

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ

Акулін В.В.

e-mail: vladyslav.akulin1@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н., проф. Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС

The diversity of wireless signals requires efficient recognition methods. Machine learning algorithms such as CNN, RNN, and Random Forest enable accurate signal classification and spectrum monitoring. These approaches improve the performance of modern wireless systems, including 5G, IoT, and cognitive radio networks.

Зі зростанням числа бездротових пристроїв та різноманітності радіосигналів виникає потреба в автоматичному розпізнаванні та класифікації сигналів для управління спектром, забезпечення безпеки зв'язку та оптимізації роботи мереж [1,2]. Традиційні методи аналізу радіосигналів, засновані на детектуванні частотних та часових характеристик, часто виявляються недостатньо ефективними за складних умов шуму та багатопроменевого поширення. В останні роки машинне навчання (ML) та глибоке навчання (Deep Learning) стають ключовими інструментами для інтелектуального аналізу радіосигналів, дозволяючи автоматизувати їхню класифікацію та розпізнавання [2,3].

Метою дослідження є вивчення можливостей застосування методів машинного навчання для розпізнавання та класифікації радіосигналів, оцінка їх ефективності та визначення найбільш відповідних алгоритмів для різних типів радіоканалів. Метою дослідження є вивчення можливостей застосування методів машинного навчання для розпізнавання та класифікації радіосигналів, оцінка їх ефективності та визначення найбільш відповідних алгоритмів для різних типів радіоканалів [4].

Машинне навчання (ML) та глибоке навчання (Deep Learning, DL) відкривають нові можливості для інтелектуального аналізу радіосигналів. Серед ключових алгоритмів використовуються:

- згорткові нейронні мережі (CNN) – для отримання ознак із спектральних та часових уявлень сигналів;
- рекурентні нейронні мережі (RNN) – для врахування послідовних залежностей у часових сигналах;
- Random Forest (RF) – класичний алгоритм ансамблевого навчання для класифікації сигналів на основі одержаних ознак.

CNN ефективні для аналізу спектральних та часових характеристик сигналів, а RNN дозволяють враховувати послідовні залежності. Використання ML підвищує точність розпізнавання, прискорює адаптацію до нових типів сигналів та покращує моніторинг радіочастотного спектру в су-

часних мережах, включаючи 5G та IoT.

Застосування цих методів дозволяє автоматично класифікувати сигнали типу модуляції, виявляти нові або аномальні сигнали і покращувати моніторинг радіочастотного спектра. Алгоритми ML забезпечують більш високу точність розпізнавання в порівнянні з традиційними методами і здатні адаптуватися до умов радіоканалу, що змінюються.

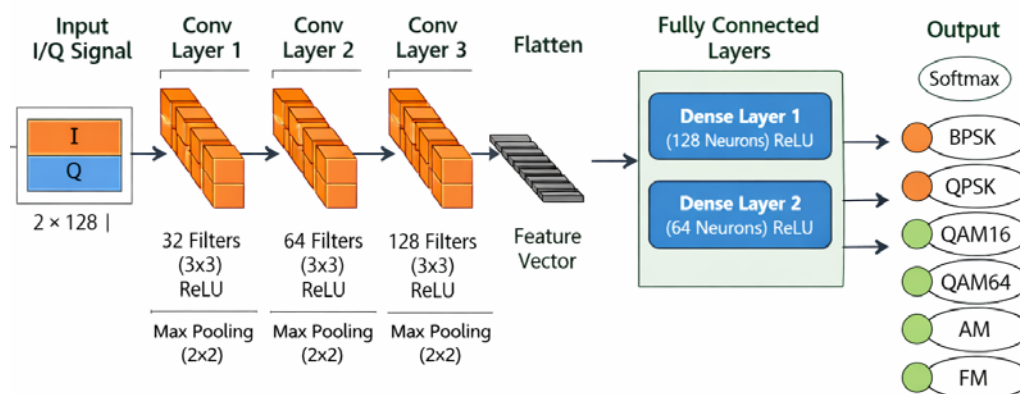


Рисунок 1– Схема архітектури неймережі (CNN для радіосигналів)

Дослідження показало, що методи машинного навчання значно підвищують точність розпізнавання та класифікації радіосигналів у порівнянні з класичними алгоритмами. CNN ефективні для вилучення ознак із сигналів у спектральній та часовій областях, а RNN дозволяють враховувати послідовні залежності у часових сигналах. Використання ML також спрощує адаптацію систем до нових типів сигналів та змінних умов радіоканалу.

Застосування інтелектуальних алгоритмів сприяє покращенню моніторингу спектру, виявленню несанкціонованих передавачів та оптимізації роботи сучасних бездротових мереж, включаючи IoT та 5G.

Список використаних джерел: 1. Wang T., Yang G., Chen P., Xu Z., Jiang M., Ye Q. A Survey of Applications of Deep Learning in Radio Signal Modulation Recognition // *Applied Sciences*. – 2022. – Vol. 12, No. 23. – P. 12052. 2. Abd-Elaziz O. F., Abdalla M., Elsayed R. A. Deep Learning-Based Automatic Modulation Classification Using Robust CNN Architecture for Cognitive Radio Networks // *Sensors*. – 2023. – Vol. 23, No. 23. – 9467. 3. Rajesh S., Geetha S., Sudarson B., Ramesh S. Deep Learning based Real Time Radio Signal Modulation Classification and Visualization // *International Journal of Engineering and Manufacturing*. – 2023. 4. Szeliski R. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. – 2nd ed. – Springer, 2022. 5. Davaslioglu K., Boztas S., Ertem M. C., Sagduyu Y. E., Ayanoglu E. Self-Supervised RF Signal Representation Learning for NextG Signal Classification with Deep Learning // *ArXiv*, 2022.

УДК 004.94:004.89