

ВДГУК

на дисертацію

Луц Ярослава Васильовича

«Методи і алгоритми оброблення і кодування зображень на основі швидких цілочислових синус-косинусних та дискретних мультивейвлет-перетворень»

на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 113 «Прикладна математика»,

галузь знань 11 – «Математика та статистика»

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора

Бичкова Олексія Сергійовича

1. Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота присвячена розробці нових підходів, методів і алгоритмів кодування і оброблення зображень. Основна увага приділена алгоритмам, що дозволяють збільшити швидкодію, тобто зменшити обчислювальну складність кодування та оброблення зображень та відеокadrів. Зменшення обчислювальної складності в свою чергу дозволить використовувати менш потужні пристрої, що є актуальною задачею для багатьох галузей цифрової обробки і кодування даних, зокрема для технологій доповненої та віртуальної реальностей, космічних та супутникових каналів зв'язку, інтернету речей, мобільних мереж. Крім того, зменшення обчислювальної складності також збільшить час автономної роботи пристроїв. Таким чином, дисертаційна робота аспіранта Луц Ярослава Васильовича є актуальною та сучасною.

2. Зв'язок роботи з науковими темами.

Здобувач приймав участь у наступних проектах відділу оптимізації чисельних методів №140 Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України: ВФ 140.18 «Розробити теоретичні основи побудови базисних систем нового класу мультивейвлетів для оброблення сигналів і зображень», № держреєстрації 0119U002275; ВП.140.21 «Розробити ефективні методи та

алгоритми оброблення, кодування і аналізу сигналів для дистанційного моніторингу функціональних станів осіб», № держреєстрації 0122U000830.

3. Загальна оцінка змісту дисертації, її довершення і оформлення.

Дисертація складається з анотації на українській та англійській мовах, вступу, чотирьох розділів, висновків і переліку використаних джерел. В першому розділі викладено огляд основних відомих підходів, методів і алгоритмів кодування і стиснення зображень. В другому розділі розглянуто гібридний кодек, що використовує як традиційне кодування, так і алгоритми нейромерж. Розглянуто комбінацію, коли дані кодуються традиційними методами з пріоритетом на швидкодію та коефіцієнт стиснення, а для наближеного відновлення закодованих даних на стороні декодера використовуються методи нейромерж. В третьому розділі розглядаються так звані гібридні ортогональні перетворення, що є гібридами відомих перетворень. Розглянуто три гібридні цілочислові однонормові перетворення зі швидкими алгоритмами обчислення низької обчислювальної складності, а саме спрощене синус-косинусне типу VII порядку 16, синус-косинусне перетворення типу II порядку 4 та косинус-синусне перетворення типу IV порядку 16. Розроблене спрощене синус-косинусне перетворення типу VII порядку 16 пропонується на заміну відомому синусному перетворенню типу VII порядку 16 для режимів кодування з пріоритетом на швидкодію, а синус-косинусне перетворення типу II порядку 4 застосовується для подальшої побудови нового спрощеного перетворення порядку 8. В четвертому розділі розглянуто так звані мультигібридні цілочислові ортогональні перетворення, для побудови яких пропонуються три методи: на основі комбінацій відомих та гібридних перетворень, або двох гібридних перетворень, або шляхом модифікації відомих перетворень, включаючи гібридні. Такий підхід генерації нових перетворень створює широке поле для подальших досліджень та експериментів. В якості конкретних прикладів мультигібридних перетворень розроблено наступні перетворення: спрощене синус-косинусне перетворення типу II порядку 8 на основі комбінації двох однакових гібридних синус-косинусних перетворень порядку 4, модифіковані

синусне і косинусне перетворення типу II порядку 8. Модифіковане косинусне перетворення типу II порядку 8 запропоновано як альтернатива відомому синусному перетворенню типу VII порядку 8, що має такі ж показники ефективності. Спрощене синус-косинусне перетворення типу II порядку 8 також пропонується в якості заміни синусному перетворенню типу VII порядку 8, але для адаптивного, ситуативного застосування при необхідності збільшення швидкодії кодування. В п'ятому розділі дисертації описано мультівейвлет-метод кодування зображень на основі трьохрівневого двовимірного швидкого дискретного мультівейвлет-перетворення з мультівейвлет-пакетом розміру 8×8 , який має кращу швидкодію порівняно відомими методами кодування.

4. Наукова новизна отриманих результатів.

Отримані результати є новими, отриманими вперше. Серед основних результатів роботи в області перетворень виділяються наступні: цілочислові однонормові синус-косинусні перетворення типу II порядку 4 зі швидкими алгоритмами обчислення; цілочислові однонормові спрощені синус-косинусні перетворення порядку 8 зі швидкими алгоритмами обчислення низької складності; цілочислові однонормові спрощені синус-косинусні перетворення типу VII порядку 16, які також мають швидкі алгоритми обчислення. Серед інших результатів можна виділити так званий режим спрощеного роздільного перетворення, який не вимагає адаптивного вибору однієї з комбінацій роздільних перетворень, як це реалізовано у відомій схемі роздільних адаптивних перетворень. Відповідно, застосування лише однієї універсальної комбінації роздільних перетворень замість декількох суттєво збільшує швидкодію кодування, зберігаючи переваги роздільних перетворень.

5. Практичне значення результатів дослідження.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в застосуванні розроблених підходів, методів і алгоритмів для кодеків зображень та відео з метою оптимізації або підвищення швидкодії. Наприклад, вони можуть бути застосовані для розробки кодеків низької обчислювальної складності, причому як традиційних кодеків, так і гібридних кодеків з

використанням нейромереж на стороні декодера. Це має практичне значення для кодування в області інтернету речей, каналів мобільного зв'язку, супутникових та космічних технологій, технологій віртуальної та доповненої реальності.

6. Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків.

Отримані в дисертаційній роботі положення, висновки, підходи, методи та алгоритми мають належне обґрунтування на основі експериментальних результатів досліджень або теоретичних положень.

7. Повнота викладення наукових положень та результатів в публікаціях.

Основні положення та отримані результати викладено в 9 публікаціях, в тому числі в трьох фахових статтях, з яких одна стаття у науковому виданні, проіндексованому в базі даних Scopus, та в матеріалах 6 наукових конференцій, серед яких публікації двох конференцій індексуються в базі даних Scopus.

8. Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації.

Основні результати та їх викладення не викликають особливих зауважень, але можна зробити наступні незначні зауваження:

1. Недостатню увагу приділено опису розробленого програмного забезпечення, також можна було навести тексти програм у додатках;
2. Для більшої точності статистичних оцінок ефективності розроблених перетворень треба було протестувати більшу кількість тестових зображень;
3. Не отримано оцінки порівняння ефективності кодування запропонованого режиму спрощених роздільних перетворень відносно відомого підходу адаптивних роздільних перетворень і класичного підходу застосування лише косинусного перетворення.

Незважаючи на зазначені зауваження, загальна оцінка дисертаційної роботи в цілому є позитивною.

9. Рекомендації щодо впровадження отриманих результатів.

Отримані результати рекомендуються для поглибленого подальшого дослідження та практичного використання, в тому числі для вивчення у закладах

вищої освіти відповідного профілю, а також для реалізації в нових кодексах зображень та відео.

10. Висновки.

Дисертаційна робота Луц Ярослава Васильовича «Методи і алгоритми оброблення і кодування зображень на основі швидких цілочислових синус-косинусних та дискретних мультивейвлет-перетворень» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» є самостійною науково-дослідною роботою, в якій отримано нові теоретичні результати, які включають нові підходи, методи та алгоритми кодування зображень та відео.

Дисертація Луц Я.В. за актуальністю, обсягом і рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичним значенням відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. Здобувач заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика».

Офіційний опонент,

доктор технічних наук,

професор, завідувач кафедри

програмних систем і технологій

Київського національного університету імені Тараса Шевченка



Олексій БИЧКОВ

ПІДПИС ЗАСТУПНИКА
ВЧЕНОЇ СЕНИ
КАРАУЛЬНИКА
18.06

