

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА У ПРОЦЕДУРІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ХЕНДОВЕРУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В гетерогенних мережах основною проблемою для забезпечення необхідної якості обслуговування користувачів є розробка найкращого алгоритму швидкого перемикання між різними мережами, наприклад виконання операції вертикального хендвера. У роботі запропоновано використовувати нечіткий контролер для інтелектуального алгоритму вертикального хендверу з кількома критеріями.*

**Ключові слова:** гетерогенна мережа, хендвер, нечіткий контролер.

### *Abstract*

*In heterogeneous networks, the main problem for ensuring the required user's quality of service is the development of the best algorithm for fast switching between different networks, for example, performing a vertical handover operation. The study proposes to apply a fuzzy controller for an intelligent vertical handover algorithm with several criteria.*

**Keywords:** heterogeneous network, handover, fuzzy controller.

### **Вступ**

Внаслідок швидких змін на ринку телекомунікацій, забезпечення якості мобільного зв'язку в Україні є актуальним питанням. Наразі мережі четвертого покоління вже розгорнено майже по всій території, мережі п'ятого покоління також планується розгорнути в найближчі роки. Мобільні мережі наступних поколінь є гетерогенними і включають різні технології радіодоступу, що дозволяє збільшити покриття та пропускну здатність. Зокрема, різноманітні види трафіку одночасно передаються з високошвидкісних мобільних станцій у гетерогенних мережах. Таким чином, найбільшими проблемами при створенні гетерогенної мережі є ефективне використання радіоресурсів і забезпечення прозорого безшовного пересування абонентів. При цьому механізм вертикального хендвера є ключовим для забезпечення безшовної абоненту пересуватися в гетерогенній мережі.

### **Результати дослідження**

Вертикальний хендвер здійснюється або коли мобільна станція виходить за межі зони покриття мережі, або показники якості обслуговування погіршуються, або пріоритети користувача змінюються. Процес вертикального хендвера складається з трьох етапів [1]. У першому етапі – ініціалізації – необхідно визначити доступні мобільні мережі. На цьому етапі також збираються дані, необхідні для прийняття рішення. Це можуть бути параметри абонента, мережі або телефону. На другому етапі – прийняття рішення – необхідно визначити мережу, до якої буде перенаправлено обслуговування мобільної станції. На третьому етапі – здійснення хендвера – сеанс зв'язку передається на вибрану мережу. Таким чином, на етапі прийняття рішення необхідно визначити найкращу доступну мережу, визначити час, необхідний для переключення, і вирішити, чи потрібно здійснити хендвер.

Відомі алгоритми етапу прийняття рішень поділяються на два типи: математичні та інтелектуальні. Інтелектуальні алгоритми можуть обробляти більше вхідних параметрів. Генетичні алгоритми, нечіткі контролери та штучні нейронні мережі є базою для інтелектуальних алгоритмів. Алгоритми на базі нечітких контролерів, добре підходять для використання в мережах мобільного зв'язку, які розгортаються в великих містах, де будівлі та машини погіршують сигнал [2]. При виборі найкращої мережі алгоритми на базі штучних нейронних мереж можуть враховувати налаштування користувача та можливості стільникового телефону [3]. Алгоритми на базі генетичних алгоритмів також оцінюють ймовірність успішного хендверу, що підвищує продуктивність мережі [4].

Таким чином, використання інтелектуальних алгоритмів під час процедури вертикального

хендоверу може призвести до підвищення продуктивності та якості системи мобільного зв'язку. Автори пропонують використовувати нечіткий контролер для виконання операції вертикального хендовера, оскільки використання алгоритму вертикального хендовера на основі нечіткої логіки дозволяє оптимізувати параметри мережі (рис. 1.).

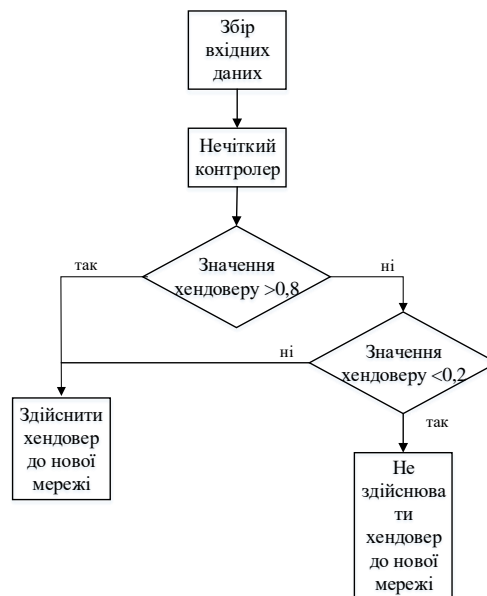


Рисунок 1 – Пропонований алгоритм хендоверу на базі нечіткої логіки

У якості вхідних величин нечіткого контролера пропонується використати такі параметри мережі: рівень потужності сигналу, доступна смуга частот, швидкість передачі даних, джитер, відстань між мобільною станцією та базовою станцією, швидкість руху мобільного абонента. Вихідною величиною нечіткого контролера є рішення стосовно доцільності здійснення хендовера.

### Висновки

Запропоновано схему прийняття рішення для інтелектуального вертикального хендовера на основі нечіткого контролера, котрий має шість вхідних параметрів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ionut Bosoanca, Anca Vargatu, «An Overview of Vertical Handoff Decision Algorithms in NGWNs and a new Scheme for Providing Optimized Performance in Heterogeneous Wireless Networks», *Informatica Economica*, V. 15(1), pp. 5-21, 2011.
2. M. T. Islam et al., «Vertical handover decision using fuzzy logic in a heterogeneous environment», in *2013 International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV)*, Dhaka, 2013, pp. 1-3. doi: 10.1109/ICIEV.2013.6572621.
3. Mahmood Adnan, Hushairi Zen, Al-Khalid Othman, «Vertical Handover Decision Processes for Fourth Generation Heterogeneous Wireless Networks», *Asian Journal of Applied Sciences*, V. 1, Is. 5, pp. 229-235, December. 2013.
4. M. Saravanan, A. Prithiviraj, «Genetic based approach to Optimize the Vertical Handover performance among Heterogeneous Network», in *Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing Systems (ICICS 2017)*, Salem, India, 2017, pp. 80-84.

**Семенова Олена Олександрівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Semenovaolena@yahoo.com

**Джус Андрій Васильович** — аспірант групи 172-23а, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dzhus1988@gmail.com

**Semenova Olena O.** – Cand. Sc. (Eng), Associate professor at the Department of Infocommunication systems and technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Semenovaolena@yahoo.com

**Dzhus Andrii V.** – post-graduate student of 172-23a group, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dzhus1988@gmail.com