

**ПАРАЛЕЛЬНІ ІМУННІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ**

Дараган Д. М.

Науковий керівник – доц. Сердюк Н.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТС,  
м. Харків, Україна

e-mail: dmytro.darahan@nure.ua

The subject of the proposed paper is the use of parallel distributed computing on GPUs to solve the problem of pattern recognition by means of artificial immune systems. The purpose of this work is to review the prospects for the use of modern hardware for the study of areas of artificial intelligence, inhibited by the level of technical development. The relevance of the work lies in the constant growth of data volumes and the need for their processing using advanced methods. The theoretical foundations of the subject were considered, assumptions were made regarding the effectiveness of an approach, and prospects for future research were outlined.

Розпізнавання образів - це процес автоматичного визначення та інтерпретації об'єктів, патернів чи характеристик на цифрових зображеннях або відео. Ця задача може здійснюватись за допомогою класичних алгоритмів комп'ютерного зору. Серед алгоритмів машинного навчання особливо цікавим є застосування теорії штучних імунних систем для розпізнавання образів.

На поточному етапі розвитку апаратного забезпечення дослідникам і практикам штучного інтелекту доступні загальні обчислення на графічних відеокартах, що дозволяє повернутись до теоретичних досліджень 1970-1980 рр і знайти практичне застосування алгоритмам та моделям, потенціал яких було складно розкрити в ті часи.

Актуальним є питання застосування паралельних обчислень на GPU для задачі розпізнавання образів засобами штучних нейронних мереж.

Нашою метою є огляд можливості практичної реалізації описаного підходу та перспектив його подальшого розвитку.

Штучні імунні системи — це адаптивні системи, натхненні теоретичною імунологією, які застосовуються для вирішення проблем штучного інтелекту.[1] Критичним фактором, що стримував дослідження і практичне застосування ШІС виступав недостатній розвиток апаратного забезпечення, яке не могло надати потрібної обчислювальної потужності для виконання значної кількості адаптивних обчислень в часи зародження теорії штучних імунних систем.

У зв'язку з постійним зростанням обсягів даних, особливо цікавим є поєднання переваг штучних імунних систем з перевагами моделей паралельної розподіленої обробки (англ. - parallel distributed processing, PDP), дослідження яких також було загальмовано рівнем розвитку апаратного забезпечення. Паралельна розподілена обробка (PDP) — це тип обчислень, у якому кілька процесорів працюють разом, щоб виконати завдання. Кожен процесор має власну локальну пам'ять і виконує частину

завдання. Системи PDP часто використовуються для завдань, які можна розділити на менші частини[2].

Мережа PDP, характеризується чотирма ключовими аспектами: шаблоном зв'язку між блоками, ваговою матрицею зв'язності, що визначає відносну силу та знаки зв'язків, правилом активації та правилом навчання[2].

Як і нервова система, імунна система повинна вивчати нові данні, згадувати раніше вивчену інформацію та приймати рішення на основі попереднього досвіду. Імунна PDP описує мережу процесорів-лімфоцитів, що працюють паралельно.

Модель імунної мережі PDP можна підсумувати таким чином[3]:

1. Імунна мережа демонструє архітектуру PDP з окремими лімфоцитами, які виконують функції процесингових одиниць.
2. Сила зв'язку ідіотип-антиідіотип еквівалентна спорідненості антиідіотипу з ідіотипом.
3. Одиниці лімфоцитів демонструють сигмоподібне правило активації.
4. Мережа використовує правило навчання Гебба.
5. Складні шаблони антигенів можна вивчати та зберігати на рівні мережі.

Для практичної реалізації розглянутих концепцій є можливим застосовувати загальні обчислення на графічних відеокартах. Очевидним є застосування технології CUDA для цієї задачі. CUDA - програмно-апаратна архітектура паралельних обчислень, яка дозволяє суттєво збільшити обчислювальну продуктивність завдяки використанню графічних процесорів. Програмно-апаратна архітектура CUDA значною мірою відповідає еталонній моделі PDP, тому припускаємо, що імунна система отримає найвищу продуктивність за такої реалізації. Спростити та оптимізувати імплементацію паралельних імунних систем для розпізнавання образів дозволяє cuBLAS. бібліотека що підтримує змішане та низькоточне виконання з додатковим налаштуванням для найкращої продуктивності.

Як висновок, нами було розглянуто можливість паралельної розподіленої реалізації штучних імунних мереж на GPU для вирішення задачі розпізнавання образів та зроблено припущення щодо ефективності таких систем. Експериментальна перевірка наведених тверджень спонукає до подальших досліджень в галузі як штучних імунних систем, так і моделей паралельної розподіленої обробки та дає перспективи заново поглянути на наукові напрямки, загальмовані недостатнім рівнем апаратного забезпечення.

#### Список використаних джерел

1. D. Dasgupta (1999), *Artificial Immune Systems and Their Applications*, Germany: Springer,
2. Vertosick, F. T., & Kelly, R. H. (1989). Immune network theory: a role for parallel distributed processing?. *Immunology*, 66(1), 1–7.
3. Rumelhart, D. & Hinton, G. & Williams, R.. (1986). *PDP: Computational models of cognition and perception*. I, MIT Press.