы и анализ публикаций

Исследование вопросов развития региона, создание необходимой системы управления, моделирование происходящих в регионе процессов требует учета многообразия региональных объектов, их особенностей и связей между ними. Опыт отдельных отраслей и предприятий показывает, что сегодня только новые подходы позволяют получить эффективные решения региональных проблем [1,2]. В условиях ограниченных финансовых возможностей важным является определение приоритетов развития региона и формирования соответствующей структуры экономики [3]. Специфика экономических объектов послужила основой для объединения отдельных взаимосвязанных предприятий в сосредоточенные на определенной территории хозяйственные комплексы, названные нами открытыми технологическими комплексами (ОТК) [4]. В то же время сегодня в мире активно развивается сетевая экономика, для которой характерно наличие вертикальных и горизонтальных связей между субъектами хозяйствования. Наиболее динамичное развитие получают те регионы, где сформировались кластеры - комплексы предприятий, связанных определенной технологической цепочкой. По кластерной модели в настоящее время работают Финляндия, Италия,

Япония, США [6]. Проблемы функционирования и развития региональных систем многообразны и охватывают технические, технологические, экономические, социальные, экологические и правовые аспекты. Под ОТК здесь понимается также и произвольная производственно-экономическая, социальная или экологическая система, имеющая специфический характер внешних и внутренних связей, подверженная воздействию внешних и внутренних факторов и характеризующаяся рядом других особенностей, которые следует учитывать при моделировании.

Цель работы

Рассмотреть возможности моделирования взаимодействия открытых технологических комплексов в регионе для совершенствования региональных систем организационного управления.

Изложение основного материала

Вопросы взаимодействия между предприятиями региона весьма важны. Особенностью региона как объекта организационного управления является его сложная структура, многосвязность, сложность процессов образования, перемещения и расходования материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов. Такие процессы в регионе обусловлены сложностью взаимосвязей между ОТК (рис.1).

Задачи моделирования и усовершенствования топологической структуры требуют учета особенностей региональной системы, и связей между отдельными ОТК. Одной из моделей децентрализации управления и активизации отдельных субъектов хозяйствования, повышения открытости предприятий и расширения горизонтальных связей стала кластерная модель. Как показывает практика развития наиболее успешных фирм и преуспевающих экономических систем, наиболее эффективной формой экономического роста является теория кластерного механизма. В ее основе находится понятие "кластер" - сосредоточение наиболее эффективных и взаимосвязанных видов экономической деятельности. Кластер в экономической литературе определяется как индустриальный комплекс, сформированный на базе территориальной концентрации сетей специализированных поставщиков, основных производителей и потребителей, связанных технологической цепочкой [5,6].

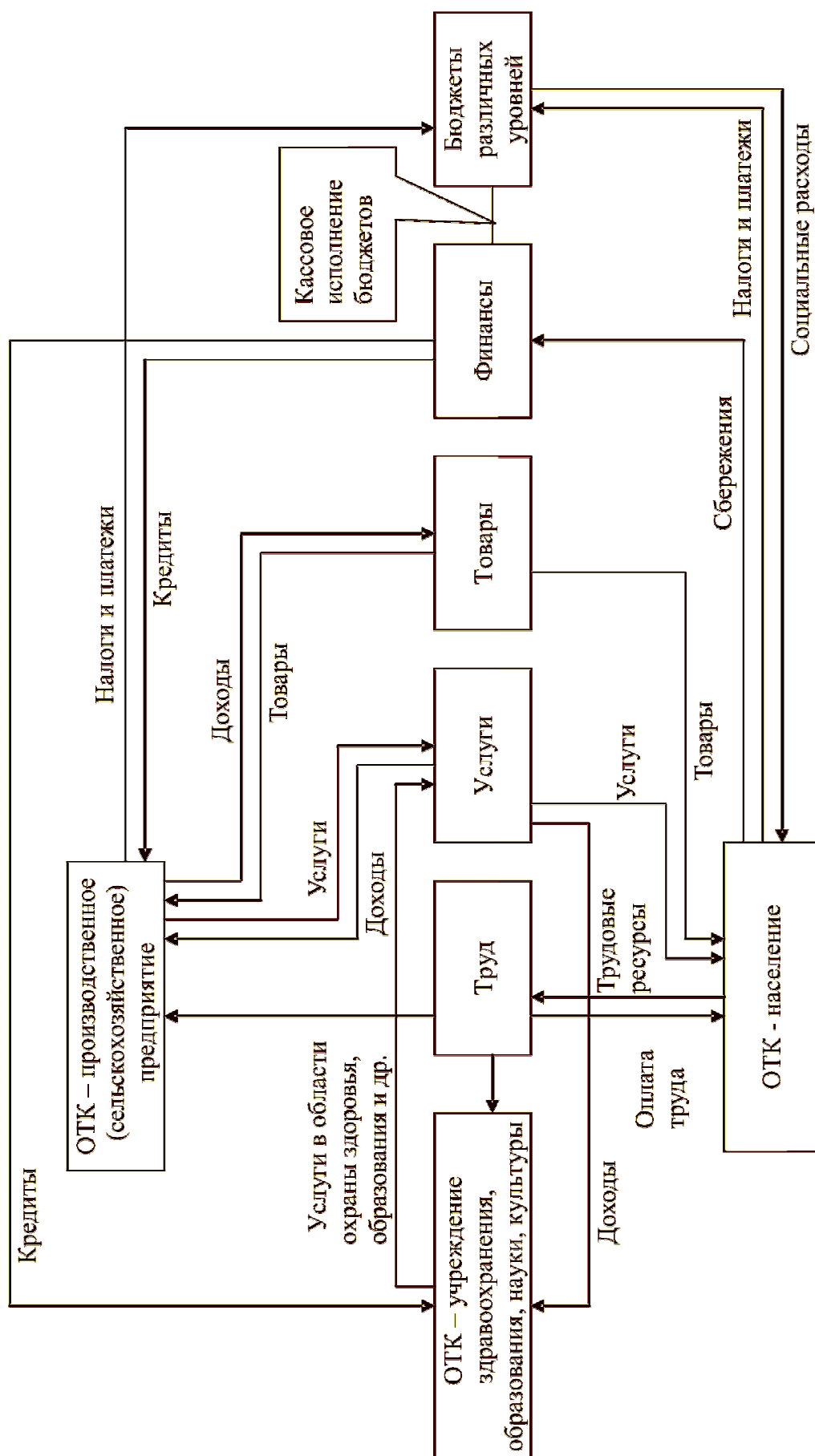


Рисунок 1 – Схема взаимодействия отдельных ОТК региона

Реализация кластерной концепции развития региона происходит путем внедрения новых видов технологий и инновационной деятельности; определения продуктов, на производстве которых способны специализироваться подразделения кластера; изучения передового опыта функционирования кластеров в других странах; разработки бизнес-планов; повышения качества продукции и квалификации персонала и др.

Пример схемы кластерной модели взаимодействия ОТК в регионе показан на рис. 2. Аналогичные примеры можно привести для пищевой, швейной, строительной отраслей.



Рисунок 2 – Схема взаимосвязей ОТК региона, образующих кластер по выращиванию и переработке промышленной конопли [6]

Несмотря на определенные попытки формализации процедур построения кластерных структур, не существует универсальных подходов к разработке моделей перестройки промышленного комплекса региона, особенно в условиях перехода от централизованного управления к децентрализованному. Здесь необходимо применение рыночных инструментов и рычагов власти, активного участия органов местного самоуправления и научного потенциала. Только таким образом могут быть определены возможности территориально-производственных систем, мобилизованы средства для создания и развития кластерных образований таких, как технопарки, технополисы, бизнес-парки,

экспортно-ориентированные зоны, территории приоритетного развития и т.д.

ОТК региона можно рассматривать как отдельные иерархические распределенные системы различного уровня, состоящие из множества подсистем. Следовательно, возникает проблема координации и развития, как всей иерархической распределенной системы, так и входящих в нее подсистем. Конкретные способы планирования и разработки таких систем могут существенно отличаться. Ряд организаций не придерживаются формализованных методов, что приводит к серьезным издержкам проектирования и слишком поздним выявлением неудачных решений. Для правильного использования достижений современных методов проектирования необходимо тщательно планировать весь процесс создания кластерной системы, поскольку принятие необоснованных технологических решений может повлечь за собой полное перепроектирование системы.

В настоящее время разрабатываются различные подходы к моделированию иерархических систем и принятию в них согласованных решений с учетом особенностей моделей отдельных подсистем (системная оптимизация, согласование решений оптимизационных задач различных уровней, согласованное управление активными системами, учет динамических свойств системы и др).

При исследовании систем часто принимают, что иерархические распределенные системы имеют двухуровневую структуру. Такое предположение допустимо с той точки зрения, что любую иерархическую структуру можно представить как совокупность двухуровневых систем. Представление многоуровневой иерархической системы в таком виде значительно упрощает ее моделирование, анализ планирования и развития. С другой стороны, класс двухуровневых систем является наиболее изученным и наиболее простым среди иерархических систем, а результаты, полученные для двухуровневых систем можно распространить на случай многоуровневых систем.

Основными проблемами, возникающими при координации и управлении развитием в распределенных системах являются: невозможность полной формализации задачи, проблема

декомпозиции системы и согласования действий подсистем разных уровней, степень информированности отдельных ОТК, необходимость принятия решений в условиях неопределенности, учет динамики развития системы.

Следует заметить, что при разработке программ и планов развития объективно необходима координация частных решений по целевой направленности, ограничениям на общие ресурсы, по периодам времени, иерархии, хозяйственно-экономическим связям и т.д. Анализ существующих методов проектирования систем, и в частности информационных систем, позволяет более подробно рассмотреть методологию разработки кластерных систем, позволяющую создавать кластеры и обеспечивать их высокие эксплуатационные характеристики.

Процедура моделирования структуры системы, отражающей технологию преобразования материальных потоков в готовую продукцию и социальные условия развития региона, включает в себя этапы структуризации регионального комплекса в целом; структуризации системы управления комплексом; структуризации процессов взаимодействий элементов комплекса.

Необходимость иметь модельное представление, которое учитывало бы целостность системы и особенности ее функционирования, сохранность всех существенных свойств и проявлений внешней среды, наталкивается на трудности высокой размерности, которые не в состоянии преодолеть современные компьютеры. Поэтому возникла необходимость создания не моделей-гигантов, а системы работоспособных моделей типа системы “*i-e* предприятие-регион”, каждый элемент которой представляет собой достаточно компактную и наглядную модель с некоторыми свойствами адаптивности. Взаимосвязь между этими моделями осуществляется в соответствии со структурной схемой сопряжения элементов в режиме диалога человека с компьютером. Пример схемы организации информационных потоков между отдельными субъектами хозяйствования и ядром комплекса показан на рис.3.

Накопленный к настоящему времени опыт структуризации показывает, что разбиение системы “*i-e* предприятие-регион” на подсистемы может быть выполнено различным образом. Наиболее важными направлениями для структурирования исследуемого

объекта являются: производственно-технологическое (материально-техническое снабжение, производство, сбыт), организационно-функциональное (планирование, контроль, регулирование) и информационно-техническое (сбор, передача, преобразование данных; задачи, методы, алгоритмы).



Рисунок 3 – Схема организации информационных потоков в модели «предприятие - город»

Для моделирования взаимодействия ОТК многоуровневая структура управления комплексом “предприятие-регион” может быть представлена в виде

$$S_{Г-П} = \langle S_{ПР}, S_{ОР}, S_{ИТ}, S_{АЛ} \rangle,$$

где $S_{ПР}$ - производственная структура, отражающая состав и взаимосвязи участков, агрегатов и других подразделений предприятия; $S_{ОР}$ - организационная структура, устанавливающая связь между различными функциями и видами деятельности в рамках данной системы; $S_{ИТ}$ - информационно-техническая

структура, которая отражает размещение и порядок работы средств сбора, передачи и переработки информации; S_{AL} - структура, отражающая математическое описание задач и алгоритмы их решения.

Из множества допустимых структур комплекса “*i*-е предприятие-регион” необходимо выбирать наиболее предпочтительную по совокупности технико-экономических показателей. Основным критерий отбора - структура должна быть экономичной, надежной, обеспечивать эффективное управление системой в реальном масштабе времени с минимальными затратами, исключать необоснованную многоступенчатость управления. Изменение структуры требует совершенства организационной, информационно-технической и алгоритмической структур.

В результате горизонтальной декомпозиции обобщенного критерия эффективности функционирования ОТК, формируется дерево критериев эффективности функционирования системы (эффективность снабжения, производства, сбыта). Аналогично выполнив вертикальную декомпозицию обобщенного критерия эффективности основных функций управления, получим дерево критериев эффективности относительно качества принимаемых плановых и управленческих решений (эффективность планирования, контроля состояния, управления).

Процедура синтеза структуры системы “*i*-е предприятие-регион” включает в себя декомпозицию общего критерия эффективности по предприятиям и основным функциям управления, формирование совокупности задач организационно-технического управления по локальным критериям эффективности в выбранном классе математических моделей, решение локальных задач в условиях неопределенности с координацией получаемых результатов и агрегированием информации.

Структурирование взаимосвязей между отдельными ОТК региона, в частности, определение характера деятельности ОТК, формирование стратегии разработки кластера, критический анализ требований к системе и т.д., облегчает моделирование взаимосвязей между ОТК и создание автоматизированных систем для управления ними. Здесь важно комплексное рассмотрение проблемы, а не отдельных аспектов и задач.

Выводы

Проведенный анализ показал, что сочетания различных показателей в задачах координации и управления развитием процессов взаимодействия ОТК в регионе приводит к различным классам моделей, для которых необходимо разрабатывать соответствующие алгоритмы решения задачи. Дальнейшие разработки в данном направлении требуют информационного обеспечения процесса управления регионом. Структурирование взаимосвязей между отдельными региональными комплексами является важным этапом на пути создания региональной информационной системы поддержки принятия решений, позволяющей, с одной стороны, ускорить процесс создания кластеров, а с другой, – существенно облегчить управление такими образованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Єпіфанов А.О., Сало І.В. Регіональна економіка.-К.: Наукова думка, 2000.-343 с.
2. Розробка та реалізація Стратегій територіальних громад: вітчизняний досвід/ За ред. С.Максименка, В.Нудельмана, І.Санжаровського.-К.: Вид-во "Дата-Банк Україна", 2003.- 232 с.
3. Стратегія розвитку економічного та соціального розвитку Херсонської області до 2011 року / За ред. Ф.Б.Рогальського та М.М. Воронича.- Херсон:ХДТУ, 2003.-220 с.
4. Рогальский Ф.Б. Концепция открытых технологических комплексов в управлении регионом // Автоматика. Автоматизация. Электронные комплексы и системы. -2000.-№1.-с.148-156.
5. Портер М. Конкуренция: Учебное пособие/Пер. с англ. М.: Вильямс, 2001. - 495 с.
6. Швороб Г.М. Кластери - ефективна форма об'єднань переробних підприємств області // Збірник матеріалів науково-практичної конференції „Прогнозування соціально-економічного розвитку Херсонської області”. – Херсон: ХДТУ, 2003. – с.71-72.
7. Рогальский Ф.Б. Методологические аспекты создания систем управления открытыми технологическими комплексами в регионе // Математические модели в образовании, науке и промышленности: Сб. научн. трудов. - С:-Пб.: Санкт-Петербургское отделение МАН ВШ, 2003. – с. 183-188.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Вступ

У зв'язку з моральним і фізичним старінням транспортних парків (авіаційних, автомобільних, морських, та ін.) у світі та неможливістю масової закупівлі нових зразків транспортних засобів, вартість яких постійно зростає, їх модернізація в сучасних умовах є одним з основних напрямків технічної політики багатьох держав світу.

Модернізація дозволяє поліпшити технічні та якісні характеристики транспортних засобів, розширити їх можливості при витратах майже на порядок менших, ніж закупівля нової техніки, що і обумовлює актуальність модернізації.

Вирішення завдань модернізації, що актуальне для широкого класу складних технічних систем (СТС), має відповідні труднощі в зв'язку з відсутністю необхідної методичної бази [1].

Розглянемо її на прикладі обґрунтування вибору варіантів модернізації для літальних апаратів (ЛА), як представників транспортних засобів.

Одержання максимального ефекту від модернізації ЛА можливо на основі вирішення оптимізаційної задачі, суть якої полягає в обґрунтуванні оптимального складу обладнання, яке необхідно встановити на ЛА при модернізації, та визначити оптимальний обрис ЛА, що модернізується, тобто вибрати оптимальний варіант його модернізації. Цю задачу можливо віднести до класу задач синтезу СТС, яка є невід'ємним і важливим елементом етапу їх системного проектування.

Багато підходів у її рішенні базується на критеріях „ефективність (якість) – вартість” [1-4]. Однак є багато таких зразків, розробка яких повинна враховувати також і критерії безпеки при їх використанні за призначенням [5].

До них можливо віднести СТС, що застосовуються на транспорті

(авіаційному, річковому та морському, залізничному, автомобільному), у ядерній енергетиці та інших. У цьому випадку задача синтезу при проектуванні СТС повинна вирішуватися з урахуванням тріади критеріїв „ефективність (якість) – безпека – вартість”[1].

Розглянемо її вирішення стосовно авіації на прикладі задачі обґрунтування оптимального варіанту модернізації ЛА.

Постановка задачі

Задача полягає в розробці методичного підходу для вирішення задачі синтезу оптимального варіанту модернізації ЛА на етапі його проектування з урахуванням тріади критеріїв „ефективність (якість) – безпека польотів – вартість”.

Вирішення цієї задачі дозволить визначити оптимальний обрис ЛА, що модернізується, тобто вибрати оптимальний варіант його модернізації.

Визначення оптимального обрису ЛА, що модернізується, може розглядатися як елемент процесу системного проектування складної технічної системи (СТС) і, зокрема, проектування літаків.

Розв'язання задачі

Для вирішення цього завдання запропоновано методичний підхід, який представлений у вигляді алгоритму обґрунтування оптимального варіанту ЛА.

Алгоритм обґрунтування оптимального обрису ЛА, що модернізується, представлений на рис. 1.

Основними етапами алгоритму є:

Етап 1 – постановка задачі. На даному етапі уточнюються цілі, призначення і задачі, що повинні будуть вирішуватися ЛА після його модернізації, формулюються вихідні дані, умови й обмеження, що накладаються як на ЛА та його підсистеми, так і на процес його модернізації в цілому.

Етап 2 – вибір та обґрунтування критеріїв, за якими оцінюються альтернативні варіанти модернізації ЛА.

Для ЛА, що модернізується, такі критерії повинні оцінювати технічну ефективність ЛА, рівень безпеки його польотів і витрати, пов'язані з модернізацією.

В якості критеріїв технічної ефективності та безпеки польотів ЛА запропоновано для використання приріст коефіцієнта

потенційних можливостей (КПМ) ЛА та ймовірність сприятливого завершення його польоту, відповідно [1].

КПМ ЛА є відносною його характеристикою. Він характеризує технічний рівень ЛА. В якості показників технічного вдосконалення ЛА запропоновано використовувати його технічні характеристики [3,4].

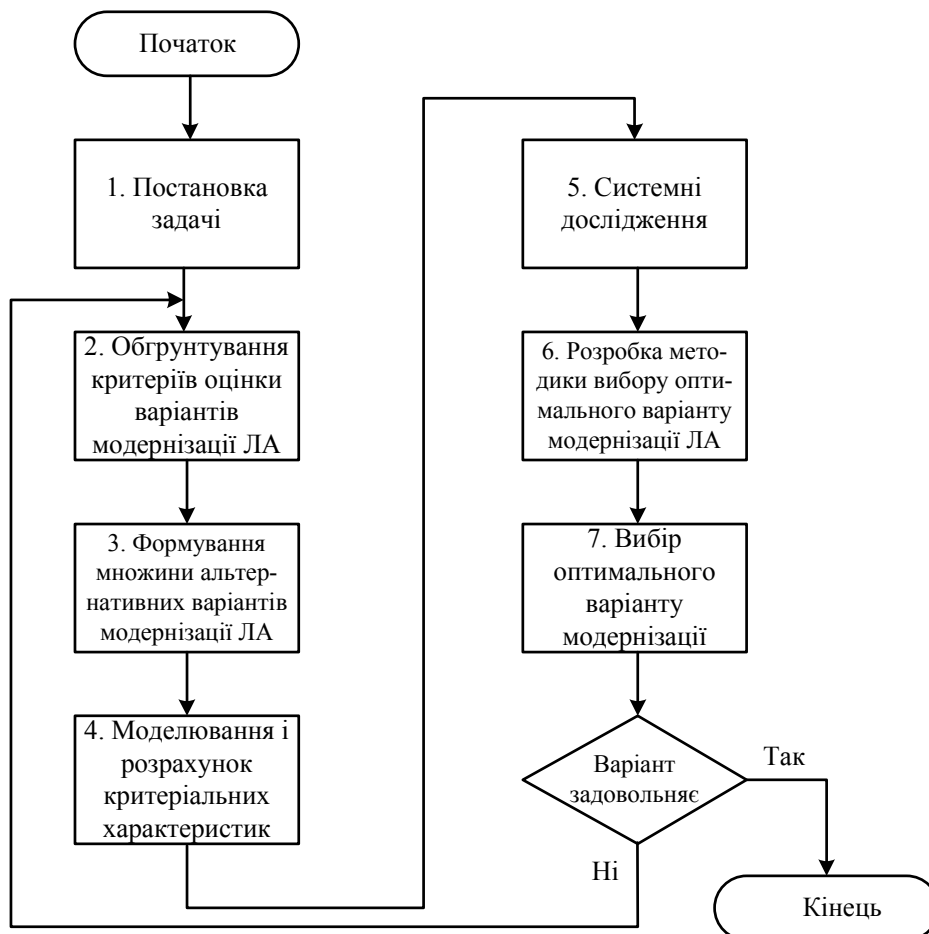


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму обґрунтування оптимального обрису ЛА, що модернізується

Вирішення задач оцінки якості об'єктів у кожному окремому випадку має свою певну ціль. При вирішенні питань модернізації ЛА особливо зацікавляють два з них: порівняння різних можливих варіантів модернізованих ЛА для вибору найкращого та аналіз ефективності проведених заходів щодо вдосконалення ЛА.

В якості критерія витрат, пов'язаних із модернізацією ЛА, запропоновано використовувати вартість реалізації варіанту модернізації (вартість модернізації) ЛА.

Етап 3 – формування множини альтернативних варіантів модернізації ЛА.

На цьому етапі розробляються та уточнюються: логічна схема ЛА, що модернізується (як схема складної технічної системи); схема функціонування; морфологічні блоки по підсистемам і елементам ЛА; склад його функціональних підсистем; алгоритми функціонування підсистем ЛА в цілому; проводиться попередня оцінка підсистем, можливих варіантів модернізації ЛА за структурою, інформаційному забезпеченню, керованістю; забезпечується формування множини альтернативних варіантів модернізації ЛА для подальших досліджень.

Етап 4 – моделювання та розрахунок критеріальних характеристик.

На даному етапі розробляються відповідні математичні моделі, цільові функції та визначаються значення критеріїв, необхідних для обґрунтованого вибору оптимального варіанту модернізації ЛА (КПМ, БП, С).

Етап 5 – системні дослідження: вибір методу оптимізації; визначення області ефективних варіантів модернізації.

Етап 6 – розробка методики вибору оптимального варіанту модернізації ЛА.

На цьому етапі проводиться узагальнення прийомів і методів, які використовуються на попередніх етапах, і формується методика, що визначає послідовність дій при виборі оптимального варіанта модернізації конкретного типу ЛА.

Етап 7 – вибір оптимального варіанту модернізації ЛА та прийняття остаточного рішення.

На основі аналізу альтернативних (компромісних) варіантів модернізації ЛА з урахуванням раніше не врахованих факторів проводиться аналіз на відповідність варіанту модернізованого ЛА технічному завданню.

Якщо прогнозований ЛА не відповідає технічному завданню, то з замовником погоджується питання про припустимість зниження вимог до ЛА, що модернізується, або приймається рішення щодо продовження досліджень з уточненням тих або інших його вихідних даних зі структури та складу. При цьому уточнюються обмеження та проводиться перерахування згідно з алгоритмом.

Успішне проведення модернізації ЛА можливе на основі науково - обґрунтованих оптимальних варіантів ЛА, що модернізуються.

При цьому під варіантом модернізації ЛА слід розуміти сукупність окремих пропозицій, які передбачається реалізувати на даному ЛА з метою його технічного вдосконалення.

Оптимальний варіант знаходиться згідно вирішувального правила шляхом вибору з множини альтернативних варіантів модернізації ЛА.

Альтернативні варіанти містить у собі варіанти модернізації ЛА з комплектуючим обладнанням, яке запропоновано різними фірмами й організаціями (в тому числі й закордонними), та варіанти, сформовані експертами на основі „робочої” підмножини ефективних пропозицій щодо модернізації ЛА.

При цьому під ефективними пропозиціями слід розуміти ті, що пройшли відбір за тріадою ранжованих за важливістю критеріїв (КПМ, БП, С), із загальної множини, тобто ті, що забезпечують необхідний приріст КПМ ЛА в рамках витрат (С) і не знижують рівень безпеки польотів (БП).

Критеріями переваги під час вибору оптимального варіанту модернізації ЛА є: приріст КПМ ЛА, що модернізується, ймовірність благополучне завершення його польоту та вартість варіанту модернізації одного ЛА.

Аналіз методів векторної оптимізації [6] показує, що найбільш прийнятним для практичного вирішення зазначеної задачі є метод, заснований на переведенні всіх критеріїв переваги крім одного в розряд обмежень.

При цьому здійснюється переведення зазначеної задачі в розряд однокритеріальних, що значно спрощує її вирішення.

У цьому випадку під оптимальним варіантом модернізації ЛА слід розуміти той варіант, сукупність пропозицій якого забезпечує екстремальне значення головного критерію переваги при виконанні умов, накладених на інші критерії.

Залежно від того, який критерій переваги оптимізується (приймається головним), передбачається рішення прямої (А) і зворотної (Б) задачі умовної однокритеріальної оптимізації. Тоді вони формуються в такий спосіб.

Задача А. Вибрати оптимальний варіант модернізації ЛА, виходячи з вимог максимізації приросту його коефіцієнта

потенційних можливостей за умови не перевищення заданої вартості модернізації ЛА й забезпечення необхідного рівня безпеки польотів

$$\Delta K_{\text{ПМ}}^M = \max_{s \in X} \Delta K_{\text{ПМ}}^M(s) \quad (1)$$

при $C^M(s) \leq C_{\text{ЗД}}^M$, $P_{\text{БП}}^M(s) \geq P_{\text{БП}}^{\text{ЗД}}$.

Задача Б. Вибрати оптимальний варіант модернізації ЛА, виходячи з вимог мінімізації вартості його модернізації за умови забезпечення приросту коефіцієнта потенційних можливостей ЛА, що модернізується, не нижче заданого та забезпечення необхідного рівня безпеки польотів.

$$C^M = \min_{s \in X} C^M(s) \quad (2)$$

при $\Delta K_{\text{ПМ}}^M(s) \geq \Delta K_{\text{ПМ}}^{\text{ЗД}}$, $P_{\text{БП}}^M(s) \leq P_{\text{БП}}^{\text{ЗД}}$.

У постановках задач (1) і (2) параметри мають таку інтерпретацію:

$\Delta K_{\text{ПМ}}^M, \Delta K_{\text{ПМ}}^{\text{ЗД}}$ – розрахунковий і заданий прирости коефіцієнтів потенційних можливостей ЛА, що модернізується, відповідно;

$C^M, C_{\text{ЗД}}^M$ – розрахункова та задана вартості модернізації ЛА, відповідно;

$P_{\text{БП}}^M, P_{\text{БП}}^{\text{ЗД}}$ – розрахункова та задана можливості сприятливого завершення польоту ЛА, що модернізується, відповідно;

s – варіант з множини X альтернативних варіантів модернізації ЛА.

Розглянемо основні етапи методики вибору оптимальних варіантів модернізації.

На першому етапі виконується порівняльний аналіз технічних можливостей запропонованого до модернізації ЛА та його сучасних, а також перспективних аналогів з метою виявлення можливих напрямів модернізації й окремих пропозицій за даними напрямками. На цьому ж етапі уточнюються вимоги замовника до очікуваного результату модернізації ЛА. Ці вимоги полягають у забезпеченні максимального приросту КПМ при заданій вартості та забезпеченні необхідного рівня безпеки польотів (задача А) або забезпеченні заданого приросту КПМ і необхідного рівня безпеки польотів при мінімально можливих витратах (задача Б).

Внаслідок виконання цього етапу також отримуємо значення КПМ літаків-аналогів, прийнявши за базовий ЛА, що модернізується, з метою обґрунтування його модернізації.

На другому етапі методики формується множин альтернативних варіантів модернізації ЛА, виходячи з:

1) множини варіантів модернізації ЛА, запропонованих різними фірмами й організаціями; множини окремих пропозицій щодо модернізації ЛА.

У першому випадку групою експертів із множини відомих варіантів модернізації ЛА виключаються ті, що не можуть бути реалізовані на даному ЛА за якими-небудь об'єктивними причинами (енергетичним, ваговим, габаритним, несумісності та іншим обмеженням).

У другому випадку з множини альтернативних пропозицій щодо модернізації ЛА на основі безумовних критеріїв переваги визначається перелік ефективних (негірших) пропозицій щодо модернізації ($\Delta K_{\text{ПМ}}^M$) з множини альтернативних і вартість реалізації даної пропозиції (C^M).

Застосування методу прямокутників [2] дозволяє вже на ранніх етапах формування обрису ЛА, що модернізується, відсіяти неефективні пропозиції щодо модернізації. При цьому цей метод виключає необхідність формування й оцінки заздалегідь гірших альтернативних варіантів модернізації ЛА.

На основі відібраних ефективних (не гірших) пропозицій, групою експертів формуються можливі варіанти модернізації, що можуть бути реалізовані на даному ЛА.

Таким чином, результатом другого етапу даної методики є множина альтернативних варіантів модернізації ЛА, оцінених експертами за умовами можливості їхньої реалізації на даному літаку.

На третьому етапі для кожного варіанта модернізації ЛА (з множини варіантів, сформованого на попередньому етапі) необхідно зробити розрахунок критеріальних характеристик: приросту КПМ ЛА, що модернізується, можливості завершення його польоту і вартості варіанту модернізації одного ЛА.

Варіанти, що не задовольняють умови безпеки польотів (для яких рівні ймовірності успішного завершення польоту нижче заданої)

виключаються з подальшого розгляду. Проте, якщо варіант істотно підвищує технічну ефективність, але при цьому дещо знижує рівень безпеки польотів, є можливість підвищення рівня безпеки польотів до необхідного за рахунок перерозподілу надійності між відмовонебезпечними й невідмовонебезпечними елементами літакових систем за спеціальною методикою, яка наведена в [5].

На четвертому етапі проводиться вибір оптимального варіанту модернізації ЛА, виходячи з вимог замовника (залежно від того, яка з задач буде поставлена – максимізація КПМ ЛА або мінімізація вартості його модернізації).

Даний етап припускає:

- визначення припустимої області варіантів модернізації ЛА (M_d);
- визначення строго припустимої області варіантів модернізації ЛА (M_{cd}), що враховує задані умови (обмеження);
- перевірку виконаності умови паретооптимальності й визначення ефективної області варіантів модернізації ЛА (M_e);
- визначення оптимального варіанту модернізації ЛА.

Виконання п'ятого етапу методики передбачається, при необхідності, проведення поетапної модернізації ЛА, обумовленої поетапним фінансуванням реалізації Програми модернізації парку ЛА.

У цьому випадку вибір оптимального підваріанту модернізації ЛА проводиться шляхом побудови пріоритетного ряду пропозицій зі складу оптимального (компромісного) варіанту, визначеного на попередньому етапі методики.

В основі побудови зазначеного ряду лежить розподіл пропозицій за зростанням їхньої питомої вартості, яка характеризує витрати на забезпечення одиниці приросту КПМ від реалізації j -ї пропозиції щодо модернізації ЛА ($C_{удj} = C_j^M / K_{пм}^M j$).

Висновок

Таким чином, розглянутий методичний підхід на основі показників якості, безпеки польотів та витрат дозволяє обґрунтувати рішення до оптимального варіанту модернізації ЛА ще на ранніх етапах його проектування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Самков О. В., Коваленко А. В. Методология обоснования вариантов модернизации парка боевых авиационных комплексов// 36 наук. работ. - К.: Научный центр ВВС ВС Украины. - Вип.6., 2003. – С.15–20.
2. Шейнин В.М., Козловский В.И. Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолетов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984.– 552с.
3. Статников Р.Б., Матусов И.Б. Многокритериальное проектирование машин. – М.: Знание, 1989. –145с.
4. Попов И.А., Скворцов В.В., Мицитис А.К. Исследование и проектирование больших технических систем. – К.:КИВВС, 1995. – 252с.
5. Жулев В.И., Иванов В.С. Безопасность полетов летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1986.–288с.
6. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 280с.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ КРУГОВОГО ОБЗОРА

Актуальность

Устройства отображения информации кругового обзора имеют широкое распространение в приложениях, тесно связанных с задачами радиолокации – бортовые системы отображения, пульта системы оперативного управления и т.п. Однако особенностью реализации таких систем является такой фактор, как использование в процессе обнаружения объектов сферических типов систем координат (дальность r , азимут α и угол места β , или широта-долгота) [1,2].

Использование аналоговых средств визуализации кругового (или секторного) обзора требует наличия специализированных средств, позволяющих совмещать графическую и знакографическую информацию, каналы обработки которой работают в параллельном режиме. При этом компонентой, которая наиболее часто визуализируется «непосредственно», является значение азимута [3] относительно базовой станции или некоторые отношения других параметров. Остальные компоненты кодируются в знакографической форме (цифровой, буквенной и условными символами) [4]. В таком случае можно утверждать, что производится операция «проецирования» сферической системы координат (3-х мерной) в полярную систему координат (2-у мерную).

Появившиеся в последнее время цифровые системы, например [5], так же используют параллельные процессы синтеза графической информации о текущей обстановке, совмещая изображение цветного фона и информационных компонентов на экране монитора. Совмещение информации производится уже в процессе видеовывода «наложением» синтезированной информации об объектах на видеосигнал от ПЭВМ. Существуют и другие системы, например, на основе ГИС-приложений [6,7]. Особенностью последних является то, что в качестве входных данных о подвижных объектах используются уже «преобразованные» значения прямоугольных системы координат.

Необходимость преобразования в прямоугольную систему координат определяется характером физических устройств отображения информации – это растровые дисплеи или проекционные устройства. Растровых устройств вывода, функционирующих непосредственно в полярной системе координат на сегодня нет.

Постановка задачи

В связи с этим, ставится задача разработки цифровых методов и устройств синтеза изображений, максимально приближенных для работы с полярной системой координат в режиме реального времени. Эта задача так же является актуальной для реализации функции геометрического преобразования вращения, в особенности, для растровых изображений.

Методы решения

Методы решения и математическая основа для построения устройств синтеза изображений или их преобразования могут быть положения, изложенные в [8-11].

Для реализации техническими средствами в режиме реального времени предлагается использовать распараллеливание процесса синтеза изображений по основным секторам декартового пространства, использование «таблиц» генерации векторов азимутальных направлений и их маскирование информационными сигналами.

Результаты анализа даже «последовательной модели» развертки кругового поля отображения дают результаты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Трудоёмкость и время синтеза изображения

ρ_i	Размер идентичного изображения	Операций на изображение	Время синтеза		Макс. частота генерации, изобр/сек
			1 изобр., мкс	25 изобр., мс	
127	255*255	29276	292,76	7,5	130
63	127*127	14638	146,38	3,75	260
31	63*63	7319	73,19	1,88	520
15	31*31	3658	36,58	1	1040

В первом столбце указывается размер выводимого азимутального радиус-вектора ρ_i полярной системы координат, а во втором – размеры соответствующего ему изображения в растровой декартовой системе координат. Данные приведены из расчета тактовой частоты устройства 100 МГц и 1 операция за такт. К особенностям рассматриваемых алгоритмов можно отнести независимость времени преобразования и синтеза от угла поворота выводимого изображения.

Однако при этом возникают некоторые вопросы организации оперативной памяти системы визуализации и методов совмещения разнородной информации в ней.

Как указывалось выше, оператору необходимо выводить информацию не только о подвижных объектах, но и фон, определяющий ассоциативное восприятие положения рассматриваемых объектов.

Для того, что бы вынести предложения о методах решения данных задач, рассмотрим некоторые особенности процессов визуализации в вычислительных системах.

Современная концепция представления данных обуславливает использование для различных компонентов, подлежащих отображению различных областей оперативной памяти вычислительной системы, включающих, в том числе и «графическое описание» объектов, которые затем в процессе вывода анализируются ядром операционной системы и переносятся непосредственно в видеопамять устройства визуализации. При этом роль играют активное состояние объекта, его статус в системе, положение на экране, положение относительно других объектов, в частности, как оконные интерфейсы объектов «перекрываются» друг другом. На самом «нижнем» уровне находится изображение рабочего стола (Windows, X-Window, QNX и т.п.).

Для решения такой задачи в процессе визуализации подвижных объектов с использованием средств различных операционных систем, мы получим такую же модель. Если реализуется своя система контроля и визуализации, то можно воспользоваться известной моделью z-буфера [12], только в качестве параметра упорядочивания выбирать искусственный коэффициент глубины или параметрическое соотношение дальность-высота. Для фонового изображения, соответственно, должен быть применено максимальное значение

данного коэффициента. Таким образом, получим «многослойное» представление сцены оперативной обстановки.

Для повышения производительности, как указывалось выше, предлагается так же использовать распараллеливание процесса синтеза кругового изображения на основе свойств симметрии, позволяющих синтезировать сразу до 8 азимутальных радиус-векторов. При организации до 4-х банков памяти на одно изображение (рисунок 1) особых затруднений не возникает, а вот организация 8-и конвейеров требует разбивки каждого «прямоугольного» квадранта памяти на 2 симметричных сектора относительно логической диагонали (рисунок 2). При этом ни одна существующая физическая система памяти такого процесса реализовать не может. Решение данной проблемы может быть найдено исходя из принципа двойной буферизации. Только в данном случае, оба банка памяти будут работать одновременно в режиме записи (или считывания), формируя изображение одного и того же квадранта, но селектируя в противофазе соответствующие сектора по 45 градусов (рисунок 3). Такое решение позволяет организовывать до 8-и параллельных конвейеров синтеза изображений векторов.

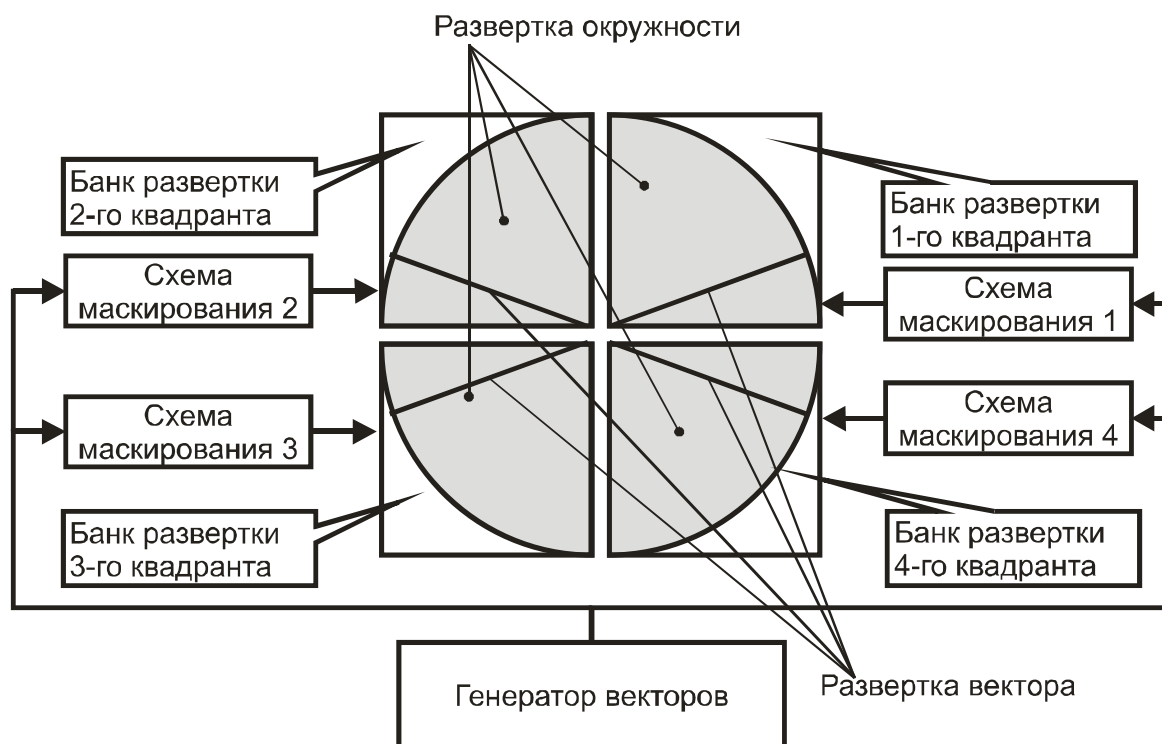


Рисунок 1 – Организация параллельной развертки окружности в 4-х секторах

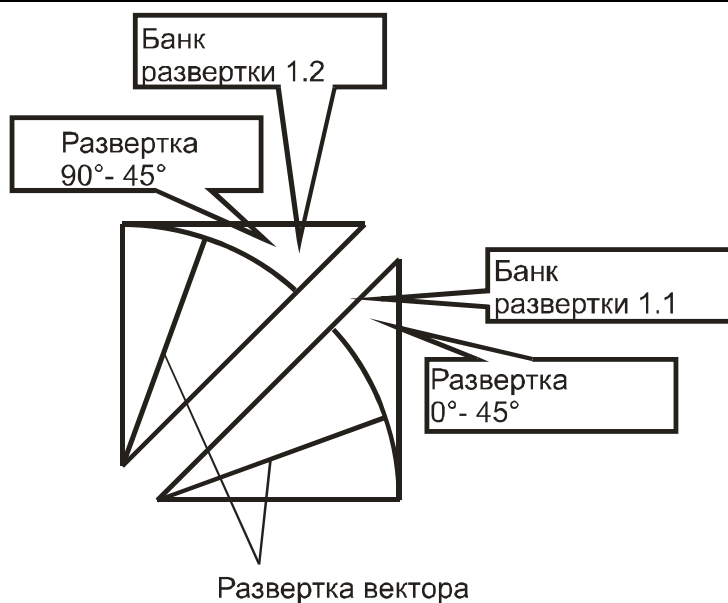


Рисунок 2 – «Деление» банка памяти на сектора по 45°

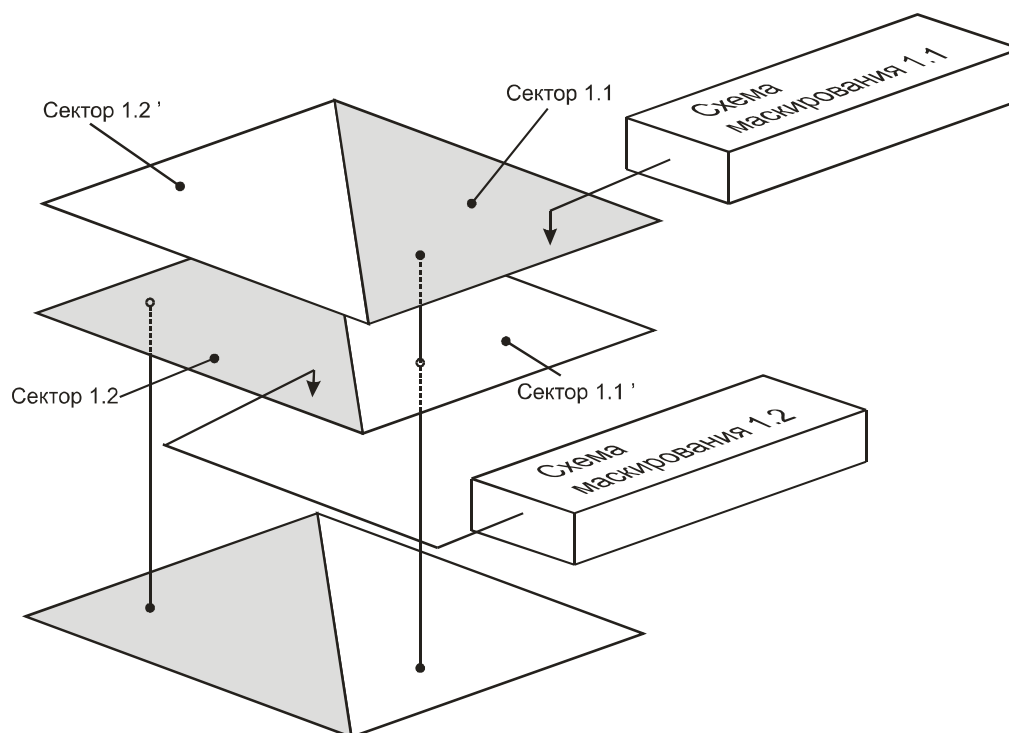


Рисунок 3 – «Посекторное» формирование изображения 1-го квадранта

Выводы

В работе решена задача организации процесса параллельного «посекторного» синтеза участков изображения. Рассмотренные методы построения технических средств синтеза векторов позволяют в значительной степени повысить скорость обработки данных «круговых» изображений, организовывая от 4-х до 8-и параллельных конвейеров синтеза.

Анализ предложенной структуры организации 8-и конвейерного синтеза указывает на наличие практически двух аналогичных слоёв синтеза, содержащих по 4 конвейера, которые в случае появления необходимости, могут работать как два автономных устройства, либо как система с перестраиваемой структурой для повышения надёжности системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Пул Основные методы и системы индикации.- Ленинград: Энергия, 1969.- 408с.
2. Многопозиционные радиотехнические системы/ В.С. Кондратьев, А.Ф. Котов, Л.Н. Марков; под ред. проф. В.В. Цветнова.- М.: Радио и связь, 1986.- 264 с., ил.
3. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации.-М.: Машиностроение, 1975.-396 с.-илл.
4. Основы инженерной психологии. Учеб. пособие. Под ред.. Б.Ф. Ломова.- М.: Высш. шк., 1977.- 335 с.
5. Устройство совмещенного отображения радиолокационной и знакографической информации./В.Трусилов, В.Шаров, В.Майданин, М.Седов// Современные технологии автоматизации.- 1998.-№1.-С.88-90.
6. Case study: imagery and Geospatial Systems. “How TASC develops and integrates geospatial solutions and customized applications for: The National Drug Intelligence Center”//CS00002 – Litton-TASC, 6-21-99.
7. Enterprise Solutions. Traking Analyst Integration//D00025 – Litton-TASC, 2-99
8. М.И. Васюхин, М.Н.Синяков, В.А. Сичкаренко, Принципы построения комплекса средств отображения на большом экране оперативной обстановки движущимися символами на цветном картографическом фоне– К., Управляющие системы и машины, №№ 4/5, 1995 г.,- стр.65-70.
9. Смолий В.В. Применение конформных отображений в процессе геометрических преобразований изображений динамических объектов // Наук. пр. Донецького державного техн. ун-ту. Сер. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка.- 2000.- Вип. 15.- С.174-179.

10. Смолий В.В. Методы и средства синтеза и отображения динамических объектов (для центров оперативного управления).- Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.13 – вычислительные машины, системы и сети.- Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, 2001.
11. Бородин В.А. Методы и средства представления и анализа динамической обстановки для геоинформационных комплексов реального времени.- Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизированные системы управления и прогрессивные информационные технологии. - Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, 2005.
12. Фоли Дж., Вэн Дэм А. Основы интерактивной графики: в 2-х книгах: Пер. с англ.- Мир, 1985.- 368 с.

КРИТЕРИЙ КОМПОНОВКИ БЛОКА ЭЛЕКТРОННОГО АППАРАТА

Электронный аппарат (ЭА) представляет из себя сложную иерархическую систему, подверженную в условиях эксплуатации комплексу разного рода возмущений, которая производится посредством многостадийного циклического технологического процесса. В соответствии с обозначенными в [1] задачами, следует отметить, что управление системой подобного рода может быть организовано в автоматизированном режиме, так как именно на человека, как на лицо, принимающее решение (ЛПР), возложена функция окончательного выбора решения из вариантов, предлагаемых системой. Для поддержки процесса принятия решения, актуальными проблемами являются: синтез исходного описания объекта, преобразование его в некоторые параметры и характеристики объекта в процессе эксплуатации, формулировка правил выбора и отбраковки некоторых вариантов блока с оценкой стоимости и качества вносимых изменений в объект и процесс его производства. В связи с этим, актуальной задачей является формулировка и анализ критерия компоновки блока электронного аппарата.

Выбираем в качестве элементов критерия компоновки блока ЭА параметры и функции, определенные с помощью разработанного ПТК моделирования механических нагрузок блоков ЭА и выявленные в ходе экспериментальных исследований. К ним отнесены: собственные частоты блока ЭА, распространенность применяемой системы виброизоляции (СВИ), параметры и АЧХ для различных видов систем виброизоляции блока, ФЧХ для различных систем виброизоляции и пр.

Необходимо также оценить степень распространенности применяемой СВИ, в том числе проанализировать необходимость применения виброизоляторов с уникальными характеристиками или уникальных схем виброизоляции. Дополнительно по варианту компоновки блока ЭА необходимо рассчитать коэффициенты: заполнения объема блока деталями, активного объема и веса блока,

соответствия физических и установочных параметров друг другу, автономности активного параметра, заполнения блока, конструктивного совершенства изделия. Результаты определения этих параметров сводим в табл. 1.

Таблица 1

Компоненты критерия компоновки блока ЭА

№ п/п	Семантическое значение	Принимаемые значения	Тип объекта, применяемый для описания	Вид выполняемого анализа
1	2	3	4	5
1	Собственные частоты блока ЭА	[0; 3000], Гц	Массив значений	Анализ тенденций влияния на вибро- и удароустойчивость изделия и сравнение с допустимыми значениями
2	Распространенность применяемой СВИ	[0; 1] (дискретные значения)	Требуются виброизоляторы с уникальными характеристиками или уникальная схема виброизоляции	Определение уникальности и наложение «штрафа» в стоимостном анализе
...	...	...	...	...

При формировании критерия компоновки блока ЭА, применим для генерации множества решений технической задачи и сокращения перебора метод Порето, сравнив полученные с помощью него варианты решения с достигнутыми в ходе «классического» ТП производства блока ЭА, тем самым оценив эффективность предложенного метода.

Методом экспертных оценок были получены сведения о предполагаемых весах каждого из сведенных в табл. 1 параметров. Практика внедрения и применения результатов научных исследований в производство показала необходимость скорректировать эти веса. Результирующие значения весов сведены в

табл. 3. В качестве частных критериев объекта примем критерии, сведенные в табл. 2.

Таблица 2

Частные критерии компоновки блока ЭА

№ п/п	Обозначение частного критерия	Величина	Смысл
1	Φ_1	[0; 1] (дискретные значения)	Устойчивость к механическим воздействиям блока ЭА
2	Φ_2	[0; 1] (дискретные значения)	Рациональность подбора типа амортизаторов и вида СВИ
3	Φ_3	[0; 1] (дискретные значения)	Рациональность компоновки блока ЭА

К варьируемым параметрам объекта отнесем компоненты критерия компоновки блока ЭА, приведенные в табл. 1, их значения сведены в табл. 3.

Таблица 3

Варьируемые параметры объекта

№ итерации	Варьируемые параметры									
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
1	1	1	1	1	1	1	0.3	1000	0.6	1000
2	1	1	1	1						
3	1		1	1	1	1	0.3	1000	0.6	1000
4	1		1	1						
5	1	1			1	1	0.3	1000	0.6	1000
6	1	1								
7					1	1	0.3	1000	0.6	1000
8										

Анализируя табл. 3 получаем, что рациональность компоновки блока ЭА необходимо заменить комплексным критерием качества. В результате такой замены столбцы $x_5 - x_{10}$ заменяем одним столбцом, содержащим значение 1 для случая необходимости обеспечения рациональной компоновки блока ЭА и значением 0 в противном случае.

Формирование непосредственно функционала критерия компоновки блока ЭА осуществим путем линейной комбинации

вероятностей появления каждого из случаев необходимости обеспечения устойчивости к вибрационным воздействиям блока ЭА и его составляющих и выполнения требования оптимальности компоновки блока ЭА. В результате критерий компоновки имеет вид

$$f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) := 0.25x_1 + 0.1x_2 + 0.25x_3 + 0.2x_4 + 0.15x_5. \quad (1)$$

Наличие нескольких слагаемых с одинаковыми коэффициентами показывает единство причин появления факторов нарушения функционирования блока ЭА и его составляющих в условиях эксплуатации и противоречивость требований выполнения рациональности компоновки блока ЭА. На практике может появиться либо один из анализируемых факторов (табл. 1), либо все, либо их комбинация, что и учитывается видом предложенного критерия компоновки.

Ограничения, накладываемые на функционал управления, связаны со стоимостью обнаружения и устранения каждого из анализируемых явлений и суммарной стоимостью обеспечения требуемых параметров изделия на ограниченном наборе управляющих воздействий на объект. Вид ограничений, накладываемых на функционал управления следующий:

$$25x_1 + 15x_2 + 43x_3 + 30x_4 + 17x_5 \leq 35. \quad (2)$$

Имеем задачу максимизации, так как ищем случай, удовлетворяющий требованиям обеспечения максимальной устойчивости блока ЭА к механическим и вибрационным воздействиям, происходящее одновременно с обеспечением требования наилучшей компоновки самого блока, анализируемые с точки зрения частоты встречаемости тех или иных факторов, вредно влияющих на компоновку блока ЭА. Из всех возможных вариантов компоновки блока ЭА предложенный критерий компоновки выбирает на первом этапе оптимальные по частоте встречаемости компоненты, а на втором этапе определяет оптимальные по стоимости обнаружения и стоимости устранения компоненты. Результаты выполнения процедуры определения вектора весов для аддитивного критерия качества сведены в табл. 4.

Возможными претендентами на обеспечение максимума критерия компоновки являются 5 и 6 вариант, так как функционал – максимален, однако смысловое наполнение этих вариантов таково,

что теряется необходимость вообще анализировать частотные характеристики блока ЭА и их взаимосвязь с собственными частотами блока, т.е. анализировать влияние условий эксплуатации на объект, а необходимо лишь отслеживать рациональность компоновки блока и «доступность» виброизоляторов, что в корне недопустимо при решении задачи системного обеспечения механической, вибрационной и ударной устойчивости блока ЭА. Для дальнейшего анализа оставим варианты 1 – 6.

Таблица 4

Определение вектора весов для аддитивного критерия качества

№ итерации	Значение функционала	Веса			Частные критерии		
		W_1	W_2	W_3	Φ_1	Φ_2	Φ_3
1	0.34999999	0.8	0.35	0.15	1	1	1
2	0.34999999	0.8	0.35	0.000001	1	1	0
3	0.34999999	0.8	0.000001	0.15	1	0	1
4	0.34999997	0.8	0.000001	0.000001	1	0	0
5	0.35	0.35	0.00001	0.15	0	1	1
6	0.35	0.000001	0.35	0.000001	0	1	0
7	0.30882353	0.000001	0.000001	0.15	0	0	1
8	0	0.000001	0.000001	0.000001	0	0	0

Возможными претендентами на обеспечение максимума критерия компоновки являются 5 и 6 вариант, так как функционал – максимален, однако смысловое наполнение этих вариантов таково, что теряется необходимость вообще анализировать частотные характеристики блока ЭА и их взаимосвязь с собственными частотами блока, т.е. анализировать влияние условий эксплуатации на объект, а необходимо лишь отслеживать рациональность компоновки блока и «доступность» виброизоляторов, что в корне недопустимо при решении задачи системного обеспечения механической, вибрационной и ударной устойчивости блока ЭА. Для дальнейшего анализа оставим варианты 1 – 6.

Сравнение оставшихся вариантов будем осуществлять на основании дополнительных затрат и стоимости, взаимодополняемости каждого из параметров и возможности их взаимного исключения в процессе протекания технологического процесса производства блока ЭА. Весовые коэффициенты, комбинации частных критериев и

значение функционала оптимизации в интересующей точке сведены в табл. 5.

Таблица 5

Определение вектора весов для аддитивного критерия качества

№ итерации	Значение функционала	Веса			Частные критерии		
		W_1	W_2	W_3	Φ_1	Φ_2	Φ_3
1	172.000089	98	20	17	1	1	1
2	172.000039	98	20	0.00001	1	1	0
3	172.000107	98	0.00001	17	1	0	1
4	172.000092	98	0.00001	0.00001	1	0	0
5	149.999987	0.00001	20	17	0	1	1
6	149.999987	0.000001	40	0.000001	0	1	0

Выбрав вариант, соответствующий максимуму критерия компоновки блока ЭА, получим случай 3, когда необходимо анализировать собственные частоты блока ЭА, его частотные характеристики, одновременно обеспечивая рациональность компоновки блока ЭА. Это вариант соответствует практике обеспечения устойчивости блока ЭА к механическим, вибрационным и ударным воздействиям, с тем отличием, что это выполнялось высококвалифицированными экспертами при доводке изделия после отбраковки на испытаниях. Предложенный критерий компоновки блока ЭА позволяет систематизировать решение задачи обеспечения устойчивости объекта к внешним воздействиям и включить анализ поведения блока в условиях эксплуатации в существующий процесс его производства.

Выбор критерия компоновки блока ЭА повлечет за собой изменения в программах управления: станками сверловки для генмонтажных плат; станками с ЧПУ для установки ЭРЭ и ПП на ТЭЗ для генмонтажных плат; станками штамповки заготовок ПП для генмонтажных плат; ГПМ АСС; станками штамповки деталей корпуса; картами прокладки шлейфовых соединений сборщиками; подбором виброизоляторов; участком выполнения сборочных операций.

Выводы

1. В работе обоснована необходимость оптимизации процесса компоновки блоков ЭА путем анализа механических, вибрационных

и ударных свойств ЭА. Оптимизировать необходимо стоимость обнаружения и устранения рассматриваемых явлений и эффектов в зависимости от вероятности появления этих эффектов или их комбинаций. Полученный критерий необходимо спроецировать на процесс производства изделия, включив его в последовательность операций рассматриваемого процесса производства изделия.

2. Предложенный критерий компоновки блока ЭА учитывает вероятности появления явлений нарушения функционирования блока ЭА в условиях эксплуатации и не обеспечения рациональности компоновки, систематизирует знания экспертов об устойчивости изделия к внешним факторам и формализует процесс компоновки блока ЭА. Ограничения, накладываемые на критерий компоновки, учитывают стоимость обнаружения и устранения анализируемых явлений. Полученное оптимальное решение соответствует систематизированным знаниям экспертов в области решаемой задачи и формализует процедуру обеспечения устойчивого функционирования блока ЭА в различных условиях эксплуатации и рациональность компоновки ЭА. Тем самым обеспечивается экономический эффект из-за сокращения времени производства и снижения затрат на доводку изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ульшин В.А., Смолий В.Н. Задачи системного моделирования процесса производства электронных аппаратов// Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, РВА ДонНТУ, 2005.- Вип. 29. – С.206-212.

The paper is devoted to memory of Yu.A. Kholodov
(August 1, 1931 - August 12, 2002)

R.A. Chizhenkova

**MATHEMATICAL ANALYSIS OF BIBLIOMETRICAL
INDICES OF INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTION
OF NON-IONIZED RADIATION (MEDLINE-INTERNET)**

Interest in biological effects of electromagnetic (EMF), magnetic (MF), and electrical (EF) fields has existed for many centuries and even thousand years. In the XX-th century Russian researches (including the author of the present work) made essential contribution to development of this problem. Historical aspects of electromagnetic biology are elucidated in a number of monographs [16, 17, 19, 20]. However in these scientific publications only single quantitative characteristics of publications on the indicated trend take place. Towards middle of the seventies years of XX-th century probably more 3 thousand publications on biological effects of EMF and about 2 thousand publications on biological effects of MF were accumulated [17]. 20 years later the number of publications concerned electromagnetic biology is believed to reach 10 thousand [7, 20].

Bibliometrical investigation of published material on electromagnetic biology was not carried out up to now. The present work is devoted just to this material. Preliminary results on this problem partly were presented in our another papers [7, 15].

Materials and methods

Information accumulated in world on electromagnetic biology during 35-year period in the later half of the XX century (1966-2000) was considered. The state of investigations of biological effects of EMF, MF and EF was carried out by means of the database "Medline" accessible in Internet. Moreover especially biological effects of microwaves (MW) were selected because this factor was in the center of attention of researchers in the middle of the XX-th century. Quantitative characteristics of publications on the present problem were obtained for every observed year according to key words

At statistical analysis of the material the coefficient of correlation

and Wilcoxon paired comparison test are used. Besides the comparison of the parts of the numbers of publications carried out with different physical factors in general totality and the comparison of the numbers of publications in different time periods were performed as the comparison of two selective sampling fractions of variants.

Results and discursion

The number of papers with application of non-ionized radiation during 35-years period was 21606. General quantitative data on the numbers of investigations, carried out with employment of different kinds of non-ionized radiation, are presented in table 1. Mathematical comparison of the numbers of papers of indicated trends is demonstrated in table 2. Different kinds of dynamics of the quantity of papers carried out with non-ionized radiation during 35-year time interval are displayed in table 3.

Table 1

General data on the number of papers carried out with non-ionized radiation during 35-year period

Objects	Characteristics of totalities			
	Total number of papers in 35 years	Average number of papers in 1 year	Standard deviation	Sampling fraction (%)
1	6001	171.45	25.18	27.77
2	6920	197.71	17.57	32.03
3	5316	151.88	24.49	24.60
4	3369	96.25	12.97	15.59
5	21606	617.31	77.16	100.00

Application: 1 - electromagnetic fields, 2 - microwaves, 3 - magnetic fields, 4 - electrical fields, 5 - sum.

The table 1 performs what investigations of action of EMF and MW predominate. The least number takes place at papers whit EF.

The table 2 shows positive correlation between the numbers of papers made with different penetrating factor. However significant distinctions between analyzed consequences exist, which is revealed by means Wilcoxon paired comparison test and comparison of sampling fractions.

Table 2

Comparison of quantitative indices of papers carried out with different non-ionized radiation during 35-year period

Objects	Comparison of totalities		
	Coefficient of correlation	Wilcoxon paired comparison test (<i>U</i>)	Comparison of sampling fractions (<i>U</i>)
1 c 2	<u>0.89</u>	<u>2.47</u>	<u>9.77</u>
1 c 3	<u>0.88</u>	<u>3.26</u>	<u>7.38</u>
1 c 4	<u>0.95</u>	<u>4.98</u>	<u>30.87</u>
2 c 3	<u>0.67</u>	<u>4.41</u>	<u>17.15</u>
2 c 4	<u>0.82</u>	<u>4.73</u>	<u>40.64</u>
3 c 4	<u>0.95</u>	<u>4.87</u>	<u>23.49</u>

Application: 1 - electromagnetic fields, 2 - microwaves, 3 - magnetic fields, 4 - electrical fields. Significant values of coefficients of correlation and statistically significant distinctions between distributions and between sampling fractions are underlined ($U > 1.96$ corresponds to $p < 0.05$, $U > 2.58$ corresponds to $p < 0.01$).

Table 3

Dynamics of the quantity of papers carried out with non-ionized radiation during 35-year period

Objects	Indices for different five-years periods						
	1966-70	1971-75	1976-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000
The numbers of papers							
1	53	123	396	645	982	1675	2127
2	233	469	815	1053	1196	1603	1551
3	56	137	290	530	949	1345	2009
4	51	88	254	358	653	859	1104
5	393	817	1755	2586	3782	5482	6791
The sampling fractions (%)							
1	13.49	15.06	22.56	24.94	25.79	30.55	31.32
2	59.29	57.04	46.44	40.72	31.62	29.24	22.84
3	14.25	16.77	16.52	20.49	25.09	24.53	29.58
4	12.98	10.77	14.47	13.84	17.32	15.89	16.26
5	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Comparison of sampling fractions in first five years with data in following five-year periods (values <i>U</i>)							
1	-	0,78	<u>4,27</u>	<u>5,45</u>	<u>6,04</u>	<u>8,01</u>	<u>8,42</u>
2	-	0,63	<u>4,64</u>	<u>6,91</u>	<u>10,14</u>	<u>11,80</u>	<u>14,69</u>
3	-	1,12	1,09	<u>3,03</u>	<u>5,17</u>	<u>4,98</u>	<u>7,23</u>
4	-	1,10	0,77	0,43	<u>2,26</u>	1,47	1,79

Application: 1 - electromagnetic fields, 2 - microwaves, 3 - magnetic fields, 4 - electrical fields, 5 - sum. Statistically significant between sampling fractions are underlined ($U > 1.96$ corresponds to $p < 0.05$, $U > 2.58$ corresponds to $p < 0.01$)

Table 3 shows the steady essential increase of the numbers of considered papers during 35-year time interval. The effect is statistically significant in majority of cases excepting investigations with EF. Nevertheless the part of publications on action of MW in general totality undergoes gradual decrease.

Performance of the present bibliometrical investigations shows that the number of papers on biological effects of non-ionized radiation is too big. It is undoubtedly, absolute numbers of investigations of the action of considered factors steadily increase. However dynamics of the sampling fractions (%) of publications on different factors are not identical. Dynamics of works with application of MW possesses specific character. The point is that intensity of investigation of any trend is determined by technical equipment of society.

The prevalence of study in sphere of applied aspects of the problem - dosimetrical, hygienic, therapeutic - took place [7, 15]. Fundamental investigations of effects of non-ionized radiation are little.

The nervous system plays a key role in the reactions of animals and humans to these penetrating factors. Our investigations are pioneering in the field of brain electrical processes, including events at the neuronal level, under different electromagnetic and magnetic irradiations. Among the physiological mechanisms of the microwave influence on the brain, the direct action on brain structures prevails [1-3, 18]. Unfortunately so far, little attention has been paid to fundamental researches of the functional state of the brain under non-ionized irradiation. In our previous investigations it was found for the first time that 1-min irradiation had a little effect on the mean frequency of cortical neuron activity but produced significant shifts in evoked activity [4, 6]. Our further works showed that non-ionized irradiation modified an inner pattern of pulse flows of neurons [7-14].

On the whole fundamental investigations of neurophysiological effects of non-ionized radiation are played no enough attention to. However, in the future they will hold a leading position in solution of the problem of biological action of these factors, since they will make it possible to uncover genesis and patterns of reactions of organism. In

addition, the greatest importance will belong to investigations on neuronal level [5].

Conclusion

Thus at present Internet makes it possible to carry out bibliometrical investigations, what did not exist formerly. The large number of papers on biological effects of non-ionized radiation is found. The special features of quantitative characteristics of publications on EMF, MW, MF, and EF are described. Complex dynamics of quantity of publications is described. The bibliometrical analysis by mean of Internet has brilliant future.

Investigations supported by the Grant of Russian Foundation of Fundamental Investigations No. 00-04-48139.

REFERENCES

1. Chizhenkova R.A. The role of different brain formations in EEG-reactions of rabbits to a constant magnetic field and electromagnetic fields of ultra-high and super-high frequencies, Zhurnal visshey nervnoy deyatel'nosti, 1967, v. 17, № 2, p. 313-321.
2. Chizhenkova R.A. Electrical reactions of the rabbit cerebral cortex to various electromagnetic fields, Zhurnal visshey nervnoy deyatel'nosti, 1967, v. 17, № 6, p. 1083-1090.
3. Chizhenkova R.A. Potentials of the rabbits brain on exposure to electromagnetic field, Fiziologicheskiy zhurnal SSSR, 1967, v. 53, № 5, p. 514-519.
4. Chizhenkova R.A. Background and evoked activity of neurons in the visual cortex of rabbits after action of super-high frequency field, Zhurnal visshey nervnoy deyatel'nosti, 1969, v. 19, № 3, p. 495-501.
5. Chizhenkova R.A. Structural-functional Organization of the Sensorimotor Cortex, Nauka, Moscow, 1986. 241 p.
6. Chizhenkova R.A. Slow potentials and spike unit activity of the cerebral cortex of rabbits exposed to microwaves. Bioelectromagnetobiology. 1988, v. 9, № 3, p. 337-345.
7. Chizhenkova R.A. Neuronal activity under microwave exposure. In: Electromagnetic fields: biological effects and hygienic

- standardization. Eds.: M.H. Repacholi, N.B. Rubtsova, and A.M. Muc. Geneva: World Health Organization, 1999, p. 389-395.
8. Chizhenkova R.A. Burst activity in pulse flows of cortex neuron populations under low-intensity microwaves, in: P. Kostarakis, P. Stavroulakis (Eds.), Millennium Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, University of Ioannina, NCSR "Demokritos", Greece, 2000, p. 104-108.
 9. Chizhenkova R.A. Pulse flows of populations of cortical neurons under microwave: interspike intervals, *Radiatzionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2001, v. 41, № 5, p. 705-711.
 10. Chizhenkova R.A. Interspike intervals in background activity of populations of cortical neurons under microwave exposure of different intensity, in: Biological Effects of EMFs. 2-nd International Workshop. Proceedings, University of Ioannina, NCSR "Demokritos", Greece, 2002, p. 629-632.
 11. Chizhenkova R.A. Impulse fluxes of neuronal populations of the cerebral hemispheres on exposure to weak ultrahigh frequency electromagnetic radiation. *Biophysics*, 2003, v. 48, № 3, p. 509-515.
 12. Chizhenkova R.A. Pulse flows of populations of cortical neurons under microwave exposure of different intensity. *Bioelectrochemistry*, 2004, v. 63, № 1-2, p. 343-346.
 13. Chizhenkova R.A., Safroshkina A.A. Effect of low-intensity microwaves on the behavior of cortical neurons. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 1993, v. 30, № 1, p. 287-391.
 14. Chizhenkova R.A., Safroshkina A.A. Electrical reactions of the brain to microwave irradiation. *Electro- and Magnetobiology*, 1996, v. 15, № 3, p. 253-258.
 15. Chizhenkova R.A., Safroshkina A.A., Slashcheva N.A., Chernukhin V.Yu. Bibliometrical analysis of neurophysiological aspects of action of non-ionized radiation. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2004, v. 124, №. 5, p. 472-479.
 16. Kholodov Yu.A. Influence of electromagnetic fields on central nervous system. Moscow: Nauka, 1966. 283 p.
 17. Kholodov Yu.A. Reactions of nervous system on electromagnetic fields. Moscow: Nauka, 1975. 207 p.
 18. Kholodov Yu.A., Lukyanova S.N., Chizhenkova R.A., Electrophysiological analysis of the reaction of the central nervous

system on electromagnetic fields. In: Modern problems of electrophysiology of the central nervous system. Ed.: V.S. Rusinov. New York: Plenum Press, 1968, p. 253-260.

19.Kholodov Yu.A., Shishlo M.A. Electromagnetic fields in neurophysiology. Moscow: Nauka, 1979. 167 p.

20.Merkulova L.M., Kholodov Yu.A. Reactions of excitable tissues of organism on pulsed magnetic fields. Cheboksary: Universitet, 1996. 174 p.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДИНАМІКИ ХАРАКТЕРИСТИК СЕГМЕНТІВ МЕРЕЖІ INTERNET

Вступ

Невід'ємним елементом інформаційного суспільства є засоби комунікації. На сьогоднішній день глобальна мережа Internet утворює єдиний планетарний інформаційний простір, в якому щосекунди відбувається передача колосальних об'ємів інформації починаючи від електронної кореспонденції та закінчуючи проведенням банківських операцій. В той же час, Internet об'єднує мільйони локальних мереж та сотні мільйонів окремих користувачів, і тим самим являє собою надзвичайно складну динамічну систему, від успішного функціонування якої залежить нормальне функціонування сучасного інформаційного суспільства.

На ранніх етапах створення мереж передачі даних динаміка зміни їх параметрів була незначною, що було зумовлено відносно великими запасами пропускної здатності мереж по відношенню до об'ємів передаваної інформації, а також простотою їх топології. Сьогодні, в епоху глобалізації, середовище передачі інформації значно ускладнилося. Мережі окремого призначення та мережі зв'язку спеціального призначення об'єднуються в великі багатофункціональні мережі. В таких мережах діагностика та контроль за використанням ресурсів стають визначаючими, оскільки зміни в окремих сегментах мережі можуть впливати на параметри функціонування системи в цілому [1]. Саме тому задача побудови ефективної системи моніторингу динаміки характеристик інформаційних каналів мережі Internet є актуальною, несе наукову та практичну новизну.

На сьогоднішній день розроблена велика кількість методів дослідження характеристик КМ. Всі їх можна розділити на 2 основні групи: вимірювальні та на основі моделювання. Узагальнену схему класифікації вказаних методів наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Класифікація сучасних методів моніторингу характеристик комп'ютерних мереж

Незважаючи на достатню глибину і детальність розроблених підходів, що доведені до інженерних методик, існуючі моделі та методи моніторингу динаміки інформаційних потоків в сегментах комп'ютерних мереж мають істотні недоліки.

Так, апаратні вимірювальні методи вимагають фізичного розташування пристроїв на лініях передачі даних та характеризуються великою вартістю [2]. Програмні вимірювальні методи працюють на низькому рівні, а тому вимагають від користувача глибокого знання протоколів зв'язку та не передбачають засобів для тривалого моніторингу [3]. Аналітичні методи вимагають великих затрат часу на розробку математичних моделей а також малопридатні для мереж великого розміру, крім того у них відсутня можливість комплексно розглядати не тільки передачу даних по каналах зв'язку, але і враховувати вплив обробки даних у хостмашинах і комунікаційних контролерах [4]. Складні імітаційні моделі вимагають для своєї реалізації великих обчислювальних ресурсів, тому доцільно застосування імітаційних моделей у тих випадках, коли аналітичні методи є непридатними. В той же час, імітаційне моделювання, не перевірене вимірами на реальному об'єкті, не може бути достатньою гарантією точності отриманих результатів.

Проаналізувавши більшість існуючих методів, нами було прийнято рішення про використання програмних методів вимірювання інформаційних характеристик комп'ютерних мереж. Таке рішення можна обґрунтувати наступними перевагами:

- низькорівневі засоби надсилання інформаційних вимірювальних пакетів є інтегрованими в більшість серверних програмних платформ;

- оскільки сервер (відповідач) працює з високим пріоритетом, так як знаходиться в ядрі операційної системи – інтегровані засоби забезпечують більш якісне вимірювання часових затримок, ніж додаткове програмне забезпечення;
- використання даного методу не вимагає встановлення додаткового програмного чи апаратного забезпечення на серверах, – які є основними об'єктами моніторингу.

Постановка задачі

Розробити інформаційну систему для здійснення моніторингу динамічних характеристик сегментів мережі Internet. Виконати її математичне та алгоритмічне забезпечення. Здійснити практичну апробацію.

Основний розділ

Об'єктом дослідження даної роботи є сегмент комп'ютерної мережі Інтернет в цілому та динамічні характеристики взаємодії між елементами, що утворюють його структуру. Власне з точки зору фізичної реалізації навіть порівняно невеликого сегмента мережі Інтернет він являє собою множину досить різноманітних об'єктів та підсистем. Зокрема, на верхньому апаратному рівні - це різноманітні маршрутизатори, роутери, захисні екрани, проксі-сервери; на нижньому рівні - це різноманітні лінії зв'язку, фільтри, підсилювачі, модулятори [2]. Таким чином для здійснення ефективної оптимізації функціонування мережі з можливістю прогнозування її стану на майбутні періоди часу необхідно розробити методи моніторингу, який дозволить оцінювати динамічні характеристики сегментів мережі Internet у наперед визначених масштабах.

З погляду аналізу цілей і задач функціонування мережі її сегмент можна представити у вигляді зваженого графа $G(V, E)$, де $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ - множина вузлів (серверів) та $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ - множина ребер (інформаційних каналів), які з'єднують вказані сервери. Число вузлів – вершин графа позначимо через p , а число каналів - q . Тоді сегмент мережі можна представити у вигляді, зображеному на рисунку 2.

Визначимо основні характеристики вузлів КМ, як систем масового обслуговування [4]:

Час обслуговування t^0 повідомлень вузлом

$$t^0 = 1/\mu, \quad (1)$$

де μ - інтенсивність обслуговування.

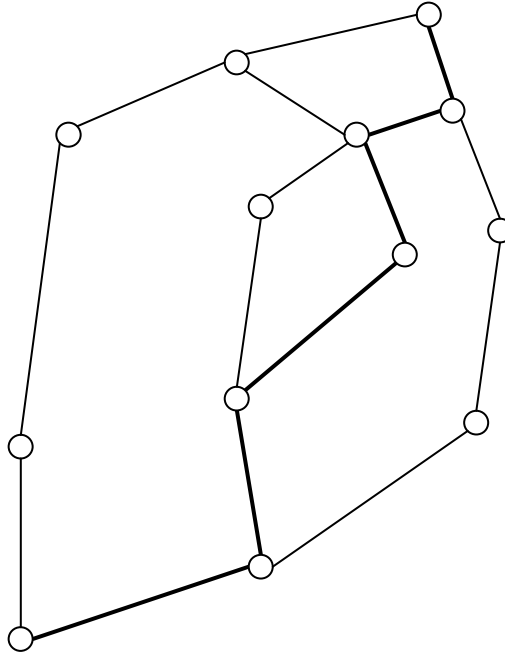


Рисунок 2 – Модель сегмента мережі Internet

Час затримки t_i повідомлень в системі i (у вузлі та черзі на обслуговування)

$$t_i = 1/(\mu - \lambda), \quad (2)$$

де λ - інтенсивність потоку заявок.

Коефіцієнт завантаження ρ_i вузла i

$$\rho_i = \lambda_i / \mu_i. \quad (3)$$

Кількість повідомлень n_i в системі обслуговування (у вузлі та черзі на обслуговування)

$$n_i = \lambda / (\mu - \lambda) = \lambda_i t_i. \quad (4)$$

Кількість повідомлень в черзі на обслуговування

$$\lambda_i = \lambda^2 / \mu(\mu - \lambda). \quad (5)$$

В сегменті мережі можна виділити потоки повідомлень, кожен з яких в установленому режимі має свій шлях проходження через вузли мережі і свої параметри обслуговування в мережах. Такий

умовно виділений шлях руху повідомлень будемо називати інформаційним контуром. Введемо означення даних контурів.

Розімкнений інформаційний контур $\tilde{q}$ – нескінченний маршрут руху потоку інформаційних повідомлень, який в межах модельованого сегменту мережі не утворює замкнутих траєкторій і який має одну точку входу, яка через множину проміжних вузлів з'єднується з точкою виходу деякого маршруту за межі сегменту мережі. Розімкнений інформаційний контур в мережах виділеного сегменту може бути відкритим по входу, або по виходу. Поняття розімкненого контуру відкритого по входу означає, що джерело повідомлень знаходиться за межами сегменту мережі. Відповідно розімкнений контур відкритий по виходу не містить в межах сегменту мережі кінцевого споживача даного інформаційного потоку.

Замкнутий інформаційний контур $\hat{q}$ - закінчений маршрут руху виділеного потоку інформаційних повідомлень, траєкторія якого повністю розміщується всередині модельованого сегменту мережі.

Фаза контура – це частина контура, в якій кожен вузол тільки один раз обслуговує повідомлення.

В реальних мережах в стаціонарному режимі повідомлення з виходу одного вузла можуть поступати на входи різних вузлів [2]. При аналізі такі переходи від вузла k_i до вузла k_j оцінюються ймовірністю $p_{i,j}$ переходу повідомлень. Приклад такої мережі наведено на рисунку 3.

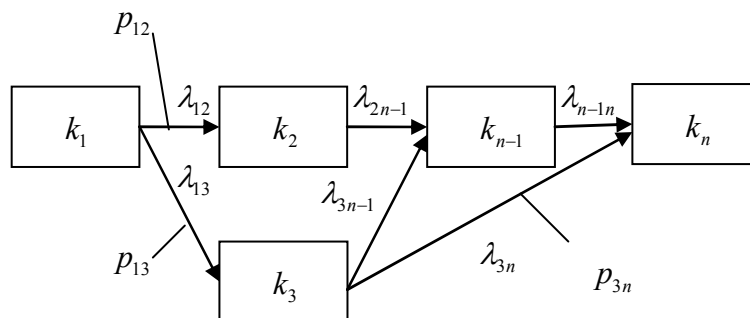


Рисунок 3 - Схема реальної КМ в стаціонарному режимі

Ймовірності переходу дозволяють для розімкнених контурів визначити інтенсивність λ_{ij} потоку повідомлень будь-якого переходу через базову інтенсивність λ_0 потоку повідомлень і коефіцієнт a_{ij} базової інтенсивності. Базову інтенсивність λ_0 потоку повідомлень

утворює потік повідомлень, що поступає на вхід вузла. Коефіцієнт $a_{i,j}$ базисної активності показує, яка частина базисної інтенсивності переходить від вузла k_i до вузла k_j :

$$\lambda_{i,j} = \lambda_0 a_{i,j}. \quad (6)$$

Визначимо сегмент КМ як сукупність вузлів та каналів, через які можлива передача інформації від вузла k_1 до вузла k_n . Процес моніторингу заданого сегменту необхідно проводити з періодичністю T . Отже входними даними для системи моніторингу є: адреса кінцевого вузла k_n ; період T з яким здійснюється моніторинг.

Сформулюємо входні дані для практичної реалізації системи моніторингу динамічних характеристик реального сегменту глобальної мережі Internet: список проміжних вузлів; затримки доставки на окремих каналах; графік зміни затримок доставки на всьому шляху передачі інформації, за вказаний період (годину, добу, неділю, місяць); графік зміни затримок доставки на заданій ділянці шляху передачі інформації, за вказаний період (годину, добу, неділю, місяць); гістограма часових затримок для всіх ділянок мережі (в заданий момент часу).

Основною характеристикою вузлів КМ, як систем масового обслуговування є час затримки при доставці інформаційного повідомлення до даного вузла. Цей показник включає час обслуговування повідомлення вузлом (1) та час затримки повідомлень в системі (2). Таким чином узагальнену характеристику сегменту комп'ютерної мережі а також окремих її вузлів можна отримати шляхом передачі тестового інформаційного повідомлення заданого розміру та вимірювання часу його доставки до кожного вузла.

Для вирішення поставленої задачі слід звернутися до протоколу управління повідомленнями в об'єднаних мережах IMCP (Internet Control Message Protocol) [5]. Протокол IMCP є частиною протоколу IP, а повідомлення IMCP передаються разом з дейтаграмами IP. IP-дейтаграма складається з IP-заголовку (20 байт) та повідомлення ICMP. Для отримання програмної можливості отримання часової затримки при доставці заданого пакету до будь-якого вузла мережі достатньо використати тип повідомлення «echo reply» - запит на відповідь.

Для того щоб отримати інформацію про наступний вузол мережі, починаючи від поточного, слід встановити тип повідомлення „destination unreachable”, - такий тип повідомлення сигналізує наступним вузлом, що задане повідомлення слід повернути відправнику. Для того щоб отримати список всіх проміжних серверів сегменту, використовується параметр заголовку IP-пакета TTL – час життя пакету, який збільшується на 1 при проходженні кожного вузла мережі. Після досягнення TTL граничного значення, даний пакет повертається відправнику, та містить адресу сервера, що зупинив доставку пакету, та час його доставки.

Схему алгоритму розв'язання задачі збору часових характеристик мережі наведено на рисунку 4.

Структурну схему системи моніторингу наведено на рисунку 5.

Основною складовою частиною системи є сервер моніторингу, яким можна керувати через персональний комп'ютер адміністратора та проводити вимірювання часових затримок при доставці інформації до об'єктів моніторингу. Обмін інформацією між складовими частинами системи здійснюється на основі протоколу TCP/IP [2]. Сервер моніторингу містить: програму моніторингу, яка керує всім процесом збору, накопичення та обробки інформації; базу даних для збереження інформації; веб-сервер що забезпечує інтерфейс до програми моніторингу; програму управління задачами, яка здійснює виклик процесу моніторингу через задані інтервали часу. Обмін інформацією між сервером та об'єктами моніторингу здійснюється засобами операційних систем на основі протоколу TCP/IP.

Практичну реалізацію системи моніторингу було виконано за допомогою мови PHP та СУБД MySQL. В якості сервера моніторингу було використано сервер комерційного веб-хостингу

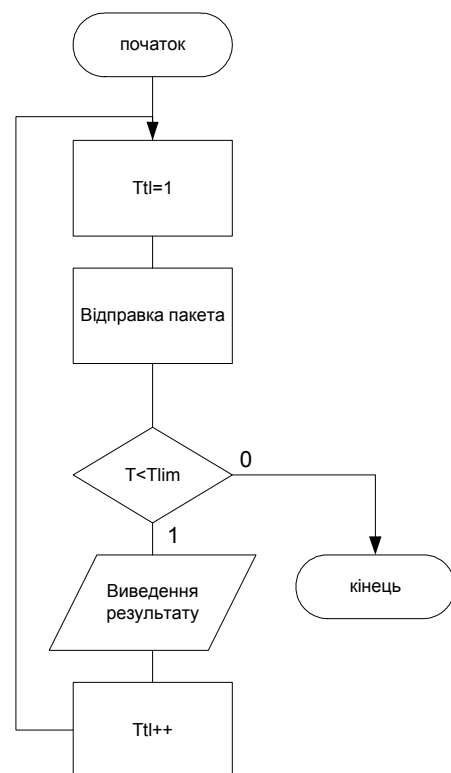


Рисунок 4 - Схема алгоритму розв'язання задачі моніторингу часових характеристик мережі

gw.v101.rtcomm.moscow.peterhost.ru, який географічно розташований в місті Санкт-Петербург Російської федерації. Об'єктом моніторингу був сегмент мережі Internet зосереджений на території України і представлений такими вузлами: UkrNet.UTC.gw.vc.ukrtel.net, vinpoliteh_ukrnet.ukr.net, corpse_ospf.vstu.vinnica.ua, inaeksu.vstu.vinnica.ua. В якості кінцевого об'єкта моніторингу обрано веб-сервер інституту АЕКСУ (inaeksu.vstu.vinnica.ua) Вінницького національного технічного університету.

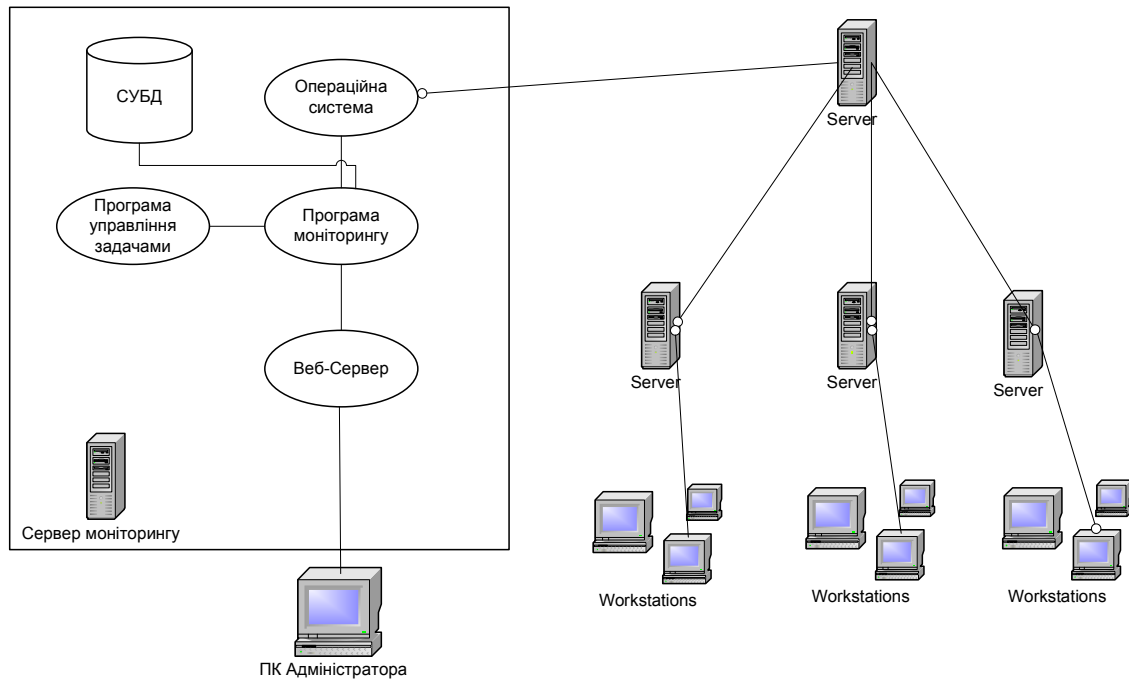


Рисунок 5 - Структурна схема системи моніторингу

Процес моніторингу відбувається в автоматичному режимі. Вимірювання здійснюється цілодобово з інтервалом в 15 хв починаючи з кінця листопада 2005 року, а отримані данні накопичуються в базі даних.

Для перегляду результатів моніторингу та зміни параметрів розроблено веб-інтерфейс адміністратора, доступ до якого можна отримати з будь-якого комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет.

Для кожного вузла окремо визначалися «миттєві» часові затримки на момент активного експерименту, який проводився 27.01.2006 р. о 12.45 за київським часом. Графік часових затримок в заданому сегменті на поточний момент показано на рисунку 6.

Аналіз отриманих результатів моніторингу показав, що найбільш динамічна картинка зміни завантаженості у виділеному сегменті мережі Internet спостерігається для веб-серверів Вінницького

національного технічного університету `vinpoliteh_ukrnet.ukr.net` та `corpse_ospf.vstu.vinnica.ua`, та кінцевого вузла дослідження – ваб-сервера інституту автоматичної електроніки та комп'ютерних систем управління. Причому цілком очевидно є значна кореляція динамічних характеристик цих вузлів. Водночас за результатами активного експерименту, що проводився 27.01.06 потрібно констатувати, що в обраному сегменті мережі Internet найбільші затримки виявилися під час тестування веб-серверів ВНТУ.

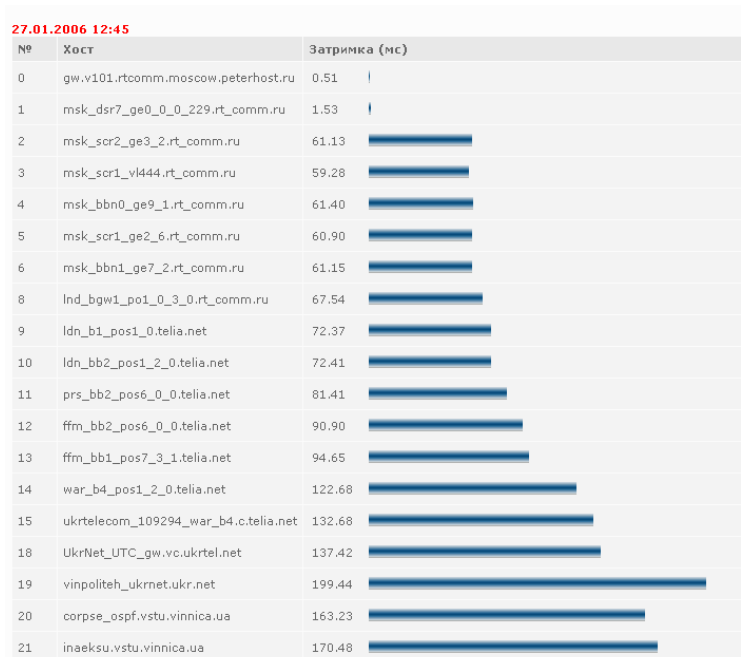


Рисунок 6 - Графік часових затримок в заданому сегменті на поточний момент

На основі інформації, накопиченої в базі даних, система дозволяє будувати графік стану сегменту за заданий проміжок часу. Графік часових затримок двох основних серверів ВНТУ наведено на рисунку 7.

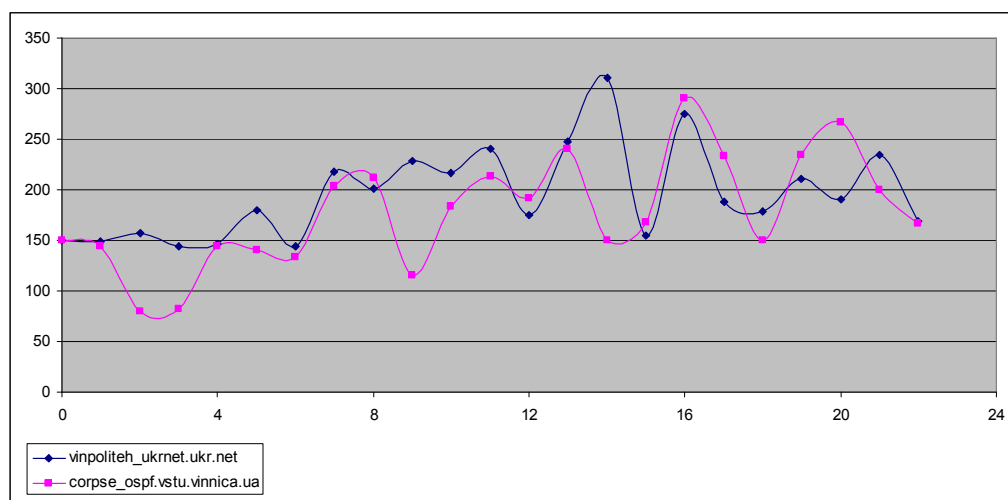


Рисунок 7 - Графік часових затримок в заданому сегменті за добу

Висновки

За результатами проведених досліджень можна запропонувати заходи та рекомендації, які дозволять оптимізувати роботу з веб-серверами ВНТУ та інАЕКСУ в мережі Internet: Оскільки максимальна завантаженість спостерігається в порівняно сталі відрізки часу з заданою закономірністю, то можна спланувати графік використання мережі таким чином, щоб зробити завантаженість на протягом тривалого періоду часу відносно рівномірною. Так, наприклад, такі операції як завантаження нових антивірусних баз та резервне копіювання серверів можна виконувати по вихідних днях, або ж по буднях, за межами часового інтервалу 7.00 – 16.00, коли завантаженість серверів є мінімальною.

Створення системи дозволило отримати надзвичайно цінну інформацію про реальну поведінку динамічних характеристик сегментів глобальної комп'ютерної мережі Internet. Однак, вона залишається поки що лише пасивним користувачем, нездатним вносити корективи, які змогли б оптимізувати поведінку сегментів мережі, тому в перспективі планується використання отриманих результатів при побудови сенсорів для адаптивного управління ресурсами веб-систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эви Немет. Руководство администратора Linux. – СПб.: Вильямс, 2004. – 633с.
2. Вильям Столингс. Современные компьютерные сети, 2-е издание. – СПб.: Питер, 2003. – 354 с.
3. Les Cottrell, Warren Matthews and Connie Logg. Tutorial on Internet Monitoring. <http://www.slac.stanford.edu/owner/warrenm>.
4. Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. – М:Мир, 1975. Т1. – 252 с.
5. Stekolshchik Rafael. ICMP Message Types.
<http://www-iepm.slac.stanford.edu/monitoring/limit/limiting.html>

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Бабіч В.І., Діденко П.П.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМА
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ ПРИ
ВИЗНАЧЕННІ ЗДІБНОСТЕЙ СУБ'ЄКТІВ НАВЧАННЯ..... 3

Бабіч В.І., Перевертун І.М.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДЛЯ
ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ВИРОБНИЦТВ 12

Бабичева И.Ф., Бабичев С.А., Шарко А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ПОЛУТОНОВЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА..... 23

Бардачев Ю.Н., Литвиненко В.И., Дидык А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК..... 33

Барковская О.Ю., Аксак Н.Г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛ ОТТЕНКОВ БАЗОВЫХ ЦВЕТОВ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БИНАРИЗАЦИИ..... 49

Гринавцев О.В., Литвиненко В.И., Фефелов А.А., Шерстюк В.Г.

МЕТОД СИНТЕЗА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ
ИММУННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ 59

Грицик В.В., Назаркевич М.А.

АЛГОРИТМ ТАБУЛЮВАННЯ АТЕВ-ФУНКЦІЙ 78

Грицик В.В., Опотяк Ю.В., Цмоць І.Г.

ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ
ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ
РЕАЛЬНОГО ЧАСУ 85

Грицик В.В. (1973 р.н.)

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ТА
РОЗПІЗНАВАННЯ І УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ
ЗОБРАЖЕННЯМИ В ЗАДАНОМУ ПОЛІ УВАГИ. 97

Дворецький М.Л.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАСОБАМИ МОВИ
TRANSACT-SQL ПРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛІЗІ
ДАНИХ 103

Демченко О.М., Сирота О.П.

АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО
БІЗНЕС-ПРАВИЛ ТА СИСТЕМНИХ ВИМОГ..... 113

Дубовой В.М., Никитенко О.Д.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ СИНТЕЗУ АЛГОРИТМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.... 122

Казак В.М., Гальченко С.М., Завгородній С.О.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІМОВІРНІСНИХ
МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ
ПОШКОДЖЕНЬ ЗОВНІШНЬОГО ОБВОДУ ЛІТАКА 132

Козуб Н.А., Хомченко А.Н., Шерстюк В.Г.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИКУБИЧЕСКИХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ 142

Кондратенко Ю.П., Тимченко В.Л., Тимченко І.В.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ
ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСІВ
ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ НАФТИ 150

Коршевнюк Л.О., Бідюк П.І.

МЕТОД ДЕФАЗИФІКАЦІЙНОЇ ЗГОРТКИ ВЕКТОРНОГО
КРИТЕРІЮ ОПТИМАЛЬНОСТІ 159

Костин В.О., Савво А.Ю.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАДРОВОГО
АГЕНТСТВА. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ. ... 167

Машков О.А., Пулеко І.В., Чумакевич В.О.

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПСЕВДОСУПУТНИКОВИХ
СИСТЕМ ЯК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ..... 173

Переверзєв В.О., Іоргачова М.М.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕПЕРЕРВНОГО ВЕЙВЛЕТ-
ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ
ЕПІЛЕПТИЧНИХ ПРОЯВІВ..... 190

Різник В.В., Різник О.Я., Кісь Я.П., Парубчак В.О.

ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНИХ КОДІВ В
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ..... 197

Рогальский Ф.Б.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РЕГИОНЕ..... 204

Самков О.В., Казак В.М.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОБҐРУНТУВАННЯ
ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ
СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ..... 213

Смолий В.В.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ
ОТОБРАЖЕНИЯ КРУГОВОГО ОБЗОРА 222

Смолий В.Н.

КРИТЕРИЙ КОМПОНОВКИ БЛОКА ЭЛЕКТРОННОГО
АППАРАТА 229

Chizhenkova R.A.

MATHEMATICAL ANALYSIS OF BIBLIOMETRICAL
INDICES OF INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTION OF
NON-IONIZED RADIATION (MEDLINE-INTERNET) 236

Шабатура Ю.В., Штельмах І.М.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДИНАМІКИ
ХАРАКТЕРИСТИК СЕГМЕНТІВ МЕРЕЖІ INTERNET..... 243

РЕФЕРАТЫ

УДК 378:004

Бабіч В.І., Діденко П.П. **Математичне моделювання та система прийняття рішень в учбовому процесі при визначенні здібностей суб'єктів навчання** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 3-11.

В даній статті висвітлено проблеми математичного моделювання в учбовому процесі при прогнозуванні схильностей суб'єктів навчання та запропоновано власну модель для розв'язання даної проблеми. Рішення виконується за рахунок моделювання накопичення історії діяльності суб'єкта, моделей розрахунку множини рейтингових показників, розрахунку ідентифікаторів кожному суб'єкту та моделей підтримки рівня схильностей.

Бібл. 4, іл. 1, табл. 7

УДК 004.415:69

Бабіч В.І., Перевертун І.М. **Інтелектуальні засоби моделювання та управління технологічними процесами для проектно-орієнтованих виробництв** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 12-21.

У статті розглянутий новий підхід до управління проектами на основі інтелектуальних засобів та реалізація даного підходу у вітчизняній системі управління будівництвом «Karts Planner 1.0». Виділено ряд невирішених питань в управлінні будівництвом (гнучке календарне планування, оперативний розрахунок кошторисів, оперативне управління тощо) та запропоновано їх власне вирішення з високою ефективністю. Розглянуті деякі варіанти підвищення гнучкості будівельних компаній.

Бібл. 5, іл. 9

УДК 620.179.16

Бабічева І.Ф., Бабічев С.А., Шарко О.В. **Розробка системи фільтрації напівтонових зображень на основі вейвлет-анализу** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47) – Дніпропетровськ, 2006 - с. 22-31

У статті представлені дослідження з визначення оптимального вейвлет-фільтру для очищення від шуму напівтонових зображень у процесі їхньої попередньої обробки. Емпіричним шляхом знайдені критерії, що дозволяють визначити оптимальний рівень вейвлет розкладання і вибрати тип вейвлета, що сприяє отриманню найбільш високої якості фільтрації сигналу. Показано перспективи використання представленої технології при створенні автоматизованих систем розпізнавання та ідентифікації.

Бібл. 11, іл. 6, табл. 1

УДК 621.8

Бардачев Ю.М., Литвиненко В.І., Дідик А.О. **Застосування штучних імунних систем для виявлення комп'ютерних атак** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 32-47.

У статті розглянута задача використання штучних імунних систем, заснованих на принципах негативного відбору, для виявлення комп'ютерних атак. Запропоновано архітектуру такої системи, а також об'єктно-орієнтоване представлення алгоритму негативного відбору

Бібл. 17, іл. 5, табл. 2

УДК 007.001.362;681.327.12.001.362

Барковська О.Ю., Аксак Н.Г. **Використання шкал відтінків базових кольорів для рішення задач бінарзації** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 48-57.

У статті було проаналізовано алгоритм бінарзації напівтонового зображення на основі визначення порогу. Було досліджено принцип формування шкал відтінків первинних та вторинних кольорів RGB-моделі та запропоновано спосіб їх зображення у вигляді шестикутної зірки, де віссю є шкала відтінків сірого кольору. Також обґрунтовуються переваги використання шкал відтінків сірого кольору для виконання порогової бінарзації.

Бібл. 3, іл. 9

УДК 519.71

Гринавцев О.В., Литвиненко В.І., Фефелов А.О., Шерстюк В.Г. **Метод синтезу нейронних мереж за допомогою штучних імунних систем для рішення задач прогнозування енергоспоживання** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 58-76

Авторами запропонований метод синтезу нейронних мереж персептронного типу за допомогою штучних імунних мереж для рішення задач прогнозування і апроксимації. Розглядається застосування запропонованого методу для добового прогнозування енергоспоживання обласної енергетичної компанії.

Бібл. 11, іл.13, табл.1

УДК 681.142

Грицик В.В., Назаркевич М.А. **Алгоритм табулювання ateb-функцій** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 77-83.

Розглянуто застосування математичного апарату Ateb-функцій для дослідження коливальних систем з нелінійним характером. Запропоновано алгоритм табулювання

аперіодичної Ateb-функції $v = sha(n, m, \omega)$. Наведено результати табулювання з використанням запропонованого алгоритму.

Бібл. 5, іл. 2, табл. 1

УДК 681.142:612.822

Грицик В.В., Опотяк Ю.В., Цмоць І.Г. **Інтегрований підхід до розробки високоефективних апаратних засобів інформаційних технологій обробки сигналів реального часу** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 84-95.

Розглянуто основні етапи синтезу апаратних засобів інформаційних технологій узгоджено паралельної обробки сигналів у реальному часі, запропоновано формули для оцінки ефективності використання обладнання та обчислювальної здатності, розроблено метод просторово-часового відображення обчислювальних алгоритмів у узгоджено-паралельні структури та визначено основні шляхи мінімізації витрат обладнання.

Бібл. 8, іл. 1

УДК 658.012:681.32:621.38

Грицик В.В. (1973р.н.) **Інформаційно-аналітична система обробки та розпізнавання і управління складними зображеннями в заданому полі уваги** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 95-101.

Розглянуто основний підхід до інформаційно-аналітичної системи обробки, розпізнавання та управління складними зображеннями в заданому полі уваги. Досліджуються методи обробки інформації, вірогідність передачі інформації складних зображень.

Бібл. 5

УДК 004.658: 652.3

Дворецький М.Л. **Реалізація задача класифікації засобами мови Transact- SQL при інтелектуальному аналізі даних** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 102-111.

Розглянуто підхід до розв'язання одного з класів задач інтелектуального аналізу даних – задачі класифікації. Приведено реалізацію алгоритму розв'язання задачі класифікації засобами мови SQL у вигляді запитів та збережуваних процедур на базі СКДБ MS SQL Server 2000.

Бібл. 8, іл. 1

УДК 004.94, 004.4'22

Демченко О.М., Сирота О.П. **Аналіз та проектування складних автоматизованих систем у відповідності до бізнес-правил та системних вимог** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 112-120.

В статті розглянуто метод раннього аналізу складних автоматизованих системи (САС) на відповідність бізнес-правилам та системним вимогам. Проведено огляд існуючих методологій та технологій створення САС. Виявлено, наявні методології та технології розробки САС не надають засобів для аналізу такої відповідності. У якості теоретичної бази для аналізу несуперечності формальних моделей систем бізнес-правилам та системним вимогам вибрано СР-метод, розроблений авторами. Цей метод дозволяє формалізувати бізнес-правила, вимоги до системи та модель системи та забезпечити автоматичний аналіз їх несуперечності. В статті також описано систему SCAFM, яку створено на базу СР-методу у якості інструментального забезпечення аналізу формальних моделей систем.

Бібл. 11, іл. 2, табл. 1

УДК 519.876.5

Дубовой В.М., Никитенко О.Д. **Формалізація синтезу алгоритмічних моделей систем керування в умовах невизначеності** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 121-130.

Масове використання систем керування (СК) викликав необхідність автоматизації процесу їх синтезу та оптимізації. Оскільки СК включає апаратні та програмні засоби, то вона формалізується у вигляді алгоритмічної моделі. Практично всі системи керування (СК) містять невизначеність в різному вигляді.

Створення відповідної методики формалізації синтезу алгоритмічних моделей для проектування систем керування в умовах невизначеності є важливою теоретичною і прикладною задачею роботи.

Розроблено методику формалізації синтезу алгоритмічних моделей для проектування систем керування в умовах невизначеності на основі методу узагальнюючих функцій. Запропонований підхід до формалізації операцій над алгоритмічною моделлю систем керування дозволяє здійснити оптимізацію системи на основі розпаралелювання перетворень та вибору програмного або апаратного способу їх реалізації.

Бібл. 12, іл. 2

УДК 629.7.017

Казак В.М., Гальченко С.М., Завгородній С.О. **Аналіз можливості застосування імовірнісних методів розпізнавання для виявлення пошкоджень зовнішнього обводу літака** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 131-140.

В роботі проведено дослідження імовірнісних методів розпізнавання та аналіз можливості їх застосування з метою розпізнавання стану зовнішнього обводу літального апарату в польоті.

Бібл. 5, іл. 4

УДК 515.2-519.3

Козуб Н.О., Хомченко А.Н., Шерстюк В.Г. **Геометричне моделювання бікубічних поверхонь** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. – с. 141-148.

Запропонована процедура прямого геометричного моделювання бікубічних поверхонь для квадратних скінченних елементів з 12 вузлами.

Бібл. 10, іл.6

УДК 681.5: 504.064

Кондратенко Ю.П., Тимченко В.Л., Тимченко І.В. **Система автоматизованого формування ефективних рішень для проведення екологічного моніторингу процесів перевантаження нафти** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 149-157.

У статті розглядаються питання проектування автоматизованої системи екологічного контролю процесів перевантаження нафти для забезпечення екологічної безпеки в морських портах. Запропоновано логіко-психологічну структуру прийняття рішень та структуру системи підтримки прийняття рішень для підвищення рівня автоматизації екологічного контролю, імітаційну модель динаміки нафтових забруднень на водній поверхні. Представлені результати моделювання динаміки нафтових забруднень в умовах морського порту.

Бібл. 12, іл. 3

УДК 62-50, 519.81

Коршевніук Л.О., Бідюк П.І. **Метод дефазифікаційної згортки векторного критерію оптимальності** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 158-165.

Розглянуто питання агрегації та узагальнення значень в практичних задачах прийняття рішень. Запропонований метод агрегації значень, який ґрунтується на теорії нечітких множин. Визначення агрегованого значення полягає у дефазифікації нечіткої множини, що побудована за значеннями оцінок, що агрегуються, та за їх ваговими коефіцієнтами як ступенями належності.

Бібл. 6, іл. 6

УДК 681.515:06.08

Костин В. О., Савво А. Ю. **Информационная система кадрового агентства. Основные принципы построения** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 166-171.

Рассмотрено построение и внедрение информационной системы кадрового агентства на разных этапах его развития. Выбран подход к построению информационной системы, согласно которому база данных находится в одном, выделенном для нее месте, а доступ к ней осуществляется из нескольких мест, произвольным количеством пользователей по схеме клиент-сервер.

УДК 519.87:621.396.96

Машков О.А., Пулеко И.В., Чумакевич В.О. **Методологія розробки псевдосупутникових систем як складних технічних систем** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. с. 172-188.

У роботі описана методологія вибору найкращого варіанта використання системи космічних апаратів здійснюючий нетривалий орбітальний політ або поле по повній балістичній траєкторії з обов'язковим приземленням називаних псевдосупутниковими системами. Авторами запропоновано об'єднати методи нелінійного програмування й прийомів прийняття рішень, що приводить до комбінованого рішення одержання остаточного варіанта складної технічної системи. У роботі показано, що нова постановка завдання дозволяє визначати вибір математичних засобів її рішення, і необхідність рішення нових часткових підзадач

Бібл. 10, іл. 1

УДК 681.5.015.3

Переверзев В. О., Іоргачова М. М. **Застосування неперервного вейвлет-перетворювання для автоматичного виявлення епілептичних проявів** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 189-195.

В статті розглянуто приклад використання апарату неперервного вейвлет-перетворювання для автоматичного виявлення епілептичних проявів на міжприступної електроенцефалограмі. Був розроблений принцип автоматичного обчислення діапазону масштабів вейвлет-коефіцієнтів та формування описової послідовності для аналізу епілептичних проявів. Представлено порівняння результативності роботи алгоритму з ручними та автоматичним визначенням параметрів аналізу.

Бібл. 10, іл. 1, табл. 1

УДК 519.15:621.372

Різник В.В., Різник О.Я., Кісь Я.П., Парубчак В.О. **Використання монолітних кодів в інформаційних технологіях** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 196-202.

В системах кодування інформації з різними законами розподілу ваг розрядів монолітного коду в деяких випадках код виявляється надмірно надлишковим, так як одні і ті ж числа представляються декількома різними кодовими комбінаціями. Рішення задачі зводиться до пошуку оптимального комбінаторного варіанту ваг розрядів монолітного коду, при якому будь-яке натуральне число можна було б подати єдино можливим способом. Перевага такого коду в простоті виявлення і виправлення помилок на приймальній стороні, так як поява хоч би одного символу “1” серед нулів або символу “0” серед одиниць в прийнятій кодовій комбінації вказує на помилку, що спрощує виявлення помилок і забезпечує завадостійкість монолітного коду.

Впровадження монолітних кодів дає можливість створення спеціальних систем кодування інформації з високою захищеністю від завад й стороннього декодування.

Бібл. 3, табл. 2

УДК 681.32

Рогальский Ф.Б. **Моделирование взаимодействия открытых технологических комплексов в регионе** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 203-211.

Стаття посвящена рассмотрению возможности моделирования взаимодействия открытых технологических комплексов в регионе с целью совершенствования региональных систем организационного управления - произвольных производственно-экономических, социальных или экологических систем, имеющих специфический характер внешних и внутренних связей, подверженных воздействию внешних и внутренних факторов и характеризующихся рядом других особенностей, которые следует учитывать при моделировании.

Бібл. 7, іл. 3

УДК 629.7.017

Самков О.В., Казак В.М. **Методичний підхід щодо обґрунтування оптимальних варіантів модернізації складних систем** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 212-220.

Запропонований методичний підхід щодо вирішення задачі синтезу на етапі проектування складних технічних систем на прикладі задачі обґрунтування оптимального варіанту модернізації літального апарату, з урахуванням його показників якості, безпеки польотів та витрат.

Бібл.6., Іл.1.

УДК 004.272::004.92

Смолій В.В. **Методи побудови цифрових пристроїв відображення кругового обзору** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 221-228.

У роботі вирішена задача організації процесу паралельного «посекторного» синтезу частин зображення. Розглянуті методи дохволяють в значній мірі підвищити швидкість обробки даних кругових зображень та збільшити надійність системи.

Бібл. 12, іл. 3, табл. 1

УДК 681.5

Смолій В.М. **Критерій компоновки блоку електронного апарату** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. с. 228-234.

У роботі запропонований критерій компоновки блоку електронного апарату, що дозволяє забезпечити його оптимальні вібраційні, механічні і компоновальні характеристики на стадії технологічного процесу виробництва. Це дає можливість оцінити поведінку блоку ЕА в майбутніх умовах експлуатації на моделі. Запропонований критерій компоновки забезпечує вимоги, що пред'являються до блоку електронного апарату, на стадії виробництва, тим самим забезпечивши економічний ефект із-за скорочення часу виробництва і зниження витрат на доведення виробу.

Бібл. 1, табл.5

УДК 577.359

Чіженкова Р.А. **Математичний аналіз бібліометричних показників досліджень біологічної дії неіонізуючої радіації (medline-internet)** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 235-241.

Містить бібліографічні данні по дослідженню біологічних ефектів електромагнітних, магнітних та електричних полів. Аналіз виконано за допомогою бази даних "Medline", яка доступна в Інтернеті. Розглянуті кількісні характеристики публікацій вибраних підрозділів на протязі 35-річного часового інтервалу (1966-2000). Вивчена динаміка кількості публікацій цих напрямків. Зроблено висновок про перспективи фундаментальних нейрофізіологічних досліджень дії неіонізуючої радіації.

Бібл. 20, табл. 3

УДК 621.391:519.2

Шабатура Ю.В., Штельмах І.М. **Дослідження динамічних характеристик інформаційних каналів мережі Internet** // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 6 (47). – Дніпропетровськ, 2006. - с. 242-251.

Розглядається задача побудови ефективної системи моніторингу динаміки характеристик інформаційних каналів мережі Internet. Розроблено інформаційну систему для здійснення моніторингу, виконано її математичне та алгоритмічне забезпечення. Практичну реалізацію було виконано за допомогою мови РНР та СУБД MySQL. Процес моніторингу відбувається цілодобово, в автоматичному режимі. На основі інформації, накопиченої в базі даних, система дозволяє будувати графік стану сегменту за заданий проміжок часу. В перспективі планується використання отриманих результатів при побудові сенсорів для адаптивного управління ресурсами веб-систем.

Бібл. 5, іл. 7

UDC 378:004

Babich V.I., Didenko P.P. **Mathematical simulation and decision-making system in educational process for detection abilities of studying persons** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 3-11.

In given article problems of mathematical modeling in educational process are covered at forecasting abilities of subjects of training and it is offered own model for the decision of the given problem. The decision is searched due to modeling the saved up history of activity of the subject, models of calculation of set of rating parameters, calculation of identifiers to each subject and models of maintenance of a level of abilities.

Bibl. 4, ill. 1, tabl. 7

UDC 004.415:69

Babich V.I., Perevertun I.M. **The intellectual facilities of simulation and control of technological processes for project-directional productions** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 12-21.

In the article the new approach to Project Management (based on intellectual facilities) and realization of this approach in Ukrainian system of construction management «Karts Planner 1.0» are considered. The line of unsolved problems of construction management is emphasized (flexible scheduling, effective calculation of estimates, effective control etc.) and own high-effective solutions are suggested. As well some variants of rising of flexibility of building companies are considered.

Bibl. 5, ill. 9

UDC 620.179.16

Babicheva I.F., Babichev S.A., Sharko A.V. **Groundwork system of filtration of half-tone pictures on the basis of the wavelet-analysis** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 22-31.

In article researches by definition of the optimum wavelet-filter for clearing of noise of half-tone pictures are submitted during their preliminary processing. The empirical way finds the criteria, which allows to define the optimum level wavelet of the decomposition and to choose type wavelet, what promoted to receive the highest quality of a filtration of a signal. It's shown perspective of use of the submitted technology for creation of the automated systems of recognition and identification.

Bibl. 11, ill. 6, tabl. 1

UDC 621.8

Bardachev J.N., Litvinenko V.I., Didyk A.A. **Application of artificial immune systems for detection of computer attacks** // System technologies. – N6 (47) – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 32-47.

In article the problem of use of the artificial immune systems based on principles of negative selection, for detection of computer attacks is considered. The architecture of such system, and also object-oriented representation of algorithm of negative selection is offered

Bibl. 17, ill. 5, tabl. 2

UDC 007.001.362;681.327.12.001.362

Barkovskaya O.Y., Aksak N.G. **Using hue scales of basic colors for solving binarization task** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 48-57.

An examination and description of the binarization method for gray scale images were proposed. Segmenting the image into the two brightness regions was made after the determination of the threshold. A definition of primary and complementary colors scale of RGB and a presentation of these colors scale in the form of six-point star were described. The merits of shades of gray color for binarization of half-tone images were discussed

Bibl. 3, ill. 9

UDC 519.71

Grinavtsev O.V., Litvinenko V.I., Fefelov A.A., Sherstjuk V.G. **Method of synthesis of neural networks by means of immune systems for the decision of problems{tasks} of forecasting of consumption of electric energy** // System technologies. – N6 (47) – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 58-76.

Authors offer a method of synthesis of neural networks of type Perceptron by means of artificial immune networks. For the decision of problems of forecasting and approximation. Application of the offered method for daily forecasting electric energy of the regional power company is considered.

Bibl. 11, ill. 13, tabl.1

UDC 681.142

Hrytsyk V.V., Nazarkevich M.A. **Algorithm of tabulation of ateb-functions** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 77-83.

The questions of application of the mathematical apparatus of Ateb-functions for research of oscillatory systems with nonlinear character are considered. The algorithm for tabulation of nonperiodic Ateb-function $v = sha(n, m, \omega)$ is offered. The results of tabulation with use of the offered algorithm are given.

Bibl. 5, ill. 2, tabl. 1

UDC 681.142:612.822

Hrytsyk V.V., Opotiak Yu.V., Tsmots I.G. **The integrated approach to designing of high effective hardware of information technologies for real time signal processing** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 84-95.

The basic stages of synthesis of hardware for information technologies of coordinated-parallel processing of signals in real time are considered, the formulas for an estimation of efficiency use of the equipment and computing ability are offered, the method of spatially-temporary transition of computing algorithms into coordinated-parallel structures is developed and the basic ways of minimization of expenses of the equipment are determined.

Bibl. 8, ill. 1

UDC 658.012:681.32:621.38

Hrytsyk V.V. **Information-analytical system of processing, recognition and management of the complex images in given fields of attention** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 96-101.

The basic approach to information-analytical system of processing, recognition and management of the complex images in given a field of attention is considered. The methods of processing of the information, reliability of transfer of the information of the complex images are investigated.

Bibl. 5

UDC 004.658: 652.3

Dvoretzkiy M. **Classification problem solution by means of SQL in view of data mining** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 102-111.

Is discussed the method of one of the data mining tasks class solution - classification problem. Also is given a realization of classification problem by means of Structured Query Language in view of queries and stored procedures based on MS SQL Server 2000.

Bibl. 8, ill. 1

UDC 004.94, 004.4'22

Demchenko O.M., Sirota O.P. **Analysis and design of complex automated system in correspondence to business-rules and system requirement** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 112-120.

The paper is dedicated to the method of the early compatibility analysis of complex automated systems (CAS) to the to business-rule and system requirements. The present CAS system development methodologies ant technologies are considered. It is revealed that today methodologies and technologies do not provide facilities for such compatibility analysis. The CP-method, developed by authors, is chosen as theoretical base for consistency analysis of formal models to business-rules and system requirements. This method enables formalization of business-rules, requirement and system models and provides automatic consistency analysis. The paper also describes SCAFM system which is developed on the base of CP-method as formal models analysis instrumental facility.

Bibl. 11, ill. 2, tabl. 1

UDC 519.876.5

Dubovoy V. M., Nikitenko L.D. **Formalization of synthesis of algorithmic models of control systems in conditions of uncertainty** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 121-130.

Mass use of control systems (CS) has caused need of automation of process of their synthesis and optimization. Since CS includes hardware and software it is written as algorithmic model. Practically all control systems (CS) contain uncertainty in a different kind.

Creation a corresponding strategies of formalization of syntheses of algorithmic models for designing control system in conditions of uncertainties are important theoretical and applied problem of work.

The strategy of formalization of synthesis of algorithmic models for designing control systems in conditions of uncertainty is developed on the basis of a method of generalizing functions. The offered approach to formalization of operations above algorithmic model of

control systems permits to realize optimization of system on a basis paralleling of transformations and choice of a program or hardware way of their realization.

Bibl. 12, ill. 2

UDC 629.7.017

Kazak V.M., Galchenko S.M., Zavgorodniy S.O. **Use ability analysis of probabilistic detection methods for damage detection of plane outer outline** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 131-140.

In this work has be done research of probability methods of recognition and the analysis of an opportunity of their application with the purpose of recognition of a status of external contour of the flying device in flight.

Bibl. 5, ill. 4

UDC 515.2-519.3

Kozub N.A., Homchenko A.N., Sherstjuk V.G. **V.G. Geometrical modelling bicubic surfaces** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 141-148.

Procedure of direct geometrical modelling bicubic surfaces for square final elements with 12 units is offered.

Bibl. 10, ill.6

UDC 681.5: 504.064

Kondratenko Y.P., Timchenko I.V. **The automation system of the effective decisions making for the ecological monitoring of oil transshipment** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 149-157.

The decision-making system for the ecological monitoring automation of oil transshipment is presented in the paper. The function of the system is based on modeling transformation pollutants and expert's estimations. The logic-psychology structure and structure's scheme of the decision-making system, simulation model of dynamic oil pollutants considering the external disturbance of marine surface are developed. The results of simulation of modeling dynamic oil pollutants at the Dnepro-Bygsky estuary are presented.

Bibl. 12, ill. 3

UDC 62-50, 519.81

Korshevnyuk L.O., Bidyuk P.I. **Method of defuzzification wrapping of vector optimality criterion** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 158-165.

The question of aggregation of values in practical decision making problems is considered. This problem is solved by making use of some results of development of fuzzy set theory. The method proposed is based on defuzzification of fuzzy set. This fuzzy set is built on aggregated values and their weights as degrees of membership.

Bibl. 6, ill. 6

UDC 681.515:06.08

Kostyn V.O., Savvo A.J. **Informative system of stuff agency. Basic principles of construction** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 166-171.

This article reviews construction and introduction of the informative system of stuff agency on the different stages of its development. Approach is chosen to construction of the informative system, in obedience to which a database is in one place, selected for it, and access to it is carried out from a few places, by the arbitrary amount of users by a client-server technology.

Bibl. 4, ill. 2, tabl. 1

UDC 519.87:621.396.96

Mashkov O.A., Puleko I.V., Chumakevich V.O. **Methodology of development pseudosatellite of systems as complex technical systems** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 172-188.

In work the methodology of a choice of the best variant of use of system of space vehicles carrying out short orbital flight or flight on a full ballistic trajectory with an obligatory landing named by pseudo-satellite systems is described. Authors it is offered to unite methods of nonlinear programming and receptions of decision-making that leads to the combined decision of reception of a final variant of complex technical system. In work it is shown, that new statement of a problem allows to define a choice of mathematical means of its decision, and necessity of the decision of new partial subtasks.

Bibl 10, ill. 1

UDC 681.5.015.3

Pereverzev V.A., Iorhachova M.N. **Using of continuous wavelet-transforming for automatic epileptiform activity detection** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 189-195.

This article describes an example of using continuous wavelet-transforming for automatic detection of epileptic events in interictal EEG data. The principle of wavelet-coefficients band automatic calculation and descriptive sequence forming for the analysis of epileptic events was developed. The effectiveness comparison of algorithm working with hand-set and automatically calculated analysis parameters was presented.

Bibl. 10, ill. 1, tabl. 1

UDC 519.15:621.372

Riznyk V.V, Riznyk O.Ya., Kis Ya.P., Parubchak V.O. **Use of solid codes in information technologies** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 196-202.

In systems of coding of the information with different laws of division of weights of bits of a monolithic code in some cases the code appears unduly redundant as the same numbers are represented by several different code combinations. Solution of the task is reduced to search of an optimal combinatorial variant of weights of bits of a monolithic code at which any natural number could be presented in the unique way. Advantage of such code in

simplicity of revealing and an error-checking on the receiving side as appearance though one “1” character among zero or “0” character among units in the accepted code combination specifies an error which simplifies error checking and provides a noise stability of a monolithic code. Implantation of monolithic codes enables creations of special systems of the coding of the information with high security from interferences and indirect decoding.

Bibl. 3, tabl. 2

UDC 681.32

Rogalsky F.B. **Modeling cooperation of open technical complexes in the region** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 203-211.

The article is devoted to the possibility of modeling cooperation of open technical complexes in the region with the aim of improving regional system of organizational management – essential industrial-economic, social or ecological systems, which have the specific character of out and inner connections, influenced by out and inner factors and characterized by some other peculiarities, which have to be pointed out during modeling.

Bibl. 7, ill. 3

UDC 629.7.017

Samkov A.V., Kazak V.N. **The Methodical approach concerning a substantiation of optimum variants of modernization of complex systems** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 212-220.

The methodical approach concerning the decision of a problem{task} of synthesis at a design stage of complex technical systems on an example of a problem of a substantiation of an optimum variant of modernization of the flying device, in view of his parameters of quality, safety of flights and expenses is offered.

Bibl. 6, ill. 1

UDC 004.272::004.92

Smolij V.V. **Methods of construction of digital devices for reflection of circular review** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 221-227.

The task of parallel process organization of «per-sector» synthesis of areas of image in work is decided. The considered methods allow largely to increase speed of data processing of «circular» images and to increase the system reliability.

Bibl. 12, ill. 3, tabl. 1

UDC 681.5

Smolij V.N. **Criterion of arrangement of block of electronic vehicle** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 228-234.

The criterion of arrangement of block of electronic vehicle, allowing to provide his optimum vibrations, mechanical and arrangements descriptions on the stage of technological process of production, is offered in work. It enables to estimate the conduct of block of EV in

future external environments on a model. The offered criterion of arrangement provides the requirements produced to the block of electronic vehicle on the stage of production, the same providing an economic effect from reduction of time of production and decline of expenses on polishing of good.

Bibl. 1, tabl.5

UDC 577.359

Chizhenkova R.A. **Mathematical analysis of bibliometrical indices of investigation of biological action of non-ionized radiation (medline-internet)** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 235-241.

Bibliometrical data on investigations on biological effects of electromagnetic, magnetic, and electrical fields are presented. The analysis was carried out by means of the database "Medline" accessible in Internet. Quantitative characteristics of publications of choose subdivisions during 35-year time interval (1966-2000) were considered. Dynamics of number of publications of these trends was examined. Conclusion about prospects of fundamental neurophysiological investigations of action of non-ionized radiation is done.

Bibl. 20, tabl. 3

UDC 621.391:519.2

Shabatura Yu.V., Shtelmah I.M. **Research of dynamic characteristics of informative Internet channels** // System technologies. – N6 (47). – Dnepropetrovsk, 2006. – p. 242-251.

The task of construction of the effective monitoring system for dynamics of informative channels of Internet is examined. The informative system is developed for realization of monitoring, executed its mathematical and algorithmic providing. Practical realization was executed by the language PHP and DBMS MYSQL. The process of monitoring takes place round-the-clock, in the automatic mode. On the basis of the information accumulated in a database, the system allows to build the graph of the state of segment for the set interval of time. In a prospect the use of the got results is planned at construction of sensors for the adaptive control by the resources of the web-systems.

Bibl. 5, ill. 7

АВТОРЫ ВЫПУСКА

Аксак Наталия Георгиевна – кандидат технических наук, доцент кафедры ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

Бабич Виталий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационных технологий» Київського національного університету будівництва і архітектури

Бабичев Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры общей и прикладной физики Херсонского национального технического университета

Бабичева Ирина Федоровна – преподаватель математики, физико-технический лицей при Херсонском национальном техническом и Днепропетровском национальном университетах

Бардачев Юрий Николаевич – доктор технических наук, профессор, ректор Херсонского национального технического университета

Барковская Олеся Юрьевна – магистр Харьковского национального университета радиоэлектроники

Бідюк Петро Іванович – доктор технічних наук, професор Інституту Прикладного Системного Аналізу НТУУ „КПІ”

Гальченко Світлана Миколаївна – старший викладач кафедри електроенергетичних систем Аерокосмічного інституту НАУ

Гринавцев Олег Валерьевич – старший преподаватель Херсонского национального технического университета

Грицик Володимир Володимирович – член-корреспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, директор Державного НДІ інформаційної інфраструктури, м. Львів, професор Вищої школи інформатики м. Лодзь (Польща)

Грицик Володимир Володимирович 1973 р.н. – кандидат технічних наук, керівник відділу «Інформаційно-аналітичних систем та засобів штучного інтелекту» Державного НДІ інформаційної інфраструктури, м. Львів, Вища школа інформатики м. Лодзь (Польща)

Дворецкий Михайло Леонідович – аспірант кафедри «Інтелектуальних інформаційних систем» Миколаївського державного гуманітарного університету ім. П. Могили

Демченко Олександр Михайлович – кандидат технічних наук, п.н.с., старший науковий співробітник НТУУ «КПІ»

Диденко Петр Петрович – аспірант кафедри «Інформаційні технології» Київського національного університету будівництва і архітектури

Дидык Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент, докторант Херсонского национального технического университета

Дубовой Володимир Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, завкафедри КСУ Вінницького національного технічного університету

Завгородній Сергій Олександрович – директор Слов'янського коледжу НАУ

Іоргачова Мар'яна Миколаївна – співробітник кафедри Інформаційних систем в менеджменті Одеського національного політехнічного університету

Казак Василь Миколайович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електроенергетичних систем Аерокосмічного інституту Національного авіаційного університету

Кісь Ярослав Петрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри ІСМ Національного університету “Львівська політехніка”

Козуб Наталія Олександрівна – старший викладач кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету

Кондратенко Юрий Пантелеевич – доктор технических наук, профессор кафедры компьютеризированных систем управления Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова

Коршевиюк Лев Олександрович – аспірант Інституту Прикладного Системного Аналізу НТУУ „КПІ”

Костин Владислав Октябrevич – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и дизайна Херсонский национальный технический университет

Литвиненко Владимир Иванович – проректор по науке и международным связям, кандидат технических наук, доцент Херсонского морского института

Машков Олег Альбертович – доктор технических наук, профессор, начальник отдела ВАК Украины

Назаркевич Марія Андріївна – кандидат технічних наук, ст.н.с. відділу Державного НДІ інформаційної інфраструктури, м.Львів

Никитенко Олена Дмитрівна – магістрант Вінницького національного технічного університету

Опотяк Юрій Володимирович – кандидат технічних наук, керівник відділу Державного НДІ інформаційної інфраструктури, м.Львів

Парубчак Володимир Орестович – співшукач кафедри АСУ Національного університету “Львівська політехніка”

Переверзев Володимир Олександрович – аспірант кафедри Комп’ютерних систем Одеського національного політехнічного університету

Перевертун Игорь Михайлович – аспірант Київського національного університету будівництва і архітектури

Пулеко Игорь Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры вооружения, Львовский институт сухопутных войск

Різник Володимир Васильович – доктор технічних наук, професор кафедри АСУ, Агро-технічна академія м. Бидгощ (Польща)

Різник Олег Яремович – кандидат технічних наук, доцент кафедри АСУ Національного університету “Львівська політехніка”

Рогальский Франц Борисович – первый проректор, проректор по УЧР, профессор, кандидат технічних наук, зав. кафедри «Информатики и компьютерных технологий» Херсонского национального технического университета

Савво Алексей Юрьевич – аспірант кафедри інформаційних технологій и дизайна Херсонского национального технического университета

Самков Алексей Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры электроэнергетических систем НАУ

Сирота Олена Петрівна – інженер, ТОВ «УБІС»

Смолій Віктор Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри „Комп’ютерної інженерії” Северодонецького технологічного інституту Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля

Смолій Вікторія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри „Автоматизація технологічних процесів” Северодонецького технологічного інституту Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля

Тимченко Виктор Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютеризированных систем управления

Национального университета кораблестроения
им. адм. Макарова

Тимченко Инна Викторовна – аспирант
Национального университета кораблестроения
им. адм. Макарова

Фефелов Андрей Александрович –
старший преподаватель Херсонского
национального технического университета

Хомченко Анатолий Никифорович – доктор
фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри прикладної математики
та математичного моделювання
Херсонського національного технічного
університету

Цмоць Иван Григорович – кандидат
технічних наук, заст.директора з НДР
Державного НДІ інформаційної
інфраструктури, м. Львів

Чиженкова Рогнеда Алексадровна –
доктор медицинских наук, ведущий

научный сотрудник Института биофизики
клетки РАН, г. Пущино Московская
область, Россия

Чумакевич Виктор Александрович –
кандидат технических наук, доцент
кафедры вооружения Львовского института
сухопутных войск

Шабатура Юрий Васильевич – кандидат
технических наук, доцент Винницкого
национального технического университета

Шарко Александр Владимирович – доктор
технических наук, профессор кафедры
общей и прикладной физики Херсонского
национального технического университета

Шерстюк Володимир Григорович – ректор
Херсонского морского института, кандидат
технических наук, профессор

Штельмах Игорь Николаевич –
магистрант Винницкого национального
технического университета

Системні технології

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 6 (47)

Головний редактор професор, доктор технічних наук, ректор, Велично О.Г.

Комп'ютерна верстка та коректура І.В. Рослякова

Підписано до друку 25.11.2003

Формат 60x84 1/16. Друк - різнограф. Папір типогр.

Умов. друк. арк. 11,57. Обл.-видавн.- 10,12. Тираж 300 прим.

Замовлення № 22/03

ДНВП "Системні технології"

49635, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4, кімн.503

E-mail: st@dmety.dp.ua

Свідомство про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців:

Серія ДК №429