

ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОЦІЛЬОВОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ

З погляду теорії оптимізації прості методи машинного навчання оптимізують якусь одну цільову функцію. У той же час, реальні складні задачі, як наприклад, ті, що вирішуються методами глибокого навчання, як правило, мають більше ніж одну важливу конкуруючу ціль або критерій ефективності. Прикладами можуть бути функції ефективності, що стосуються інваріантності при розпізнаванні зображень (інваріантності до фотометричних або геометричних варіацій), функції семантичної незалежності (від віку чи раси для систем розпізнавання обличчя), конфіденційності (зменшення витоку конфіденційної інформації), обчислювальна складність і ефективність та інше [1]. У таких задачах досягнення єдиного рішення, яке одночасно оптимізує всі цілі, неможливе; натомість метою стає пошук набору рішень, які є репрезентативними в описі компромісу між цілями.

Методи машинного навчання, що покликані для рішення таких багатокритеріальних задач отримали назву – багатоцільове машинне навчання (Multi-Objective Machine Learning (MOML) або Multi-Task Learning). Багатоцільове машинне навчання – це підгалузь машинного навчання, яка вирішує задачі, оптимізації кількох цільових функцій.

Основними відмінностями між багатоцільовим машинним навчанням та звичайним машинним навчанням є:

- Наявність кількох цілей одночасно. У звичайному машинному навчанні маємо одну цільову функцію, яку оптимізуємо. У багатоцільовому машинному навчанні оптимізуються декілька цільових функцій, які можуть бути конфліктними або конкуруючими.
- Пошук компромісів та Парето-оптимальність. У багатоцільовому машинному навчанні ставиться завдання знаходження набору рішень, які утворюють передній край області Парето (Paretofront) – множину найкращих компромісів між різними цілями. Тобто розв'язки, для яких неможливо покращити одну цільову функцію, не погіршуючи інші.
- Відмінності у постановці задачі. У багатоцільовому машинному навчанні необхідно визначити, які цільові функції є важливішими та як вони пов'язані між собою. Це можна зробити, наприклад, за допомогою визначення ваги для кожної цільової функції залежно від її важливості.

Для рішення задач багатоцільового машинного навчання використовують алгоритми оптимізації, спрямовані на пошук Парето-оптимальних рішень, такі як метасволюція, генетичні алгоритми, алгоритми оптимізації Парето та інші. Багатоцільове машинне навчання застосовується і у глибоких штучних нейронних мережах (ГНМ).

Методи багатоцільового машинного навчання об'єднаємо у групи:

1. Методи з об'єднаною цільовою функцією. Тут використовуються одна загальна цільова функція для всіх підзадач, і модель оптимізується відносно цієї функції. Приклади цього включають функції, які є лінійною комбінацією окремих функцій втрат для кожної задачі.
2. Методи з окремими цільовими функціями, що оптимізуються одночасно. Кожна підзадача має свою власну цільову функцію. Під час навчання використовуються окремі оптимізатори для кожної підзадачі. Метою є одночасна оптимізація всіх функцій.
3. Змішані методи зі спільними та індивідуальними представленнями (більш характерні для ГНМ). Тут використовуються якісь спільні шари (представлення) для всіх підзадач, але кожна підзадача також може мати і свої власні, специфічні представлення.
4. Методи зі змішаними архітектурами (частіше застосовуються для ГНМ). Ці методи використовують архітектури, які об'єднують в собі якісь спільні та індивідуальні аспекти для кожної задачі.
5. Ансамблі багатоцільового навчання. Для різних підзадач, використовують ансамблі моделей і вирішення задачі визначається на основі голосування чи комбінування відповідей різних моделей.

Таким чином, багатоцільове машинне навчання є доволі привабливим для досліджень з урахуванням різноманітності задач та способів їх вирішення. Вибір методу залежить від особливостей конкретного завдання та наявних даних. Багатоцільове машинне навчання може бути застосоване у багатьох галузях, де важливо вирішувати конфліктні або конкуруючі цілі.

Список використаних джерел

1. Qu Qu, Z. Ma, A. Clausen i BN Jørgensen, «A Comprehensive Review of Machine Learning in Multi-Objective Optimization», 2021 IEEE 4th International Conference on BigData and Artificial Intelligence (BDAl), Qingdao, China, 2021, С. 7-14.