

Кузьміна М. О., здобувач вищої освіти,
Потапова Н. А., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій,
Донецький національний університет імені Василя Стуса

АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ТА СТРУКТУРИЗАЦІЇ ДАНИХ У ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ

Анотація. Досліджено алгоритми обробки та структуризації даних у сфері штучного інтелекту (ШІ). Розглянуто еволюцію підходів використання структур даних та алгоритмів у штучному інтелекті. Проаналізовано роль структуризації даних у побудові агентних систем, класифікації, кластеризації та аналізі великих даних. Окрему увагу приділено принципам функціонування ієрархічних алгоритмів і методам адаптації штучних систем до потоків інформації. Показано, що сучасні алгоритми машинного навчання базуються на синтезі класичних структур даних і інтелектуальних моделей, що забезпечує самонавчання, узагальнення та прогнозування.

Ключові слова: штучний інтелект, алгоритми, структури даних, машинне навчання, нейронні мережі, генеративні моделі.

Вступ. У сучасну цифрову епоху дані стали основним ресурсом, а алгоритми – механізмом їх осмислення. Штучний інтелект (ШІ) неможливо уявити без системи обробки й структуризації даних, адже саме від способу їх представлення залежить здатність машини «розуміти» навколишній світ. Зі збільшенням обсягів інформації постає необхідність у створенні алгоритмів, які не просто обчислюють або порівнюють, а аналізують і роблять висновки. Еволюція цих алгоритмів пройшла шлях від простих дерев рішень до генеративних моделей.

Основна частина. Перші системи обробки даних ґрунтувалися на чітко визначених структурах – масивах, списках, деревах і графах. Ці структури забезпечували логічне впорядкування інформації, допомагаючи виконувати пошук, фільтрацію, сортування та класифікацію. Зокрема, дерева рішень стали фундаментом алгоритмів індуктивного навчання.

Паралельно розвивались графові структури, що дали змогу описувати взаємозв'язки між об'єктами – соціальні мережі, логістичні маршрути, семантичні зв'язки між поняттями. Поява *Graph Neural Networks (GNN)* відкрила новий напрям у машинному навчанні, де графи стали базовою формою представлення даних.

Наступним етапом стали нейронні мережі, які радикально змінили уявлення про алгоритми обробки даних. Якщо дерева та графи описують структурні зв'язки, то нейромережі навчаються безпосередньо з прикладів, перетворюючи дані у все більш абстрактні рівні подання. Багатошарові перцептрони (MLP) реалізують нелінійні перетворення, що дає змогу вирішувати задачі класифікації та регресії. Згорткові нейронні мережі (CNN) імітують роботу зорової кори й обробляють зображення, виявляючи контури, текстури та об'єкти. Рекурентні архітектури (RNN, LSTM, GRU) враховують часову послідовність подій, що робить їх придатними для аналізу мови, музики.

Алгоритми ШІ є частиною агентних систем, де дані сприймаються, аналізуються і перетворюються на дії. Агент – це програмна сутність, що може спосте-

рігати середовище, приймати рішення та діяти відповідно до певної мети. Реактивні агенти реагують на стимули у режимі реального часу, тоді як когнітивні – формують внутрішні моделі світу, накопичують досвід і здійснюють планування. В основі агентного інтелекту лежать алгоритми пошуку, оптимізації та навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning). Методи, як-от *Q-learning* або *Deep RL*, дають змогу агенту адаптувати поведінку через багаторазові спроби та помилки, що нагадує навчання людини.

Особливе місце у процесі побудови інтелектуальних систем займають алгоритми збору й аналізу даних. Методи *вебскрейпінгу* та роботи з API стали ключовими інструментами отримання відкритої інформації. Алгоритми потокової обробки (stream processing) дають змогу аналізувати дані у реальному часі – наприклад, трафік у транспортних системах чи соціальну активність користувачів.

Ще один напрям – ієрархічні алгоритми класифікації та кластеризації, що реалізують принцип «розділяй і володарюй». Ієрархічна кластеризація створює дерево подібності між об'єктами (дендрограму), дозволяючи аналізувати структуру даних на різних рівнях. Агломеративні методи об'єднують елементи у кластери, а дивізивні – розділяють великі групи на менші. Такі підходи застосовуються у біоінформатиці, лінгвістиці, соціальних мережах та системах рекомендацій. У ширшому сенсі ієрархічні алгоритми – це спосіб організації знань, який дає змогу переходити від простих елементів до складних системних утворень. Саме за таким принципом побудовані сучасні архітектури глибокого навчання: від рівня нейронів до цілісних моделей генеративного ШІ.

Зрештою, алгоритми обробки даних у штучному інтелекті виконують дві ключові функції: структурування інформації (перетворюють неорганізовані дані на впорядковані) та моделювання процесів мислення (створюють системи, здатні до узагальнення, прогнозування та творчості). Еволюція цих алгоритмів іде в напрямі інтеграції – класичні структури (дерева, графи) поєднуються з нейронними механізмами, утворюючи гібридні системи, які можуть одночасно аналізувати структуру й контекст даних. Саме на стику цих підходів формується нове покоління інтелектуальних моделей, що поєднують обчислювальну точність і семантичну гнучкість.

Висновки. Алгоритми обробки та структурування даних становлять фундамент штучного інтелекту. Вони визначають, як інформація переходить від хаосу до впорядкованих знань. Еволюція від дерев і графів до нейронних мереж і трансформерів показує розвиток від ручних правил до самонавчальних систем. Сучасний ШІ поєднує принципи класичної інформатики, теорії алгоритмів і когнітивного моделювання, що дає змогу створювати системи, здатні не лише інтерпретувати, а й генерувати нові дані. Подальший розвиток алгоритмічних методів спрямований на інтеграцію структурного аналізу, статистичного навчання та семантичного розуміння, що забезпечує появу по-справжньому адаптивних і саморозвивальних систем.

Список використаних джерел

1. Вступ до алгоритмів / Т. Г. Кормен, Ч. Е. Лейзерсон, Р. Л. Рівест, К. Стайн. Київ: К.І.С., 2019. 1288 с.

2. Крєневич А. П. Алгоритми і структури даних. Підручник. Київ: ВПЦ «Київський Університет», 2021. 200 с.
3. Skiena S. S. The Algorithm Design Manual / Springer; 3rd edition (October 6, 2020). 810 p.
4. Sedgewick R., Wayne K. Algorithms. Addison-Wesley Professional, 2020. 956 p.
5. Технології глибокого навчання. URL: <https://www.tensorflow.org>
6. Scikit-learn User Guide. URL: https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html
7. OpenAI Research. *GPT Models and Generative AI Systems*. URL: <https://openai.com/research>
8. Cisco Networking Academy. *Алгоритми та структури даних: навчальний курс*. URL: <https://www.netacad.com/>
9. Stanford AI Lab. *Artificial Intelligence Research Papers*. URL: <https://ai.stanford.edu/publications/>