

Відгук
офіційного опонента – доктора технічних наук,
професора Гребенніка Ігоря Валерійовича
на дисертаційну роботу **Жидкова Володимира Олександровича**
на тему «**Методи негладкої оптимізації для побудови кривих у натуральній**
параметризації та виявлення дефектів на структурованих зображеннях»,
подану на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**
в галузі знань **11 – «Математика та статистика»**
за спеціальністю **113 – «Прикладна математика»**

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Актуальність розробки методів негладкої оптимізації для задач побудови кривих у натуральній параметризації та виявлення дефектів на регулярних і періодичних зображеннях зумовлена складністю структури таких задач та їхньою важливою прикладною значущістю. Такі задачі часто виникають в комп'ютерній графіці, обробці зображень, аналізі матеріалів та комп'ютерному зорі. Побудова кривих у натуральній параметризації вимагає контролю над довжиною дуги, що часто призводить до негладких або недиференційованих функціоналів, які складно мінімізувати звичайними методами. У задачах виявлення дефектів у регулярних та періодичних структурах (наприклад, у текстурах, кристалічних ґратах або технічних зображеннях) також виникають негладкі функції, пов'язані з L_1 -нормами, варіаційними характеристиками або іншими жорсткими обмеженнями. Традиційні методи оптимізації часто виявляються недостатньо ефективними для таких задач, тоді як спеціалізовані негладкі методи (наприклад, субградієнтні, проксимальні чи методи варіаційного аналізу) дозволяють отримати більш точні та стійкі рішення. Це робить дослідження й удосконалення таких методів особливо важливими для практичних застосувань у науці та промисловості.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в рамках 4 проектів НАН України: проект «Побудова оптимальних профілів аеродинамічних поверхонь з використанням методів негладкої оптимізації» (державний реєстраційний номер 0119U002305), 2019 р.; проект «Побудова геометричної моделі сопла Лавалю з центральним тілом за допомогою натуральної параметризації та формул Френе» (державний реєстраційний номер 0120U002085), 2020 р.; проект «Розробити методи з перетворенням простору для задач оптимізації з яружними особливостями» (державний реєстраційний номер 0122U000833) з 2022 р.; проект «Розробити

методи негладкої оптимізації для побудови кривих у натуральній параметризації» (державний реєстраційний номер 0121U100459), 2021-2023 рр.

3. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є обґрунтованими та відповідають меті дослідження. В першому розділі роботи проаналізовано достатній обсяг вітчизняної та зарубіжної літератури, який стосується проблематики обраної галузі досліджень.

4. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях

Результати дисертації повно опубліковано в 11 наукових публікаціях, з яких чотири статті опубліковано у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 113 Прикладна математика. Дві статті опубліковано в матеріалах конференцій, які індексуються в наукометричних базах Scopus/Web of Science. Також два підрозділи опубліковано у колективній монографії. Результати дисертації доповідались здобувачем на чотирьох міжнародних наукових та науково-практичних конференцій, а також на фаховому семінарі відділі методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України.

5. Оцінка змісту дисертації

Робота складається з таких частин: вступ, розділ з оглядом літератури за темою дисертації (перший розділ), ще 5 розділів основної частини, загальні висновки, список використаних джерел та один додаток. Загальний обсяг дисертації складає 159 сторінок друкованого тексту, з яких основний текст складає 128 сторінок. Дисертація включає 29 рисунків та 13 таблиць.

У вступі викладено актуальність теми дослідження, мета та завдання дослідження.

В першому розділі зроблено огляд літератури за темою дисертаційного дослідження. Зокрема, наведено огляд методів виявлення дефектів за зображеннями та огляд класу задач побудови кривих у натуральній параметризації та методів їх розв'язання. На підставі зробленого огляду здійснено постановку задачі дослідження дисертаційної роботи.

В другому розділі наведено опис програми `ralgb5a`, зокрема, її особливостей та відмінностей від попередніх версій, g -алгоритмів Шора з низкою необхідних модифікацій та методу негладких штрафних функцій.

В третьому розділі описано математичну модель, алгоритм та програмне забезпечення для задачі побудови S -подібної параметричної кривої з квадратичною кривою.

В четвертому розділі описано математичну модель, алгоритм та програмне забезпечення для задачі побудови кривої в натуральній параметризації з кубічною кривиною.

В п'ятому розділі сформульовано оптимізаційні задачі знаходження найкращих за L_p -нормою параметрів для регулярних та базисних регулярних 3D-структур і досліджено методи розв'язування розглянутих задач.

В шостому розділі розроблено новий алгоритм пошуку дефектів у періодичних структурах за допомогою порівняння експериментальних та ідеалізованих зображень.

6. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертаційній роботі розроблено та побудовано низку нових моделей та методів негладкої оптимізації для побудови кривих у натуральній параметризації та виявлення дефектів різного виду.

Зокрема, розроблено математичну модель, алгоритм та програмне забезпечення для задачі побудови S -подібної кривої в натуральній параметризації, яка проходить через дві задані точки із заданими кутами нахилу дотичних у них та забезпечує заданий кут нахилу дотичної в точці із заданою абсцисою.

Ефективність розробленого алгоритму підтверджено результатами обчислювальних експериментів з проєктування фрагментів дозвукової та надзвукової частин зовнішнього контуру сопла Франкля.

Вперше сформульовано оптимізаційну задачу для знаходження розв'язку системи нелінійних інтегральних рівнянь (СНІР) та метод її розв'язання з використанням модифікації r -алгоритму Шора. Для регулярних та базисних регулярних 3D-структур вперше сформульовано оптимізаційні задачі знаходження найкращих за L_p -нормою параметрів та досліджено методи розв'язування розглянутих задач.

Розроблено новий алгоритм пошуку дефектів у періодичних структурах за допомогою порівняння експериментальних та ідеалізованих зображень. Продемонстровано ефективність використання «усіченої» норми для відновлення параметрів ідеалізованої моделі для зображень, отриманих методом шерографії.

Отримані результати є новими, актуальними та цінними для практики, оскільки значно розширюють інструментарій для розв'язання задач виявлення дефектів та побудови кривих у натуральній параметризації.

Ефективність запропонованих методів та алгоритмів підтверджується результатами обчислювальних експериментів, які в досить повному вигляді наведені в дисертаційній роботі у вигляді таблиць та рисунків та забезпечені необхідними коментарями.

7. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці новітніх методів та алгоритмів для задач побудови кривих у натуральній параметризації та виявлення дефектів у регулярних та періодичних структурах. Отримані в роботі результати можуть бути успішно використані для побудови аеродинамічних профілів та лопаток, моделювання геометричних 3D-об'єктів з заданою точністю та однорідністю тощо.

8. Відсутність порушення академічної доброчесності.

У дисертації В.О. Жидкова відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів містять посилання на відповідні джерела.

9. Зауваження та рекомендації

1. В розділі 2 доцільно було б спочатку описати r -алгоритми Шора з усіма необхідними модифікаціями та методи негладких штрафних функцій, а після цього зосередитись на особливостях їх реалізації в програмі `ralgb5a`, що покращило б сприйняття викладених результатів.
2. В підрозділі 4.5 варто було б навести оцінки складності алгоритму, розробленого на основі модифікації r -алгоритму, для розв'язання поставленої задачі (4.24) – (4.26).
3. В розділі 5 доцільно було б обґрунтувати вибір моделі зображення, наразі видається, що її можна обирати довільним чином.
4. В розділі 6 слід було б навести оцінки обчислювальної ефективності запропонованого комбінованого алгоритму, оскільки ця інформація не є зрозумілою з тексту розділу.

10. Висновки

Дисертаційна робота Жидкова Володимира Олександровича «Методи негладкої оптимізації для побудови кривих у натуральній параметризації та виявлення дефектів на структурованих зображеннях» є завершеною науковою роботою.

За актуальністю, обсягом, науковою новизною та практичною значимістю вона відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Жидков Володимир Олександрович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» в галузі знань 11 – «Математика та статистика» .

Офіційний опонент:

завідувач кафедри системотехніки
факультету комп'ютерних наук Харківського
національного університету радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор

Ігор ГРЕБЕННИК

Підпис І.В. Гребенніка засвідчую.
Учений секретар



Ірина ЖАРИКОВА