

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002840

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 24-06-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Колодюк Андрій Васильович

2. Andrii Kolodiuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-1724-7531

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

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: 121 Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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 14959

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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, 20.54.03, 20.54.07

Тема дисертації:

1. Метод упорядкованої паралельної доставки подій для підвищення стабільності й масштабованості мікросервісних систем на основі технологій асинхронного обміну повідомленнями та аналітичного моделювання
2. Method of Ordered Parallel Event Delivery for Improving the Stability and Scalability of Microservice Systems Based on Asynchronous Messaging Technologies and Analytical Modeling

Реферат/анотація:

1. Реферат У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу підвищення коректності, продуктивності та безперервності доставки подій у мікросервісних системах, що побудовані за подієво-орієнтованою архітектурою з асинхронним обміном повідомленнями. Об'єктом дослідження є процеси доставки та обробки подій у розподілених мікросервісних системах. Предметом дослідження є методи, моделі та архітектурні засоби упорядкованої паралельної доставки подій із гарантуванням коректності, ідемпотентності та відмовостійкості. Метою роботи є підвищення ефективності мікросервісних систем доставки подій шляхом розроблення методу упорядкованого паралелізму, аналітичної моделі

продуктивності та архітектури безперервної доставки. Наукова новизна одержаних результатів: 1. Набув подальшого розвитку метод упорядкованого паралелізму в межах логічного ключа у мікросервісних системах доставки подій на основі прикладного впорядкування поверх брокера повідомлень із використанням маркування подій ідентифікаторами послідовності та механізму відновлення пропущених станів, що дозволяє забезпечити коректне послідовне опрацювання взаємопов'язаних подій за одночасного паралельного виконання незалежних потоків обробки та підвищити продуктивність системи. 2. Вперше розроблено аналітичну модель впливу паралелізму на продуктивність і латентність системи впорядкованої доставки подій у режимі гарантованої доставки з можливими повторами на основі комплексного врахування ідемпотентної обробки, повторної доставки повідомлень, буферизації пропущених станів і використання резервного каналу доставки, що дозволяє формалізовано оцінювати накладні витрати, визначати оптимальний рівень паралелізму та прогнозувати поведінку системи за умов зміни навантаження і часткових відмов. 3. Удосконалено архітектуру забезпечення безперервності доставки подій у мікросервісних системах на основі інтеграції методу упорядкованого паралелізму, аналітичної моделі оцінювання продуктивності та латентності, основного брокера повідомлень, резервного каналу доставки та механізму узгодженого виконання розподілених кроків, що дозволяє підвищити безперервність виконання процесів, скоротити час відновлення після відмов і забезпечити коректність послідовності виконання операцій в умовах часткових збоїв інфраструктури. Практичне значення наукових результатів полягає у наступному: 1. Набув подальшого розвитку метод упорядкованого паралелізму в межах логічного ключа у мікросервісних системах доставки подій, який на основі прикладного впорядкування поверх брокера повідомлень, використання ідентифікаторів послідовності, внутрішніх черг за ключами та механізму відновлення пропущених станів забезпечує детерміновану впорядкованість обробки подій у всіх досліджених сценаріях. Практичне застосування запропонованого методу дозволяє зберігати коректну послідовність виконання взаємопов'язаних операцій за одночасного паралельного опрацювання незалежних сутностей та забезпечує прискорення обробки подій до 2,42 раза порівняно з базовими підходами в умовах підвищеного навантаження і часткових збоїв. 2. Вперше розроблена аналітична модель впливу паралелізму на продуктивність і латентність системи впорядкованої доставки подій, побудована на основі формалізації процесів, реалізованих методом упорядкованого паралелізму, дозволяє враховувати вплив повторної доставки повідомлень, ідемпотентної обробки, буферизації пропущених станів та використання резервного каналу доставки на характеристики функціонування системи. Практичне використання моделі забезпечує оцінювання накладних витрат, визначення раціонального рівня паралелізму та прогнозування продуктивності системи з відносною похибкою не більше 5,5 %, що дозволяє використовувати її під час проектування, масштабування та модернізації високонавантажених мікросервісних систем. 3. Удосконалена архітектура забезпечення безперервності доставки подій, побудована на основі інтеграції методу упорядкованого паралелізму, аналітичної моделі оцінювання продуктивності та латентності, основного брокера повідомлень, резервного каналу доставки та механізму узгодженого виконання розподілених кроків, забезпечує скорочення середнього часу відновлення після збою на 76 % (223,5 мс проти 930,2 мс у базовій архітектурі), підвищення частки успішно доставлених подій до 99,79% порівняно з 95,3 % у традиційних рішеннях, а також підтримання частки успішно завершених Saga-транзакцій на рівні 98,9 % проти 31,8 % за умов нестабільної роботи брокера повідомлень. При цьому додаткові накладні витрати за латентністю у штатному режимі функціонування не перевищують 2,4 %, що дозволяє забезпечити високий рівень безперервності, надійності та доступності мікросервісних систем без істотного зниження їх продуктивності. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

2. The dissertation solves the current scientific and applied problem of increasing the correctness, productivity and continuity of event delivery in microservice systems built on an event-driven architecture with asynchronous message exchange. The object of the research is the processes of event delivery and processing in distributed microservice systems. The subject of the research is methods, models and architectural tools of ordered parallel event delivery with guaranteed correctness, idempotence and fault tolerance. The aim of the work is to increase the efficiency of microservice event delivery systems by developing a method of ordered parallelism, an analytical

model of productivity and an architecture of continuous delivery. Scientific novelty: 1. The method of ordered parallelism within the logical key in microservice event delivery systems based on applied ordering on top of a message broker using event marking with sequence identifiers and a mechanism for restoring missed states has been further developed, which allows ensuring correct sequential processing of interconnected events with simultaneous parallel execution of independent processing threads and increasing system performance. 2. For the first time, an analytical model of the impact of parallelism on the performance and latency of an ordered event delivery system in the guaranteed delivery mode with possible repetitions has been developed based on a comprehensive consideration of idempotent processing, message re-delivery, buffering of missed states and the use of a backup delivery channel, which allows for a formal assessment of overhead, determination of the optimal level of parallelism and prediction of system behavior under load changes and partial failures. 3. The architecture for ensuring the continuity of event delivery in microservice systems has been improved based on the integration of the method of ordered parallelism, an analytical model for assessing performance and latency, the main message broker, a backup delivery channel, and a mechanism for coordinated execution of distributed steps, which allows to increase the continuity of process execution, reduce the recovery time after failures, and ensure the correctness of the sequence of operations in conditions of partial infrastructure failures. The practical significance of the scientific results is as follows: 1. The method of ordered parallelism within the logical key in microservice event delivery systems has been further developed, which, based on applied ordering on top of the message broker, the use of sequence identifiers, internal queues by keys, and a mechanism for restoring missed states, provides deterministic ordering of event processing in all studied scenarios. The practical application of the proposed method allows maintaining the correct sequence of execution of interconnected operations while simultaneously processing independent entities in parallel and provides acceleration of event processing up to 2.42 times compared to basic approaches under conditions of increased load and partial failures. 2. For the first time, an analytical model of the impact of parallelism on the performance and latency of an ordered event delivery system has been developed, built on the basis of the formalization of processes implemented using the ordered parallelism method, allowing us to take into account the impact of message re-delivery, idempotent processing, buffering of missed states, and the use of a backup delivery channel on the characteristics of the system's functioning. The practical use of the model provides an assessment of overhead costs, determination of a rational level of parallelism, and prediction of system performance with a relative error of no more than 5.5%, which allows it to be used when designing, scaling, and upgrading highly loaded microservice systems. 3. The improved architecture for ensuring the continuity of event delivery, built on the basis of the integration of the method of ordered parallelism, an analytical model for assessing performance and latency, the main message broker, a backup delivery channel and a mechanism for coordinated execution of distributed steps, provides a reduction in the average recovery time after a failure by 76% (223.5 ms versus 930.2 ms in the basic architecture), an increase in the share of successfully delivered events to 99.79% compared to 95.3% in traditional solutions, as well as maintaining the share of successfully completed Saga transactions at 98.9% versus 31.8% under conditions of unstable operation of the message broker. At the same time, the additional overhead for latency in the normal mode of operation does not exceed 2.4%, which allows ensuring a high level of continuity, reliability and availability of microservice systems without significantly reducing their performance. The dissertation consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of sources used and appendices.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U001849

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:

- A. KOLODIUK, O.VOLOSCHUK. Per-order ordered parallelism method in microservice event delivery systems. Зв'язок, 2025, №6 (178), с. 3-12. DOI:10.31673/2412-9070.2025.061213A.
- Колодюк А.В., Аронов А.О. Аналітична модель впливу паралелізму на продуктивність системи впорядкованої доставки подій з AT-LEAST-ONCE семантикою. Сучасний захист інформації, 2026, №1
- Дзюба В. В., Колодюк А. В., Олейніков І. А., Бугайов Д. М. Метод упорядкованого паралелізму per-замовлення у мікросервісних системах доставки подій. Зв'язок. 2025, №3 (175), с.101-107. DOI: 10.31673/2412-9070.2025.029944
- Andrii Kolodiuk, Vadym Chytulian, Ivan Oleinikov, Viktoriia Zhebka, Valeriia Balatska Formation of a conceptual model for cyber-physical monitoring of critical infrastructure environmental objects. CPITS-II 2025: Cybersecurity 10 Providing in Information and Telecommunication Systems II 2025, p.330-341, <https://ceur-ws.org/Vol-4145/paper23.pdf> (Scopus)
- Колодюк А.В. Метод упорядкованої паралельної доставки подій у мікросервісних системах із використанням RabbitMQ, резервних HTTP-каналів та патерну Saga для підвищення живучості та зменшення MTTR. Зв'язок. 2026, №3
- Майборода М. В., Бажан Т. О., Жебка С. В., Колодюк А. В. Методи метричного та неметричного багатовимірного шкалювання для довільної матриці даних в мові R. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2024, №3 (84), с. 94 -101. DOI: 10.31673/2412-4338.2024.039411
- Жебка С. В., Власенко В. О., Аронов А. О., Колодюк А. В. Вирішення дилеми вибору алгоритму консенсусу у розподілених системах. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2024, №1 (82) , с. 130-136. DOI: 10.31673/2412-4338.2024.019904
- Колодюк А.В. Партнерство між технологічними компаніями та університетами: роль колаборацій у впровадженні новітніх розробок. II Всеукраїнська науково-технічна конференція «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і світу». Збірник тез. – К.: ДУІКТ, 2024. С. 371-372
- Колодюк А.В. Оцінка ефективності мікрсервісної архітектури в умовах високих навантажень: досвід та перспективи для корпоративних веб-додатків. II Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні аспекти діджиталізації та інформатизації в програмній та комп'ютерній інженерії». Збірник тез. – К.: ДУІКТ, 2024. С. 21-23.
- Колодюк А.В. Розробка чат-боту для автоматизації клієнтської підтримки у сфері малого та середнього бізнесу. Всеукраїнська науково-технічна 11 конференція «Виклики та рішення в програмній інженерії». Збірник тез. – К.: ДУІКТ, 2024, с. 209-211.
- Колодюк А.В. Формалізація впливу архітектурних рішень мікросервісних систем на споживчі характеристики корпоративних веб-додатків. Всеукраїнська науково-технічна конференція «Застосування програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних технологіях». Збірник тез. – К.: ДУІКТ, 2025, с. 97-99.
- Колодюк А.В. Новітні парадигми в програмній інженерії. II Всеукраїнська науково-технічна конференція «Виклики та рішення в програмній інженерії». Збірник тез. – К.: ДУІКТ, 2025, с.69-71

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U001849

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аронов Андрій Олексійович

2. Andrii O. Aronov

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-7868-8341

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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. Довженко Надія Михайлівна

2. Nadiia M. Dovzhenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4164-0066

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Код за ЄДРПОУ: 45307965

Місцезнаходження: вул. Бульварно-Кудрявська, Київ, 04053, Україна

Форма власності: Комунальна

Сфера управління: Держадміністрація

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Корнага Ярослав Ігорович

2. Yaroslav I. Kornaha

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9768-2615

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

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ткаленко Оксана Миколаївна

2. Oksana N. Tkalenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.12.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6313-5138

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лашевська Наталія Олександрівна

2. Nataliia O. Lashchevska

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2148-115X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Нестеренко Катерина Сергіївна

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

Нестеренко Катерина Сергіївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Лазоренко Л.М.

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна