

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005117

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Швандт Максим Альбертович

2. Maksym A. Shvandt

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4580-3961

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: 24-08-2026

Спеціальність за освітою: 113 Прикладна математика

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 000000000

Місцезнаходження: -----, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16664

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, 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 "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.17, 28.23, 28.23.15, 20.54

Тема дисертації:

1. Моделі та методи детектування, трекінгу та наскрізної ідентифікації лабораторних тварин у відеоданих.
2. Models and methods for detection, tracking, and end-to-end identification of laboratory animals in video data.

Реферат/анотація:

1. У вступі обґрунтовано актуальність вирішення задач автоматизації моніторингу поведінки лабораторних тварин у контрольованих умовах за відеоданими. Визначено об'єкт, предмет, мету, задачі та методи дослідження; наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів; висвітлено особистий внесок здобувача. Об'єктом дослідження є процеси автоматизованого відеомоніторингу поведінки лабораторних тварин, предметом — моделі та методи їх детектування, сегментації, трекінгу й наскрізної ідентифікації. Мета роботи полягає у підвищенні якості цих процесів у довготривалих відеозаписах шляхом удосконалення методів комп'ютерного зору та нейромережових моделей. Поставлено задачі аналізу існуючих підходів, удосконалення методу SLIC і методу детектування на його основі, удосконалення нейромережової моделі Mask R-CNN для багатоканальних ознак, розроблення моделі наскрізної ідентифікації без ручного маркування та інтегрованого конвеєра обробки відеоданих. У першому розділі проаналізовано методи детектування, трекінгу та збереження ідентичності лабораторних тварин. Показано нестійкість класичних методів до змін освітлення, артефактів і перекриттів та обґрунтовано

нейромережеве детектування. Визначено вимоги до детектора щодо точності, швидкодії, локального навчання й обмежених ресурсів та доцільність поєднання з методом суперпиксельної сегментації SLIC і Re-ID. За результатами аналізу сформульовано мету та завдання дослідження. У другому розділі розв'язано задачу підвищення якості детектування та локалізації за нестаціонарного фону, артефактів та оклюзій. Запропоновано удосконалений метод на основі методу суперпиксельної сегментації SLIC, що включає попередню обробку, формування різницевого зображення, сегментацію на суперпикселі, контекстне порогоування й постобробку. Модифікована метрика враховує просторові координати, LAB-ознаки, різничеве зображення та локальну однорідність пікселів. Якість детектування та локалізації підвищено більш ніж на 6 % порівняно з базовим методом SLIC. Сформульовано перший та другий пункти наукової новизни. Удосконалено метод суперпиксельної сегментації SLIC за рахунок використання багатопланового простору ознак, який базується на LAB-моделі зображення, враховує різничеве зображення та результати перевірки однорідності пікселів у локальному оточенні, що дозволило підвищити якість локалізації лабораторних тварин у відеоданих за умов нестаціонарного фону та наявності артефактів. Удосконалено метод детектування лабораторних тварин у відеоданих шляхом використання методу суперпиксельної сегментації SLIC і контекстної фільтрації, що дозволило підвищити якість детектування лабораторних тварин за умов нестаціонарного фону. У третьому розділі розв'язано задачу підвищення якості детектування та сегментації за часткових перекриттів, злиття та розділення об'єктів. Запропоновано удосконалену нейромережеву модель Mask R-CNN із двомагістральним ResNet18 і SE-злиттям BpA для базових та додаткових каналів ознак. Отримано mAP50=0,87 для рамок і mAP50=0,90 для масок за часу виведення близько 105,5 мс. Сформульовано третій пункт наукової новизни: удосконалено нейромережеву модель Mask R-CNN за рахунок введення подвійної магістралі екстракції ознак із керованим SE-злиттям (BpA), що дозволило підвищити якість детектування та сегментації лабораторних тварин у відеоданих за умов часткових перекриттів, злиття та подальшого розділення об'єктів зі збереженням прийнятної оперативності. У четвертому розділі розв'язано задачу наскрізної ідентифікації лабораторних тварин за частих перекриттів, фрагментації траєкторій і незначних візуальних відмінностей. Запропоновано концептуальну модель Mask-TAUDL без ручного маркування, що поєднує нейромережеву модель Mask R-CNN, треклети, twin-ResNet18, масково-зважені ROI-ознаки та TAUDL. Формується 256-вимірний L2-нормалізований вектор вбудовування для зіставлення треклетів. Сформульовано четвертий пункт наукової новизни: вперше запропоновано концептуальну модель наскрізної ідентифікації лабораторних тварин у відеоданих без використання ручного маркування Mask-TAUDL, яка інтегрує механізм отримання ознак на основі удосконаленої нейромережевої моделі Mask R-CNN із подвійною магістраллю екстракції ознак, масково-зважені ROI-ознаки та механізми асоціації треклетів без використання ручного маркування TAUDL, що забезпечує формування нормалізованих векторів вбудовувань і стабільне збереження ідентичності лабораторних тварин протягом відеопослідовності. У п'ятому розділі розроблено й перевірено інтегрований конвеєр детектування, трекінгу й наскрізної ідентифікації, що поєднує попередню обробку, метод SLIC, нейромережеву модель Mask R-CNN, арбітраж детекцій, трекінг і концептуальну модель Mask-TAUDL. Тестування проведено на відеопослідовностях тривалістю 900, 3200 та 4320 кадрів. Результати підтвердили працездатність конвеєра та застосунку для автоматизованого аналізу відеоданих. Запропоновані моделі, методи та засоби впроваджено у лабораторні дослідження та навчальний процес.

2. The introduction substantiates the relevance of automating the monitoring of laboratory animal behavior under controlled conditions using video data. The object, subject, aim, objectives, and research methods are defined; the scientific novelty and practical significance of the results are presented; the author's personal contribution is outlined. The object of the study is the processes of automated video monitoring of laboratory animal behavior; the subject is the models and methods for their detection, segmentation, tracking, and end-to-end identification. The aim is to improve the quality of these processes in long-term video recordings by enhancing computer vision methods and neural network models. The objectives include analyzing existing approaches, improving the SLIC method and the detection method based on it, improving the Mask R-CNN neural network model for multi-channel features, developing an end-to-end identification model without manual labeling, and developing an

integrated video processing pipeline. The first chapter analyzes methods for detecting, tracking, and preserving laboratory animal identity. The instability of classical methods under illumination changes, artifacts, and occlusions is demonstrated, and neural network-based detection is substantiated. Detector requirements are defined in terms of accuracy, speed, local training, and limited computational resources, and its combination with the SLIC superpixel segmentation method and Re-ID is justified. Based on the analysis, the aim and objectives of the research are formulated. The second chapter addresses improving detection and localization under non-stationary backgrounds, artifacts, and occlusions. An improved method based on the SLIC superpixel segmentation method is proposed, including preprocessing, difference-image formation, superpixel segmentation, contextual thresholding, and post-processing. The modified metric accounts for spatial coordinates, LAB features, a difference image, and local pixel homogeneity. Detection and localization quality is improved by more than 6% compared with the baseline SLIC method. The first two scientific novelty provisions are formulated. The SLIC superpixel segmentation method is improved by using a multilayer feature space based on the LAB image model, the difference image, and local pixel homogeneity assessment, which improves laboratory animal localization in video data under non-stationary backgrounds and artifacts. The method for detecting laboratory animals in video data is improved by using the SLIC superpixel segmentation method and contextual filtering, which improves detection under non-stationary backgrounds. The third chapter addresses detection and segmentation under partial occlusions, merging, and object separation. An improved Mask R-CNN neural network model with a dual-backbone ResNet18 and controlled SE fusion BnA for basic and additional feature channels is proposed. The model achieved mAP50=0.87 for bounding boxes and mAP50=0.90 for masks, with an inference time of about 105.5 ms. The third scientific novelty provision is formulated: the Mask R-CNN neural network model is improved by introducing a dual feature-extraction backbone with controlled SE fusion (BnA), which improves detection and segmentation of laboratory animals in video data under partial occlusions, merging, and subsequent object separation while maintaining acceptable computational efficiency. The fourth chapter addresses end-to-end identification under frequent occlusions, trajectory fragmentation, and minor visual differences. A conceptual Mask-TAUDL model without manual labeling is proposed, combining the Mask R-CNN neural network model, tracklets, twin-ResNet18, mask-weighted ROI features, and TAUDL. A 256-dimensional L2-normalized embedding vector is generated for tracklet matching. The fourth scientific novelty provision is formulated: for the first time, a conceptual Mask-TAUDL model for end-to-end identification of laboratory animals in video data without manual labeling is proposed. It integrates a feature extraction mechanism based on the improved Mask R-CNN neural network model with a dual feature-extraction backbone, mask-weighted ROI features, and TAUDL mechanisms for tracklet association without manual labeling, enabling normalized embedding vectors and stable preservation of laboratory animal identity throughout the video sequence. The fifth chapter develops and evaluates an integrated pipeline for detection, tracking, and end-to-end identification, combining preprocessing, the SLIC method, the Mask R-CNN neural network model, detection arbitration, tracking, and the conceptual Mask-TAUDL model. Testing was performed on video sequences of 900, 3,200, and 4,320 frames. The results confirmed the operability of the pipeline and application for automated video analysis. The proposed models, methods, and tools were implemented in laboratory research and the educational process.

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:

- Мороз В.В., Швандт М.А. Дослідження руху та поведінки лабораторних тварин методами детектування і трекінгу об'єктів // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Інформатика та моделювання». 2019. Вип. 13. № 1338. С.

66–76. DOI: 10.20998/2411-0558.2019.13.09.

- Shvandt M. A., Moroz V. V. Overview of the detection and tracking methods of the lab animals // System Research & Information Technologies. 2022. No. 1. P. 124–148. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2022.1.10.
- Shvandt M. A., Moroz V. V. Overview of neural network object detection methods & models on the example of their use for lab animal observation // System Research & Information Technologies. 2025. No. 4. P. 71–103. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2025.4.05.
- Volkova N., Shvandt M. Segmentation-based approach for object detection // Proceedings of Odessa Polytechnic University. 2025. Issue 1(71). P. 145–156. DOI: 10.15276/opu.1.71.2025.17.
- Volkova N., Shvandt M. Modification of the Mask R-CNN architecture for image detection and segmentation // Informatics and Mathematical Methods in Simulation. 2025. Vol. 15, No. 4. P. 496–506. DOI: 10.15276/imms.v15.no4.496.
- Volkova N. P., Shvandt M. A. Unsupervised re-identification architecture based on segmented tracklets for animal behavior analysis // Herald of Advanced Information Technology. 2025. Vol. 8, No. 4. P. 476–487. DOI: 10.15276/hait.08.2025.30.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0125U003655

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волкова Наталія Павлівна

2. Nataliia Volkova

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3175-2179

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, 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. Литвиненко Володимир Іванович
2. Volodymyr I. Lytvynenko

Кваліфікація: д.н, професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1536-5542

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 21656236

Місцезнаходження: вул. акад. Янгеля, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Березький Олег Миколайович
2. Oleh M. Berezkyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9931-4154

Додаткова інформація:

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. Щербакова Галина Юріївна
2. Halyna Y. Shcherbakova

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0475-3854

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Годовиченко Микола Анатолійович

2. Mykola A. Hodovychenko

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5422-3048

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Фомін Олександр Олексійович

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

Фомін Олександр Олексійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Швандт Максим Альбертович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна