

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

У сучасному світі, де складність управлінських, технічних та економічних систем постійно зростає, особливої актуальності набувають задачі багатокритеріальної оптимізації. Вони передбачають одночасне врахування кількох, часто суперечливих критеріїв, таких як вартість, ефективність, надійність, швидкодія чи ризик. Традиційні методи оптимізації, що базуються на аналітичних або градієнтних підходах, не завжди здатні ефективно працювати в умовах високої невизначеності, нелінійності та великої розмірності простору рішень. Саме тому сучасні засоби штучного інтелекту (ШІ) відіграють ключову роль у вирішенні таких задач, забезпечуючи гнучкість, адаптивність та здатність до самонавчання.

Одним із найпоширеніших підходів у багатокритеріальній оптимізації є використання еволюційних методів, зокрема генетичних методів та їх розширень. Ці методи імітують процеси природного добору, дозволяючи знаходити множину Парето-оптимальних рішень, де жоден критерій не може бути покращений без погіршення іншого. Методи, такі як NSGA-II або SPEA2, широко застосовуються в задачах інженерного проектування, логістики та фінансового планування. Вони демонструють високу ефективність у пошуку глобальних оптимумів у складних просторах, де класичні методи часто зазнають невдачі.

Окрім еволюційних підходів, значну роль відіграють нейронні мережі, особливо глибокі моделі, здатні апроксимувати складні залежності між вхідними параметрами та критеріями оптимізації. Застосування нейромереж дозволяє створювати метамоделі (surrogate models), які значно пришвидшують процес оптимізації, замінюючи обчислювально дорогі симуляції. Наприклад, у задачах аеродинамічного проектування або енергетичного менеджменту такі моделі дозволяють швидко оцінювати якість рішень і спрямовувати пошук у перспективні області.

Окрему увагу слід приділити методам підкріплювального навчання, які дедалі частіше використовуються для багатокритеріальної оптимізації в динамічних середовищах. У таких підходах агент навчається приймати рішення, взаємодіючи з середовищем та отримуючи винагороди, що відображають різні критерії. Використання багатокритеріальних функцій винагороди дозволяє формувати стратегії, що балансують між конфліктними

цільми. Це особливо важливо в автономних системах, робототехніці та управлінні транспортними потоками.

Важливим напрямом є також гібридизація різних методів ШІ. Поєднання еволюційних методів із нейронними мережами або підкріплювальним навчанням дозволяє досягати кращих результатів завдяки синергії їх сильних сторін. Наприклад, еволюційні методи можуть використовуватися для глобального пошуку, тоді як нейромережі – для локальної апроксимації та уточнення рішень. Такі гібридні підходи особливо ефективні в задачах з великою кількістю змінних та складною структурою обмежень.

Незважаючи на значні досягнення, застосування сучасних засобів ШІ для багатокритеріальної оптимізації супроводжується низкою викликів. Серед них – проблема інтерпретованості моделей, складність налаштування гіперпараметрів, а також потреба у великих обсягах даних для навчання. Крім того, у практичних задачах часто виникає необхідність врахування людських пріоритетів і суб'єктивних оцінок, що ускладнює формалізацію.

Перспективним кейсом для майбутніх досліджень є розробка інтелектуальної системи багатокритеріальної оптимізації для управління міською евакуацією в умовах надзвичайних ситуацій. Така система може поєднувати глибокі нейронні мережі для прогнозування поведінки транспортних потоків, підкріплювальне навчання для адаптивного керування маршрутами та еволюційні алгоритми для пошуку компромісних рішень між критеріями часу евакуації, безпеки населення та навантаження на інфраструктуру. Особливістю дослідження є врахування динамічних факторів – змін у доступності доріг, поведінці людей, інформаційних потоках – що робить задачу складною та високовимірною. Очікується, що такі підходи дозволять створити системи підтримки прийняття рішень, здатні в реальному часі генерувати оптимальні сценарії дій, що суттєво підвищить ефективність реагування на кризові події.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гіріна О., Івченко В. Багатокритеріальна оптимізація структури портфеля реальних інвестицій. *Економіка та суспільство*. 2023. № 50. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-37>
2. Das A. K., Das S. A Comparative Study on Different Versions of Multi-Objective Genetic Algorithm for Simultaneous Gene Selection and Sample Categorization. *Multi-Objective Optimization*. Singapore, 2018. P. 243–267. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-13-1471-1_11
3. Seada H., Deb K. Non-dominated Sorting Based Multi/Many-Objective Optimization: Two Decades of Research and Application. *Multi-Objective Optimization*. Singapore, 2018. P. 1–24. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-13-1471-1_1