

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Коваленко Богдана Віталійовича
за темою «Багатоетапна обробка та стиснення зображень VRG
кодером з прогнозуванням параметрів»,
яку представлено на здобуття ступеня доктора філософії
з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 –
Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дослідження

У поточний момент швидко розвиваються багато галузей, включаючи дистанційне зондування, медицину та соціальні мережі. В усіх цих сферах одна з великих частин даних - це відеоінформаційні дані. В загальному випадку до них відноситься статичні відеозображення та динамічні відеопотоки. З одного боку, знімки різного походження здатні надавати корисну інформацію про досліджувані місцевості, об'єкти та явища, де зйомка є зручним способом, що забезпечує передумови для отримання та видобування такої інформації з отриманих даних. З іншого боку, середній розмір сучасних знімків та їх загальна кількість мають очевидну тенденцію до суттєвого збільшення, що робить проблематичними передачу, зберігання та розповсюдження зображень. Це стимулювало потребу в стисненні зображень. Серед методів стиснення виділяють два класи, а саме: методи стиснення без втрат інформації (без внесення корекцій) та методи стиснення з внесенням корекцій за моделлю візуальних оцінок (іноді такі методи відносять до класу методів стиснення з втратами. Стиснення без втрат синтаксичного опису на даний час продовжує використовуватися в якості компоненти комплексної обробки. Це зумовлено тим, що методи без внесення корекцій мають обмежені можливості щодо збільшення рівня стиснення. Звідси на даний час більше поширення мають методи стиснення на основі комплексної обробки, які будуються за умов наявності механізмів внесення корекцій. Основна причина полягає в тому, що стиснення з втратами (внесенням корекцій) здатне забезпечити значно більший

ступінь стиснення. Також важливою властивістю таких методів є реалізація технологій управління рівнями стиснення та внесення корекцій.

Варто зазначити, що результат стиснення багато в чому залежить від низки факторів. До основних з них відносяться: особливості комплексного процесу усунення кількості надмірності, в тому числі надмірності, яка зумовлена особливостями візуального сприйняття; наявність у відеозображенні шумів. При цьому потрібно враховувати той факт, що процес кількісного оцінювання стиснення за спотвореннями (втратами) буде мати різні результати в залежності від типу обраної для цього метрик. В загальному випадку реалізація процесу комплексного усунення кількості надмірності формується в межах визначеного компромісу між вимогами щодо забезпечення потрібного рівня стиснення та якості відновлених відеозображень. При цьому враховуються вимоги відносно показників надання відеосервісів з боку прикладної сфери використання. Наприклад, за перевагу можуть обиратися варіанти досягнення: мінімальних часових затримок в процесі доставки даних; мінімальних втрат якості відновлених відеозображень; максимально можливого збереження значимої інформації відеозображень за умов їх подальшого аналізу за допомогою алгоритмів автоматичної обробки. Тут потрібно зауважити на те, що одним з проблемних аспектів створення методів стиснення є саме пошук компромісних рішень та їх ефективної реалізації в процесі усунення різних видів надмірності. Водночас потрібно враховувати на те, що відеозображення ще до процесу стиснення можуть мати шуми різного походження. Це додатково впливає на визначення рівня якості відеозображень, та ускладнює процес досягнення означеного компромісу.

Отже існує нагальна потреба в розробці ефективних методів стиснення з можливістю внесення корекцій (втрат) за моделлю візуального сприйняття з потребою щодо управління компромісом між рівнем стиснення та якістю відновлених відеозображень за умов наявності шумів у початкових відеоданих.

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 отримані із використанням сучасних методів дослідження, зокрема, на основі методів математичного та чисельного моделювання, методів машинного навчання, методів теорії ймовірностей і математичної статистики. Розв'язана важлива науково-прикладна задача, 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 стиснення з втратами із забезпеченням потрібної якості зображення або коефіцієнту стиснення.

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". Для вказаних вище фактів, наявні відповідні акти-впровадження.

Новизна основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Ознайомлення зі змістом дисертації автора, його опублікованими науковими працями дає можливість погодитися з наступними положеннями, які винесені автором на захист на предмет наукової новизни і відображають його особистий внесок:

1. Вперше досліджено характеристики BPG 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 BPG кодера.

2. Отримало подальший розвиток використання оптимальної робочої точки (ОРТ) для різних кодерів, а саме вперше продемонстровано можливість присутності такої точки для стиснення BPG-кодером напівтонових та кольорових зображень у випадках ураження цих зображень як адитивним, так і

сигнально-залежними шумами. Це дало змогу розрахувати параметр, що керує стисненням (ПКС) для досягнення максимального ефекту фільтрації (максимальної якості стисненого зображення у відповідності до різних метрик).

3. Вдосконалено метод прогнозування існування ОРТ в застосуванні до ВРГ-кодера для півтонових і кольорових зображень, спотворених шумом; основною різницею з попередніми методами є те, що запропонований метод вперше використовуються до ВРГ-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

Методи і підходи дослідження, які застосовані здобувачем, не містять суперечностей, відповідають проблемі, що вирішується за допомогою поставлених завдань.

Робота має логічну структуру, є обґрунтованою, що дало можливість автору розкрити зміст проблеми, зробити висновки та сформулювати пропозиції.

Дисертаційна робота написана українською мовою, котра відповідає особливостям стилю наукових досліджень з використанням правильних термінів і понять, характерних для стандартної фахової та наукової термінології.

Дисертація складається з анотації, змісту, списку скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний

обсяг роботи становить 206 сторінок друкованого тексту, з яких основний текст на 165 сторінок. Дисертація містить 83 рисунків та 28 таблиць.

У першому розділі автором оглянуто особливості стиснення з втратами, а також вимоги, що висуваються до цього типу стиснення. Також розглянуто популярні кодери, що здійснюють стиснення з втратами, і проведено порівняльний аналіз їх ефективності.

Другий розділ присвячено особливостям роботи VPG кодера. Розглянуті режими роботи стиснення з втратами в разі застосування його до напівтонових і кольорових зображень, а також випадки ураження зображень, призначених для стиснення, різними типами шуму, зокрема адитивним білим гаусовим і пуассонівським шумами. Розглянуто і продемонстровано таке поняття, як оптимальна робоча точка, та пояснено, який внесок вона вносить у процедуру стиснення з втратами VPG кодером. Окрім цього, окрема увага приділена аналізу спотворень, що вносить безпосередньо сам кодер.

У третьому розділі розглядаються методи прогнозування існування оптимальної робочої точки під час роботи з VPG кодером. Також проаналізовано фактори, що впливають на точність цього прогнозування. Зосереджено увагу на практичних аспектах прийняття рішень, заснованих на даних прогнозування

У четвертому розділі розглядаються методи прогнозування значень СКП для стиснених VPG кодером зображень. Окрім цього, розглядаються передумови до прогнозування, а також особливості самого прогнозування під час роботи з напівтоновими зображеннями. Розроблено та продемонстровано методи, засновані на різних підходах. Також приділено увагу розв'язанню завдання підвищення точності прогнозування СКП, і проведено порівняння розроблених методів. Окрему увагу приділено корекції параметра контролю стиснення, ґрунтуючись на результатах прогнозування

Загальні висновки висвітлюють основні отримані наукові результати, а також містять рекомендації щодо їх практичного застосування.

У додатках наведено перелік наукових публікацій здобувача за темою дисертації, акт впровадження результатів в Інституті радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, а також акт впровадження результатів роботи у

навчальному процесі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут".

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

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні результати дисертації Коваленко Б.В. опубліковано в 19 роботах, у тому числі: 6 статей у наукових журналах України, 1 з яких індексується в SCOPUS, 2 статті у наукових періодичних виданнях іншої держави (Швейцарія), які індексується в SCOPUS (обидві Q1), 7 – публікації у матеріалах конференцій, серед яких 6 у матеріалах міжнародних англомовних конференцій, 4 з яких включені до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, та 4 – глави в книгах у наукових періодичних виданнях іншої держави.

Публікації здобувача містять опис досліджень, методів і результатів проведених досліджень. Таким чином, публікації здобувача повною мірою відображають основні результати дисертаційної роботи.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Незважаючи на широкий вибір зображень для всіх досліджень були використані зображення розміром 512×512 та не розглянуто випадки з іншим розміром зображень.

2. У четвертому розділі представлені методи прогнозування СКП лише для напівтонових зображень. Можливо, слід було розглянути варіанти роботи з кольоровими зображеннями.

3. Присутні незначні помилки на декількох рисунках. Зокрема, на рис. 2.31 (б) показані залежності метрики для декількох зображень. Проте криві для зображень DIEGO-DIV2 та Frisco-DIV2 мають однаковий колір, через що важко розрізнити їх.

4. По тексту зустрічаються описки та помилки в нумерації.

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

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційне дослідження Коваленко Богдана Віталійовича на тему «Багатоетапна обробка та стиснення зображень BPG кодером з прогнозуванням параметрів» не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, що повністю відповідає вимогам 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 2022 р. № 44, а її автор – Коваленко Богдан Віталійович – заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент:

професор кафедри математичного
моделювання та аналізу даних
навчально-наукового інституту
комп'ютерних наук та штучного
інтелекту Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна

доктор технічних наук, професор



Володимир БАРАНІК

«_21_» _____05_____2025 р.