

УДК 004.8

Жуков О.О.¹, Горбенко В.І.²

¹ асист., Запорізький Національний Університет

² канд. фіз.-мат. наук, доц., Запорізький Національний Університет

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СТАНУ ВУЛИКА ЗА ДОПОМОГОЮ LSTM МЕРЕЖ ТА АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Моніторинг стану бджолиних колоній є важливою задачею сучасного бджільництва. Серед інших можливих станів, важливим є виявлення процесу роїння, коли значна частина колонії покидає вулик разом із маткою [1]. Своєчасне виявлення роїння може запобігти втраті частини колонії та зменшити економічні збитки пасічників. Традиційні методи моніторингу, що базуються на періодичних візуальних оглядах, мають обмеження у частоті та якості спостережень [2]. Хоча існуючі автоматизовані системи моніторингу можуть збирати дані безперервно, їх ефективність часто обмежена специфікою конкретного вулика та умов його експлуатації.

Метою даного дослідження є розробка системи виявлення стану роїння, що базується на аналізі відносних змін ваги вулика з використанням нейронних мереж на базі LSTM.

У дослідженні використано набір даних з платформи Kaggle, що містить похвилинні показники сенсорів з вуликів за період 2019-2022 років [3]. Серед даних що надає цей датасет, можна виділити дані про вагу вуликів та події, що з ними відбувались, зокрема роїння. Процес підготовки даних включав наступні етапи:

- інтерполяція та згладжування даних про вагу;
- агрегація даних з хвилинного до 20-хвилинного інтервалу;
- розрахунок відносної зміни ваги у відсотках відносно 5 попередніх часових кроків;
- формування вікон розміром 24 кроки для аналізу часових рядів;
- створення міток, що вказують на наявність події роїння для кожного вікна.

Такий підхід до обробки даних дозволяє створити універсальну модель, що не залежить від абсолютної ваги конкретного вулика. Після підготовки даних, було отримано набір з 278 часових рядів, 50% з яких містять подію роїння. Дані були розділені на тренувальну (75%) та тестову (25%) вибірки зі збереженням співвідношення позитивних та негативних прикладів.

Розроблена модель нейронної мережі має наступну архітектуру: LSTM шар (розмір = вікно * 10) з функцією активації ReLU, Dropout шар з коефіцієнтом 0.1, Dense шар (розмір = вікно * 10) з функцією активації ReLU, вихідний Dense шар розміром 1 з сигмоїдною функцією активації, де розмір вікна = 24 кроки.

Модель навчалася впродовж 25 епох, зі значенням batch size = 25. Результати навчання моделі наведено на рисунку 1, де видно позитивну динаміку точності та функції втрат. У результаті навчання модель показала значення точності на наборі даних для валідації у 95%.

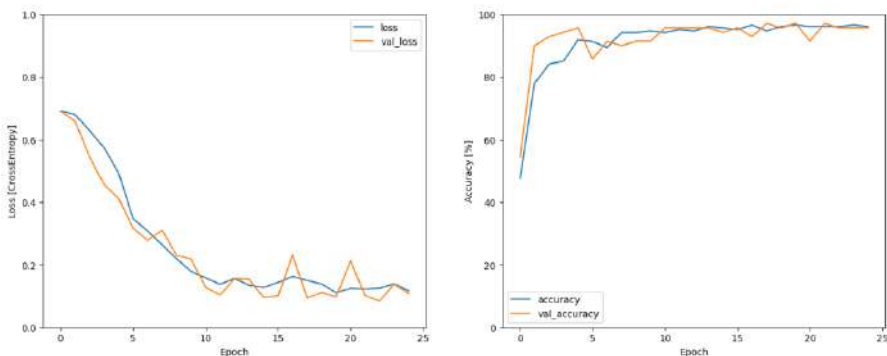


Рисунок 1 – Графіки значень функції втрат та точності для наборів валідації та навчання.

Розроблена модель демонструє високу ефективність у виявленні роїння на основі аналізу відносних змін ваги вулика. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію розміру вікна та частоти збору даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zacepins, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J., & Stalidzans, E. Challenges in the development of Precision Beekeeping // Biosystems Engineering. 2015. Vol. 130. P. 60-71.
2. Meikle, W. G., & Holst, N. Application of continuous monitoring of honeybee colonies // Apidologie. 2015. Vol. 46, No. 1. P. 10-22.

3. Senger, D., Gruber, C., Kluss, T., Johannsen, C. Weight, temperature and humidity sensor data of honey bee colonies in Germany, 2019–2022 // Data in Brief. 2024. Vol. 52. 110015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.110015>.