Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101790

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-12-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юнак Остап Миронович
2. Ostap M. Yunak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електронні комунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Телекомунікації та радіотехніка

Дата захисту: 22-12-2023

Спеціальність за освітою: Інформаційні мережі зв’язку

Місце роботи здобувача: Відокремлений структурний підрозділ “Фаховий коледж інформаційних технологій Національного університету “Львівська політехніка”

Код за ЄДРПОУ: 44444751

Місцезнаходження: вул. Володимира Великого 12, Львів, 79053, 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): ID 2883

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, 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, буд. 12, 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: 28.23.37, 47.01, 49.43.29, 49.43.01, 50.37.23, 28.23.15

Тема дисертації:

1. Методи побудови та обробки фрактальних зображень з використанням рандомізованої системи ітераційних функцій
2. Methods of construction and processing of fractal images using a randomized system of iterative functions

Реферат:

1. В дисертаційній роботі розв’язано науково-практичне завдання розробки удосконалених методів побудови фрактальних зображень на основі рандомізованої системи ітераційних функцій (РСІФ) та розвитку методів їх розпізнавання, захисту та шифрування із використанням нейронних мереж. Математично виведено зв’язок між координатою точки, яка вибирається за допомогою рандомізованого алгоритму, і координатою середини першого сегмента ітерації, який вона утворює. Формалізовано математичну модель для фрактального зображення, яке буде генеруватися за допомогою рандомізованої системи ітераційних функцій (РСІФ). Запропонована математична модель дозволить краще розуміти процес побудови фрактальних структур та визначити, яким чином можна їх покращити. Побудована математична модель є важливим інструментом для оптимізації та покращення процесу створення фрактальних зображень та відкриває нові можливості для використання цих зображень у різних галузях, включаючи візуалізацію, графічний дизайн, та наукові дослідження. Дана модель є основою для подальшого удосконалення методу

побудови фрактальних зображень. Відповідно удосконалено метод побудови фрактальних структур, використовуючи систему РСІФ, що базується на аналізі центрів перших відрізків ітерації та обчисленні коефіцієнтів РСІФ. Основною відмінністю цього методу є можливість створення та генерації фрактальних структур в режимі реального часу. Дослідження показало, що розроблений метод виявився надзвичайно ефективним і дозволяє суттєво заощадити обчислювальні операції пропорційно до роздільної здатності зображення порівняно з існуючими методами створення фрактальних структур. Розроблено метод розпізнавання фрактальних зображень, використовуючи нейронну мережу, яка була піддана навчанню на основі вдосконаленого методу створення фрактальних структур з використанням рандомізованої системи ітераційних функцій (РСІФ). Унікальністю цього підходу є те, що нейронна мережа самостійно генерує необхідний набір даних для навчання, що робить цей метод надзвичайно ефективним. Важливо також відзначити, що розпізнавання фрактальних зображень відбувається в реальному часі. Розроблено інноваційний метод захисту документів, використовуючи фрактальні структури, створені з використанням рандомізованої системи ітераційних функцій. Цей підхід відрізняється від існуючих алгоритмів розміщення водяних знаків, оскільки він дозволяє пов'язати номер документа з фрактальною структурою, що виступає в якості водяного знаку, нанесеного на сам документ. Розроблено метод шифрування фрактальних зображень, який використовує матриці перетворень для запобігання можливості дешифрування за допомогою нейронних алгоритмів. Порівняно з існуючими підходами, цей метод виділяється застосуванням надлишковості та рандомізованих матриць переміщення пікселів, а також змінами в яскравості, виконанням інверсії та модифікацією кольорів зображення з метою надійного захисту від можливості дешифрування. Важливо відзначити, що цей метод є надзвичайно ефективним для шифрування будь-яких існуючих зображень і дозволяє проводити процес шифрування в режимі реального часу, використовуючи обчислювальні ресурси низької потужності. Створено генератор фрактальних зображень у стилі "Cantor dust" на основі розробленого методу, який використовує покращену РСІФ. Генератор дозволяє додавати необмежену кількість ітераційних фігур, налаштовувати їх параметри, розмір, положення та обертати їх під певним кутом. Важливо зазначити, що генератор працює в реальному часі завдяки оптимізованій системі ітераційних функцій. Розроблено програмну систему для відтворення та спотворення фрактальних зображень у стилі "Cantor dust" на основі розробленого методу побудови фрактальних структур. Також програма дозволяє зберігати зображення зі спотвореннями, що допомагає навчати нейронну мережу розпізнавати фрактальні зображення з низькою роздільною здатністю. Крім того, програма дозволяє відновлювати фрактальні зображення та виводити параметри удосконаленої РСІФ з точністю 0,01%.

2. In the dissertation, a scientific and practical task has been solved, which involves the development of advanced methods for generating fractal images using a randomized system of iterative functions (RSIF), as well as the advancement of methods for their recognition, protection, and encryption using neural networks. A mathematical relationship between the coordinates of a point selected through a randomized algorithm and the coordinates of the center of the first segment of the iteration it forms is derived. A mathematical model for generating fractal images using the randomized system of iterated functions (RSIF) is formalized. This proposed mathematical model provides a better understanding of the process of constructing fractal structures and how they can be improved. The constructed mathematical model serves as a crucial tool for optimizing and enhancing the process of creating fractal images and opens up new possibilities for utilizing these images in various fields, including visualization, graphic design, and scientific research. This model forms the basis for further refinement of the method for constructing fractal images. As a result, the method for constructing fractal structures using the RSIF, based on the analysis of the centers of the first iteration segments and the computation of RSIF coefficients, has been improved. The primary distinction of this method is its ability to create and generate fractal structures in real-time. Research has shown that the developed method is exceptionally efficient and allows for significant computational savings relative to the image resolution compared to existing methods for creating fractal structures. A method for recognizing fractal images using a neural network is developed. This neural network is trained using an improved method for generating fractal structures with the randomized system of iterated functions (RSIF). The uniqueness of this approach lies in the fact that the neural network autonomously generates

the necessary dataset for training, making this method highly effective. Importantly, recognition of fractal images occurs in real-time. An innovative method for document protection is also devised, using fractal structures created with RSIF. This approach differs from existing watermarking algorithms because it associates the document's number with a fractal structure acting as a watermark applied directly to the document. A method for encrypting fractal images is also developed, which uses transformation matrices to prevent decryption using neural algorithms. Compared to existing approaches, this method stands out for its use of redundancy and randomized pixel displacement matrices, as well as changes in brightness, inversion, and color modification to ensure robust protection against decryption. Importantly, this method is highly efficient for encrypting existing images and allows for real-time encryption using low computational resources. A generator of fractal images in the style of "Cantor dust" is created based on the developed method, which utilizes the improved RSIF. The generator allows for the addition of an unlimited number of iterative shapes, the configuration of their parameters, size, positioning, and rotation at a certain angle. Importantly, the generator works in real-time due to an optimized system of iterative functions. A software system for rendering and distorting fractal images in the style of "Cantor dust" based on the developed method for constructing fractal structures is also developed. The program also allows for saving images with distortions, aiding in training the neural network to recognize low-resolution fractal images. Additionally, the program can restore fractal images and output the parameters of the improved RSIF with an accuracy of 0.01%.

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:

- Yunak O., Strykhaliuk B., Klymash M., Pyrih Y., Shpur O. A Neuron Network Learning Algorithm for the Recognition of Fractal Image and the Restoration of Their Quality // Lecture Notes in Electrical Engineering. – 2023. – Vol. 965 LNEE – P. 574–584. (SciVerse SCOPUS).
- Юнак О. М., Климаш М. М., Шпур О. М., Мрак В. Б. Математична модель розпізнавання фрактальних структур з використанням технології нейронних мереж // Infocommunication Technologies and Electronic Engineering = Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – 2023. – Vol. 3, № 1. – P. 1–9.
- Yunak O. M., Strykhaliuk B. M., Klymash M. M. Efficiency of a randomized iteration function system over a deterministic iteration function system in constructing fractal images with limited resolution // Measurement and Computing Techniques in Technological Processes. 2023. No. 1. P. 5–12.
- Yunak O. Protection of documents with the help of fractal images formed by a randomized system of iterating functions // Infocommunication Technologies and Electronic Engineering = Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – 2022. – Vol. 2, № 2. – P. 50–57.
- Юнак О. М., Стрихалюк Б. М., Климаш М. М., Шпур О. М. Побудова фрактального зображення типу “канторів пил”, з використанням рандомізованої системи ітераційних функцій // Infocommunication Technologies and Electronic Engineering = Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – 2022. – Vol. 2, № 1. – P. 19–25.
- Юнак О. М., Стрихалюк Б. М., Юнак О. П. Шифрування графічної інформації за допомогою матриць перетворень для захисту від дешифрування нейронними алгоритмами // Штучний інтелект. – 2020. – № 2 (88). – С. 15–20.
- Yunak O., Shpur O., Strykhaliuk B., Klymash M. Algorithm forming randomized system of iterative functions by based cantor structure // Infocommunication Technologies and Electronic Engineering =

Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – 2021. – Vol. 1, № 2. – P. 71–80.

- Юнак О., Пелещак Б., Охремчук О., Метлевич Я. Перетворення зображення фрактальної структури типу «Фрактальний пил» (Множина Кантора) в рандомізовану систему ітераційних функцій // Последните постижения на европейската наука: за XII международна научна практична конференция, 7-25 юни 2016. София «БялГРАД-БГ», 2016. Том 10. P. 27-29.
- Щерба В., Юнак О., Юнак О. Віртуальний паспорт для входу в нову мережу TELEGRAM OPEN NETWORK // Вітчизняна наука на зламі епох:проблеми та перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. інтернет- конф., 18 березня 2020р.: зб. наук. праць. Переяслав, 2020. Вип. 59. С. 100-102.
- Юнак О., Цебенко О., Юнак О. TON BLOCKCHAIN – компонент мережі TELEGRAM OPEN NETWORK // Вітчизняна наука на зламі епох:проблеми та перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. інтернет- конф., 18 березня 2020р.: зб. наук. праць. Переяслав, 2020. Вип. 59. С. 102-103.
- Пелещак Б., Охремчук Н., Юнак О., Кащук В. Використання веб-сервісів для хостингу проектів (систем контролю версій) та їх спільної розробки як засобів інтерактивного навчання методом проектів // матеріали XXV Всеукраїнської наук.- практ. інтернет-конф., 16-17 верес. 2016 р.:зб. наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 2016.Вип. 25. С. 147-150.
- Пелещак Б., Юнак О., Охремчук О., Метлевич Я. Використання систем моделювання мереж зв'язку // Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку: матеріали XXIV Всеукраїнської наук.- практ. інтернет-конф., 25-26 червня 2016р.: зб.наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 24. С.87-90.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; 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: 0123U101692

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стрихалюк Богдан Михайлович

2. Bohdan M. Strykhalyuk

Кваліфікація: д.т.н., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, 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. Толюпа Сергій Васильович
2. Serhii V. Toliupa

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Русин Богдан Павлович
2. Bohdan P. Rusyn

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бешлей Микола Іванович
2. Mykola I. Beshley

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Максимюк Тарас Андрійович
2. Taras A. Maksymiuk

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, 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	Кочан Орест Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Кочан Орест Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Бешлей М.І.
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна