УДК 681.518:004.93.1

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

В.О. Любчак, Р.Б. Барило
Сумський державний університет, м. Суми

Розглядаються формування вхідного математичного опису та задача оцінки функціональних станів адаптивної системи керування телекомунікаційним інформаційно-освітнім середовищем вищого навчального закладу у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології аналізу та синтезу систем керування , що навчаються.

Телекомунікаційне інформаційно-освітнє середовище (ТІОС) є важливим об'єктом керування навчальним процесом вищого навчального закладу. Аналіз сучасної науково-технічної літератури показує, що питання аналізу та синтезу системи керування (СК) ТІОС все ще не одержали достатнього висвітлення. Підвищення ефективності та оперативності СК ТІОС органічне пов'язано із розробленням та впровадженням інтелектуальних інформаційних технологій, що ґрунтуються на ідеях і методах машинного навчання. Застосування здатних навчатися (самонавчатися) СК дозволяє здійснити перехід від суб'єктивних методів керування до інтелектуальних інформаційних технологій управління слабо формалізованими процесами та об'єктами, які функціонують за умов невизначеності. Основні перешкоди на шляху інтенсивного впровадження адаптивних СК ТІОС все ще обумовлені відставанням теорії машинного навчання від потреб практики. Так, основним недоліком відомих методів машинного навчання систем розпізнавання є ігнорування у практичних задачах керування перетину класів розпізнавання у просторі ознак розпізнавання, що потребує попередньої нормалізації образів з метою їх наближення до еталонів.

У праці Колос В.В. [1] подано одну із перших постановок задачі аналізу та синтезу СК для лінійної моделі функціонування ТІОС, що є виправданим при наближеному аналізі. Оскільки функціонування ТІОС можна розглядати як слабо формалізований процес, то для підвищення функціональної ефективності керування перспективним є застосування ідей та методів класифікаційного керування, яке реалізується на базі адаптивної СППР, що навчається.

Розглянемо формування вхідного математичного опису адаптивної СК ТІОС. На основі аналізу ТІОС Сумського державного університету як технічні розглядалися такі параметри:

- коефіцієнт завантаження системи на даний момент часу ($К_з \in [0;1]$);
- загальний час простою системи за добу ($T_{пр}$);
- довжина черги на поточний момент оброблення запитів ($Д_{чер}$);
- середній час перебування заявки у черзі ($T_{чер_с}$);
- максимальний час перебування заявки у черзі ($T_{чер_м}$);
- кількість заявок, що знаходилися в черзі;
- загальна кількість заявок у системі за добу;
- середній час перебування заявки в системі;
- максимальний час перебування заявки в системі;
- періоди пікового завантаження (при $К_з \in [0,8;\ 1]$);

– періоди простою системи;
– найбільш часто запитувані ресурси;
– найменш часто запитувані ресурси;
– час простою зареєстрованої заявки в системі;
– час доступу до найбільш віддаленого ресурсу;
– обсяг інформації переданої користувачу за сеанс;
– обсяг інформації отриманої від користувача за сеанс;
– середня завантаженість каналу, виділеного для одного користувача;
– пропускна швидкість каналу з боку користувача;
– кількість обривів зв'язку з клієнтом на добу та інші.

Як дидактичні параметри функціонування розглядаються у першому наближенні результати машинного тестового контролю знань за k-м модулем L-го дистанційного курсу, що вивчаються в поточному семестрі студентами всіх курсів.

Як параметри оптимізації ТІОС було вибрано:
– коефіцієнт завантаження системи на даний момент часу ($К_з \in [0;1]$);
– загальний час простою системи за добу ($T_{пр}$);
– довжина черги на даний момент ($Д_{чер}$);
– середній час перебування заявки у черзі ($T_{чер_с}$);
– максимальний час перебування заявки у черзі ($T_{чер_м}$).

Як параметр оптимізації інформаційної спроможності СК ТІОС у рамках ІЕІТ розглядалася система контрольних допусків на ознаки розпізнавання. На рис. 1 показане симетричне поле допусків на значення i-ї ознаки $y_{m,i}^{(j)}$, $i = \overline{1,\ N}$.

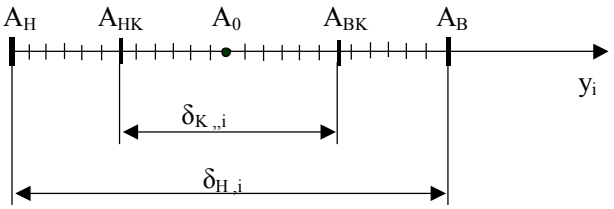

Рисунок 1 – Симетричне поле допусків на значення ознаки розпізнавання

На рис. 1 прийнято такі позначення: A_0 –номінальне значення ознаки y_i; A_H, A_B – нижній і верхній нормовані допуски відповідно; A_{HK}, A_{BK} – нижній і верхній контрольні допуски відповідно; $\delta_{H,i}$, $\delta_{K,i}$ – нормоване та контрольне поле допусків відповідно.

Існує декілька можливих стратегій зміни поля допусків $\delta_{К,}$, серед яких відокремимо дві основні:

– симетрична стратегія $S_1(\overrightarrow{\underleftarrow{\text{var}}}\ A_{HK}, \overleftarrow{\underrightarrow{\text{var}}}\ A_{BK})$, яка є виправданою, наприклад, за умови підтвердження розвідувальним аналізом збігання номінального значення A_0 з теоретичним центром розсіювання значень навчальної вибірки $\{y_{m,i}^{(j)} \mid j = \overline{1\ ,n}\}$;

– асиметрична стратегія $S_2(\overleftarrow{\underrightarrow{\text{var}}}\, A_{HK}, \overleftarrow{\underrightarrow{\text{var}}}\, A_{BK})$, яка має місце при відхиленні значення A_0 від центра розсіювання значень вибірки $\{y_{m,i}^{(j)} \mid j = \overline{1\ ,n}\}$.

Задача оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання є частинною задачею інформаційного синтезу, в якій необхідно визначити екстремальні значення параметра поля контрольних допусків:

$$\{\delta_{K,\,i}^{*} \mid i = \overline{1,\ \ N}\} = \underset{G_\delta}{\arg} \quad E_m^*,$$

де E_m^* –КФЕ навчання системи розпізнавати реалізації класу X_m^o ;

G_δ –область допустимих значень параметра поля контрольних допусків.

Розглянемо реалізацію алгоритму оптимізації системи контрольних допусків у рамках ІЕІТ на прикладі побудови оптимальних вирішальних правил у процесі навчання СК ТІОС. Нехай алфавіт класів розпізнавання складається із трьох класів: клас X_1^o, який характеризує найкращий функціональний стан ТІОС– найбільшу інформаційну перепускну спроможність телекомунікаційного каналу зв'язку, клас X_2^o і клас X_3^o , що характеризують проміжну та найгіршу перепускну спроможність відповідно. Навчальна матриця складалась із структурованих векторів-реалізацій, які мали для кожного класу 26 ознак розпізнавання, що відбивали функціональний стан технічної складової ТІОС – параметри завантаження каналу зв'язку, параметри черги обслуговування, часові параметри та 12 параметрів, що характеризують застосовані засоби навчання. До засобів навчання, які використовуються при дистанційному навчанні, були віднесені: електронна навчально-методична література, статичні рисунки, анімаційне забезпечення навчальних дисциплін, аудіонавчальні матеріали, відеонавчальні матеріали, програми для навчання та тестування, тренажери та програмне забезпечення для лабораторних робіт, "віртуальна реальність", електронна пошта, телеконференції, аудіо конференції, відеоконференції.

Для аналізу ефективності алгоритму оптимізації СКД на ознаки розпізнавання було реалізовано алгоритм паралельної оптимізації контрольних допусків за ІЕІТ [2], який оптимізував геометричні параметри контейнерів класів розпізнавання без оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання. Як КФЕ навчання системи використовувалася робоча модифікація інформаційної міри Кульбака (2.2.3). На рис. 2 показано динаміку зміни середнього значення КФЕ навчання СК ТІОС у процесі оптимізації параметра поля допусків за паралельним алгоритмом.

Як показано на рис. 2, оптимальне значення параметра поля допусків, яке відповідає глобальному максимуму КФЄ (2.3.3) в робочій області (темні ділянки графіка) визначення його функції, дорівнює $\delta^* = 18$ відносних градацій шкали виміру для кожної ознаки. На рис. 3-5 наведено графіки залежності КФЕ від радіусів контейнерів X_1^o, X_2^o і X_3^o відповідно при $\delta^* = 18$.

