

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Коваленко Богдана Віталійовича н
а тему «Багатоетапна обробка та стиснення зображень ВРГ кодером з
прогнозуванням параметрів»,
яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації

Зображення різного походження широко використовуються у багатьох сферах, наприклад, у медичній діагностиці, дистанційному зондуванні, рекламі, повсякденному житті. Основні тенденції, що спостерігаються в останні роки в галузі візуалізації, пов'язані зі стрімким збільшенням кількості та розміру зображень. Це спричиняє проблеми в обробці, зберіганні, передачі, класифікації зображень. Проблеми зберігання та передачі даних зображень можна вирішити за допомогою стиснення.

Стиснення з втратами є одним з кращих варіантів, оскільки коефіцієнт стиснення можна змінювати і контролювати. В той же час, збільшення коефіцієнта стиснення зазвичай призводить до погіршення якості стисненого зображення, і в кожному конкретному випадку необхідно знаходити розумний компроміс.

Пріоритетність вимог до методу стиснення з втратами суттєво залежить від конкретного застосування. Бувають ситуації, коли необхідно забезпечити заданий коефіцієнт стиснення або коефіцієнт стиснення не менше заданого значення, та навпаки, може знадобитися забезпечити певну якість або якість не гіршу за бажану. Також можуть бути накладені інші вимоги або обмеження. Серед них можуть бути потрібно швидко досягти компромісу, заощадити обчислювальні ресурси, або повна автоматизація стиснення зображень.

Окрім того у багатьох випадках передбачається, що зображення, які підлягають стисненню, не містять шуму або, принаймні, шум є невидимим. На практиці це часто так і є, але, між тим, існує досить багато практичних ситуацій, коли шум є видимим і його присутністю не можна нехтувати.

Перераховані вище фактори є визначальними при розробці ефективних методів стиснення з втратами, які забезпечують високий коефіцієнт стиснення, та прийнятну якість зображення, зокрема за наявності на ньому шуму.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Матеріали, викладені у дисертації Коваленко Богдана Віталійовича, дозволяють зробити висновок про обґрунтованість та достовірність його наукових результатів. Вони забезпечуються використанням сучасних методів дослідження, зокрема, на основі методів теорії ймовірностей і математичної статистики, математичного та чисельного моделювання. Вирішена важлива

науково-технічна проблема, що полягає у розробці ефективних методів обробки та стиснення з втратами та надання можливості прогнозувати параметри якості зображення. Отримані результати є теоретичною і практичною основою для створення методів та алгоритмів прогнозування оптимальної робочої точки параметрів в ній, а також прогнозування середньоквадратичної похибки.

З метою підтвердження достовірності отриманих розробленими у роботі методами прогнозування оптимальної робочої точки та значень середньоквадратичної похибки було проведено порівняння з реальними значеннями для зображень з різних областей. Достовірність отриманих результатів було підтверджено за рахунок співвіднесення прогнозованих та реальних значень метрик оцінки якості зображень.

Результати дисертаційної роботи використано в Інституті радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, а також у навчальному процесі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут".

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше досліджено характеристики VPG кодера під час його роботи в різних умовах, таких як робота з напівтоновими та кольоровими зображеннями у випадках наявності шуму на зображенні. Це дозволило сформулювати та надати поради щодо стиснення зображень з втратами з використанням модифікацій VPG кодера.

2. Отримало подальший розвиток використання оптимальної робочої точки (ОРТ) для різних кодерів, а саме вперше продемонстровано можливість присутності такої точки для стиснення VPG-кодером напівтонових та кольорових зображень у випадках ураження цих зображень як адитивним, так і сигнально-залежними шумами. Це дало змогу розрахувати ПКС для досягнення максимального ефекту фільтрації (максимальної якості стисненого зображення у відповідності до різних метрик).

3. Вдосконалено метод прогнозування існування ОРТ в застосуванні до VPG-кодера для півтонових і кольорових зображень, спотворених шумом; основною різницею з попередніми методами є те, що запропонований метод вперше використовуються до VPG-кодера і бере до уваги особливості стиснення для цього кодера; це дало змогу надати обґрунтовані рекомендації з вибору параметра Q для досягнення компромісу між якістю стиснутих зображень і коефіцієнтом стиснення.

4. Вдосконалено метод прогнозування середньоквадратичної похибки (СКП); головною різницею є попередній аналіз вхідних параметрів, результатом цього аналізу став список параметрів, використання яких може забезпечити кращу точність прогнозування (зокрема із застосуванням нейромережі), що дало змогу підвищити точність прогнозування без використання декількох ітерацій стиснення.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Коваленко Богдана Віталійовича повністю відповідає стандарту вищої освіти за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Можна зробити висновок, що дисертаційна робота Коваленко Богдана Віталійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою, котра відповідає особливостям стилю наукових досліджень з використанням правильних термінів і понять, характерних для стандартної фахової та наукової термінології. Дисертаційна робота є цілісною і в ній досягнуті тематична повнота та розкриття головної наукової ідеї автора. Подані в роботі наукові та практичні положення логічно викладені та достатньо обґрунтовані.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації складає 206 сторінок, з них 165 сторінок основного тексту, 83 рисунків по тексту, 28 таблиці по тексту.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність обраної теми дослідження, сформульовано мету і завдання дослідження, а також описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи та особистий внесок автора.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан галузі обробки зображень. Виконано загальний огляд основних додатків обробки та стиснення зображень а також вимог які до них висуваються. Проведено аналіз особливостей стиснення з втратами а також розглянуті існуючі кодери.

У **другому розділі** розглянуті особливості роботи VPG кодера. Ретельно розглянуто стиснення зображення як в градаціях сірого так і кольорових варіантів. Наведенні залежності якості зображення від параметру контролю стиснення у випадках наявності різних типів шуму на зображенні так і при його відсутності. Продемонстровані характеристики спотворень які вносить сам кодер.

У **третьому розділі** представлені результати розробки методу прогнозування оптимальної робочої точки для VPG кодера та параметрів у цій точці. Продемонстровані реалізації прогнозування ОРТ як для випадку стиснення кольорових так і для зображень в градаціях сірого. Розглянуті варіанти підвищення точності прогнозування, а також представлені модифікації методу для прогнозування в околі оптимальної робочої точки. Уділено увагу прогнозування по декільком параметрам що характеризують зображення.

У **четвертому розділі** представлені результати розробки методу прогнозування середньоквадратичної похибки для BPG кодера. Розглянуті передумови до прогнозування, наведені аналіз залежностей метрик якості від параметра контролю стиснення, а також залежність між ентропією та отриманим СКП. Запропоновані методи прогнозування засновані на використанні локальної активності в блоках зображення, на основі ентропії, на основі більшої кількості параметрів.

У **висновках** наведено підсумкові результати проведених у дисертації наукових досліджень, що узагальнюють висновки за кожним з її розділів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог, сформульованих у наказі МОН України від 12 січня 2017р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

За матеріалами дисертації опубліковано 19 наукових праць, з яких 3 статті у наукових періодичних виданнях – 2 статті у виданнях іншої держави (Швейцарія Q1), 1 у науковому журналі України; 5 статей у наукових журналах України; 7 – публікації у матеріалах конференцій, серед яких 6 у матеріалах міжнародних англomовних конференцій, 4 з яких включені до міжнародної наукометричної бази SCOPUS; 4 – це колективні монографії.

Наукові публікації здобувача містять опис наукових досліджень, проведених в рамках дисертаційного пошуку, аналіз сутності проблеми, методів і результатів проведених досліджень, а також обґрунтовані висновки. В наукових публікаціях здобувача не виявлено порушень принципів академічної доброчесності, висновки є оригінальними.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В третьому розділі при розгляді завад що вносить сам BPG кодер сказано про те що наявність цього самого шуму необхідно враховувати але не вказано яким чином та не надано рекомендацій з цього питання.

2. Данні дистанційного зондування можуть мати більше ніж три канали тому було б доцільно розглянути такі випадки. Це би дозволило краще зрозуміти чи можливо використовувати запропоновані здобувачем методи прогнозування оптимальної робочої точки до таких зображень.

3. Деякі графіки (наприклад, Рис. 2.33, 2.34, 4.2, 4.3, 4.4) мають дуже малий шрифт шкали та написів, що ускладнює сприйняття інформації.

4. В четвертому розділі розглянуто прогнозування середньоквадратичної похибки, бажано було б розглянути можливість прогнозування інших метрик, які використовувались в попередніх розділах для побудови залежностей якості зображення від параметра контролю стиснення.

Вважаю, що приведені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Коваленко Богдана Віталійовича на тему "Багатоетапна обробка та стиснення зображень ВРГ кодером з прогнозуванням параметрів " виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 від 12 січня 2022р. №44.

Здобувач Коваленко Богдан Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Рецензент:

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувач кафедри
систем управління літальними апаратами
Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»



Костянтин ДЕРГАЧОВ

« 27 » травня 2025 р.