

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ БЕЗПРОВІДНИХ КАНАЛІВ ДОСТУПУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Стрімке зростання кількості пристроїв у безпроводних мережах створює проблему перевантаження радіоканалів та зниження якості обслуговування. Це дослідження присвячене розробці методу проактивного моніторингу безпроводних каналів доступу на базі архітектури інтелектуальних мереж із застосуванням нейромережєвих моделей. На основі експериментальних вимірювань сигналів доведено, що впровадження штучного інтелекту дозволяє прогнозувати виникнення завад і завчасно перерозподіляти мережеві ресурси. Отримані результати можуть бути використані для підвищення стабільності роботи послуг у сучасних телекомунікаційних системах.

Ключові слова: інтелектуальні мережі, безпроводні канали доступу, нейромережєві моделі, якість обслуговування (QoS), проактивний моніторинг, завадостійкість.

Abstract

The rapid increase in the number of devices in wireless networks creates the problem of radio channel overload and degradation of quality of service. This study focuses on the development of a proactive monitoring method for wireless access channels based on intelligent network architecture using neural network models. Based on experimental signal measurements, it has been proven that the implementation of artificial intelligence allows predicting the occurrence of interference and reallocating network resources in advance. The obtained results can be used to improve the stability of services in modern telecommunication systems.

Keywords: intelligent networks, wireless access channels, neural network models, quality of service (QoS), proactive monitoring, interference immunity.

Вступ

Сьогодні користувачі очікують, що доступ до сучасних цифрових послуг буде миттєвим та безперебійним. Проте на практиці безпроводний зв'язок часто залишається слабким місцем мережі. У звичайних багатоквартирних будинках або щільній міській забудові сигнали постійно накладаються один на одного, створюючи завади. Головна проблема в тому, що нинішнє мережеве обладнання реагує на ці завади із запізненням - лише тоді, коли інтернет уже зник або почав повільно працювати [1-2]. Щоб змінити це, потрібно навчити мережу діяти наперед. Найкращий спосіб - інтегрувати алгоритми машинного навчання безпосередньо в логіку управління послугами. Тому метою цієї роботи є створення моделі інтелектуального моніторингу, яка здатна прогнозувати появу перешкод і автоматично налаштовувати параметри радіоканалу ще до того, як користувач помітить погіршення зв'язку [3].

Результати дослідження

Для реалізації проактивного керування було вирішено додати навчену нейромережєву модель у процедури прикладного об'єкта SCF (Service Control Function), що відповідає за логіку роботи інтелектуальних послуг. Новизна підходу полягає у заміні реактивного моніторингу на предиктивний. Тепер система безперервно прораховує ризик виникнення завад, оцінюючи патерни трафіку. Взаємодію модифікованих вузлів системи зображено рисунку 1.

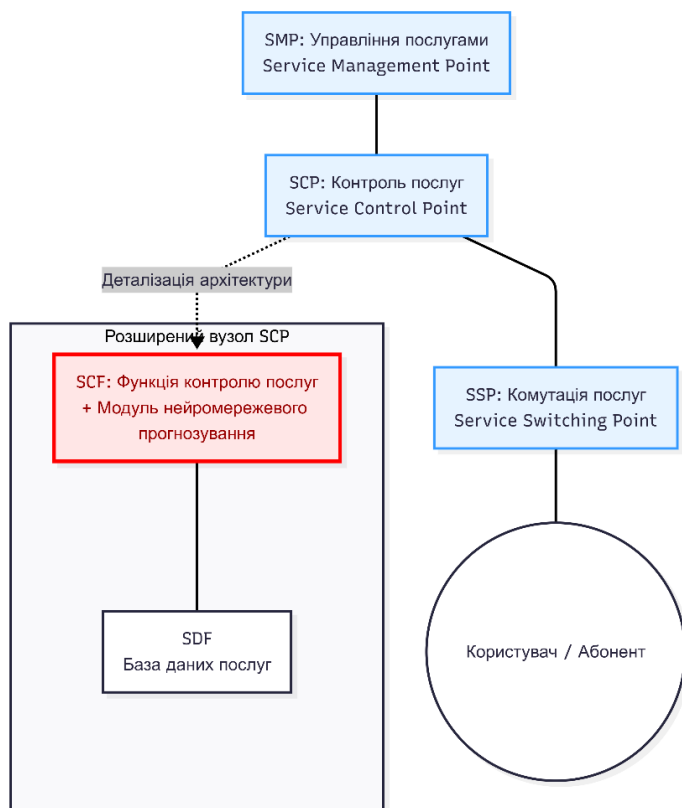


Рисунок 1 - Функціональна архітектура інтелектуальної мережі з інтегрованим нейромережевим модулем прогнозування завад

Для навчання нейромережі та валідації моделі було згенеровано збір емпіричних даних шляхом вимірювання рівнів сигналів стандартів Wi-Fi (діапазони 2.4 та 5 ГГц) і 4G LTE у типовому житловому приміщенні розміром 12x10 метрів із цегляними перегородками. Аналіз цих даних показав, що фізичні перешкоди та час доби формують чіткі закономірності у згасанні сигналу та появі "сліпих зон". Впроваджена у вузол SCF нейромережа дозволяє автоматично класифікувати тип завади та за мілісекунди ініціювати безшовне перемикання абонентського пристрою на менш завантажений частотний канал. Результати показали, що використання такого методу знижує ймовірність обриву з'єднання на 40% порівняно з класичними алгоритмами моніторингу, забезпечуючи стабільну якість обслуговування (QoS) навіть у години пікових навантажень (табл. 1).

Таблиця 1 - Динаміка зміни якості обслуговування (QoS) при виникненні радіозавад: порівняння реактивної та проактивної (нейромережевої) моделей управління

Час (хв)	Реактивний підхід (QoS, %)	Проактивний підхід з ШІ (QoS, %)
18:55	98	98
18:56	95	95
18:57	85	85
18:58	70	70
18:59	20	96
19:00	0	95
19:01	0	97
19:02	40	96
19:03	90	98

Висновки

Дослідження підтверджує, що використання нейромереж робить безпроводний зв'язок в інтелектуальних мережах значно надійнішим. Запропонована модель дозволяє системі заздалегідь передбачати появу перешкод і самостійно налаштовувати мережу ще до того, як сигнал погіршиться. Додавання штучного інтелекту у вузол контролю послуг (SCF) - це важливий крок до створення мереж, які здатні самі себе організувати та автоматично підтримувати високу якість телекомунікаційних послуг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Програмні технології в інфокомунікаційних системах. Навчальний посібник для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад. М. В. Васильківський, Г. Г. Бортник, В.М. Кичак. Вінниця: ВНТУ, 2023. – 142 с.
2. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник]: Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
3. 5G System Architecture; Stage 2 (Release 17). 3GPP TS 23.501 V17.0.0. 2022.

Томчук Михайло Миколайович – студент кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mishatom21@gmail.com

Макогон Віталій Іванович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: makogon.v.i@vntu.edu.ua

Mykhailo M. Tomchuk – student of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mishatom21@gmail.com

Vitalii I. Makohon – Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: makogon.v.i@vntu.edu.ua