

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Жукова Олександра Олексійовича

на тему «Нейромережеві методи ідентифікації стану бджолоїної сім'ї»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі розробки та дослідження комплексу нейромережевих моделей для ідентифікації стану складних систем на основі даних змішаного типу. Застосування традиційних методів моніторингу в цій та подібних предметних областях є трудомістким, суб'єктивним і часто призводить до запізненого виявлення критичних проблем.

У цьому контексті, використання сучасних технологій глибокого навчання, зокрема згорткових та рекурентних нейронних мереж, для автоматизованого аналізу візуальної, акустичної та сенсорної інформації є перспективним напрямом.

Надана на рецензування дисертаційна робота є актуальною, оскільки її метою є розробка комплексу нейромережевих моделей для автоматизованої ідентифікації станів бджолоїної 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.

Формулювання наукової задачі, мети й задач дослідження.

Автором правильно визначено об'єкт та предмет дослідження, відповідно до сформульованої науково-прикладної задачі. Так, об'єктом дослідження визначено процес моніторингу та ідентифікації станів бджолоїної сім'ї. Предметом

дослідження є методи обробки даних та нейромережеві моделі для розпізнавання стану бджолої сім'ї. Метою дисертаційного дослідження визначено розробку моделей нейронних мереж та методів обробки даних для автоматизованої ідентифікації станів бджолої сім'ї.

Поставлену мету роботи досягнуто в результаті розв'язання таких задач:

1) аналітичний огляд сучасного стану проблеми моніторингу бджіл та обмежень традиційних методів; обґрунтування доцільності застосування нейронних мереж для визначення стану бджолої сім'ї; 2) дослідити та розробити архітектури згорткових нейронних мереж для задач візуального моніторингу: виявлення бджіл на зображеннях та класифікації індивідуальних фізіологічних станів; 3) створити моделі класифікації станів на основі акустичних даних, оглянути можливості їх використання на нових даних; 4) розробити методи обробки часових даних та імплементувати їх у моделі класифікації станів та подій у вулику; 5) експериментально дослідити роботу навчених моделей.

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.

Отримані нові результати, у сукупності, розв'язують актуальну науково-технічну проблему підвищення ефективності розробки систем моніторингу бджолиних сімей з використанням нейронних мереж та різнотипних даних.

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, сформульовано мету та завдання, описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено аналізу стану проблеми автоматизованого моніторингу бджолиних сімей, огляду сенсорних технологій та обґрунтуванню застосування нейронних мереж.

У другому розділі розроблено моделі для візуальної ідентифікації бджіл та класифікації їх стану, досліджено методи покращення зображень та порівняно різні архітектури нейронних мереж.

Третій розділ містить опис моделей класифікації станів на основі акустичних даних з використанням MFCC та STFT, а також дослідження методу доменної адаптації для підвищення надійності моделей.

У четвертому розділі розглянуто застосування архітектури LSTM для аналізу часових рядів з сенсорів, розроблено моделі для ідентифікації точкових та глобальних станів, а також створено 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. У дисертаційній роботі відсутній програмний код та детальний опис засобів, що використовувались для побудови моделей нейронних мереж.

2. У розділі 2 наведені моделі для ідентифікації бджіл тестувались лише на фотографіях, зроблених однією камерою. Доречно було би оглянути вплив різних типів камер та умов зйомки.

3. У розділі 4 дисертаційної роботи згадується згладжування та інтерполяція даних для заповнення пропусків. Чи не призводить лінійна інтерполяція до втрати інформації про короткочасні, але критичні події (наприклад, різкий стрибок температури), які могли б бути ключовими для ідентифікації деяких станів?

4. Варто було б детальніше розглянути питання інтеграції запропонованих нейромережових моделей, з існуючими інформаційними системами на пасіках та їхню сумісність з іншими технологіями IoT.

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 «Нейромережові методи ідентифікації стану бджолої 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, завідувач
кафедри програмної інженерії
Запорізького національного університету



Андрій ЛІСНЯК