

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001851

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-05-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС_62_24 від 23.07.2024



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рвач Дмитро Вячеславович

2. Dmytro Rvach

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1461-1086

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: 25-06-2024

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): ДФ 26.002.150; ID 5440

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: 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 технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.02, 20.54.07

Тема дисертації:

1. Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників мультимедійних об'єктів
2. Algorithms and Software for Digital Twin Technology of Mulsemmedia Objects

Реферат:

1. Рвач Д. В. Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників мультимедійних об'єктів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2024. Цифрові двійники є технологією, що надають змогу створити цифрову копію фізичного об'єкту для подальшого аналізу та симуляції його поведінки. Технологія цифрових двійників пропонує новий підхід до представлення та обробки динамічної цифрової моделі фізичного об'єкта або процесу, його минулого, теперішнього і майбутніх станів та поведінки. Цифровий двійник являє собою сукупність віртуальних інформаційних структур, які повністю описують майбутній або реально існуючий

фізичний об'єкт від мікрорівня (одноеlementний рівень) до макрорівня (загальний вигляд, загальні властивості об'єкта в цілому). Технологія цифрових двійників сполучає конкретну фізичну систему із комп'ютерною моделлю, яка відображає архітектуру, динаміку і фактичний стан цієї конкретної системи. Давачі, що дозволяють здійснювати безперервний моніторинг об'єкта, можуть бути використанні як джерела інформації для створення таких індивідуалізованих динамічних моделей. Аналіз існуючих програмних систем для роботи з цифровими двійниками показує, що вони є вузькоспрямованими на створення цифрових двійників специфічних об'єктів для конкретної галузі та не здатні використовувати більш універсальний підхід до створення цифрової копії реального об'єкта. Також значною мірою виявлена проблема відсутності уніфікації та стандартизації форматів обміну даними між фізичною та цифровою копією об'єкта. Розв'язання цих завдань можливе шляхом створення уніфікованої, гнучкої та стандартизованої програмної системи, що надає змогу створювати цифрові копії фізичних об'єктів з різними параметрами і налаштувати роботу з ними згідно з вимогами. Технологію цифрових двійників звичайно використовують у галузі виробництва та у інженерії. Натомість, практично немає прикладів застосування цієї технології у галузі освіти та у медичній галузі. Тим не менш, застосування технології цифрових двійників у цих галузях має великий потенціал, оскільки за рахунок її використання можна досягти нової якості освіти та медичних послуг. Проте, для адаптації технології цифрових двійників до вимог цих галузей, особливістю яких є безпосередня участь людини у процесах, процедурах та сервісах, доцільно враховувати новітні технічні можливості, що спрямовані на цифрову обробку даних про фізичні властивості об'єктів навколишнього світу, які здатна сприймати людина. Тому актуальною задачею є розширення технології цифрових двійників за рахунок застосування концепції мультимедіа, яка робить можливим створення нових інтерфейсів людино-машинної взаємодії. Описані завдання та тенденції визначають актуальну науково-технічну задачу вдосконалення та розвитку теоретичних основ створення алгоритмічного та програмного забезпечення технології цифрових двійників, що вирішується у цій дисертаційній роботі. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності обробки даних про стан мультимедійних об'єктів у програмних системах на основі концепції цифрового двійника. У першому розділі дисертаційної роботи проаналізовано методи, підходи та програмне забезпечення для обробки даних цифрових двійників мультимедійних об'єктів. Досліджено технологію цифрових двійників та концепцію мультимедіа. Вивчено поточний стан наявних програмних систем на основі технології цифрових двійників. Виявлено недостатню універсальність підходів до створення цифрового двійника у вказаних програмних системах. У результаті визначено функціональні та нефункціональні вимоги для цього класу програмного забезпечення. У другому розділі розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення процесів консолідації мультимедійних даних на основі концепції мультиобразу. Запропоновано метод консолідації мультимедійних даних, який передбачає обробку мультимедійних даних з використанням алгебраїчної системи агрегатів. Запропоновано розширення формату JSON для створення синхронізованої у часі структури мультимедійних даних – TJSON. Використано дискретні вейвлет-перетворення та алгоритми стеганографії для поєднання даних різних модальностей в єдиний цифровий об'єкт. Запропоновано використання паралельних обчислень для підвищення ефективності реалізації запропонованого методу. У третьому розділі розглянуто наявні підходи до обробки даних про мультимедійні об'єкти, один з яких ґрунтується на застосуванні мови програмування ASAMPL. Запропоновано шляхи вдосконалення мови програмування ASAMPL, а саме: оновлено синтаксис, що надало можливість поліпшити метрики коду при програмуванні мовою ASAMPL; уведено нові програмні конструкції, що розширило можливості мови, зокрема, зробило можливим застосування паралельних обчислень.

2. Rvach D. Algorithms and Software for Digital Twin Technology of Mulsemmedia Objects. – Qualifying scientific work, manuscript. PhD thesis in the field of knowledge 12 Information technologies in speciality 121 Software Engineering. – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2024. Digital twins are a technology that is purposed for creation a digital copy of a physical object for further analysis and simulation of its behavior. The technology of digital twins offers a new approach to the presentation and processing of a dynamic digital model of a physical object or process, its past, present and future states and

behavior. A digital twin is a collection of virtual information structures that fully describe a future or actually existing physical object from the micro level (single-element level) to the macro level (general appearance, general properties of the object as a whole). Digital twin technology connects a specific physical system with a computer model that reflects the architecture, dynamics, and actual state of that specific system. Sensors that enable continuous monitoring of the object can be used as sources of information to create such individualized dynamic models. Analysis of existing software systems for working with digital twins shows that they are narrowly focused on creating digital twins of specific objects for a specific industry and are not able to follow a more universal approach to creating a digital copy of a real object. The problem of lack of unification and standardization of data exchange formats between the physical and digital copy of the object was also identified to a large extent. Solving these tasks is possible by creating a unified, flexible and standardized software system that allows creating digital copies of physical objects with different parameters and adjusting work with them according to the necessary requirements. Digital twin technology is commonly used in manufacturing and engineering. On the other hand, there are practically no examples of the application of this technology in both education and healthcare. Nevertheless, the application of the technology of digital twins in these industries has great potential, as it is possible to achieve a new quality of education and healthcare services due to its use. However, to adapt the technology of digital twins to the requirements of these industries, the feature of which is the direct participation of a human in processes, procedures and services, it is reasonable to take into account the latest technical capabilities aimed at digital processing of data on the physical properties of real-world objects that a human is able to perceive. Therefore, an urgent task is to expand the technology of digital twins by applying the concept of mulsemmedia, which makes it possible to create new interfaces for human-machine interaction. The purpose of the dissertation is to increase the efficiency of mulsemmedia objects state data processing in software systems based on the concept of a digital twin. In the first section of the dissertation, methods, approaches, and software for processing data of digital twins of mulsemmedia objects were analyzed. The technology of digital twins and the concept of mulsemmedia were studied. The current state of existing software systems based on the technology of digital twins was studied. Insufficient universality of approaches to creating a digital twin in the specified software systems was revealed. As a result, functional and non-functional requirements for this class of software were formed. In the second section, algorithmic and software solutions for the consolidation of mulsemmedia data based on the concept of multi-image have been developed. A method of mulsemmedia data consolidation is proposed, which involves processing mulsemmedia data using an algebraic system of aggregates. An extension of the JSON format to create a time-synchronized mulsemmedia data structure named TJSON is proposed. Discrete wavelet transforms and steganography algorithms were used to combine data from different modalities into a single digital object. It is proposed to use parallel calculations to increase the effectiveness of the implementation of the proposed method. In the third section, available approaches to data processing of mulsemmedia objects are considered, one of which is based on the application of the ASAMPL programming language. Ways to improve the ASAMPL programming language are proposed, namely: the syntax has been updated, which made it possible to improve code metrics when programming in the ASAMPL language; new software designs were introduced, which expanded the capabilities of the language, in particular, made it possible to use parallel calculations. The specified changes are included in the new version of the programming language named ASAMPL 2.0.

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:

- Sulema Ye., Rvach D. Models of computation for Digital Twins data processing. // Наукові вісті КПП: міжнародний науково-технічний журнал. – 2020. – № 2 (129). – P. 44-81.
- Dmytro R., Sulema Ye. Mulsemmedia data consolidation method. // System technologies. – 2022. – Vol. 6, No. 143. – P. 69-79.
- Sulema Ye., Rvach D. High-level architecture of mulsemmedia software system // Вісник Хмельницького національного університету Серія: «Технічні науки». – 2023. – № 5 T2 (143). – P. 121-125.
- Sulema Ye., Rvach D. Formal specification of mulsemmedia object's digital twin based on discrete intervals temporal relations // Computer Systems and Information Technologies. – 2023. – № 4. – P. 60-66.
- Dychka, I., Sulema, Ye., Rvach, D., Drozdenko, L. Programming Language ASAMPL 2.0 for Mulsemmedia Applications Development. // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – 2022. – Vol. 134. – P. 107-116.
- Рвач Д. В. Технології та методи цифрових двійників // Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення. – 2022. – № 68. – С. 98-99.
- Рвач Д. В. Аналіз даних для опису мультимедійних об'єктів // Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення. – 2023. – № 74. – С. 183-186
- Рвач Д. В., Сулема Є. С. Шаблиони проектування для розроблення мультимедійного програмного забезпечення мовою ASAMPL 2.0 // Шістнадцята наукова конференція магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютеринг (ПМК'2023)», Київ, 28 - 30 листопада 2023 р. Збірник тез доповідей Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського», Київ: Просвіта. – 2021. – С. 580-584.

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

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0120U102134

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сулема Євгенія Станіславівна
2. Yevheniia S. Sulema

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7871-9806

Додаткова інформація: Scopus ID: 36601536300

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: 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. Говорущенко Тетяна Олександрівна
2. Tetiana O. Novorushchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7942-1857

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шинкаренко Віктор Іванович
2. Viktor I. Shynkarenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8738-7225

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, буд. 2, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дорошенко Анатолій Юхимович
2. Anatolii Y. Doroshenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8435-1451

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жаріков Едуард Вячеславович

2. Eduard V. Zharikov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1811-9336

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Корнага Ярослав Ігорович

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

Корнага Ярослав Ігорович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Рвач Дмитро Вячеславович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна