

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U001771

Державний реєстраційний номер: 0124U001734

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-01-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка біологічно обґрунтованої моделі нейрона-детектора та архітектури структурно-детекторної нейронної мережі й алгоритму їх навчання

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 01.2026

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577076634

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577076634

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 43 - власна ініціатива (якщо робота виконується з власної ініціативи за кошти виконавця НДР або безкоштовно)

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7706 - безплатно (договір про науково-технічне співробітництво, тощо)

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розробка неконекційних моделей штучних нейронних мереж, методів їх побудови та навчання

Назва роботи англійською:

Development of non-connection models of artificial neural networks, methods for their construction and training

Реферат українською:

Сучасний розвиток штучного інтелекту (ШІ) стикається з трьома критичними бар'єрами: експоненційне зростання енерговитрат на навчання моделей, потреба у величезних розмічених датасетах та проблема відсутності інтерпретованості рішень. Актуальність даного дослідження полягає у створенні зсуву сучасної парадигми ШІ, що наближає принципи роботи штучних нейронних мереж (ШНМ) до біологічних та фізичних процесів. Це дозволяє створювати автономні системи, здатні навчатися на малих вибірках даних, що є критичним для сфер оборони, медицини та робототехніки в умовах обмежених ресурсів. У дослідженні вирішується фундаментальна проблема створення самоорганізованих інтелектуальних систем, які не потребують статистичного навчання. Це дозволяє подолати розрив між абстрактним поняттям інформації та її фізичним носієм, забезпечуючи навчання системи за принципом мінімізації вільної енергії, подібно до того, як це відбувається в живій природі. Метою досліджень є розробка та експериментальна перевірка теоретичної бази, що постулює енергетичну природу інформації та визначає її роль у процесах самоорганізації та еволюції складних інформаційних систем. У роботі були вирішені наступні задачі: п Розроблено нову архітектуру Компартментної атракторної нейронної мережі. п Реалізовано метод навчання без зворотного розповсюдження помилки. п Досягнуто Few-Shot Learning: експериментально підтверджено здатність моделі навчатися на екстремально малих вибірках (5–6 прикладів на клас). На базі даних MNIST досягнуто точності ~82% при використанні мінімальних ресурсів, що недосяжно для класичних ШНМ за таких умов. п Вирішено задачу прозорості ШІ. Класифікація здійснюється через розрахунок метрики Graph Edit Distance, що дозволяє чітко пояснити, чому об'єкт віднесено до певного класу, базуючись на схожості його геометричної структури.

Реферат англійською:

The modern development of artificial intelligence (AI) faces three critical barriers: the exponential growth of energy consumption for model training, the need for massive labeled datasets, and the problem of lack of interpretability of decisions. The relevance of this research lies in creating a shift in the current AI paradigm, bringing the operating principles of artificial neural networks (ANNs) closer to biological and physical processes. This enables the development of autonomous systems capable of learning from small datasets, which is critical for defense, medicine, and robotics under conditions of limited resources. The study addresses the fundamental problem of creating self-organizing intelligent systems that do not require statistical learning. This allows bridging the gap between the abstract concept of information and its physical carrier, enabling system learning based on the principle of free energy minimization, similar to processes observed in living nature. The objective of the research is the development and experimental validation of a theoretical framework that postulates the energetic nature of information and defines its role in the processes of self-organization and evolution of complex information systems. The following tasks were accomplished in the work: - A new architecture of the Compartmental Attractor Neural Network. - A learning method without backpropagation was implemented. - Few-Shot Learning was achieved: the model's ability to learn from extremely small samples (5–6 examples per class) was experimentally confirmed. On the MNIST dataset, an accuracy of ~82% was reached using minimal resources, which is unattainable for classical ANNs under such conditions. - The problem of AI transparency was addressed. Classification is performed through the calculation of the Graph Edit Distance metric, which allows clearly explaining why an object is assigned to a particular class based on the similarity of its geometric structure.

Індекс УДК:004.8.032.26

Коди тематичних рубрик: 28.23.37

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Дорофєєв Юрій Іванович

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Неконекційні моделі та методи побудови та навчання штучних нейронних мереж

Назва НТП англійською: Non-connectional models and methods for constructing and training artificial neural networks.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Інформаційні технології; інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології; комп'ютерні науки.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Компаратментна атракторна нейронна мережа ComAN, яка у порівнянні з конекційними ШНМ має більшу нейробіологічну обґрунтованість, а також відрізняється меншим часом навчання та не потребує великого навчального датасету. Ця мережа складається з біологічно обґрунтованих моделей нейронів-детекторів, які розташовуються у нейронних картах, що самоструктуруються в процесі навчання. Модель нейрона-детектора відрізняється від відомих моделей нейронів тим, що процес обробки інформації здійснюється не у тілі нейрону, а у моделі дендритного дерева нейрону. Цей процес обробки засновується на застосуванні розроблених правил редукції вектору вхідних сигналів та побудови концептуальної структури – концепту класу розпізнавання. Очікувані результати роботи: математичні моделі нейрона-детектора та структурно-детекторної нейронної мережі, алгоритми їх навчання, та їх програмні моделі для класифікації зображень бібліотеки MNIST. Впровадження результатів роботи здійснюється на основі застосування програмних розробок. Галузь застосування: інформаційні технології, інтелектуальні інформаційні та інформаційно-аналітичні технології, комп'ютерні науки. Пріоритетний науковий напрям – штучний інтелект.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 01.2026

Споживачі продукції: Державні та інші органи та установи

Перспективні ринки: Результати розробки можуть бути використані у всіх галузях господарства на всіх внутрішніх та міжнародних ринках, що використовують інформаційно-телекомунікаційні технології.

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

ІХ. Бібліографічний опис

1. Parzhyn, Y.V., Bokhan, K.O., Lapin, N.O., Trocenko, V.V. (2024), "Non-connection models - a new direction of construction and training of artificial neural networks", Тези доповідей Міжнародної наукової конференції "Штучний інтелект: досягнення, виклики та ризики", 15 -16 березня 2024, Інститут проблем штучного інтелекту МОН України і НАН України, м. Київ, Україна. С. 472-475.
https://www.ipai.net.ua/docs/ai_conf_15.03.2024.pdf
2. Parzhyn, Y. (2025), "Architecture of Information". Препринт, arXiv.org.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.21794>
3. Parzhyn, Y. (2025), "Model of a neuron-detector of a whole image". Препринт, arXiv.org.
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16143.70563>
4. Parzhyn, Y., Lapin, M., Bokhan, K. (2025), "A New Approach to Building Energy Models of Neural Networks", Advanced Information Systems, Vol. 9, Issue 4, P. 100-119. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2025.4.13>. Scopus (Q3).
5. Лапін, М., Бохан, К. (2025), "Навчання за кількома прикладами (few-shot) графової моделі нейронної мережі без використання зворотного поширення помилки", Автоматизовані системи управління та прилади автоматики, (187), 103-122. <https://doi.org/10.30837/0135-1710.2025.187.103>.
6. Bokhan, K., Lapin, M., Perevoznyk, K., Parzhyn, Y. (2025), "Graph-Based Representation of Contour Images: A Step Toward Self-Describing Explainable AI", IEEE Greece Section, Trustworthy and Resilient AI Systems for a Safe and Secure World, 15th Conference on DEpendable Systems, SERVICES and Technologies (DESSERT2025), Athens, Greece, December 19-21, 2025. <https://www.dessert-conf.org/dessert-2025/>. Scopus.
7. Lapin, M., Bokhan, K., Parzhyn, Y. (2025), "Few-Shot Learning of a Graph-Based Neural Network Model Without Backpropagation", Препринт, arXiv.org. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2512.18412>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Марченко Андрій Петрович

д. т. н., 05.05.03

Перелік осіб-виконавців

Бохан Костянтин Олександрович

(к.т.н., доц., 05.13.05)

Лапін Микита Олексійович

Паржин Юрій Володимирович

(д.т.н., професор, 05.13.05)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Гуренко Юлія Іванівна

Телефон

0506098392

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна