

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004034

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-07-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борківський Богдан Петрович

2. Bohdan P. Borkivskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3301-476X

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: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 14-08-2026

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15274

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, 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: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.53.19, 28.23.15, 20.54.06

Тема дисертації:

1. Методи та засоби підвищення ефективності розпізнавання об'єктів у закритих приміщеннях
2. Methods and means for improving the efficiency of object recognition in indoor environments

Реферат/анотація:

1. У дисертації розроблено інформаційну технологію розпізнавання об'єктів мобільною роботизованою платформою у закритих приміщеннях з використанням нового методу адаптивної локалізації об'єктів на основі контекстної фільтрації, вдосконаленого методу сегментації перешкод із застосуванням низькорангової адаптації LoRA та методу структурної компресії зорового трансформера з аугментаційним відновленням у фазі дистиляції знань, що забезпечило повний цикл опрацювання від відеопотоку з бортових сенсорів до формування керуючого сигналу для навігаційного стеку. У першому розділі проаналізовано специфічні виклики візуального сприйняття в інтер'єрних сценах, зумовлені високою щільністю предметного наповнення, фотометричною нестабільністю освітлення та просторовою оклюзією. Розглянуто основні архітектурні підходи до детекції та сегментації об'єктів на основі обмежувальних рамок і попиксельної сегментації, досліджено теоретичні засади зорових трансформерів та підходи до їх практичного застосування. Проаналізовано основні набори даних для навчання та оцінки моделей розпізнавання, здійснено огляд існуючого програмного забезпечення та інструментальних засобів

розроблення. На підставі аналізу відомих рішень встановлено, що готові комерційні та відкриті рішення не перекривають повного спектру вимог щодо точності, швидкодії та гнучкості для цільового застосування. Результати, отримані в межах даного розділу, створили підґрунтя для постановки завдань дисертаційної роботи та визначення напрямів власного розроблення. У другому розділі розроблено метод адаптивної локалізації об'єктів, що забезпечує відбір релевантних об'єктів відповідно до активної конфігурації середовища та можливістю миттєвого перемикання між контекстами без модифікації детектора. Вдосконалено механізм автоматичного визначення активного контексту через розробку трьох стратегій ранжування конфігурацій: абсолютного, відносного та зваженого, що дозволяє системі самостійно визначати поточне середовище на основі вмісту кадру без явного задання оператором. Розроблено метод двофазного навчання атрусних нейронних мереж для семантичної сегментації через розширення стандартної схеми навчання додатковою фазою поступового донавчання із поетапним розморожуванням блоків енкодера та геометрично спадаючими швидкостями навчання. У третьому розділі вдосконалено метод сегментації перешкод на основі SAM 2 шляхом цільового донавчання на наборі NYU Depth V2 з використанням низькорангової адаптації LoRA, що обмежила кількість навчальних параметрів до менш ніж 2% від загального обсягу ваг архітектури. Вдосконалено метод структурної компресії зорового трансформера ViT-H шляхом введення аугментаційного відновлення у фазу дистиляції знань між ітераціями структурного спрощення із застосуванням стохастичного конвеєру з семи аугментаційних операцій та почергового роз'єднаного спрощення груп параметрів з варіативною оцінкою важливості структурних елементів. У четвертому розділі подано результати розроблення чотириблокової архітектури інформаційної технології, що складається з блоку управління даними, блоку розпізнавання, блоку прийняття рішень та аналітичного блоку зі стандартизованими форматами обміну між компонентами. Здійснено експериментальне оцінювання методу сегментації на основі DeepLab v3 з двофазним навчанням: досягнуто mIoU 86.9% і BioU 74.1% на тестовій підвибірці NYU Depth V2, що перевищує UNet на 15.5 і 18.3 відсоткових пункти відповідно. Підтверджено ефективність адаптації SAM 2: приріст mIoU з 74.8% до 82.4%, при цьому при скороченні кількості точкових підказок з 15 до 5 адаптована модель зберігає 69.8% mIoU проти деградації базової моделі до 41.9%. Структурна компресія дозволила скоротити кількість параметрів моделі на 73% при втраті точності менше 1% та подвоїти швидкість інференсу з 7 до 15 FPS. Практично реалізовано програмне забезпечення інформаційної технології у вигляді чотирьох ізольованих пакетів з підтримкою режимів розгортання, що дозволяють адаптувати систему до платформ з різними типами сенсорів та обчислювальними ресурсами без змін у програмному коді.

2. The dissertation presents an information technology for object recognition by a mobile robotic platform in indoor environments, incorporating a novel method of adaptive object localization based on contextual filtering, an improved obstacle segmentation method employing Low-Rank Adaptation, and a method for structural compression of a vision transformer with augmentation recovery during the knowledge distillation phase. Together, these contributions enable a complete processing pipeline from video streams captured by onboard sensors to the generation of control signals for the navigation stack. The first chapter analyzes the specific challenges of visual perception in interior scenes, arising from high object density, photometric illumination instability, and spatial occlusion. The principal architectural approaches to object detection and segmentation — based on bounding boxes and pixel-wise segmentation — are reviewed, and the theoretical foundations of vision transformers along with approaches to their practical deployment are examined. Key datasets for training and evaluating recognition models are analyzed, and an overview of existing software tools and development frameworks is provided. The analysis of known solutions establishes that neither commercial off-the-shelf nor open-source systems fully satisfy the requirements of accuracy, inference speed, and flexibility for the target application. The findings of this chapter laid the groundwork for formulating the research objectives and defining the directions of original development. The second chapter presents a method for adaptive object localization that enables the selection of relevant objects according to the active environment configuration, with the ability to switch instantly between contexts without modifying the detector. An automatic active-context detection mechanism is enhanced through the development of three configuration ranking strategies — absolute, relative,

and weighted – allowing the system to independently determine the current environment from frame content without explicit operator input. A two-phase training method for atrous neural networks for semantic segmentation is developed by augmenting the standard training scheme with an additional phase of gradual fine-tuning, featuring progressive encoder block unfreezing and geometrically decaying learning rates. The third chapter presents an improved obstacle segmentation method based on SAM 2, achieved through targeted fine-tuning on the NYU Depth V2 dataset using Low-Rank Adaptation (LoRA), which constrains the number of trainable parameters to less than 2% of the total architectural weight count. A structural compression method for the ViT-H vision transformer is enhanced by introducing augmentation recovery into the knowledge distillation phase between structural pruning iterations, employing a stochastic pipeline of seven augmentation operations and alternating decoupled pruning of parameter groups with variable importance scoring of structural elements. The fourth chapter presents the results of developing a four-block information technology architecture consisting of a data management block, a recognition block, a decision-making block, and an analytics block, with standardized inter-component data exchange formats. Experimental evaluation of the DeepLab v3-based segmentation method with two-phase training is conducted, achieving mIoU of 86.9% and BloU of 74.1% on the NYU Depth V2 test subset, surpassing UNet by 15.5 and 18.3 percentage points respectively. The effectiveness of SAM 2 adaptation is confirmed: mIoU improves from 74.8% to 82.4%, and when the number of point prompts is reduced from 15 to 5, the adapted model retains 69.8% mIoU compared to a degradation of the baseline model to 41.9%. Structural compression reduces the number of model parameters by 73% with less than 1% accuracy loss, while doubling inference speed from 7 to 15 FPS. The software implementation of the information technology is realized as four isolated packages with support for deployment modes that allow the system to be adapted to platforms with different sensor types and computational resources without any changes to the source code.

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: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Б. П. Борківський, В. М. Теслюк. Використання нейромережових засобів для розпізнавання об'єктів у мобільних системах з обходом перешкод // Науковий вісник НЛТУ України : збірник науково-технічних праць. – 2023. – Т. 33, №4. – С. 84–89; <https://doi.org/10.36930/40330412>
- Borkivskyi, B. P., Teslyuk, V. M. (2024). Optimization of object detection in closed space using mobile robotic systems with obstacle avoidance. // Ukrainian Journal of Information Technology (Vol. 6, Issue 2, pp. 41–48). Lviv Polytechnic National University. <https://doi.org/10.23939/ujit2024.02.041>
- Борківський, Б., & Теслюк, В. (2026). Покращення розпізнавання перешкод в закритих середовищах для роботизованих систем. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 361(1), 135–140. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-361-17>
- Борківський, Б., & Теслюк, В. (2026) Спеціалізоване структурне спрощення базових моделей для систем технічного зору роботів у приміщеннях. Науковий вісник НЛТУ України, 36(1), 156–161. <https://doi.org/10.36930/40360117>
- B. Borkivskyi, V. Teslyuk “Models and means of object recognition using artificial neural networks”, MoMLet&DS 2022, CEUR Workshop Proceedings, Vol 3312, pp241–251, що включено до наукометричної бази даних Scopus; <https://ceurws.org/Vol-3312/paper20.pdf>
- Борківський Б. П. Оптимізація розпізнавання об'єктів у мобільних системах з обходом перешкод // VIII Науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі». м.Тернопіль, Україна, 5 грудня 2023 р. – с. 54.

https://ki.wunu.edu.ua/conference/archive/2023_2.pdf

- Bohdan Borkivskiy, Vasyl Teslyuk. Object detection optimization in closed space using mobile robotic systems with obstacle avoidance // Computational intelligence and smart systems: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (CISS-2024), 10–12 October 2024. – Lviv Polytechnic National University. – Lviv – pp. 32–33. <https://science.lpnu.ua/uk/ciss-2024/zbirnyk-materialiv-konferenciyi>
- II International Scientific and Practical Conference "Computational Intelligence and Smart Systems" (CISS 2025), Львів, 26 вересня 2025 р. Доповідь: «Adapting segment anything model for improved obstacle recognition in closed space». <https://science.lpnu.ua/uk/ciss-2025/zbirnyk-materialiv-konferenciyi-ciss-2025>

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Теслюк Василь Миколайович

2. Vasyl M. Teslyuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5974-9310

Додаткова інформація: завідувач кафедри автоматизованих систем управління Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, 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. Бармак Олександр Володимирович

2. Oleksandr V. Barmak

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0739-9678

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мельник Григорій Миколайович

2. Hryhorii M. Melnyk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0646-7448

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: C-4326-2016; Scopus Author ID: 27867794600;
<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=GmIyuE4AAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Західноукраїнський національний університет

Код за ЄДРПОУ: 33680120

Місцезнаходження: вул. Львівська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Медиковський Микола Олександрович

2. Mykola O. Medykovskyi

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2492-8578

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хавалко Віктор Михайлович

2. Viktor M. Khavalko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9585-3078

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: NRX-8929-2025; Scopus Author ID: 57189326140;
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=VJjaRusAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Лиса Наталія Корнеліївна

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

Лиса Наталія Корнеліївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Опотяк Юрій Володимирович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна