

Матриці як базова структура даних у програмуванні

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто матриці як одну з ключових структур даних у програмуванні, що має безпосереднє походження з лінійної алгебри. Показано, що математичне поняття матриці, яке описує впорядковану таблицю чисел та операції над ними, знаходить своє практичне відображення у вигляді двовимірних масивів у мовах програмування. Проаналізовано основні операції над матрицями (додавання, множення, транспонування) та їх алгоритмічну реалізацію. Особливу увагу приділено прикладному значенню матриць: від зберігання даних у вигляді таблиць і графів до використання у комп'ютерній графіці, машинному навчанні та моделюванні фізичних процесів. Робота підкреслює освітню цінність матриць як «містка» між абстрактною математичною теорією та практичними інструментами програмування, що формує у студентів цілісне розуміння взаємозв'язку науки та технологій.

Ключові слова: матриця; масив; лінійна алгебра; структура даних; алгоритм; програмування; комп'ютерна графіка; моделювання

Abstract

The paper examines matrices as one of the fundamental data structures in programming, directly derived from linear algebra. It demonstrates how the mathematical concept of a matrix, defined as an ordered table of numbers and operations on them, is practically implemented as two-dimensional arrays in programming languages. The study analyzes basic matrix operations (addition, multiplication, transposition) and their algorithmic realization. Special attention is given to the applied significance of matrices: from storing data in tables and graphs to their use in computer graphics, machine learning, and physical modeling. The work emphasizes the educational value of matrices as a "bridge" between abstract mathematical theory and practical programming tools, fostering a comprehensive understanding of the interconnection between science and technology among students.

Keywords: matrix; array; linear algebra; data structure; algorithm; programming; computer graphics; modeling

Поняття матриці з'явилося у математиці ще в XIX столітті, коли вчені почали систематизувати методи розв'язання систем лінійних рівнянь[1]. Згодом матриці стали універсальним інструментом для опису лінійних перетворень у геометрії та фізиці[2]. У XX столітті, з розвитком обчислювальної техніки, матриці набули нового значення: вони стали основою для алгоритмів, які реалізуються у програмуванні. Таким чином, історія матриць демонструє поступовий перехід від чисто теоретичного поняття до прикладного інструмента, що використовується у комп'ютерних науках.

У сучасному програмуванні ключову роль відіграють структури даних, які забезпечують ефективне зберігання та обробка інформації[3]. Однією з найважливіших і водночас найуніверсальніших є матриця, походження якої лежить у лінійній алгебрі, де матриця визначається як впорядкована таблиця чисел, що описує системи рівнянь, перетворення та операції над векторами. У програмуванні матриця реалізується як двовимірний масив, що дозволяє відобразити математичні концепти у вигляді практичних алгоритмів. Саме тому матриці можна розглядати, неначе місток між абстрактною математичною теорією та прикладними інструментами програмування.

Теоретичні основи

У лінійній алгебрі матриця є прямокутною таблицею чисел, розташованих у рядках і стовпцях. Вона використовується для опису лінійних перетворень, систем рівнянь та геометричних задач. Основні операції над матрицями включають додавання, множення, транспонування, знаходження визначника та оберненої матриці. У програмуванні матриця реалізується як двовимірний масив, де кожен елемент має індекси рядка та стовпця. Масиви є однією з найпростіших і водночас найефективніших структур даних, що забезпечують основу для реалізації складних алгоритмів. Таким чином, лінійна алгебра дає теоретичну основу, а програмування забезпечує інструменти для її практичного застосування.

Практичне та освітнє значення

Матриці мають широке застосування у програмуванні. Вони використовуються для зберігання даних у вигляді таблиць, графів чи зображень. Наприклад, кожне цифрове зображення можна розглядати як матрицю пікселів, де кожен елемент відповідає певному кольоровому значенню. У теорії графів матриця суміжності описує зв'язки між вершинами, що дозволяє ефективно реалізовувати алгоритми пошуку шляхів чи визначення зв'язності.

У сфері обчислень матриці застосовуються для реалізації алгоритмів множення, транспонування, знаходження визначника чи оберненої матриці. Ці операції мають пряме відображення у програмних процедурах і використовуються у машинному навчанні, комп'ютерній графіці та фізичних симуляціях. Наприклад, множення матриць є основою для роботи нейронних мереж, а метод Гауса чи Крамера для розв'язання систем рівнянь реалізується через масиви.

У комп'ютерній графіці матриці застосовуються для перетворень координат. Саме вони дозволяють здійснювати обертання, масштабування чи перенесення об'єктів у просторі [4]. Без матриць неможливо реалізувати тривимірну графіку, анімацію чи візуалізацію даних. У фізиці та інженерії матриці використовуються для моделювання процесів руху тіл, хвильових явищ, економічних та статистичних моделей. Завдяки матрицям можна описати багатовимірні системи та реалізувати їх у програмному середовищі.

Вивчення матриць у лінійній алгебрі формує математичне мислення, а їх реалізація у програмуванні розвиває навички роботи з масивами та алгоритмами. Це приклад інтеграції теорії та практики: студент бачить, як абстрактні поняття перетворюються на конкретні програми. Таким чином, матриці мають не лише прикладне, а й освітнє значення, оскільки допомагають сформувати цілісне розуміння взаємозв'язку науки та технологій.

Практичне застосування матриць у програмуванні

Матриці - це не просто абстрактна тема з лінійної алгебри, яка вивчається на парах, а використовується у програмуванні, як двовимірні масиви і допомагають вирішувати багато практичних задач. Наприклад, коли ми маємо таблицю даних чи базу даних, то фактично працюємо з матрицями: рядки - це записи, а стовпці - характеристики.

У теорії графів матриці теж незамінні. Є таке поняття як матриця суміжності - вона показує, які вершини графа з'єднані між собою. Це дозволяє легко запускати алгоритми пошуку шляхів чи визначати, наскільки граф зв'язний. Тобто замість складних схем ми просто працюємо з масивами чисел.

У комп'ютерній графіці матриці використовуються для перетворень координат. Якщо треба повернути об'єкт, збільшити його чи перемістити - усе це робиться через множення матриць. Без цього неможливо створити тривимірну графіку чи анімацію, яку ми бачимо в іграх або фільмах. У цьому ж напрямі матриці застосовуються й у робототехніці: вони допомагають описати рухи маніпуляторів і точно розрахувати траєкторії. На рисунку 1 зображено приклад використання матриць у комп'ютерній графіці:

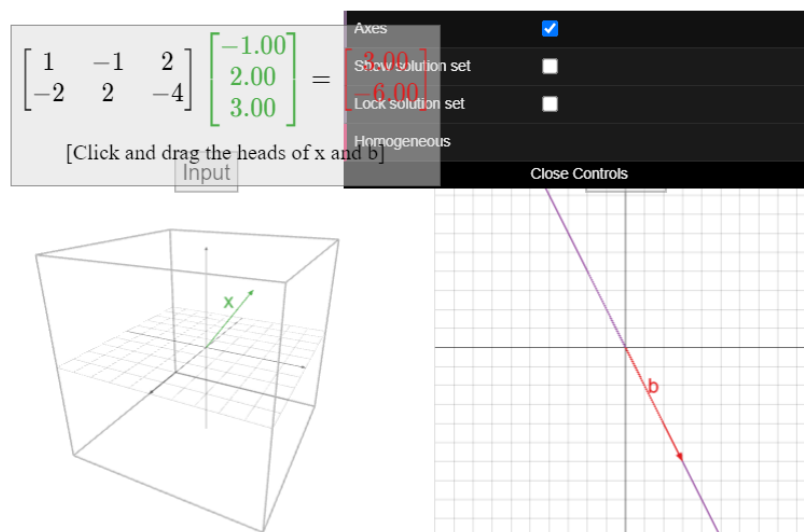


Рисунок 1 – Приклад використання матриць у комп'ютерній графіці

У машинному навчанні матриці - це взагалі основа. Вхідні дані, ваги нейронів і результати обчислень зберігаються у вигляді матриць. Саме завдяки операціям множення матриць працюють приховані шари нейронних мереж. Тобто, без матриць не було б сучасного штучного інтелекту, який сьогодні використовується для розпізнавання образів, прогнозування даних, аналізу текстів і багато іншого. На рисунку 2 зображено застосування матриць для простої нейронної мережі, об'єднуючи вхідні та вихідні шари:

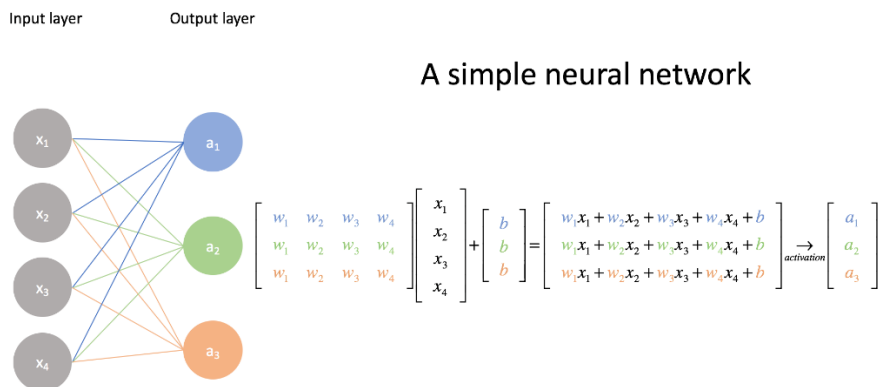
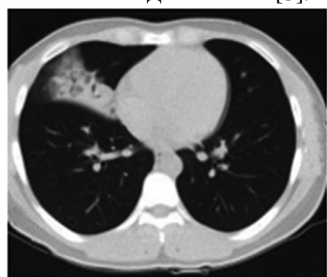


Рисунок 2 – Приклад застосування матриць у машинному навчанні

У фізиці та інженерії матриці допомагають моделювати рух тіл, хвильові процеси, чи навіть економічні моделі. У електротехніці вони застосовуються для аналізу схем методом вузлових потенціалів, в статистиці - для роботи з багатовимірними даними та кореляціями. У цифровій обробці сигналів і зображень матриці потрібні для роботи з пікселями, а також для реалізації перетворень Фур'є та фільтрації сигналів. У медицині матриці використовуються для аналізу даних МРТ (магнітно-резонансна томографія) (рисунок 3), чи КТ (комп'ютерна томографія), а в біоінформатиці - для порівняння генетичних послідовностей[5].



16	70	72	78	188	130
90	65	22	6	76	63
87	34	91	25	7	53
11	100	68	89	35	177
154	43	18	54	29	21
25	9	127	113	88	50

Input image

Array of pixels

Рисунок 3 – Застосування матриць для аналізу даних МРТ
Матриці у штучному інтелекті та машинному навчанні

У сучасних технологіях штучного інтелекту матриці відіграють ключову роль. Усі нейронні мережі, що застосовуються для розпізнавання образів, обробки природної мови чи прогнозування даних, базуються на операціях із багатовимірними масивами[6]. Ваги нейронів, вхідні дані та результати обчислень представляються у вигляді матриць. Саме множення матриць дозволяє здійснювати обчислення у прихованих шарах мережі, а транспонування та інші операції забезпечують оптимізацію процесів навчання. Таким чином, матриці є фундаментом для алгоритмів машинного навчання, які сьогодні визначають розвиток багатьох галузей - від медицини до фінансів.

Отже, матриці можна розглядати як універсальний місток між абстрактною математичною теорією та прикладними інструментами програмування. Вони поєднують строгість науки з ефективністю практики, забезпечуючи розвиток як фундаментальних знань, так і сучасних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теорія матриць // Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Теорія_матриць (дата звернення: 17.12.2025).
2. Матриць теорія // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esu.com.ua/article-62917> (дата звернення: 17.12.2025).

3. Структура даних // Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Структура_даних (дата звернення: 18.12.2025).
4. МАТРИЦІ – Комп'ютерна графіка // Підручники для студентів онлайн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stud.com.ua/156180/informatika/matritsi> (дата звернення: 18.12.2025).
5. Практичне застосування матриць у сучасних цифрових технологіях [Електронний ресурс] // Матеріали конференції Вінницького національного технічного університету. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/download/24891/20577> – (дата звернення: 22.12.2025).
6. Лавров М. В. Матричний аналіз у штучному інтелекті та комп'ютерному зорі // Матеріали конференції. – Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2025. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/47696/25184.pdf?sequence=3> (дата звернення: 19.12.2025).

Нагул Тетяна Андріївна – студент групи 2ПІ-24б, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tanyanagul01@gmail.com

Кирилащук Світлана Анатоліївна – доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kyrylashchuk@vntu.edu.ua.

Nahul Tetiana A. – student of 2BC-24b group, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: tanyanagul01@gmail.com

Kyrylashchuk Svitlana A. –Associate of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kyrylashchuk@vntu.edu.ua.