

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000665

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-03-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ільїн Максим Олександрович

2. Maksym O. Ilin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-0803-3726

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

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 12357

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, 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, 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: 20.54.07

Тема дисертації:

1. Алгоритмічне та програмне забезпечення для виявлення та прогнозування екологічних загроз на основі аналізу гетерогенних потокових даних
2. Algorithmic and software support for detection and forecasting of environmental threats based on the analysis of heterogeneous streaming data

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробленню алгоритмічного та програмного забезпечення для виявлення та прогнозування екологічних загроз на основі аналізу гетерогенних потокових даних. Оброблення таких даних є складною задачею через різноманітність форматів, асинхронність надходження, багатомовність текстів, невідповідність часових баз, різні одиниці виміру, пропуски та шуми в сенсорних рядах, а також жорсткі вимоги до часу відгуку. Стандартні програмні конвеєри без єдиної просторово-часової основи не забезпечують стабільного геоприв'язування та узгоджених агрегатів, що призводить до помилок у локалізації подій та нестабільної швидкодії. У роботі проведено аналіз наявних програмних систем моніторингу екологічних загроз — як міжнародних (ACLED, GDELT, Liveuamap, Copernicus EMS,

Safecast), так і національних (EcoZagroza, Ecodozor, SaveEcoBot). Виявлено їх обмеження у сфері інтеграції мультимодальних OSINT-джерел, оперативного геокодування та прогнозу аналітики. На основі аналізу сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги до розроблюваного програмного забезпечення. Розроблено метод геокодування зі збереженням коректності для різних словоформ багатомовних OSINT-повідомлень, що поєднує морфологічну нормалізацію, каскад точного, нечіткого та фонетичного зіставлення з реєстром географічних назв та усунення контекстуальної неоднозначності в локальному оточенні шестикутної сітки H3. Порівняно з існуючими методами, орієнтованими переважно на англomовні тексти, запропонований підхід підвищує частку коректних прив'язувань топонімів у середньому на 21% та скорочує середній час пошуку координат на 51%. Запропоновано ймовірнісну геопросторову модель прийняття рішень, яка інтегрує результати геокодування, багатоджерельної перевірки та доменної агрегації на сітці H3 з підтримкою сценарних обмежень. Модель дозволяє оцінювати небезпечні зони та формувати рекомендації щодо планування евакуації і розміщення укриттів з кореляцією 0,78 з офіційними повітряними тривогами. Розроблено архітектуру уніфікованого мікропакетного конвеєра гармонізації гетерогенних потоків даних із детермінованим перетворенням подій до єдиної часової бази, нормалізацією одиниць вимірювання та уніфікацією схем у межах одного процесу. На відміну від стандартних багатоетапних ETL-конвеєрів, запропонована архітектура скорочує затримку уніфікації в середньому на 80%. Запроваджено архітектурний шаблон H3-DSMV (Dual Scale Materialized Views), що забезпечує фіксацію подій на дрібнішій сітці роздільності r10 з автоматичною побудовою матеріалізованих подань на рівні r7, скорочуючи середній час відповіді системи у 5 разів порівняно з розподіленими архітектурами з окремими компонентами агрегації. Програмна реалізація включає модулі оброблення мовних компонент, геопросторової підсистеми з підтримкою морфологічно коректного геокодування, аналізу поточкових даних про стан довкілля, а також інтегрований модуль LSTM-прогнозування для аналізу часових залежностей екологічних показників, що забезпечує перехід від реактивного до проактивного режиму підтримки рішень. Експериментальні дослідження підтвердили, що розроблене програмне забезпечення у потоковому режимі забезпечує 85% коректних геопросторових прив'язувань при середньому часі отримання результату близько 6 хвилин. Використання багатоджерельної перевірки та ймовірнісної моделі дозволяє знизити похибку агрегованої оцінки ризику до 8% та частоту хибних спрацювань до 4% навіть за умов неповних або зашумлених даних. За інтегральним показником, що поєднує точність та оперативність, розроблена система перевершує альтернативні рішення та є найбільш збалансованою для задач оперативного екологічного моніторингу.

2. The dissertation focuses on the development of algorithmic and software solutions for the detection and forecasting of environmental threats based on heterogeneous streaming data analysis. Processing such data presents significant challenges due to format diversity, asynchronous data ingestion, multilingual text content, misaligned time bases, varying units of measurement, gaps and noise in sensor streams, and strict latency requirements. Conventional software pipelines lacking a unified spatiotemporal foundation fail to provide stable georeferencing and consistent aggregates, resulting in event localization errors and unstable performance. The work includes a comprehensive analysis of existing environmental threat monitoring systems, both international (ACLED, GDELT, Liveuamap, Copernicus EMS, Safecast) and national (EcoZagroza, Ecodozor, SaveEcoBot). Their limitations in multimodal OSINT source integration, real-time geocoding, and predictive analytics were identified. Based on this analysis, functional and non-functional requirements for the developed software were formulated. A geocoding method preserving correctness across inflected word forms in multilingual OSINT messages was developed. It combines morphological normalization, a cascade of exact, fuzzy, and phonetic matching against a geographic name registry, and contextual disambiguation within the local H3 hexagonal grid neighborhood. Compared to existing methods primarily targeting English-language texts, the proposed approach increases the share of correct toponym bindings by an average of 21% and reduces the mean coordinate lookup time by 51%. A probabilistic geospatial decision-making model was proposed, integrating geocoding results, multi-source verification, and domain aggregation on the H3 grid with support for scenario-based constraints. The model enables assessment of hazardous zones and generation of recommendations for evacuation planning and shelter placement, achieving a correlation of 0.78 with official air raid alerts. A unified microbatch harmonization pipeline

architecture was developed for heterogeneous data streams, featuring deterministic event transformation to a unified time base, unit-of-measurement normalization, and schema unification within a single processing stage. Unlike conventional multi-stage ETL pipelines, the proposed architecture reduces harmonization latency by an average of 80%. The H3-DSMV (Dual Scale Materialized Views) architectural pattern was introduced, capturing events at the finer resolution grid r10 with automatic construction and maintenance of materialized views at the coarser r7 level, reducing mean system response time by a factor of 5 compared to distributed architectures with separate aggregation components. The software implementation comprises modules for natural language processing, a geospatial subsystem with morphologically correct geocoding support, an environmental streaming data analysis module, and an integrated LSTM forecasting module for temporal dependency analysis of environmental indicators, enabling a transition from reactive to proactive decision support. Experimental evaluation confirmed that the developed software achieves 85% correct geospatial event bindings in streaming mode with a mean result delivery time of approximately 6 minutes. Multi-source verification combined with the probabilistic decision model reduces aggregated risk assessment error to 8% and the false positive rate to 4%, even under incomplete or noisy data conditions. By a composite metric combining accuracy and timeliness, the developed system outperforms alternative solutions and represents the most balanced approach for operational environmental monitoring tasks.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U001790

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:

- Ilin M. O., Oleshchenko L. M. Current state and development prospects of heterogeneous streaming data processing methods. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, Вип. 1, 2023. С. 100-106. URL: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-13>.
- Oleshchenko L. M., Ilin M. O. Software analysis of radiation air pollution streaming data. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. № 2(85), 2023. С. 187-195. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.2.26>.
- Ilin M. O., Oleshchenko L. M. Enhancing distributed stream processing through artificial intelligence: a review and proposal for LSTM integration. *Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології*. Том 2. № 06, 2023. С. 66-73. URL: <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2023-02-06-07>.
- Олещенко Л. М., Ільїн М. О. Програмний метод аналізу поточкових даних соціальних мереж за допомогою гібридної моделі нейронної мережі. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Том 36 (75). № 1, 2025. С. 163-170. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.1.2/24>.
- Ilin M. O., Oleshchenko L. M. Development of a modular data unification pipeline for real-time environmental threat analytics. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Том 2 № 3(94) 2025. С. 211-217. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.3.2.26>.
- Ilin M.O., Oleshchenko L.M. Software-driven data analysis of propaganda narratives and social media engagement. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Том 36 (75). № 4, 2025. С. 155-162. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.4.2/21>.
- Ilin M. O., Oleshchenko L. M. RNN implementation for streaming data analysis and prediction. *International scientific conference «The latest science and technology achievements and their significance for society»*. December 6-7, 2023. Częstochowa, the Republic of Poland, 2023. P. 6-10. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-388-0-1>.

- Oleshchenko L., Ilin M. Artificial intelligence methods integrating in streaming data processing systems. X International scientific and practical conference «Modern Trends in the Development of Scientific Space» February 14-16, 2024. Dresden, Germany, 2024. P. 96-101. URL: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/02/Modern_trends_in_the_development_of_scientific_space_Feb_14_16_2024.pdf.
- Ільїн М.О., Олещенко Л.М. Метод та програмне забезпечення для виявлення подій у реальному часі та аналізу трендів з використанням HybridLSTM. Прикладна математика та комп'ютинг. ПМК, 2024: Сімнадцята наук. конф. магістрантів та аспірантів, Київ, 20-22 лист. 2024 р. Київ: «Просвіта», 2024. С. 201-205. ISBN 978-617-7010-37-0.
- Ilin M., Oleshchenko L. Software pipeline development for OSINT-based geocoding of missile and drone strikes in Ukraine. International Scientific Conference «Science, Technology, and Society in the 21st Century», August 6, 2025, Amsterdam, Netherlands. P. 116-119. URL: <https://doi.org/10.64076/iedc250806.18>.
- Ilin M., Oleshchenko L. Real-time radiation anomaly mapping using Kp/GOES X-ray correction and H3 spatial aggregation. International Scientific Conference «Trends, Issues, and Challenges in Modern Science», September 5, 2025, Cambridge, UK. P. 86-89. URL: <https://doi.org/10.64076/iedc250905.16>.

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

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: 0124U001790

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Олещенко Любов Михайлівна

2. Liubov M. Oleshchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9908-7422

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, 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. Десятко Альона Миколаївна
2. Alona M. Desiatko

Кваліфікація: д.філософ, доц., 122

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2284-3418

Додаткова інформація:

; https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=0zh1XxQAAAAJ&view_op=list_works

Повне найменування юридичної особи: Державний торговельно-економічний університет

Код за ЄДРПОУ: 44470624

Місцезнаходження: вул. Кіото, Київ, 02156, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пелещак Роман Михайлович
2. Roman M. Peleshchak

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0536-3252

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сулема Євгенія Станіславівна
2. Yevgeniya S. Sulema

Кваліфікація: д. т. н., доц., 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7871-9806

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36601536300>

