

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001948

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Завалій Тарас Ігорович

2. Taras I. Zavaliy

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0002-7544-782X

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: 23-06-2026

Спеціальність за освітою: Інтелектуальні системи прийняття рішень

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 13786

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: 20.54.06

Тема дисертації:

1. Методи та засоби інтелектуального аналізу потокових структурованих даних в задачах моделювання.
2. Methods and Tools for Intelligent Analysis of Streaming Structured Data in Modeling Tasks

Реферат/анотація:

1. Завалій Т.І. Методи та засоби інтелектуального аналізу потокових структурованих даних в задачах моделювання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки”. – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2026. Зміст анотації. Дана дисертація має на меті розробити методи і засоби для інтелектуального аналізу потокових структурованих даних на основі поєднання класичних підходів та методів машинного навчання. Особливістю дослідження є тренування моделі машинного навчання на сенсорних даних смартфона в задачі інерційної навігації, з використанням дешевих сенсорів як джерела даних, що є дуже актуальною задачею на сьогоднішній день. Робота містить розв’язання таких задач як: обчислення статистичних характеристик і фільтрування потоків даних; злиття гетерогенних потоків даних для отримання стабільної і уточненої позиції рухомого об’єкту; виявлення аномалій та адаптивного керування довірою до джерела даних. З технічної точки зору, для аналізу потокових даних не менш важливим є і вибір технологічного стеку. Розроблена система, яка є практичним результатом цієї дисертації,

є системою розподіленої обробки поточкових даних і придатна для обробки паралельних потоків сенсорних даних, наприклад, у системах ситуаційної обізнаності, автономній навігації, медицині, виробництві тощо. У першому розділі «Аналіз літературних джерел» здійснено огляд методів та алгоритмів, які призначені для аналізу поточкових даних в онлайн режимі, проаналізовано та описано, що саме собою представляють поточкові дані. На підставі проведеного аналізу відомих рішень встановлено, що існуючі технології опрацювання поточкових даних, особливо в задачі локалізації рухомих об'єктів, недостатньо розвинуті, або ж не показують достатньо добрих результатів. Результатом даного розділу є постановка задачі, а саме створення гібридного методу злиття поточкових сенсорних даних на основі класичних методів та методів машинного навчання. У другому розділі «Метод компенсації кумулятивної похибки інерційної навігації» було здійснено аналіз існуючих методів машинного навчання, які зазвичай використовують з геолокаційними поточковими даними. Представлено формальний опис структури поточкових даних. Описано основні етапи підготовки поточкових даних, оператори їх перетворення, подано результати навчання моделі машинного навчання, яка використана для прогнозування швидкості руху на основі інерційних сенсорних даних. Описано підхід для обчислення відстані між двома траєкторіями для аналізу якості навчання. У третьому розділі «Метод злиття потоків даних в задачі навігації пішохода» було здійснено первинний аналіз інерційних сенсорних даних. Запропоновано гібридний онлайн метод злиття потоків даних різних модальностей, що враховує аномалії в одній з модальностей. Метод поєднує класичний фільтр Калмана з прогнозуванням швидкості руху LSTM-мережею, що усуває проблему накопичення похибки при обчисленні швидкості на основі прискорення, а також дозволяє динамічно керувати довірою до джерела даних. Наведено результати експериментів, які підтверджують ефективність методу у задачі відтворення траєкторії руху пішохода в міських умовах. У четвертому розділі «Архітектура системи опрацювання поточкових даних» описано запропоновану архітектуру системи, її окремі компоненти, здійснено порівняння і вибір засобів для реалізації системи. Сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги до системи. Розроблено основні вузли (оператори) опрацювання даних, здійснено вимірювання, аналіз і оптимізації їх часових затримок, а також розроблено інтерфейс користувача, який підпорядкований єдиному часовому фільтру. Здійснено тестування системи на прикладі опрацювання реальних потоків даних з мобільного пристрою в задачі навігації пішохода.

2. Zavalii T.I. Methods and Tools for Intelligent Analysis of Streaming Structured Data in Modeling Tasks. – Qualifying scientific work (manuscript). Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 122 “Computer Science”. – Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2026. Abstract content. This dissertation aims to develop a set of methods and tools for processing streaming data using combination of classical methods and machine learning techniques. A distinctive feature of this research is the training of deep learning model on the smartphone's sensor data in the context of inertial navigation task. Utilizing low-cost sensors as a data source is a highly relevant challenge in today's technological landscape. The research addresses tasks such as computing statistical characteristics and filtering of data streams; fusing heterogeneous data streams to achieve a stable and refined position of a moving object; and anomaly detection with adaptive tuning of data source input. From a technical perspective, selecting the appropriate technology stack is equally vital for successful stream data analysis. The proposed software solution, which serves as the practical outcome of this research work, is a distributed streaming data processing system capable of handling parallel sensor data streams for various applications in the situational awareness tasks, autonomous navigation, medicine, manufacturing, etc. In the first chapter, «Literature Review», an overview of methods and algorithms designed for online streaming data analysis is conducted, along with a formal description of streaming data characteristics. Based on the analysis of existing solutions, it was shown that current data processing approaches – particularly in the task of localization of moving objects – are either insufficiently developed or fail to provide adequate performance. The result of this chapter was the problem statement: the creation of a hybrid sensor fusion method for streaming data based on a combination of classical approaches and machine learning. In the second chapter, «Method for Compensating Drift in Inertial Navigation», an analysis of existing machine learning methods typically applied to streaming geolocation data was performed. A formal description of the streaming data structure from the mobile device sensors is presented. The

initial stages of streaming data preparation, transformation operators, and the results of training the machine learning model are described. The model is used for velocity prediction based on inertial sensor data. Additionally, an approach for calculating the distance between two trajectories in the streaming setting is used to evaluate the quality of the modeling. In the third chapter, «Data Stream Fusion in The Navigation Task», a preliminary analysis of inertial sensor data was conducted. A hybrid multi-modal data fusion method was proposed, which can detect anomalies within individual modalities. The method integrates a classical Kalman filter with LSTM-based speed of movement prediction, effectively addressing the velocity drift problem inherent in double integration and enabling dynamic weighting of data sources. Experimental results were provided, confirming the method's efficiency in reconstructing the trajectory of pedestrian movement within urban environments. The fourth chapter, «Architecture of the Streaming Data Processing System», outlines the architecture of the developed system and its individual components, including a comparative analysis and selection of the tools and components. Functional and non-functional requirements for the system were formulated. The core data processing nodes (operators) were implemented, optimized, measured and analyzed in terms of latency, and then a user interface with the global time filter was developed. The system was tested using real-world streaming data from a mobile device in a pedestrian navigation scenario. The main scientific results of the dissertation have been published in 4 papers, specifically: 1 chapter in a collective monograph indexed in international scientometric databases (Q2), 3 articles in specialized journals of Ukraine. Additionally, 3 conference reports were published in conference proceedings.

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:

- 1. T. Zavaliy. Fusion of GNSS and IMU Sensor Streams for Improved Pedestrian Navigation. In Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications. Studies in Systems, Decision and Control, vol 602. Springer, Cham. P. 215–234. 2025. doi:10.1007/978-3-031-95955-4_12
- 2. T. Zavaliy and N. Shakhovska, “Online anomaly detection in correlated datastreams using robust Kalman filtering,” Applied Aspects of Information Technology, vol. 8, no. 4, P. 377–385, 2025. doi: 10.15276/aait.08.2025.24
- 3. Завалій Т. Моделювання руху пішохода на основі даних сенсорів смартфона. Вісник Хмельницького національного університету Серія: Технічні науки. 2024. № 6, т. 1 (337). С. 273–278. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-41>
- 4. Завалій Т. І. Задачі та алгоритми опрацювання поточкових даних. Вісник Хмельницького національного університету Серія: Технічні науки. 2023. № 5, т. 2 (327). С. 42–48. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-327-5-42-42>

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

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: 0123U100231

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шаховська Наталія Богданівна

2. Nataliia B. Shakhovska

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6875-8534

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 42962320400; Web of Science Researcher ID: G-5752-2015;
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=GfRgzs4AAAAJ>

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. Шувар Роман Ярославович

2. Roman Y. Shuvar

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6768-4695

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: F-6915-2019; Scopus Author ID: 8521299500;
scholar.google.com/citations?user=ZpUf108AAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дивак Микола Петрович

2. Mykola P. Dyvak

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9049-4993

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24179093900>

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. Виклюк Ярослав Ігорович

2. Yaroslav I. Vykylyuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4766-4659

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. Гентош Леся Ігорівна

2. Lesia I. Hentosh

Кваліфікація: к. т. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4957-1512

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:

VIII. Заключні відомості

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

Матвійчук Ярослав Миколайович

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

Матвійчук Ярослав Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Віктор Михайлович Хавалко

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна