

Д.В. Михалевський
Д.Р. Бриль

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ WI-FI НА БАЗІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі наведено результати дослідження можливості застосування нейронних мереж для операцій оцінювання параметрів безпроводних мереж стандарту Wi-Fi.

Ключові слова: моніторинг, оцінювання параметрів, нейронні мережі, регресійна модель, безпроводна мережа Wi-Fi.

Abstract

In this paper, presents the results of a study of the possibility of using neural networks for operations of evaluating the parameters of wireless networks of the Wi-Fi standard.

Keywords: monitoring, parameter estimation, neural networks, regression model, Wi-Fi wireless network.

На сьогодні, безпроводні мережі стандарту Wi-Fi є ключовою інфраструктурою для передачі інформації у приватних, корпоративних та промислових середовищах. Зростання кількості пристроїв, що підключаються до мережі, призводить до ускладнення процесів керування ресурсами для забезпечення відповідної якості інфокомунікаційних сервісів, що потребує оптимізації пропускної здатності та мінімізації затримок [1]. Традиційні методи та моделі часто не враховують складних нелінійних залежностей між параметрами мереж та факторами впливу із динамічними характеристиками, що потребує створення вдосконалених механізмів моніторингу та оцінювання [2]. У цьому контексті перспективним напрямком є застосування нейронних мереж, що відкривають нові можливості для підвищення ефективності оцінювання параметрів мереж стандарту Wi-Fi.

При оцінюванні параметрів мереж стандарту Wi-Fi можна розглядати основні технічні показники [3-5]: рівень сигналу (RSSI, Received Signal Strength Indicator); пропускна здатність каналу (Throughput); затримка (Latency); імовірність втрати пакетів (Packet Loss Rate); спектральна ефективність; коефіцієнт використання каналу (Channel Utilization). Ці параметри взаємопов'язані та залежать від багатьох факторів, таких як довжина каналу, тип та форма перешкод, кількість активних безпроводних каналів, параметрів середовища та ін. [6]. Враховуючи складність отримання характеристики передачі інформації у безпроводних каналах [7], можна застосувати нейронну мережу для узгодження параметрів середовища та параметрів мережі із знаходженням середньостатистичної моделі. Для цього застосуємо регресійну модель нейромережі на базі перцептрона із функцією активації (MLP - Multi-Layer Perceptron) [8]. Така модель є досить простою та доступною при реалізації програмними засобами мови Python, й її доцільно використовувати для прогнозування рівня сигналу та пропускної здатності на основі відстані, частотного діапазону, кількості архітектурних перешкод.

Для досліджень було обрано нейронну мережу із двома прихованими шарами, на 32 та 16 нейронів із функцією активації ReLU (Rectified Linear Unit). На вихідному шарі застосовувався один нейрон для оцінювання рівня сигналу, а також функція втрат для оцінювання похибки та оптимізатор Adam. В якості перешкод, використовувався умовний індекс складності середовища для тренування нейромережі у частотному діапазоні 2,4 ГГц. Як базовий сценарій без додаткових стін, перегородок чи інших об'єктів умовний індекс позначено як «перешкода 0». Для умови – одна стіна між точкою доступу та приймачем, або еквівалентна кількість завад, позначено «перешкода 1» та для двох стін чи більш складного середовища – «перешкода 2». Результати оцінювання наведено на рис. 1.

Таким чином, застосування нейронних мереж для оцінювання параметрів безпроводних мереж стандарту Wi-Fi є перспективним напрямком, що дозволяє підвищити точність

прогнозування та оптимізації, але потребує великої кількості даних при навчанні, для підвищення точності обчислень, оскільки існування значної кількості факторів впливу приводить до появи помилок, як показано на рис. 1 б.

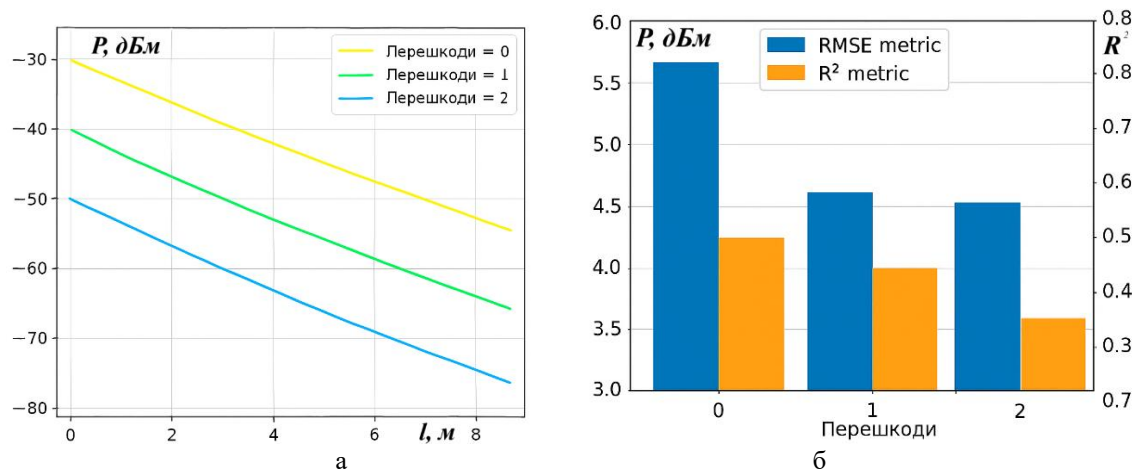


Рис. 1. Результати оцінювання: а – рівня сигналу на базі перцептрона; б – точності отриманих результатів від типу перешкод

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ibrahim Sammour. Performance Enhancement in Wi-Fi Networks using Machine Learning. Machine Learning [cs.LG]. Université Clermont Auvergne, 2023. English. ffnNT : 2023UCFA0041ff. 111 p.
2. Mykhalevskiy D. V. Evaluation of wireless information transmission channel settings of 802.11 wi-fi standardю EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. 2014. ,Vol.. 6. Issue 9 (72). Pp. 22-25. DOI: 10.15587/17294061.2014.31666..
3. Mykhalevskiy D. Investigation of Sensitivity Impact of Receiver to Effective Data Transmission Rate. Proceeding of the 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing. Conference Proceeding. August 23–27. 2016. Lviv, Ukraine. Pp. 369-372.
4. Михалевський Д.В., Городецька О.С. Оцінка ефективної швидкості передачі інформації для сімейства стандартів 802.11x у діапазоні 2.4 ГГц. Sword. 2015. В. 3(40). Том 3. С. 43–47.
5. Михалевський Д.В., Красота Р.О., Гузь М.Д. Передача трафіку у мережах Wi-Fi при дії інтерференційних завад. Sword. 2014. № 4(37) Том 5. С. 13–16.
6. Михалевський Д.В., Номировська В.В., Постернак О.М. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2015. № 2. С. 155–159.
7. Liu Y. F., Chang T. H., Hong M., Wu Z., So A. M. C., Jorswieck E. A., Yu W. A Survey of Recent Advances in Optimization Methods for Wireless Communications. arXiv:2401.12025v3. 2024. Pp. 1-39.
8. Vishwakarma R., Joshi R.B., Mishra S. IndoorGNN: A Graph Neural Network based approach for Indoor Localization using WiFi RSSI. arXiv:2312.07609v1. 2023. Pp. 1-13.

Михалевський Дмитро Валерійович — д.т.н., професор кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Бриль Дмитро Романович — аспірант, кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dsma.bril.96@ukr.net

Mikhalevsky Dmytro V. — Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bryl Dmytro R. — postgraduate student at the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dsma.bril.96@ukr.net