Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001966

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-05-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/59/25 від 21.07.2025

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Денісов Ростислав Віталійович
2. Rostyslav Denisov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка,автоматизація та електронні комунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту: 02-07-2025

Спеціальність за освітою: Електроніка

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 9033

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 49.38.29

Тема дисертації:

1. Система розпізнавання об’єктів і голосового сповіщення для людей з вадами зору на основі нейронних мереж та мікроконтролерів.

2. Object recognition and voice notification system for visually impaired people based on neural networks and microcontrollers.

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню та практичному опису можливості застосування системи розпізнавання об’єктів у режимі реального часу з подальшим голосовим сповіщенням для людей з вадами зору. Дисертаційне дослідження представлене в чотирьох розділах, в яких обґрунтовані та представлені основні результати роботи. У вступній частині обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, наведено методи дослідження, представлена інформація про наукову новизну, а також практичне значення результатів. У першому розділі виконано огляд етапів процесу розпізнавання зображення, розглянуто як класичні, так і сучасні методи та алгоритми, які застосовуються під час попередньої обробки зображень, виділення ознак, сегментації об’єктів та пост обробці. Розглянуто

архітектури сучасних нейронних мереж, а також доступні на ринку пристрої які призначені для людей з вадами зору. У другому розділі представлено результати аналізу доступних складових системи розпізнавання об'єктів з подальшим голосовим виводом інформації для людей з вадами зору. Встановлено, що оптимальними нейронними мережами для розгортання на пристроях з обмеженими ресурсами є клас мереж MobileNet. Основними перевагами є можливість стиснення розмірів моделі до необхідного, завдяки кофіцієнтам ширини мережі і зміні розміру вхідного зображення, без значних втрат у швидкості і точності розпізнавання. У якості платформи для навчання та експортування нейронних мереж під обрані мікроконтролери, враховуючи функціонал та постійний розвиток обрано платформу Edge Impulse. У якості синтезатора мови оптимальним рішенням є eSpeak NG. Встановлено, що мікроконтролери та одноплатні комп'ютери є оптимальним рішенням для створення необхідних систем. Вони мають невеликий форм фактор та вагу, а також мають достатньо потужності для виконання задач з розпізнавання об'єктів в режимі реального часу. Для опису варіацій систем розпізнавання об'єктів з подальшим голосовим виводом для людей з вадами зору обрано такі плати як: ESP32-S3-EYE, Raspberry Pi 5 та NVIDIA Jetson Nano. Плати мають різні технічні характеристики і можуть забезпечити різний рівень швидкості розпізнавання об'єктів, і загальну продуктивність системи. У третьому розділі виконано оцінку часу необхідного на один цикл процесу розпізнавання-оголошення інформації враховуючі швидкість реакції людини на голосову інформацію, та швидкість проходження різних етапів самого процесу. Встановлено час, необхідний на оголошення слів та їх комбінацій різної довжини з врахуванням особливостей Української мови та мовлення. Встановлено, що мінімальний час необхідний на оголошення одного слова становить 129 мс, у той час, як комбінація назва з трьох довгих слів може займати дві секунди на оголошення з урахуванням паузи між словами. Виконано розрахунок і підбір компонентів для варіантів системи на платах ESP32-S3-EYE , Raspberry Pi 5 та NVIDIA Jetson Nano. Розраховано світловий потік який має забезпечити джерело світла, для нормального функціонування системи при поганому освітленні, та обрано світлодіод Cree XP-G3. Для оголошення інформації обрано динаміки LD-SP-UM20/8A, що мають компактні розміри, сумісні з обраними платами, забезпечують необхідний рівень гучності. Також, було обрано звуковий підсилювач PAM8403 для підключення динаміків до системи. А також модулі камер для плат, в яких вона відсутня у базовій комплектації. Розраховано загальну споживану потужність систем у різних комплектаціях з урахуванням роботи нейронних мереж, джерела світла і постійної роботи динаміків. На основі отриманої споживаної потужності було розраховано ємність джерела живлення та обрано оптимальні варіанти для забезпечення автономної роботи системи впродовж 3х годин. У четвертому розділі проведено дослідження точності та швидкості розпізнавання 5 обраних категорій об'єктів, а саме "windows", "doors", "trees", "traffic light", "crosswalk", нейронними мережами MobileNetV1 96x96 0.2, MobileNetV2 96x96 0.35, MobileNetV2 160x160 0.5 та MobileNetV2 160x160 1.0 для мікроконтролерів ESP32-S3-EYE, NVIDIA Jetson Nano та Raspberry Pi 5 було проведено декілька експериментів з необробленими та змішаними тренувальними зображеннями.

2. The dissertation work is devoted to the study and practical description of the possibility of using a real-time object recognition system with subsequent voice notification for people with visual impairments. The dissertation research is presented in four sections, which substantiate and present the main results of the work. The introductory part substantiates the relevance of the work, formulates the goal and objectives of the research, provides research methods, presents information about the scientific novelty, as well as the practical significance of the results. The first section reviews the stages of the image recognition process, considers both classical and modern methods and algorithms used during image preprocessing, feature extraction, object segmentation and post-processing. The architectures of modern neural networks are considered, as well as devices available on the market that are intended for people with visual impairments. The second section presents the results of the analysis of the available components of the object recognition system with subsequent voice output of information for people with visual impairments. It was found that the optimal neural networks for deployment on devices with limited resources are the MobileNet class of networks. The main advantages are the ability to compress the model size to the required size, thanks to the network width coefficients and changing the size of the input image, without significant losses in the speed and accuracy of recognition. The Edge Impulse platform was chosen as a

platform for training and exporting neural networks to selected microcontrollers, taking into account the functionality and continuous development. The optimal solution as a speech synthesizer is eSpeak NG. It was found that microcontrollers and single-board computers are the optimal solution for creating the necessary systems. They have a small form factor and weight, and also have enough power to perform real-time object recognition tasks. To describe variations of object recognition systems with subsequent voice output for people with visual impairments, the following boards were chosen: ESP32-S3-EYE, Raspberry Pi 5 and NVIDIA Jetson Nano. The boards have different technical characteristics and can provide different levels of object recognition speed and overall system performance. In the third section, the time required for one cycle of the information recognition-announcement process is estimated, taking into account the speed of a person's reaction to voice information and the speed of passing through various stages of the process itself. The time required for announcing words and their combinations of different lengths is established, taking into account the peculiarities of the Ukrainian language and speech. It is established that the minimum time required for announcing one word is 129 ms, while a combination of a name from three long words can take two seconds to announce, taking into account the pause between words. The calculation and selection of components for system variants on the ESP32-S3-EYE, Raspberry Pi 5 and NVIDIA Jetson Nano boards is performed. The luminous flux that the light source should provide for normal system operation in poor lighting conditions is calculated, and the Cree XP-G3 LED is selected. For the announcement of information, LD-SP-UM20/8A speakers were selected, which have compact dimensions, are compatible with the selected boards, and provide the required volume level. Also, a PAM8403 sound amplifier was selected to connect the speakers to the system. As well as camera modules for boards in which it is not included in the basic configuration. The total power consumption of the systems in different configurations was calculated, taking into account the operation of neural networks, the light source, and the constant operation of the speakers. Based on the obtained power consumption, the capacity of the power supply was calculated and the optimal options were selected to ensure the autonomous operation of the system for 3 hours. In the fourth section, a study of the accuracy and speed of recognition of 5 selected object categories, namely "windows", "doors", "trees", "traffic light", "crosswalk", by neural networks MobileNetV1 96x96 0.2, MobileNetV2 96x96 0.35, MobileNetV2 160x160 0.5 and MobileNetV2 160x160 1.0 for ESP32-S3-EYE, NVIDIA Jetson Nano and Raspberry Pi 5 microcontrollers was conducted. Several experiments were conducted with raw and mixed training images.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Денісов Р.В. Оникієнко Ю.О. Особливості розпізнавання зображень нейронними мережами на прикладі MobileNetV1 та MobileNetV2 в системах на мікроконтролерах. «Технології та інжиринг», 2023. Вип. 2(13), С.15-27.
- Денісов Р.В., Попович П. В., Особливості попередньої обробки та групування тренувальних даних нейронної мережі для підвищення точності розпізнавання об’єктів на основі MobileNetV2. «Технології та інжиринг», 2023. Вип. 5(16), С. 9-21.
- Денісов Р.В., Попович П. В., Особливості застосування систем розпізнавання об’єктів у режимі реального часу на мікроконтролерах з подальшим голосовим виводом інформації для людей з вадами зору.

«Технології та інжиринг» , Випуск 3(20), 2024 С. 21-30.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0124U00087

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Павло Васильович
2. Pavlo V. Popovych

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1572-3127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рябий Мирослав Олександрович
2. Myroslav Ryabiy

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9651-9135

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Усик Вікторія Валеріївна
2. Viktoriya V. Usyk

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3515-4849

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дрозденко Олександр Іванович
2. Oleksandr I. Drozdenko

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.09.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6647-1428

Додаткова інформація: ;https://scholar.google.com.ua/citations?user=HQPuTeQAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трапезон Кирило Олександрович
2. Kyrylo O. Trapezon

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.09.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5873-9519

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Розорінов Георгій Миколайович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Розорінов Георгій Миколайович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Денісов Ростислав Віталійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна