

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001298

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-03-2024

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жуков Олександр Олександрович

2. Oleksandr O. Zhukov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 48188 Комп'ютерні науки

Дата захисту: 04-09-2025

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10538

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.15

Тема дисертації:

1. Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолої сім'ї
2. Neural Network Models for Identifying the State of the Bee Colony

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню проблеми ідентифікації стану бджолої сім'ї за допомогою моделей нейронних мереж. Робота спрямована на розробку ефективних методів автоматизованого моніторингу бджолої сім'ї з використанням сучасних технологій глибокого навчання. Медоносні бджоли відіграють важливу роль в екосистемі, запилюючи значну частину сільськогосподарських культур. Однак в останні роки спостерігається скорочення популяції бджіл, через що зростає необхідність у активному моніторингу бджолої сім'ї. Традиційні методи управління вуликами значною мірою покладаються на візуальні огляди пасічником внутрішнього простору вуликів. Такий підхід є трудомістким, оскільки передбачає виймання та огляд рамок вулика і має пряму залежність від досвіду та навичок пасічника. Використання нейронних мереж з даними, отриманими з бджолої сім'ї, має ряд переваг порівняно з традиційними методами. По-перше, нейронні мережі дозволяють здійснювати безперервний та об'єктивний моніторинг на основі даних, отриманих з різних джерел, що робить їх ефективним інструментом для визначення станів вулику. По-друге, вони здатні виявляти приховані залежності в даних, які важко

помітити при візуальному огляді. Крім того, навчені нейромережеві моделі можуть адаптуватись до різних умов експлуатації шляхом підходу трансферного навчання, що є особливо актуальним у випадку застосування навчених моделей з різними породами бджіл та у різних географічних локаціях. Було виділено три основні напрями застосування нейронних мереж для ідентифікації станів бджолиних сімей: аналіз візуальних, акустичних та сенсорних даних. В дисертаційній роботі розроблено комплекс нейромережевих моделей для визначення бджіл на зображеннях, класифікації їх індивідуальних станів, а також для визначення загального стану вулика на основі аналізу акустичних даних та часових рядів з сенсорів. Для роботи з візуальними даними, було проведено аналіз існуючих архітектур нейронних мереж визначення об'єктів та розглянуто методи покращення зображень з метою покращення результатів за варіативних умов освітлення. Також, було запропоновано архітектури нейронних мереж для класифікації станів окремих бджіл на зображеннях. Для визначення стану бджіл на основі акустичного аналізу в роботі було розглянуто підходи виділення ознак STFT та MFCC та розроблено нейромережеві моделі для класифікації стану присутності чи відсутності матки. Було проаналізовано застосування навчених моделей на даних, отриманих за інших умов та розглянуто ефективність використання методів трансферного навчання для адаптації навчених моделей до нових даних. В дисертаційній роботі було також розглянуто використання нейронних мереж у поєднанні з сенсорними даними з вулика. Запропоновано підхід до попередньої обробки часових даних, що базується на відносних значеннях ваги та температури. На основі оброблених даних, розроблено моделі нейронних мереж для ідентифікації подій та глобальних станів у вулику. Для тестування розроблених підходів було проведено ідентифікацію станів бджолиної сім'ї на даних, отриманих з розробленої експериментальної системи. Результати показали ефективність підходу використання відносних даних та підкреслило актуальність розробки універсальних систем, що здатні функціонувати у різних умовах вуликів. Універсальність моделей є актуальною проблемою при розробці нейромережевих моделей для моніторингу бджолиних сімей. Для подолання цієї проблеми було запропоновано використання доменної адаптації, що дозволяє підвищити узагальнюючу здатність моделей на нових даних. Також, в роботі приділено увагу компактності запропонованих моделей та їх можливості застосування у середовищі спеціалізованих мікроконтролерів, що є актуальною проблемою в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. За результатами проведених у дисертаційній роботі досліджень було розроблено моделі нейронних мереж для автоматизованої ідентифікації стану бджолиної сім'ї на основі даних змішаного типу. Запропоновано підходи до аналізу візуальної акустичної та сенсорної інформації, а також методи для підвищення стабільності та адаптивності моделей до реальних умов експлуатації. Реалізовані моделі та підходи можуть бути впроваджені у практику бджільництва для раннього виявлення критичних станів та оптимізації управління пасіками.

2. The academic dissertation is dedicated to researching the problem of identifying the state of bee hives using neural network models. The work is aimed at developing effective methods of automated monitoring of bee colonies using modern deep learning technologies. Honeybees play an important role in the ecosystem by providing pollination for a significant portion of agricultural crops. However, in the recent years, bee population has been declining in many parts of the world, which has increased the need for active monitoring of bee colonies. Traditional methods of hive management heavily rely on visual inspections of the interior of the hives by the beekeeper. This approach is laborious, as it involves removing and inspecting the hive frames and is directly dependent on the experience and skills of the beekeeper. The use of neural networks with data obtained from a beehive has a number of advantages compared to traditional methods. Firstly, neural networks allow for continuous and objective monitoring based on data obtained from various sources, which makes them an effective tool for determining the state of the hive. Secondly, they are able to detect hidden dependencies in the data that are difficult to notice during visual inspection. In addition, trained neural network models can adapt to different operating conditions through a transfer learning approach, which is especially relevant in the case of using trained models with different bee breeds and in different geographical locations. Three main areas of application of neural networks for identifying the state of bee colonies have been identified, such as: analysis of visual, acoustic and sensory data. In this dissertation, a set of neural network models was developed for identifying bees in images,

classifying their individual states, and determining the general state of the hive based on the analysis of acoustic data and time series from sensors. To work with visual data, an analysis of existing architectures of neural networks for object detection was conducted and methods for image enhancement were considered in order to improve results under variable lighting conditions. Also, neural network architectures were proposed for classifying the states of individual bees in images. To determine the state of bees based on acoustic analysis, the paper considered the STFT and MFCC feature extraction approaches and developed neural network models for classifying the state of the presence or absence of the queen. The use of trained models on data obtained under different conditions was analyzed, and the effectiveness of using transfer learning methods to adapt trained models to new data was considered. The thesis also considered the use of neural networks in combination with sensor data from the hive. An approach to pre-processing temporal data based on relative weight and temperature values was proposed. Based on the processed data, neural network models were developed to identify events and global states in the hive. To test the developed approaches, the identification of the states of the bee colony was carried out on the data obtained from the developed experimental system, which showed the effectiveness of the approach of using relative data and emphasized the relevance of developing universal systems that are able to function in different conditions of hives. The versatility of models is a relevant problem in the development of neural network models for monitoring bee colonies. To overcome this problem, the use of domain adaptation was proposed, which allows to increase the generalization ability of models when used with new data. Also, the work paid attention to the compactness of the proposed models and the possibility of them being applied in the environment of specialized microcontrollers, which is a relevant problem in conditions of limited computing resources. Based on the results of the research conducted in the dissertation, neural network models were developed for automated identification of the state of a bee colony based on mixed-type data. Approaches to the analysis of visual, acoustic and sensory information were proposed, as well as methods for increasing the stability and adaptability of models to real operating conditions. The implemented models and approaches can be introduced into beekeeping practice for early detection of critical conditions and optimization of apiary management.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання архітектур глибоких згорткових нейронних мереж та Tensorflow у задачі визначення бджіл на зображенні. Системні технології. 2023. Т. 2, № 145. С. 53–65.
- Жуков О.О., Горбенко В.І. Адаптивний підхід до визначення стану вулика за допомогою нейронних мереж та аналізу аудіо. Системні технології. 2024. Т. 4, № 153. С. 3–12.
- Жуков О. О., Горбенко В. І. Оптимізація продуктивності виявлення об'єктів за допомогою покращення зображення для фото бджіл. Computer Science and Applied Mathematics. 2025. № 1. С. 111–118.
- Жуков О. О., Горбенко В. І. Використання часових рядів та нейронних мереж LSTM для ідентифікації станів вулика. Системні технології. 2025. Т. 3, №158. Р. 128–139.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Горбенко Віталій Іванович
2. Vitalii I. Horbenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доцент, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3342-4841

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Субботін Сергій Олександрович
2. Sergei O. Subbotin

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5814-8268

Додаткова інформація: 7006531104

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070849

Місцезнаходження: вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мельник Михайло Романович
2. Mykhaylo R. Melnyk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8593-8799

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лісняк Андрій Олександрович

2. Andriy O. Lisnyak

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9669-7858

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кудін Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Kudin

Кваліфікація: к. ф.-м. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5917-9127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Запорізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02125243

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 66, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69011, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. **Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Гоменюк Сергій Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Гоменюк Сергій Іванович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Дребезов Денис Олегович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна