Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001406

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яковин Сергій Васильович

2. Serhiy V. Yakovyn

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3335-2892

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: 24-06-2026

Спеціальність за освітою: 21.01 - автоматика і управління в технічних системах

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 13426

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, 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: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, 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

Тема дисертації:

1. Метод емуляції цифрових логічних компонент дискретним перцептроном
2. Method for Emulating Digital Logic Components Using a Discrete Perceptron

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2026. У дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача, що пов'язана із розробкою нових структурних рішень компонентів нейронних мереж. Важливим аспектом отриманих результатів є перспективи реалізації штучних нейронних мереж на платформах з обмеженими обчислювальними ресурсами. У вступі обґрунтовано актуальність задач дослідження перцептронних структур як базових компонентів нейронних мереж, зокрема в частині їх імплементації в дискретному базисі, з метою зниження обчислювальних затрат, сформульовано мету та поставлено основні завдання обраного напрямку дослідження; визначено об'єкт та предмет дослідження; вказано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, подано відомості про кількість публікацій автора та ступінь апробації роботи. У першому розділі проаналізовано

сучасний стан розвитку та впровадження перцептронних структур у комп'ютерних системах за яким показано, що класичні перцептрони реалізуються через операції згортки чи кореляції, внаслідок чого мають обмежену виразну здатність і не можуть розпізнавати лінійно-нероздільні шаблони. Розглянуто сучасні підходи до побудови активаційних функцій. Встановлено, що існує чіткий зв'язок між кількістю вхідних параметрів булевої функції та мінімально необхідною кількістю вагових коефіцієнтів у перцептронній структурі, що дозволяє оцінювати її компонентну складність та реалізувати їх точну емуляцію з мінімальними ресурсами. Запропоновано вдосконалення реалізації класичного перцептрону при якому замість зваженого сумування використовується оцінка інформаційної ентропії, що дозволяє емулювати повний набір логічних функцій одним перцептроном. Означено перспективи подальшого розвитку перцептронних структур, зокрема з використанням різних інформаційних мір, що є інваріантні до інверсії бінарних сигналів і менш чутливі до шумів. У другому розділі вперше запропоновано реалізацію дискретного перцептрону на основі імовірнісних оцінок зміщених синаптичних сигналів, що дозволяє перейти до дискретного базису, а також уникнути операцій множення та спростити апаратну реалізацію. Розроблена структура визначає рівень активації перцептрону за кількістю унікальних станів зміщених синаптичних сигналів, що реалізує ентропійну оцінку за спрощеною формулою Хартлі без використання логарифмічної функції. Досліджено можливості емуляції логічних функцій на основі запропонованого перцептрону, що підтверджує здатність до опрацювання лінійно-нероздільних множин, а також універсальність підходу до побудови логічних компонентів у дискретному просторі. Запропоновано метод обмеження множини рішень для дискретного перцептрона шляхом аналізу матриці кількості унікальних станів для 2-ох бінарних входів при фіксованому порозі активації, що зменшує простір пошуку до 35% від повного. Досліджено вплив вибору функції активації як операції порівнювання (>, <, =, ≠), що у поєднанні з відповідними коефіцієнтами зміщення дозволяє адаптувати перцептрон до різних типів логічних функцій та їх типових комбінацій. У третьому розділі здійснено розробку моделі дискретного перцептрона на основі багатошарової класичної нейронної мережі, що дозволяє застосувати типові методи машинного навчання нейромереж для визначення коефіцієнтів зміщення для запропонованого дискретного перцептрона. Встановлено можливість використання дискретного перцептрона як поліфункціонального логічного елементу, здатного реалізовувати широкий спектр логічних операцій, зокрема за рахунок вибору відповідної активаційної функції та коефіцієнтів зміщення. Розроблено каскадно-умовний та умовно-логічний алгоритми компоненту визначення кількості унікальних станів і на основі порівняльного аналізу встановлено, що реалізації на основі логічних функцій, замість каскадних умов, мають нижчу часову складність, дозволяють покращити ефективність схемної/програмної реалізації та масштабованість на більшу кількість входів. У четвертому розділі розроблено апаратну структуру дискретного перцептрону на два бінарні входи, що включає окремі цифрові компоненти опрацювання вхідних сигналів, порівняння проміжних результатів та агрегування. Побудовано інтегрований модуль дискретного перцептрону, який реалізує логіку класифікації за ентропійною ознакою, що забезпечує емуляцію базових логічних функцій. Розроблено модульну апаратну структуру, що підтримує імплементацію конвеєризації для підвищення тактової частоти системи. Завдяки чітко визначеним межам між блоками можливе масштабування функціоналу без зміни логічних зв'язків, що забезпечує адаптивність для складніших конфігурацій на ПЛІС. Ключові слова: перцептрон; бінарні сигнали; імовірнісні оцінки; логічні функції; дискретні сигнали; комп'ютерні компоненти; програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС); нейронні мережі; машинне навчання.

2. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Specialty 123 – Computer Engineering. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2026. The dissertation addresses a scientific and applied problem related to the development of new structural solutions for neural network components. An important aspect of the obtained results is the prospect of implementing artificial neural networks on platforms with limited computational resources. The introduction substantiates the relevance of studying perceptron structures as fundamental components of neural networks, particularly in terms of their implementation in a discrete basis to reduce computational costs. The research objective and main tasks are formulated; the object and subject of the study are defined; the scientific novelty and practical significance of the results are outlined; and

information on the author's publications and the degree of validation of the work is provided. The first chapter analyzes the current state of development of perceptron structures in computer systems. It is shown that classical perceptrons are implemented through convolution or correlation operations, which limits their expressive power and prevents them from recognizing linearly inseparable patterns. Modern approaches to constructing activation functions are reviewed. It is established that there exists a clear relationship between the number of input parameters of a Boolean function and the minimum required number of weight coefficients in a perceptron structure, enabling estimation of its component complexity and accurate emulation with minimal resources. An improved implementation of the classical perceptron is proposed, where weighted summation is replaced by an information entropy evaluation, enabling a single perceptron to emulate the full set of logical functions. Prospects for further development of perceptron structures are outlined, in particular using information measures invariant to binary signal inversion. The second chapter proposes, for the first time, an implementation of a discrete perceptron based on probabilistic estimates of shifted synaptic signals, allowing transition to a discrete basis, elimination of multiplication operations, and simplification of hardware implementation. The developed structure determines the activation level of the perceptron by the number of unique states of shifted synaptic signals, implementing an entropy-based evaluation using a simplified Hartley formula without log computation. The capability of emulating logical functions using the proposed perceptron is investigated, confirming its ability to process linearly inseparable sets and demonstrating the universality of the approach for constructing logical components in a discrete domain. A method for constraining the solution space of the discrete perceptron is proposed by analyzing the matrix of unique state counts for two binary inputs at a fixed activation threshold, reducing the search space to 35% of the full set. The selecting the activation function as a comparison operator (>,<,=,≠) is studied; in combination with appropriate shift coefficients, this enables adaptation of the perceptron to different types of logical functions and their typical combinations. The third chapter develops a model of the discrete perceptron based on a multilayer classical neural network, allowing the application of standard neural network machine learning methods to determine the shift coefficients of the proposed discrete perceptron. The feasibility of using the discrete perceptron as a multifunctional logic element capable of implementing a wide range of logical operations is demonstrated, particularly through the selection of appropriate activation functions and shift coefficients. Cascade-conditional and conditional-logical algorithms for determining the number of unique states are developed. Comparative analysis shows that implementations based on logical functions, exhibit lower time complexity, improved efficiency in hardware/software implementation, and better scalability with respect to the number of inputs. The fourth chapter presents the hardware structure of a discrete perceptron with two binary inputs, including dedicated digital components for input signal processing, intermediate result comparison, and aggregation. An integrated module of the discrete perceptron is constructed, implementing classification logic based on an entropy feature, enabling the emulation of basic logical functions. A modular hardware structure supporting pipelining is developed to increase system clock frequency. Clearly defined boundaries between blocks enable functional scalability without modifying logical interconnections, ensuring adaptability on FPGAs. Keywords: perceptron; binary signals; probabilistic estimates; logical functions; discrete signals; computer components; field-programmable gate arrays (FPGAs); neural networks; machine learning.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0121U113385 0124U004100

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Мельничук С. І., Яковин С. В. Ідентифікація об'єктів (сигналів) за оцінками інформаційної ентропії їх двомірних монохромних зображень. Науковий вісник Національного гірничого університету. №3 (147)

2015. – с.131-137.

- Спосіб реалізації перцептрона на основі імовірнісних характеристик зміщених синаптичних сигналів: пат. 126753 Україна: G06N 20/00. / С. І. Мельничук, С. В. Яковин. – № a2019 01301; заявл. 08.02.2019; опубл. 25.01.2023, Бюл. №4. 3 с.
- Яковин С. В., Мельничук С. І. Імплементація булевих функцій в перцептронних структурах. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2024. Т. 176, №5. С.48–55.
- Yakovyn S. V., Melnychuk S. I. Discrete perceptron based on probabilistic estimates of shifted synaptic signals. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2025. No.2. P. 189–196.
- Яковин С. В., Мельничук С. І. Обмеження множини можливих рішень для дискретного перцепрона зі зміщеними синаптичними сигналами при емуляції бінарних логічних функцій. Вісник Хмельницького національного університету, №3.1, 2025 (351), – 295–301с.
- Яковин С. В., Мельничук С. І. Апроксимація індикаторних функцій у контексті ймовірнісного дискретного перцептрона. Вісник Хмельницького національного університету, №3.2, 2025 (353), – 357–364с.
- Яковин С. В., Мельничук С. І., Мануляк І.З. Реалізація двовходового дискретного перцептрону зі зміщеними синаптичними сигналами на ПЛІС засобами AlteraHDL. Вісник Вінницького політехнічного інституту, №4, 2025, – 186–194с.
- Melnychuk S., Kuz M., Yakovyn S. Emulation of logical functions NOT, AND, OR, and XOR with a perceptron implemented using an information entropy function. Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trendsin Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, 20–24 February 2018.
- Yakovyn S. V., Melnychuk S. I. Issues with looking semantically equivalent programming statements in java and ruby. Proceedings III International Scientific and Practical Conference Applied scientific and technical research, 3-5 April 2019. – Ivano-Frankivsk - "Ukraine Technical Sciences Academy" – 2019.–p.47.
- Яковин С. В., Мельничук С. І. Особливості реалізації та функціональні обмеження перцептронних структур. Проблемно-наукова міжгалузева конференція "Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, моделювання та управління". (ICSM-2023) –Надвірна, 20-21 листопада, 2023. С. 184–187.
- Яковин С. В., Мельничук С. І., Мануляк І. З. Алгоритмічні реалізації дискретного перцептрону зі зміщеними синаптичними сигналами. Проблемно-наукова міжнародна конференція "Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, енергетики, моделювання та управління". (ICSM-2025) – Надвірна, 5-6 червня, 2025. С. 110–113.
- Яковин С. В., Мельничук С. І. Порівняльне оцінювання обчислювальної складності реалізації кореляційного та дискретного перцептронів. Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: Матеріали науково-практ. конф., м. Івано-Франківськ, 9 жовт. 2025 р. 2025. С. 317–319.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Спосіб реалізації перцептрона на основі імовірнісних характеристик зміщених синаптичних сигналів: пат. 126753 Україна: G06N 20/00. / С. І. Мельничук, С. В. Яковин. – № a2019 01301; заявл. 08.02.2019; опубл. 25.01.2023, Бюл. №4. 3 с.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0121U113385 0124U004100

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мельничук Степан Іванович

2. Stepan Melnychuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6973-4235

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55991578200

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, 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. Кривенчук Юрій Павлович

2. Yurii P. Kryvenchuk

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.11.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2504-5833

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57198358655

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Возна Наталія Ярославівна

2. Nataliia Y. Vozna

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8856-1720

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24178221500

Повне найменування юридичної особи: Західноукраїнський національний університет

Код за ЄДРПОУ: 33680120

Місцезнаходження: вул. Львівська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шекета Василь Іванович

2. Vasyl I. Sheketa

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

Ідентифікатор ORCID ID: 000-0002-1318-4895

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: F-7207-2019;
https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=kAYkTYIAAAAJ;
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8342928100

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Піх Володимир Ярославович

2. Volodymyr Pikh

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9420-5522

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194426734

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, Івано-Франківськ, 76019, 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	Стрілецький Юрій Йосипович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Стрілецький Юрій Йосипович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Яковин Сергій Васильович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна

