УДК 004.032.26:004.93

ВИКОРИСТАННЯ СІГМА-ПІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Кулішов Є.А.
e-mail: yehor.kulishov@nure.ua
Науковий керівник – проф. Коляндовська М. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна

In modern military conflicts, the ability to quickly identify targets plays a key role in increasing the effectiveness and safety of combat operations. Thanks to advanced technologies and advances in machine learning and big data analysis, it is possible to accurately identify enemy forces and improve strategic decision-making. However, these technologies have significant limitations that complicate their use. But Σ-P (Sigma-Pi) neural networks can help overcome these limitations. This work aims to review the problem of increasing the speed of military object recognition using sigma-pi neural networks.

Сучасні досягнення в сфері машинного навчання та аналізу великих обсягів даних дозволяють обробляти значні масиви інформації, що допомагає покращувати процес ухвалення правильних рішень [1,2]. Це робить розпізнавання певних об'єктів у реальному часі критично важливим для успішного проведення необхідних дій. Використання сучасних архітектур нейронних мереж на основі глибокого навчання демонструє високу ефективність у виконанні таких завдань.

Проте ці технології мають і суттєві обмеження, які ускладнюють їх використання. Більшість глибоких нейронних мереж, що застосовуються для розпізнавання, були навчені на наборах даних, що дуже обмежені, а також ускладнюється тим, що багато об'єктів можуть бути частково або повністю зруйновані.

Ще одним недоліком є те, що навчання глибоких мереж зазвичай не передбачає поступового оновлення інформації, а для додаткової підготовки моделі потрібні великі обсяги даних. Навіть при використанні методів перенесення навчання (transfer learning) необхідні значні набори даних. Тому створення штучної нейронної мережі, здатної ефективно навчатися на невеликих обсягах інформації та швидко адаптуватися, залишається актуальним і важливим завданням.

Дана робота ставить за мету огляд проблеми підвищення швидкості розпізнавання об'єктів за допомогою сігма-пі нейронних мереж.

Нейронні мережі вищого порядку (HONN) [3] можуть бути корисними завдяки своїй високій здатності до наближення. У більшості архітектур нейронних мереж шари нейронів виконують операцію підсумовування (Σ-шари). Через це, щоб точно наблизити складні багатовимірні нелінійні функції, потрібно значно збільшувати кількість шарів, що, у свою чергу, упо-

вільнює процес навчання. Штучні нейронні мережі, такі як багатошарові перцептрони (MLP) та радіально-базисні функціональні мережі (RBFN), широко застосовуються для розв'язання завдань моделювання, ідентифікації та керування. Багатошарові перцептрони є ефективними універсальними апроксиматорами [4], і RBFN мають подібні властивості.

Нейронні мережі типу Σ-P (Sigma-Pi) поєднують переваги багатошарових перцептронів (MLP) та радіально-базисних мереж (RBFN). Вони мають двошарову архітектуру, де нейрони прихованого шару використовують два типи нелінійних активаційних функцій: сигмоїдну та радіально-базисну. Вихідний шар формує лінійну комбінацію сигналів, отриманих із прихованого шару.

Завдяки такій структурі мережа Σ-P здатна наближати практично будь-яку функцію, як одновимірну, так і багатовимірні залежності, що робить її ефективною для завдань розпізнавання образів. Окрім стандартного підсумовування у шарах, ці мережі також використовують операції множення, що суттєво покращує швидкість навчання та точність наближення в складних нелінійних задачах.

Додатковою перевагою є здатність Σ-P мереж навчатися на невеликих наборах даних (кілька тисяч зразків), що є критично важливим у певних умовах, де обсяг доступної інформації може бути обмеженим.

Список використаних джерел:

[1] G. Liu, W. Wu, Search and recovery network for camouflaged object detection. Image and Vision Computing, volume 151, 2024, 105247, URL – doi:10.1016/j.imavis.2024.105247 (дата звернення 03.03.2025).

[2] Q. Ye, Y. Zhou, G. Huo, Y. Liu, Y. Zhou, Q. Li. Reverse cross-refinement network for camouflaged object detection. Image and Vision Computing, volume 150, 2024, 105218, URL – doi:10.1016/j.imavis.2024.105218 (дата звернення 03.03.2025).

[3] C. L. Giles, T. Maxwell. Learning, invariance, and generalization in a high-order neural network. Appl. Opt. 26(23), (1987) 4972–4978 (дата звернення 03.03.2025).

[4] K. Hornik. Approximation capabilities of multilayer feedforward networks. Neural Networks, 4, (1991) 251 – 257 (дата звернення 03.03.2025).