

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

Electrical Engineering, 10(2), 123–141.
<https://doi.org/10.1007/s40534-023-00320-6>

УДК 621.396

*д-р техн. наук, проф., Трубчанінова К.А., УкрДУЗТ,
м. Харків, Україна
аспірант, Голейчук Л.В., УкрДУЗТ, м. Харків,
Україна*

ІНТЕГРАЦІЯ НАДШИРОКОСМУГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МАШИННИМ НАВЧАННЯМ ДЛЯ АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В ДИНАМІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Надширокосмугові (UWB) технології є ключовим інструментом сучасних інформаційних та комунікаційних систем, оскільки поєднують високу пропускну здатність, стійкість до багатопроменевих завад та можливість високоточного позиціонування. Проте динамічність середовищ (зміна геометрії простору, рух об'єктів, варіативність відбитих сигналів) знижує точність визначення місцеположення та стабільність передачі даних. Інтеграція надширокосмугових технологій (UWB) з алгоритмами машинного навчання відкриває новий рівень розвитку адаптивних систем у сфері інформаційних та комунікаційних технологій. Головною перевагою UWB є надзвичайно висока точність вимірювання відстані та стійкість до впливу перешкод, що робить цю технологію незамінною у завданнях позиціонування, відстеження та передачі даних у складних середовищах. Проте основна проблема полягає в тому, що ефективність роботи UWB значно знижується у динамічних умовах, коли середовище постійно змінюється: з'являються нові відбивальні поверхні, рухаються об'єкти, змінюється конфігурація простору. Це призводить до коливань у затримках сигналу, багатопроменевих ефектів і зростання похибки визначення координат.

Машинне навчання дає змогу розширити функціональні можливості UWB, забезпечуючи створення систем, здатних самостійно адаптуватися до змін. Алгоритми навчання можуть виявляти закономірності у великих масивах даних, що формуються під час роботи UWB-систем, і використовувати ці знання для прогнозування та компенсації помилок. Наприклад, замість того, щоб покладатися лише на вимірювання часу приходу сигналу, система може враховувати й інші характеристики каналу: зміну рівня потужності сигналу, співвідношення сигнал/шум, статистику відбитих хвиль. Поєднання цих параметрів із алгоритмами машинного навчання дозволяє системі робити висновки про реальне розташування об'єкта навіть у присутності суттєвих завад.

Важливим напрямом інтеграції є використання алгоритмів глибокого навчання для аналізу часових послідовностей. Оскільки параметри UWB-сигналу змінюються не лише просторово, а й у часі, ефективними є архітектури на зразок рекурентних нейронних мереж, які можуть «запам'ятовувати» попередні стани й на цій основі передбачати наступні. Таким чином, система не просто реагує на зміни середовища, а прогнозує їх, що дозволяє зменшити затримки та забезпечити більш плавну роботу в реальному часі.

Не менш перспективним є застосування методів онлайн-навчання, коли модель постійно оновлює свої параметри в міру отримання нових даних. Це особливо актуально для динамічних середовищ, у яких характеристики каналу можуть змінюватися дуже швидко, наприклад, на виробничих лініях з великою кількістю рухомих об'єктів або в транспортних системах. Онлайн-алгоритми забезпечують адаптацію системи без необхідності повного перенавчання, що дозволяє зберігати стабільність роботи навіть у непередбачуваних умовах.

Робота присвячена розробці адаптивних систем на основі інтеграції UWB технологій та алгоритмів машинного навчання для підвищення точності позиціонування та стабільності передачі даних у динамічних середовищах. Використання таких алгоритмів дозволить створювати системи, здатні самостійно адаптуватися до змін умов роботи, прогнозувати похибки та коригувати їх, враховуючи різні характеристики сигналу, включаючи форму імпульсу, рівень потужності та співвідношення сигнал/шум.

Розроблені методи та моделі забезпечують перехід від статичних систем до динамічних, що самонавчаються під час експлуатації, підвищуючи точність і надійність роботи у складних умовах, де з'являються нові відбивальні поверхні, рухаються об'єкти або змінюється конфігурація простору. Особлива увага приділена енергоефективності: адаптивні системи можуть автоматично регулювати частоту опитування сенсорів або динамічно змінювати режим роботи залежно від поточної якості каналу, що дозволяє продовжити термін служби батарей у пристроях IoT.

1. Liu, Y., Wang, J., & Huang, K. (2023). Machine learning empowered UWB localization for dynamic IoT environments. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(5), 4123-4135.

2. Zhang, X., Chen, Y., & Li, T. (2024). Adaptive fusion of UWB and deep learning algorithms for robust positioning in complex environments. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 23(2), 765-777.