РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора фіз.-мат. наук Норкіна Володимира Івановича на дисертацію Луц Василя Костянтиновича «Методи і алгоритми для адаптивного кодування зображень» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика», галузь знань 11 – «Математика та статистика».

Актуальність теми дисертації. В світлі розвитку мобільних мереж зв'язку, а особливо інтернету речей та спеціалізованих галузей, зокрема супутникових технологій передачі даних, телемедицини та інш., робота є актуальною та обгрунтованою, пропонує нові напрямки подальших досліджень як для підвищення швидкодії, так і для збільшення коефіцієнта стиснення, використовуючі індексовані палітри зі збільшеною кількістю кольорів та нові динамічні простори кольорів.

Зв'язок роботи з науковими темами.

Здобувач приймав участь у науковій роботі відділу №140 оптимізації чисельних методів Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, зокрема в темах: ВФ 140.18 «Розробити теоретичні основи побудови базисних систем нового класу мультивейвлетів для оброблення сигналів і зображень», № держреєстрації 0119U002275; ВКМ 140.24.21 «Розробити методи і алгоритми розподіленого моделювання та визначення станів віддалених об'єктів тривалого моніторингу на основі суперкомп'ютерних технологій», № держреєстрації 0121U110720; ВП. 140.19 «Розробити адаптивні методи і алгоритми оброблення та кодування моніторингових даних в безпровідних мережах», № держреєстрації 0119U002273; ВП.140.21 «Розробити ефективні методи та алгоритми оброблення, кодування і аналізу сигналів для дистанційного моніторингу функціональних станів осіб», № держреєстрації 0122U000830.

Оцінка змісту дисертації, її довершення і оформлення.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів і висновків.

В першому розділі зроблено огляд відомих підходів, методів і алгоритмів кодування і стиснення зображень з втратами і без втрат.

В другому розділі запропоновано нову архітектуру адаптивних кодеків різного рівня складності: швидкодіючого, збалансованого, ресурсоємного на базі нової математичної моделі кодування і стиснення зображень з втратами та описано два нових алгоритми вибору типу й порядку перетворень. Запропоновано додатковий рівень кодека, порівняння та вибору адаптивних режимів різної складності, і обгрунтовано збільшення кількості адаптивних режимів за рахунок нових адаптивних режимів низької складності.

В третьому розділі представлено блочні цілочисельні перетворення різних порядків, зокрема просте косинусне перетворення порядку 16, однонормові модифіковане синус-косинусне типу VII порядку 8 і синусне типу VII порядку 4.

В четвертому розділі викладено ряд нових підходів, методів і алгоритмів для адаптивного кодування і стиснення зображень з втратами. Запропоновано додатковий режим роздільного адаптивного кодування з використанням трьох перетворень: косинусного, синус-косинусного і синусного, що адаптивно може обиратись в якості альтернативи відомому режиму з двох перетворень, косинусного та синусного. Представлено алгоритми вибору порядку і типу перетворень в залежності від коефіцієнта стиснення і характеристик вхідних даних для різних адаптивних режимів, зокрема, запропоновано простий алгоритм оцінки статистичних характеристик вхідних даних з метою вибору фіксованих параметрів кодування, включаючи тип та порядок перетворення. Розроблено таку модифікацію mse, що враховує тільки похибки більші за певне порогове обране значення X. Запропоновано нову так звану векторну міру для обчислення відстані в просторі кольорів, яка додатково враховує зміни відтінків кольорів. Запропоновано простір кольорів на основі співвідношення кольорів.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновано математичну модель кодування і стиснення зображень з втратами, на базисі якої сформульовано два нових алгоритми і концепція

кодеків різного рівня складності. Розглянуто нові адаптивні режими кодування, включаючи режими низької та наднизької обчислювальної складності.

Запропоновано дві нові міри для оцінки відхилень і нова міра для більш точного обчислення відстані в просторі кольорів.

Запропоновано цілочислове просте косинусне перетворення порядку 16 і розроблено його швидкі алгоритми низькой обчислювальної складності без виконання операцій множення, які мінімум у 2,2 рази швидше порівняно з відомими алгоритмами косинусного перетворення порядку 16 зі стандарту відеокодування H.265.

Для цілочислового однонормового синусного перетворення типу VII порядку 4 розроблено швидкий обернений алгоритм його обчислення, який потребує п'ять операцій множення, що на 37,5% менше порівняно з відомим алгоритмом.

Запропоновано цілочислове однонормове модифіковане синус-косинусне перетворення типу VII порядку 8 і розроблено швидкий алгоритм низької мультиплікативної складності, яка в 7 раз менша порівняно з відомим алгоритмом дискретного синусного перетворення типу VII.

Практичне значення результатів дослідження.

Застосування і розвиток розроблених підходів, методів і алгоритмів має суттєве практичне значення для інтернету речей, мобільного зв'язку, носимих пристроїв, супутникового, космічного зв'язку та ін.

Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків.

Більшість отриманих результатів мають належне обґрунтування, з використанням експериментальних результатів та тестувань, висвітлено у публікаціях і на конференціях, обґрунтовано на підставі теоретичних положень або результатів тестування.

Повнота викладення наукових положень та результатів в публікаціях. Основна частина результатів викладена в 11 публікаціях, зокрема в шести статтях, з яких три статті у наукових виданнях, проіндексованих в базах даних Scopus, та в матеріалах 5 наукових конференцій.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації.

Основні результати в цілому не викликають зауважень, але деякі питання розкрито недостатньо. Є наступні зауваження.

1. При описі мат.моделі наведено твердження, що перетворення більш низького порядку краще апроксимують хаотичні, випадкові вхідні дані, але у формі математичного виразу це не оформлено.
2. Окремі ідеї описано в загальному вигляді, без конкретизації, наприклад, ідея гібриду індексованої палітри та традиційного простору кольорів.
3. Не у всіх тестуваннях використано запропоновану модифіковану mse;
4. В роботі дуже багато суто технічних та специфічних понять, треба було б додати їх визначення, незважаючи на збільшення об'єму роботи.
5. Є великий лист скорочень, абревіатур, але він все ще неповний.
6. В роботі та статтях нічого не сказано про реалізацію запропонованих алгоритмів/перетворень. Які язики, бібліотеки використовувались при тестуванні алгоритмів?

Незважаючи на зазначені недоліки, загальна оцінка дисертаційної роботи є позитивною.

Рекомендації щодо впровадження отриманих результатів.

Отримані результати рекомендуються для поглибленого дослідження та впровадження, в тому числі як новий матеріал для учбового процесу.

Висновки.

Дисертаційна робота Луц В.К. «Методи і алгоритми для адаптивного кодування зображень» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» є самостійною науково-дослідною роботою, в якій запропоновано нові підходи, методи і алгоритми.

Дисертація Луц В.К. 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 рецензент
доктор фіз.-мат. наук,
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова
НАН України Володимир НОРКІН

20.05.24

Підпис Норкіна В.І. засвідчую.
Вчений секретар
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова
НАН України, д.ф.-м.н. Сергій ЄРШОВ

Національна Академія наук України
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова
Ідентифікаційний код 05417176
Україна м.Київ