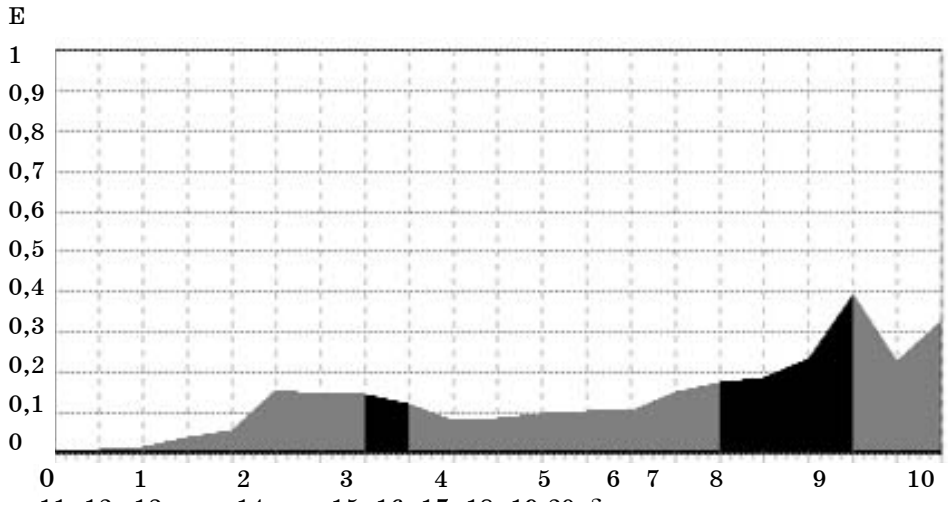

Рисунок 2 – Графік оптимізації параметра поля контрольних допусків

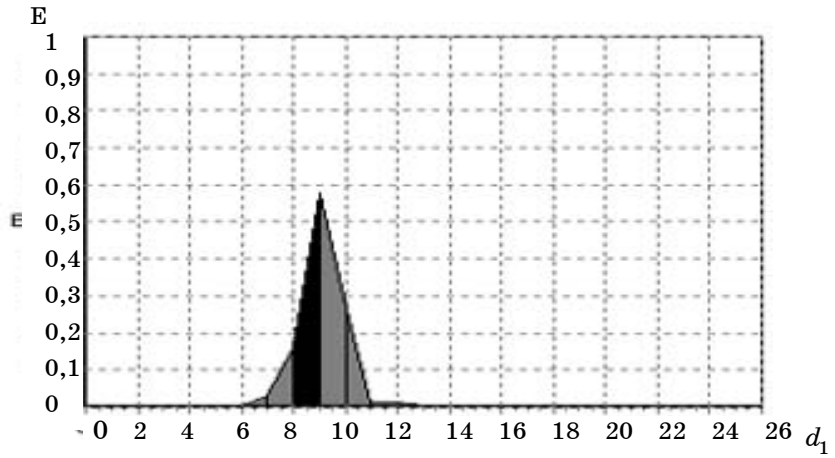

Рисунок 3 – Оптимізація контейнера класу X_1^o за паралельним алгоритмом

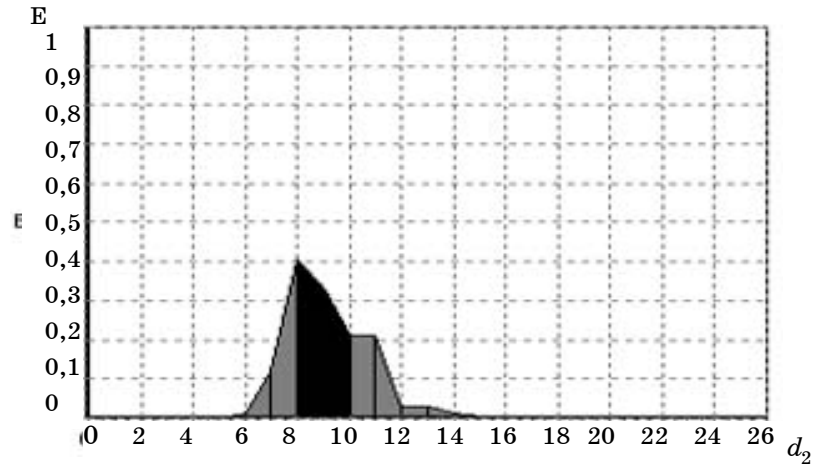

Рисунок 4 – Оптимізація контейнера класу X_2^o за паралельним алгоритмом

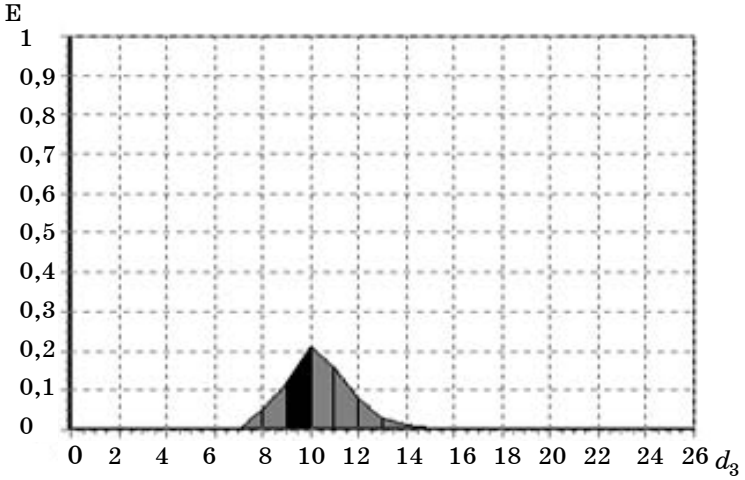

Рисунок 5 – Оптимізація контейнера класу X_3^o за паралельним алгоритмом

Як показано на рис. 3-5, оптимальні значення радіусів контейнерів класів X_1^o, X_2^o і X_3^o дорівнюють е кодових одиницях простору Хеммінга $d_1^* = 9$, $d_2^* = 8$ і $d_3^* = 10$ відповідно. При цьому геометричними центрами контейнерів класів розпізнавання є вершини еталонних векторів відповідних класів розпізнавання. Визначено оптимальні значення коефіцієнта завантаження $K_з = 0,7$, загального часу простою системи за добу $T_{пр} = 0,25$, довжини черги на даний момент $Д_{чер} < 10$, середній час перебування заявки у черзі $T_{чер_с} = 60$ c та максимальний час перебування заявки у черзі $T_{чер_м} = 300c.$

Аналіз значень глобальних максимумів КФЄ навчання СК ТІОС показує, що вони не досягають граничних значень, тобто побудований класифікатор не є безпомилковим за навчальною матрицею. У перспективі для підвищення ефективності СК ТІОС у рамках ІЕІТ обумовлює необхідність як оптимізації інших генотипних і дидактичних параметрів функціонування системи, так і оптимізації словника ознак розпізнавання шляхом включення нових інформативних ознак, виключення неінформативних і заважаючих ознак та пошуку латентних ознак, що дозволить побудувати безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила.

Таким чином, запропонований інформаційно-екстремальний метод синтезу СК ТІОС дозволяє оперативно з високою достовірністю розпізнавати функціональний стан телекомунікаційного каналу зв'язку. Це дозволяє за умови подальшого удосконалення методу змінювати керовані технічні характеристики каналу зв'язку, наприклад, перепускну інформаційну спроможність сервера, ліміт перепускної спроможності на слухача, що авторизований у системі, та інше.

SUMMARY

Formation of the incoming mathematical description and the functional state estimation problem of telecommunicational information-educational environment adaptive control system of a higher educational institution is considered in the frameworks of information-extremal intellectual technologies of self-trained control systems analysis and synthesis.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Колос В.В., Щедрина А.А. Телекоммуникационная информационно-образовательная среда: мониторинг для академической и корпоративной организаций // Вестник СумГУ. – 2006. – №4. – С. 23-33.
2. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань.– Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.
3. Краснопоясовський А.С. Оптимізація контейнерів класів розпізнавання за методом функціонально-статистичних випробувань //Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков: Харьк. нац. ун-т радиоэлектр., 2002.–Вып.119.– С. 69–76.

Любчак В.О., канд. фіз.-мат.наук, доцент;
Барило Р.Б., аспірант

Надійшла до редакції 12 травня 2007 року