



ПРЕЗИДІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

01.11.2023

м. Київ

№ 369

Методи негладкої оптимізації:
теорія та практичне застосування

Заслухавши й обговоривши доповідь завідувача відділу методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України доктора фізико-математичних наук П.І.Стецюка, Президія НАН України відзначає важливість і актуальність досліджень у галузі чисельних методів негладкої оптимізації та їх застосування для розв'язання прикладних задач.

Останніми десятиліттями спостерігається значний розвиток теорії та чисельних методів негладкої оптимізації, що зумовлено такими факторами:

- наявністю добре розвинених теорії і чисельних методів (у світі налічується багато відомих наукових шкіл негладкої оптимізації);
- актуальністю розроблення ефективних алгоритмів для нових прикладних задач (нейронні мережі, машинне навчання, великі дані);
- прогресом сучасної обчислювальної техніки (кластерні архітектури, grid- і cloud-обчислення).

Розроблені в інституті в 1962–2006 рр. під керівництвом академіка НАН України Н.З.Шора оригінальні методи негладкої оптимізації отримали широке визнання у світі. Субградієнтні алгоритми з перетворенням простору мають велике теоретичне та прикладне значення, є «ключем» для розв'язання задач математичного програмування великих розмірностей. Вони відзначаються простотою реалізації, зручністю для розпаралелювання, розвинутою методикою налаштування параметрів з урахуванням специфіки задачі. Алгоритми забезпечують високу швидкість збіжності за мінімізації яружних функцій (функції з витягнутими поверхнями рівня).

Добре відомими частковими випадками субградієнтних алгоритмів з розтягом простору є метод еліпсоїдів та r -алгоритми. Швидкість збіжності методу еліпсоїдів не залежить від властивостей функції, а залежить тільки від розмірності простору, що дало можливість отримати перший поліноміальний алгоритм для задачі лінійного програмування та ряд поліноміальних алгоритмів для спеціальних задач комбінаторної оптимізації. Програмні реалізації r -алгоритмів виявилися конкурентоспроможними як за часом обчислень, так і за точністю результатів з найбільш ефективними методами розв'язання гладких погано обумовлених задач (задач із сингулярними особливостями), але r -алгоритми можуть використовуватися і для задач негладкої оптимізації.

В Інституті кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України тривають роботи з розвитку субградієнтних алгоритмів та їх застосування в багатьох прикладних галузях. Розроблено нові модифікації r -алгоритмів ($r(\sigma)$ -алгоритми з програмним вибором коефіцієнтів розтягу простору, $r(n)$ -алгоритми з використанням операторів розтягу простору по різниці нормованих субградієнтів), узагальнене сімейство методів еліпсоїдів, нові субградієнтні методи з перетворенням простору, що використовують апріорну інформацію про мінімальне значення функції. За допомогою розроблених методів отримано нові результати в теорії двоїстості для неопуклих квадратичних оптимізаційних задач. Розроблені алгоритми мають прискорену збіжність для яружних функцій, їхні програмні реалізації з використанням процедури регулювання матриць перетворення простору використовуються як оптимізаційні ядра для побудови ефективних методів розв'язання прикладних задач.

Протягом останніх років субградієнтні алгоритми з перетворенням простору знайшли застосування для розв'язання таких прикладних задач:

- знаходження та модернізація пропускних спроможностей дуг відмовостійких мереж великої розмірності (блочні задачі з сотнями мільйонів змінних та сотнями тисяч обмежень);

- забезпечення оптимальних сценаріїв диспетчеризації регіональних енергосистем в умовах дефіциту потужності (спільно з Інститутом енергетики, автоматики та енергозбереження Національного університету біоресурсів і природокористування України);

- знаходження місць розташування та границь дефектних областей у зображеннях, отриманих за допомогою методів широкографії для тонкостінних багатошарових композиційних матеріалів (спільно з Інститутом електрозварювання ім.Є.О.Патона НАН України);

– побудова зовнішнього та внутрішнього контурів поверхонь сопла Лаваля з центральним тілом, аеродинамічних профілів та поверхонь пера лопатки для авіадвигунів. На основі отриманих результатів розширено функціональні можливості пакетів прикладних програм «Поверхня» та «Сопло» (спільно з Державним підприємством «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г.Івченка»);

– оптимальне пакування геометричних об'єктів у контейнери різних форм за умови балансу (рівновага, інерційність тощо). Паралельні алгоритми для низки задач пакування реалізовані на суперкомп'ютерному комплексі СКІТ Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України (спільно з Інститутом проблем машинобудування ім.А.М.Підгорного НАН України);

– міжгалузеві моделі планування структурно-технологічних змін для виявлення диспропорцій в економіці та аналізу шляхів їх усунення (спільно з Університетом м.Фрібург, Швейцарія).

Нині в Інституті кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України розробляються методи штучного інтелекту із застосуванням моделей та алгоритмів негладкої оптимізації (спеціалізовані алгоритми негладкої оптимізації для нейронних мереж та машинного навчання), методи негладкої оптимізації для аналізу та проектування логістичних, транспортних та енергетичних мереж. Потенційними їх користувачами є кафедра медичної інформатики Тернопільського національного медичного університету імені І.Я.Горбачевського, асоціація «Український логістичний альянс», Інститут проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є.Пухова НАН України, Інститут електродинаміки НАН України та інші організації, зацікавлені у дослідженнях з цього напрямку.

Президія НАН України постановляє:

1. Доповідь доктора фізико-математичних наук П.І.Стецюка «Методи негладкої оптимізації: теорія та практичне застосування» взяти до відома.

2. Вважати роботи з розвитку методів негладкої оптимізації та їх застосування для розв'язання прикладних задач одним з пріоритетних напрямів наукової діяльності Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України.

3. Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України:

3.1. У місячний термін опрацювати з потенційними замовниками питання щодо розширення кола прикладних проблем, які можна розв'язати завдяки використанню методів негладкої оптимізації.

3.2. Розширити співпрацю з установами Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України для розв'язання задач оптимізації.

3.3. Сприяти використанню можливостей обчислювального комплексу СКІТ для застосування технологій паралельних обчислень під час розроблення алгоритмів негладкої оптимізації для задач машинного навчання та штучного інтелекту.

4. Контроль за виконанням цієї постанови покласти на Відділення інформатики НАН України та Науково-організаційний відділ Президії НАН України.

Президент
Національної академії наук України
академік НАН України

В.о.головного вченого секретаря
Національної академії наук України
академік НАН України



Анатолій ЗАГОРОДНІЙ

Вячеслав БОГДАНОВ