УДК 004.8:519.6

**М. В. Лавров**

# МАТРИЧНИЙ АНАЛІЗ У ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ ТА КОМП'ЮТЕРНОМУ ЗОРІ

Вінницький національний технічний університет

***Анотація***

*У роботі розглядається фундаментальна роль матричного аналізу у розвитку технологій штучного інтелекту та комп'ютерного зору. Пояснюється, як матриці та матричні операції дозволяють ефективно зберігати, обробляти та аналізувати великі обсяги інформації, зокрема зображення, відео та інші дані. Наведено приклади використання матричних методів у побудові нейронних мереж, обробці зображень та алгоритмах розпізнавання образів.*

**Ключові слова:** *матриці, матричний аналіз, штучний інтелект, нейронні мережі, комп'ютерний зір, обробка зображень, згортка, стиснення даних.*

**Abstract**

*This article discusses the fundamental role of matrix analysis in the development of artificial intelligence and computer vision technologies. It explains how matrices and matrix operations allow for efficient storage, processing, and analysis of large amounts of information, including images, video, and other data. Examples of the use of matrix methods in the construction of neural networks, image processing, and pattern recognition algorithms are given.*

**Keywords:** *matrices, matrix analysis, artificial intelligence, neural networks, computer vision, image processing, convolution, data compression.*

## Вступ

Застосування штучного інтелекту стрімко зростає у різних галузях – від медицини до автопілотів і розпізнавання обличчя. Комп'ютерний зір – це галузь ШІ, що дозволяє комп'ютерам «бачити» і аналізувати візуальну інформацію. В основі багатьох алгоритмів комп'ютерного зору лежить матричний аналіз – розділ математики, що вивчає властивості та операції над матрицями. Матриці є універсальним способом подання даних. Зображення у цифровому вигляді – це матриці пікселів, а параметри нейронних мереж – матриці ваг, які керують передачею інформації між шарами. Завдяки матричному аналізу можна створювати алгоритми, що ефективно обробляють великі обсяги даних і розпізнають складні патерни.

Мета цієї роботи – пояснити, як матричний аналіз застосовується у штучному інтелекті та комп'ютерному зорі, показати приклади практичних операцій, які лежать в основі сучасних технологій, та підкреслити важливість цих знань для подальшого розвитку галузі.

## Результати дослідження

Матричний аналіз є незамінним інструментом для розробки алгоритмів штучного інтелекту, особливо у нейронних мережах. Основна операція – множення матриць використовується для перетворення вхідних даних у нові представлення, що дозволяють мережі розпізнавати закономірності.

Якщо вхідні дані подані у вигляді векторів x, то ваги нейронної мережі описуються матрицями W. Визначальною є формула: $y=Wx+b$, де b – вектор зсувів. Ця лінійна операція є основою для кожного шару мережі, а застосування нелінійної функції активації після неї дає змогу нейронній мережі вивчати складні патерни.

У галузі комп'ютерного зору зображення подаються як матриці піксельних значень. Наприклад, невеликий фрагмент зображення можна описати як:

$$A = \begin{pmatrix} 12 & 50 & 90 \\ 30 & 100 & 150 \\ 20 & 60 & 80 \end{pmatrix}$$

Для виділення контурів використовується фільтр Собеля, зокрема горизонтальний:

$$S = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Після застосування згортки, що полягає у поелементному множенні та додаванні, отримаємо, наприклад, значення для центрального пікселя:

$$g(2,2) = (-1)\cdot 12 + 0\cdot 50 + 1\cdot 90 + (-2)\cdot 30 + 0\cdot 100 + 2\cdot 150 + (-1)\cdot 20 + 0\cdot 60 + 1\cdot 80 = 338$$

Таке значення сигналізує про наявність краю — важлива інформація для ідентифікації об'єктів у зображенні.

Ще одним надзвичайно ефективним методом є розклад сингулярних значень (SVD) – це метод лінійної алгебри, що дозволяє «розкласти» матрицю на три складові:

$$\mathrm{A} = U \sum V^T$$

Це застосовують для стиснення зображень, зменшуючи розмір даних без значної втрати якості. Це особливо важливо для передачі відео в мережі та збереження ресурсів. У машинному навчанні часто використовують метод головних компонент (PCA), який допомагає зменшити розмірність даних, зберігаючи найважливішу інформацію. PCA базується на розв'язанні задачі знаходження власних векторів матриці коваріації:

$$C = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \vec{x})(x_i - \vec{x})^T$$

Власні вектори матриці C дають напрямки найбільшої дисперсії даних, що допомагає виділити важливі ознаки. Одним із факторів стрімкого розвитку ШІ є використання графічних процесорів (GPU), що оптимізовані для паралельних матричних обчислень. Це дозволяє обробляти великі обсяги даних швидко та ефективно.

## Висновки

Матричний аналіз – це основа, на якій будуються сучасні алгоритми штучного інтелекту і комп'ютерного зору. Завдяки матричним операціям відбувається обробка, трансформація та аналіз даних, що дозволяє комп'ютерам «бачити» і «розуміти» візуальну інформацію. Знання основ матричного аналізу та його практичних застосувань є необхідними для розробників, які прагнуть створювати ефективні моделі ШІ. Володіння цими методами дає можливість підвищувати точність розпізнавання, оптимізувати ресурси та розвивати нові технології в області комп'ютерного зору.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


1. Johar M. Ashfaque, Comprehensive Introductionto Matrices [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/390137037 (дата звернення: 05.05.2025).
2. Inside the matrix: A look into the math behind AI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://labelbox.com/blog/inside-the-matrix-a-look-into-the-math-behind-ai/ (дата звернення: 05.05.2025).
3. Thibaut Lucas, The Confusion Matrix in Computer Vision [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.picsellia.com/post/the-confusion-matrix-in-computer-vision (дата звернення: 05.05.2025).
4. A. A. Barkovskaya, V. D. Derech Matrices. The determinant of a matrix[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Barkovska_2016_120.pdf (дата звернення: 05.05.2025).



***Лавров Микола Васильович*** - студент групи 1ПКТ-24б, кафедра комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail:first.kreox@gmail.com

***Lavrov Mykola Vasylovych*** – student of 1PKT-24b group, Department of Computer Science, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: first.kreox@gmail.com