Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001973

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-05-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/60/25 від 28.07.2025

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гончаренко Олександр Олексійович
2. Oleksandr O. Honcharenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9086-6988

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 123

Назва наукової спеціальності: Комп’ютерна інженерія

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерна інженерія

Дата захисту: 10-07-2025

Спеціальність за освітою: Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9284

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, 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, буд. 37, 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: 20.55.01

Тема дисертації:

1. Методи та засоби підвищення відмовостійкості та ефективності топологій комп’ютерних систем
2. Methods and tools of increasing the fault tolerance and efficiency of computer systems' topologies

Реферат/анотація:

1. Робота присвячена розробці методу синтезу топологій на основі надлишкових кодів та методу синтезу ієрархічних топологій, що дозволяють підвищити відмовостійкість масштабованих високопродуктивних систем, а також покращити їх ефективність. Розроблено нову математичну модель топології на основі надлишкового коду, що відрізняється від існуючих моделей використанням алфавіту, основи числення та довжини коду для визначення кількості альтернативних представлень довільного числа в заданій системі числення, та дозволяє прогнозувати максимальну кількість вершин з однаковим номером у графі, кількість вершин з унікальними (не-надлишковими) номерами. Запропоновано новий спосіб формування імпліцитних кластерів в надлишкових топологіях, що відрізняється від існуючих використанням спеціальної багатовимірної матриці надлишкових представлень та кодування індексів в спеціальній системі числення та дозволяє формувати ребра між такими вершинами для топологій на основі кодів із певними

співвідношеннями потужності алфавіту та основи числення. Набув розвитку метод синтезу відмовостійких топологій на основі надлишкового коду, що відрізняється від існуючих використанням кодових перетворень, в тому числі послідовностей де Бруйна, в надлишкових системах числення та створенням нових зв'язків у таких топологіях за допомогою перетворень заміщення над кодами, які описують індекс альтернативного представлення в багатовимірній матриці надлишкових представлень, що дозволяє синтезувати відмовостійкі топології заданого порядку, в тому числі з імпліцитними кластерами. Запропоновано новий метод масштабування ієрархічних топологій, що відрізняється від існуючих використанням декартового добутку, деревовидних структур та рекурентного вкладення кластерів, що дозволяє поєднати відмовостійкі топології, синтезовані на основі надлишкового коду, із класичними топологіями, такими як гіперкуб та dragonfly. Запропоновано новий спосіб моделювання відмов в топологіях, що відрізняється від існуючих використанням різних підходів до випадкового формування черги відмов, в тому числі з урахуванням коєфіцієнту посередництва, та дозволяє при заданій кількості відмов вузлів аналізувати імовірність розриву зв'язності графа, підрахувати топологічні характеристики та їх зміну відносно початкового (безвідмовного) стану топології. Для експериментального дослідження запропонованих методів було розроблено ряд інструментальних засобів з використанням мови Python та бібліотеки NetworkX. Розроблено інструментальний засіб для моделювання характеристик топологій на основі бібліотеки NetworkX, який за рахунок запропонованого способу формування імпліцитних кластерів в надлишкових топологіях дозволяє дослідити топологічні характеристики графів, отриманих з використання запропонованих методів, та виконати їх порівняння із класичними топологіями, такими як гіперкуб, жирне дерево, dragonfly та dragonfly+, а також багатовимірні тори, включаючи топологію суперкомп'ютерна Fugaku. Розроблено інструментальний засіб для моделювання відмов в топологіях, який є реалізацією запропонованого способу моделювання відмов в топологіях та дозволяє дослідити поведінку топологій в умовах наростаючого числа відмов і таким чином порівняти відмовостійкість запропонованих та існуючих графів. Проведено експериментальне дослідження запропонованих методів, що включає в себе аналіз топологічних характеристик та аналіз відмовостійкості окремо для безпосередньо-зв'язаних (на основі надлишкового коду) та комутованих (ієрархічних) мереж. Розроблені методи продемонстрували суттєве підвищення відмовостійкості та ефективності, дозволяючи покращити загальні топологічні характеристики, такі як мультиплікативна характеристика ступеня та діаметра (SD), для якої продемонстровано покращення в діапазоні 6.7-69.2%. Запропоновані рішення продемонстрували на 26,3% вищу відмовостійкість при 50% відмов для графів безпосередно-зв'язаних мереж і на 15,7% вищу при 40% відмов для комутованих мереж. Розглянуті графи є конкурентоспроможними у порівнянні із популярними рішеннями в предметній сфері, такими як топологія жирного дерева та dragonfly. Порівняння із топологією суперкомп'ютера Fugaku (найефективніший на сьогодні суперкомп'ютер з точки зору тесту HPCG) показало значну перевагу розроблених рішень (покращення SD на 69,2%, краща топологічна ефективність на 103,4%). Розроблені топологічні рішення можуть бути застосовані при розробці комп'ютерних систем з масовим паралелізмом, кластерних систем та датацентрів, а також комп'ютерних мереж, включаючи мережі, що керуються програмним забезпеченням.

2. The work is devoted to the development of a method for synthesizing topological organizations based on redundant codes and a method for synthesizing hierarchical topological organizations, which allow increasing the efficiency of scalable high-performance systems, as well as ensuring their fault tolerance. A new mathematical model of topology based on redundant numeral code has been developed, which differs from existing models by using the alphabet, base of number, and code length to determine the number of alternative representations of an arbitrary number in a given numeral system, and allows predicting the maximum number of vertices with the same number in a graph, the number of vertices with unique (non-redundant) numbers A new method of forming implicit clusters in redundant topologies is proposed, which differs from existing ones by using a special multidimensional matrix of redundant representations and encoding indices in a special number system and allows forming edges between such vertices for topologies based on codes with certain ratios of the power of the alphabet and the base of the number. A method for synthesizing fault-tolerant topologies based on redundant

numeral code has been developed, which differs from existing ones by using code transformations, including de Bruijn sequences, in redundant numeral systems and creating new connections in such topologies using exchange transformations over codes that describe the index of an alternative representation in a multidimensional matrix of redundant representations, which allows synthesizing fault-tolerant topologies of a given rank, including those with implicit clusters. A new method for scaling hierarchical topologies is proposed, which differs from existing ones by using the Cartesian product, tree structures, and recurrent cluster nesting, which allows combining fault-tolerant topologies synthesized based on redundant numeral code with classical topologies such as hypercube and dragonfly. A new method of modeling failures in topological organizations is proposed, which differs from existing ones by using different approaches to random formation of a failure queue, including taking into account the betweenness centrality coefficient, and allows, for a given number of node failures, to analyze the probability of a graph disconnection, calculate topological characteristics and their change relative to the initial (fault-free) state of the topology. For experimental research of the proposed methods, a number of tools were developed using the Python programming language and the NetworkX library. A tool for modeling the characteristics of topologies based on the NetworkX library has been developed, which, due to the proposed method of forming implicit clusters in redundant topologies, allows us to investigate the topological characteristics of graphs obtained using the proposed methods and compare them with classical topologies, such as hypercube, fat tree, dragonfly and dragonfly+, as well as multidimensional tori, including the Fugaku supercomputer topology. A tool for modeling failures in topological organizations has been developed, which is an implementation of the proposed method for modeling failures in topological organizations and allows you to study the behavior of topologies under conditions of an increasing number of failures and thus compare the fault tolerance of the proposed and existing graphs. An experimental study of the proposed methods was conducted, which includes an analysis of topological characteristics and a fault tolerance analysis separately for directly connected (based on redundant numeral code) and switched (hierarchical) networks. The developed methods demonstrated a significant increase in fault tolerance and efficiency, allowing to improve general topological characteristics, such as the multiplicative characteristic of degree and diameter (SD), for which an improvement in the range of 6.7-69.2% was demonstrated. The proposed solutions demonstrated a 26.3% higher fault tolerance at 50% failures for graphs of directly connected networks and a 15.7% higher at 40% failures for switched networks. The considered graphs are competitive in comparison with popular solutions in the subject area, such as fat tree topology and dragonfly. Comparison with the topology of the Fugaku supercomputer (the most efficient supercomputer today in terms of HPCG test) showed a significant advantage of the developed solutions (SD improvement by 69.2%, better topological efficiency by 103.4%). The developed topological solutions can be applied in the development of massively parallel computing systems, cluster systems and data centers, as well as computer networks, including software-controlled networks.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0121U108261

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:

- Гончаренко, О., & Череватенко, О. (2021). СПОСОБИ МУЛЬТИКАНАЛЬНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖАХ НАДЛИШКОВОГО ДЕ БРУЙНА. Технічні науки та технології, (2 (24)), 123-130
- Гончаренко, О., & Волокита, А. (2024). МЕТОД СИНТЕЗУ ВІДМОВОСТІЙКИХ ТОПОЛОГІЙ З ІМПЛІЦИТНИМИ КЛАСТЕРАМИ НА ОСНОВІ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЕ БРУЙНА В НАДЛИШКОВИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ. Проблеми інформатизації та управління, (4 (80)), 20-27.

- Honcharenko, O., Volokyta, A., Loutskii, H., Rehida, P., Kaplunov, A., Ivanishchev, B., & Korenko, D. (2022). Extended DragonDeBrujin topology synthesis method. International Journal of Computer Network and Information Security, 9(6), 23-36.
- Volokyta, A., Loutskii, H., Honcharenko, O., Cherevatenko, O., Rusinov, V., Kulakov, Y., & Tsybulia, S. (2023). Fault Tolerance Exploration and SDN Implementation for de Bruijn Topology based on betweenness Coefficient. Computer Network and Information Security, 5 (pp. 1-17)
- Rusinov, V., Honcharenko, O., Volokyta, A., Loutskii, H., Pustovit, O., & Kyrianov, A. (2023, March). Methods of Topological Organization Synthesis Based on Tree and Dragonfly Combinations. In International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (pp. 472-485). Cham: Springer Nature Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-031-36118-0_43
- Loutskii, H., Volokyta, A., Rehida, P., Kaplunov, A., Ivanishchev, B., Honcharenko, O., & Korenko, D. (2021). Topology synthesis method based on excess de Bruijn and dragonfly. In Advances in Computer Science for Engineering and Education IV (pp. 315-325). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-80472-5_27
- Loutskii, H., Volokyta, A., Rehida, P., Honcharenko, O., & Thinh, V. D. (2021). Method for synthesis scalable fault-tolerant multi-level topological organizations based on excess code. In Advances in Computer Science for Engineering and Education III 3 (pp. 350-362). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-55506-1_32
- Loutskii, H., Volokyta, A., Rehida, P., Honcharenko, O., Ivanishchev, B., & Kaplunov, A. (2019, December). Increasing the fault tolerance of distributed systems for the Hyper de Bruijn topology with excess code. In 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT) (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/ATIT49449.2019.9030487
- Honcharenko, O., Volokyta, A., & Loutskii, H. (2024, August). Method of fault tolerant routing in distributed systems based on non-binary de brujin topology. In The International Conference on Security, Fault Tolerance, Intelligence. [Online] Available at: https://icsfti-proc.kpi.ua/article/view/307020

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

Соціально-економічна спрямованість: підвищення ефективності комп'ютерних систем

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0121U108261

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волокита Артем Миколайович

2. Artem M. Volokyta

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9069-5544

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, 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. Опанасенко Володимир Миколайович
2. Volodymyr Opanasenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5175-9522

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, буд. 40, Київ, 03187, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Додонов Олександр Георгійович
2. Oleksandr Dodonov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7569-9360

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03771755

Місцезнаходження: вул. М. Шпака, буд. 2, Київ, 03113, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клименко Ірина Анатоліївна

2. Iryna A. Klymenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5345-8806

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Русанова Ольга Веніамінівна

2. Olha Rusanova

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0145-3012

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Писарчук Олексій Олександрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Писарчук Олексій Олександрович

Відповідальний за підготовку облікових документів Гончаренко Олександр Олексійович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна