

С. І. Шматков, Н. Г. Кучук, В. В. Донець

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ E-LEARNING З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

В статті розглядається модель інформаційної системи e-learning. **Мета статті** – розробка моделі інформаційної системи e-learning, в якій для пошуку оптимальної структури буде використано апарат генетичних алгоритмів. Базою для створення програмної моделі є математична модель інформаційних взаємозв'язків системи електронного навчання, розгорнутої на гіперконвергентному сервері. **Результати.** Представлено розроблений програмний комплекс із поясненням запуску при наявності виконавчого файлу. Наведено інтерфейс використання програми відповідними зображеннями. Також надано типовий алгоритм використання програми із вводом початкових даних, збереженням їх у бази даних. Для синтезу інформаційної системи e-learning було досліджено переваги та недоліки генетичного алгоритму. В результаті виведені переваги та недоліки притаманні створеному алгоритму, які також притаманні генетичним алгоритмам взагалі. **Висновки.** Розроблена програма дозволить підвищити ефективність використання базової гіперконвергентної мережі, а, отже, і підвищити якість функціонування системи e-learning в цілому. Це є необхідною складовою створення такої системи в умовах обмеженого бюджету університету.

**Ключові слова:** e-learning, синтез моделі, гіперконвергентна мережа, генетичний алгоритм, програмний комплекс.

### Вступ

Сьогодні на рівні світового освітнього інформаційного простору поряд з сучасними тенденціями вищої школи визначилися основні напрямки вдосконалення навчальних процесів системи e-learning. Провівши аналіз існуючих технологій і розробок в електронному навчанні та перспективи технологій гіперконвергентних мереж, встановлено що у сукупності вони дають найбільше ефективне економічне рішення для університетської системи підтримки e-learning.

У [1, 2] описано математичну модель інформаційної структури системи e-learning. Для синтезу інформаційної системи e-learning було досліджено переваги та недоліки генетичного алгоритму. До суттєвої переваги генетичного алгоритму над нейронними мережами можна віднести те, що не потрібно формувати навчаючу множину та процес початкової підготовки набагато простіший [3].

Переваги запропонованого у [1] підходу при реалізації програмної моделі інформаційної системи e-learning над традиційними методами дискретної оптимізації пошуку оптимальних рішень (метод Дейкстри, метод гілок та меж, динамічне програмування [4 – 7]) є такими:

- алгоритм працює тільки із кодами, в процесі роботи код розглядається тільки як бітовий рядок (без врахування змістового сенсу);
- на кожному кроці обробляється лише декілька точок простору кодів;
- в процесі роботи алгоритм не потребує ніякої додаткової інформації, це сприяє підвищенню швидкості алгоритму;
- для формування нових точок простору використовується одночасно ймовірнісні та детерміновані методи, що дає значно більший ефект, ніж використання окремих методів.

До недоліків генетичних алгоритмів, стосовно використання для моделі, що розглядається, можна віднести те, що отримаємо раціональне, а не опти-

мальне рішення. Крім того, неможливо отримати статистичну оцінку отриманого рішення.

Після проведеного аналізу було підкреслено те, що концептуальна простота, простіше врахування апіорних знань, можливість варіювання часом пошуку раціонального рішення за допомогою зміни вимог до фітнес-функції дозволило із математичної моделі отримати модель інформаційної системи e-learning [8, 9].

**Мета статті** – розробка моделі інформаційної системи e-learning, в якій для пошуку оптимальної структури буде використано апарат генетичних алгоритмів.

Базою для створення програмної моделі є математична модель інформаційних взаємозв'язків системи електронного навчання, розгорнутої на гіперконвергентному сервері.

### 1. Інтерфейс програмного комплексу

Розроблений програмний комплекс для запуску потребує наявності віртуальної машини Java (JDK) в випадку наявності «.jar» файлу та під будь-якою платформою і в випадку наявності «.exe» файлу тільки на Windows, починаючи з 7-ої версії.

Після запуску виконавчого файлу відобразиться головний екран програми (рис. 1).

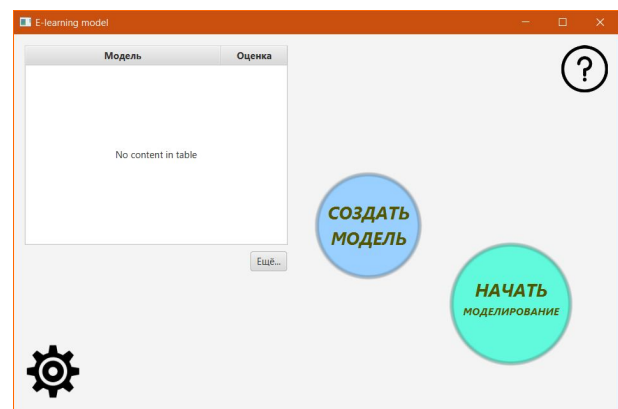


Рис. 1. Головний екран програми

Головний екран програми дозволяє користувачеві переглянути додаткову інформацію, налаштувати програму, роздивитися останні результати моделювання, ввести вхідні дані, та синтезувати модель.

Після вибору меню програмний комплекс переходить до створення моделі. Для цього користувач в декілька етапів вводить дані в програму на першому етапі (рис. 2).

Рис. 2. Перший етап вводу даних

Далі користувач коментує нову модель, для можливості зручного відрізнення даних на другому етапі (рис. 3).

Рис. 3. Другий етап вводу даних

Другий етап – задаються параметри моделі A, N, U, E, D, котрі розглянуті у [2].

На третьому етапі роботи (рис. 4) задається інтенсивність запуску транзакцій користувачами.

Рис. 4. Третій етап вводу даних

На четвертому етапі користувач заповнює параметри по кожній із транзакцій (рис. 5) і об'єми обміну даними (рис. 6) між прикладеннями та блоками даних.

Рис. 5. Четвертий етап вводу даних, заповнення для транзакцій використання додатків та блоків даних

Рис. 6. Заповнення параметрів обміну даними

В процесі вводу вхідних даних програма взаємодіє з користувач кажучи про закриття (рис. 7), про не всі заповнені поля (рис. 8), про нелогічність введених даних (рис. 9).

Рис. 7. Повідомлення про закінчення моделювання

Рис. 8. Повідомлення про незаповнені поля

Рис. 9. Повідомлення про помилку в відповідності моделі даним, що вводить користувач

Після вибору меню можна почати моделювання. Користувачу відкривається вікно із налаштуваннями генетичного алгоритму (рис. 10). Потім, після натискання користувачем кнопки “Почати моделювання”, йому відкривається вікно із результатами синтезу (рис. 11) із можливостями або відразу зберегти, або переглянути граф інформаційної структури (рис. 12).

Рис. 10. Налаштування генетичного алгоритму

Рис. 11. Результати синтезу (роботи програми)

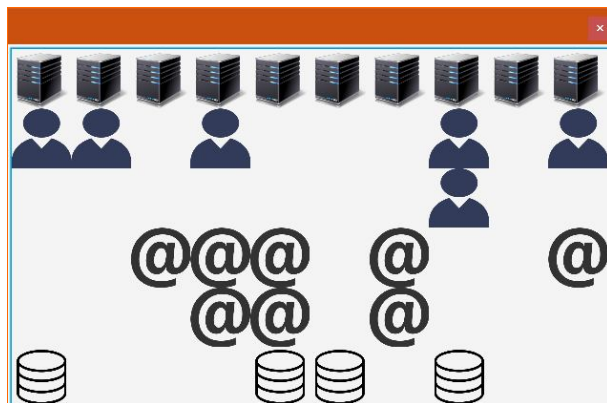


Рис. 12. Прототип графу станів

## 2 Особливості використання програмного комплексу

Програмна модель інформаційної структури системи e-learning дозволяє розподілити навантаження по гіперконвергентній мережі, цим самим збільшивши ефективність функціонування системи в цілому.

Недоліки, що притаманні отриманому рішенню, є недоліками генетичного алгоритму:

1) рішення не гарантовано є оптимальним, воно наближено до оптимального;

2) необхідне багаторазове повторення синтезу для одної і тієї ж моделі, бо результати зазвичай випадкові й неоптимальні, також є проблеми з евристичним налагодженням алгоритму.

Наприклад, для даних  $U=6$ ,  $N=10$ ,  $A=7$ ,  $E=3$ ,  $D=3$ , такі результати наближені до оптимального розподілу, хоча є деякі неоптимальні розстановки блоків даних (рис. 13).

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| G | {0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0} |
|   | {0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
| H | {1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0} |
| S | {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0} |
|   | {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0} |

Рис. 13. Результати синтезу моделі інформаційної структури

Також модель дозволяє розрахувати і вивести для користувача об'єми даних, що передаються із сховища та циркулюють між прикладеннями, загальні об'єми даних в мережі, отримати навантаження на інформаційні вузли, середнє навантаження тощо, приклад – на рис 14.

|                                                                               |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| рассчитаем работу функционирования транзакции j на информационных узлах n и m |             |             |
| 00001000000                                                                   | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 00000200000 |
| 0000000000                                                                    | 0000000010  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 01000000000 |
| 50000000000                                                                   | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0010000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| определим объемы данных передаваемых из хранилища данных:                     |             |             |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 00000500050 |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 00000100000                                                                   | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 00000010000 | 0000000000  |
| 0000000000                                                                    | 0000000000  | 0000000000  |

Рис. 14. Деякі параметри, що розраховує програма

## Висновки

Для аналізу результатів моделі синтезу інформаційної системи e-learning було розроблено програмний комплекс, що здатен через графічний ін-

терфейс приймати від користувача вхідні дані, які характеризують склад системи e-learning із власними застосунками, блоками даних і транзакціями, що описують їх взаємодію та інформацію про склад гіперконвергентної мережі і на виході отримувати розташування користувачів, блоків даних і додатків по вузлам мережі, що являється оптимальною в

умовах даної інтенсивності запуску транзакцій користувачами. Розроблена програма дозволить підвищити ефективність використання базової гіперконвергентної мережі, а, отже, і підвищити якість функціонування системи e-learning в цілому, що являється необхідною складовою створення такої системи в умовах обмеженого бюджету університету.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Донець В. В. Development of software of e-learning information system synthesis modeling process / В. В. Донець, Н. Г. Кучук, С. І. Шматков // Сучасні інформаційні системи (Advanced Information Systems). – Х. : НТУ “ХПІ”, 2018. – Т. 2, № 2.
2. Шматков С. І. Модель інформаційної структури гіперконвергентної системи підтримки електронних обчислювальних ресурсів університетської e-learning / С. І. Шматков, Н. Г. Кучук, В. В. Донець // Системи управління, навігації та зв'язку : науковий журнал. – Полтава : ПНТУ, 2018. – Вип. 2(48). – С. 97-100.
3. Шишацький А. В. Методика синтезу раціональної топології безпроводних самоорганізуючих мереж спеціального призначення з використанням генетичного алгоритму / А. В. Шишацький, Н. Г. Кучук, Є. М. Прокопенко // Системи управління, навігації та зв'язку : науковий журнал. – Полтава : ПНТУ, 2017. – Вип. 6(46). – С. 260-264.
4. Кучук Г. А. Метод синтезу інформаційної структури зв'язного фрагменту корпоративної мультисервісної мережі / Г. А. Кучук // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – 2013. – № 2(35). – С. 97-102.
5. G. Kuchuk, A. Kovalenko, V. Kharchenko, A. Shamraev, "Resource-oriented approaches to implementation of traffic control technologies in safety-critical I&C systems" in book: Green IT Engineering: Components Network and Systems Implementation, Springer International Publishing, vol. 105, pp. 313-338, 2017.
6. Kuchuk G.A. An Approach To Development Of Complex Metric For Multiservice Network Security Assessment / G.A. Kuchuk, A.A. Kovalenko, A.A. Mozhaev // Statistical Methods Of Signal and Data Processing (SMSDP – 2010): Proc. Int. Conf., October 13-14, 2010. – Kiev: NAU, RED, IEEE Ukraine section joint SP, 2010. – P. 158 – 160.
7. Kuchuk G. Approaches to selection of combinatorial algorithm for optimization in network traffic control of safety-critical systems / G. Kuchuk, V. Kharchenko, A. Kovalenko, E. Ruchkov // East-West Design & Test Symposium (EWDTS). – 2016. – P. 1-6. doi : <https://doi.org/10.1109/EWDTS.2016.7807655>.
8. Semenov S. Development of graphic-analytical models for the software security testing algorithm / S. Semenov, O. Sira, N. Kuchuk // Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2018. – № 2/4(92). – P. 39-46.
9. Merlac V. Resources Distribution Method of University e-learning on the Hyperconvergent platform / V. Merlac, S. Smatkov, N. Kuchuk, A. Nechausov // Conference Proceedings of 2018 IEEE 9<sup>th</sup> International Conference on Dependable Systems, Service and Technologies. DESSERT'2018. Ukraine, Kyiv, May 24-27, 2018. – P. 136-140.

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. С. Г. Семенов,

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків

Received (Надійшла) 9.04.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 30.05.2018

## Анализ результатов синтеза модели информационной системы e-learning

В. В. Донець, Н. Г. Кучук, С. И. Шматков

В статье рассматривается модель информационной системы e-learning. **Цель статьи** - разработка модели информационной системы e-learning, в которой для поиска оптимальной структуры будет использован аппарат генетических алгоритмов. Базой для создания программной модели служит математическая модель информационных взаимосвязей системы электронного обучения развернутой на гиперконвергентном сервере. **Результаты.** Представлен разработанный программный комплекс с объяснением запуска при наличии исполняемого файла и интерфейс использования программы с соответствующими изображениями. Также предоставлен типичный алгоритм использования программы с вводом исходных данных сохранением их в базу данных и синтезом модели. Для синтеза информационной системы e-learning были исследованы преимущества и недостатки генетического алгоритма. **Выводы.** Разработанная программа позволит повысить эффективность использования базовой гиперконвергентной сети, а, следовательно, и повысить качество функционирования системы e-learning в целом. Это является необходимой составляющей создания такой системы в условиях ограниченного бюджета университета.

**Ключевые слова:** e-learning, синтез модели, гиперконвергентная сеть, генетический алгоритм, программный комплекс.

## E-learning information system modeling with using genetic algorithms

V. Donets, N. Kuchuk, S. Shmatkov

The article describes the model of the synthesis of the e-learning information system. **The purpose of the paper** is to develop a model of the e-learning information system, in which a genetic algorithm apparatus will be used to find the optimal structure. The basis for the creation of which was the mathematical model of information interconnections of the e-learning system. **Results.** The mathematical model is deployed on a hyperconvergent server. The developed software complex is presented. With an explanation of the startup if there is an executable file. The interface of using the program with the corresponding images is presented. A typical algorithm for using the program is also shown. In it input of initial data with their preservation in the database and synthesis of the model. The advantages and disadvantages of the genetic algorithm were studied. **Conclusions.** The developed program will improve the efficiency of using the basic hyperconvergent network, and, consequently, improve the quality of the functioning of the e-learning system as a whole. This is a necessary component of the creation of such a system under the conditions of a limited budget of the university.

**Keywords:** e-learning, model synthesis, hyperconvergent network, genetic algorithm, program complex.