

МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СОРТУВАЛЬНИХ ЛІНІЙ ПОШТИ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Коваленко О.А.

email: oleksii.kovalenko3@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., проф. Гребеннік І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КМІТ
м. Харків, Україна

This report examines the results of a study of five types of artificial neural networks (ANNs) – FFNN, GRNN, PNN, RBF and LVQ – for implementing a decision-making model for automated sorting lines (ASLs) at parcel sorting centers. The aim of the study was to compare different types of ANNs and training algorithms for implementing the ASL decision-making model. Analysis of the results showed that FFNN is the most promising, as it provides the required relative probability of correct parcel classification (97 %), and its hidden (first) layer is implemented using the minimum number of neurons (28).

Для реалізації сортування об'єктів поштових відправлень (посилок) використовуються автоматизовані сортувальні лінії (АСЛ), які є конструктивними елементами для створення автоматизованих сортувальних конвеєрів (АСК). Такими АСК оснащуються центри сортування посилок та дистрибуційних центрів крос-докінгу [1]. Проблемою застосування АСЛ у сфері доставки є обмеження їх моделей прийняття рішень, пов'язаних з невизначеністю умов сортування посилок за категоріями, які визначаються вагогабаритними параметрами. Ця проблема зумовлена обмеженими функціональними можливостями АСЛ, які здійснюють сортування посилок за адресами доставки без урахування їх ваги та габаритів [2, 3].

У доповіді розглядаються результати досліджень моделей прийняття рішень АСЛ у вигляді штучної нейронної мережі (ШНМ), що реалізує задану класифікацію посилок за їх вагою та габаритами. Метою досліджень було порівняння різних видів ШНМ та алгоритмів навчання для реалізації моделі прийняття рішень АСЛ, що здійснює класифікацію та сортування посилок за заданими діапазонами їх вагогабаритних параметрів. Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання: визначення діапазонів ваги та габаритів посилок, пов'язаних із номерами завантажувальних лотків АСЛ; визначення логіки сортування посилок за їхньою вагою та габаритами; визначення параметрів наборів даних для навчання та тестування нейронних мереж; навчання та тестування ШНМ для визначення їх архітектури та параметрів.

Досліджувались такі типи ШНМ:

– нейронна мережа на основі радіальних базисних функцій (Radial Basis Function Network, RBF);

- узагальнена регресійна нейронна мережа (Generalized Regression Neural Network, GRNN);
- ймовірнісна нейронна мережа (Probabilistic Neural Network, PNN);
- нейронна мережа з прямою передачею сигналу (Feed-Forward Neural Networks, FFNN);
- нейронна мережа квантування вектора навчання (Learning Vector Quantization Network, LVQ).

Як показники якості для порівняльного аналізу ШНМ використовувалися:

- кількість нейронів першого шару нейронної мережі;
- середньоквадратична помилка навчання;
- відносна точність правильної класифікації посилок за діапазонами їхньої ваги та розмірів, що визначаються номерами завантажувальних лотків АСЛ.

Аналіз отриманих результатів показав, що FFNN є найбільш перспективною, оскільки забезпечує необхідну відносну ймовірність правильної класифікації посилок (97 %), а її прихований (перший) шар реалізується з використанням мінімальної кількості нейронів порівняно з іншими нейронними мережами. Обсяги обчислень навченої FFNN пов'язані з операціями додавання та множення векторів, що значно спрощує її програмну реалізацію. Недоліком GRNN, PNN, RBF та LVQ є значний обсяг обчислень, зумовлений великою кількістю нейронів у першому шарі.

Проведене дослідження дозволило визначити переваги та обмеження архітектур нейронних мереж, обраних для реалізації моделі прийняття рішень АСЛ, яка здійснює класифікацію посилок за трьома діапазонами їхньої ваги та розмірів і реалізує задану логіку їх сортування з а завантажувальними дверима та лотками в потоці конвеєра.

Список використаних джерел:

1. Grebennik I., Kovalenko O. Realisation of a Given Trucks Loading Logic using a Fuzzy Decision Making Model, *14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. 2024. P. 27–31. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712615>
2. Grebennik I., Kovalenko O. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) for Control of Loading Logic in Parcel Sorting Centers, *15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. 2025. P. 46–50, DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185826>
3. Romanova T., Litvinchev I., Grebennik I., Kovalenko A., Urniaieva I. Packing Convex 3D Objects with Special Geometric and Balancing Conditions, *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 1072. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4_27