

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Жукова Олександра Олексійовича
на тему «Нейромережеві методи ідентифікації стану бджолої сім'ї»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційне дослідження присвячене розробці методів застосування нейромережевих технологій для автоматизованого моніторингу бджолої сім'ї.

Стрімкий розвиток технологій інтернету речей та сенсорних мереж створює нові можливості для безперервного збору великих обсягів мультимодальних даних у реальному часі. Ефективна обробка візуальних та акустичних даних, а також часових рядів, потребує розробки спеціалізованих підходів машинного навчання.

Зростаюча потреба в автоматизації процесів в агрокультурі та бджільництві вимагає створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Нейронні мережі, завдяки своїй здатності до адаптації та узагальнення, є перспективним інструментом для розв'язання задач класифікації станів складних біологічних об'єктів.

Актуальність наданої дисертаційної роботи зумовлена важливістю розробки нейромережевих моделей для автоматизованої ідентифікації станів бджолої сім'ї на основі даних змішаного типу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження, результати яких викладено в дисертації, виконано під час виконання окремих розділів науково-дослідної роботи, в яких автор був виконавцем та розробляв нейромережеві архітектури моделей глибокого навчання і виконував їх опис, які були використані у дисертаційному дослідженні.

Наукова новизна.

При виконанні дисертаційної роботи отримано такі наукові результати:

– *вперше* запропоновано використання адаптивного підходу на основі доменної адаптації для аудіосигналів вулика, що дозволило досягти прийнятної точності при донавчанні на значно меншій кількості даних з перспективою підвищення узагальнювальної здатності моделей;

– *вперше* запропоновано використання методу попередньої обробки даних часових рядів шляхом використання відносних значень даних із сенсорів, розміщених у вулику;

– *вперше* реалізовано моделі нейронних мереж ідентифікації подій та станів на основі часових рядів, що забезпечили високу точність визначення як короткочасних, так і тривалих станів.

– *отримали подальшого розвитку* використання методів нормалізації зображень для підвищення стабільності результатів ідентифікації об'єктів.

– *отримали подальшого розвитку* моделі нейронних мереж класифікації стану бджіл на зображенні, що забезпечують високу точність та компактний розмір моделі.

Практичне значення отриманих результатів.

Створено технологічну основу для розробки автоматизованих систем моніторингу бджолиних вуликів, які можуть функціонувати в умовах обмежених обчислювальних ресурсів та забезпечувати неінвазивний контроль стану бджолиних сімей. Розроблено експериментальну систему моніторингу, що підтвердила ефективність запропонованих підходів. Розроблений метод попередньої обробки даних дозволяє створювати узагальнені моделі ідентифікації стану вулика.

Оцінка змісту дисертації та її основних положень.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку.

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, визначено зв'язок роботи з науково-дослідними програмами, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, а також наведено відомості про апробацію результатів роботи.

У першому розділі виконано аналіз стану проблеми автоматизованого моніторингу стану бджолиної сім'ї засобами нейронних мереж. Висвітлено недоліки традиційних методів моніторингу та перспективи застосування нейромереж.

У другому розділі розроблено нейромережеві моделі візуальної ідентифікації бджіл та класифікації їх станів. Проведено порівняльне дослідження п'яти архітектур нейронних мереж для детекції об'єктів. Досліджено методи оптимізації ідентифікації через покращення зображень з використанням алгоритмів HE та CLANE. Розроблено дві моделі класифікації станів окремих бджіл: спеціалізовану згорткову нейронну мережу та модель на основі MobileNetV2.

Третій розділ містить дослідження методів використання нейронних мереж для класифікації станів на основі акустичних даних. Розроблено згорткові нейронні мережі для класифікації присутності або відсутності матки у вулику. Особливу увагу приділено методу доменної адаптації як засобу підвищення узагальнювальної здатності моделей при роботі з новими наборами даних та в умовах обмежених обсягів навчальних даних.

У четвертому розділі розглянуто методи застосування підходів точного бджільництва та нейронних мереж для ідентифікації станів та подій у вулику на основі сенсорних даних. Досліджено використання рекурентних нейронних мереж LSTM для аналізу часових рядів. Розроблено дві спеціалізовані моделі: для ідентифікації точкових станів та глобальних станів. Створено та випробувано експериментальну систему моніторингу.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні положення роботи було опубліковано у 13 наукових працях, із них: 4 статті у наукових фахових виданнях України, що належать до категорії Б; 9 тез доповідей на науково-практичних конференціях; 1 публікація, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus;

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

1. Наведені у розділі 2 моделі можуть бути використані з відео файлами, однак ця можливість не була детально розкрита у дисертаційній роботі.

2. У таб. 2.3 та 2.7 наведені абсолютні значення, але нейронна мережа може рахувати результати по-різному при різних запусках. Доречно було б використати середні значення на основі декількох запусків щоб показати, що модель є стабільною.

3. Не обґрунтовано чому у розділі 4 для аналізу часових рядів було використано саме LSTM, а не інші сучасні архітектури як Transformer чи GRU.

4. Перший розділ занадто детально описує життя бджолиної колонії. Доречно було би включити більше технічних деталей, які впливають з аналізу публікацій.

В цілому, дані зауваження не є визначальними і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Жуков Олександра Олексійовича на тему «Нейромеревеві методи ідентифікації стану бджолиної сім'ї», представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки є завершеним науковим дослідженням, яке відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року та вимогам до оформлення дисертації, а її автор Жуков Олександр Олексійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

РЕЦЕНЗЕНТ:

к.ф.-м.н., доцент,
професор кафедри
програмної інженерії
Запорізького національного університету



Олексій КУДІН