Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001609

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-05-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваленко Богдан Віталійович
2. Bohdan Kovalenko

Кваліфікація: 172

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електронні комунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань: електроніка,автоматизація та електронні комунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Телекомунікації та радіотехніка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: магістр зі спеціальності "Телекомунікації та радіотехніка"

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8723

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.31.53, 29.31.29, 29.31.30

Тема дисертації:

1. Багатоетапна обробка та стиснення зображень BPG кодером з прогнозуванням параметрів
2. Multistage image processing and compression by BPG codec with parameter prediction

Реферат:

1. Проведено аналітичний аналіз основних додатків багатоетапної обробки зображень, включаючи етапи формування, пост-фільтрації та аналізу. Окрему увагу було приділено стисненню зображень з втратами. Були розглянуті основні вимоги, які висуваються до методів стиснення, як-то забезпечення досить великого коефіцієнта стиснення (КС), а також задовільно високої якості стиснених зображень, оскільки надалі вони підлягають подальшому аналізу та класифікації. Як результат виникає проблема з вибором оптимального значення параметру, що контролює стиснення (ПКС) для обраного кодеру для забезпечення необхідного компромісу між КС і якістю стисненого зображення. Встановлено, що це завдання ускладнюється

присутністю шуму на зображенні, що може значно вплинути на характеристики стиснення. Показано, що в умовах присутності шуму можна спостерігати оптимальну робочу точку, яка може забезпечити високу якість зображення із забезпеченням досить великого КС. Ця точка може спостерігатися для різних значень ПКС залежно від характеристик зображень, шуму, а також попередньої обробки зображень (зокрема використання варіаційно-стабілізаційного перетворення). Виявлено, що наявні методи стиснення поступаються новим рішенням, зокрема BPG кодеру, який може забезпечити високий коефіцієнт стиснення, при цьому зберігши хорошу якість зображення. Показано необхідність у розробленні та вдосконаленні методів прогнозування оптимальної робочої точки для забезпечення ефективного стиснення з втратами в умовах ураження зображення шумом. За результатами проведеного аналізу у роботі поставлено та вирішено актуальне науково-прикладне завдання розроблення методів обробки та стиснення з втратами та надання можливості прогнозувати параметри якості зображення. Досліджено характеристики BPG кодера під час його роботи з напівтоновими та кольоровими зображеннями у випадках наявності шуму на зображенні, продемонстровано можливість присутності оптимальної робочої точки (ОРТ) для стиснення BPG-кодером напівтонових та кольорових або інших триканальних зображень у випадках ураження цих зображень як адитивним, так і сигнально-залежним шумами (у випадках використання попередньої обробки зображень та без), розроблено метод прогнозування існування ОРТ в застосуванні до BPG-кодера для напівтонових і кольорових зображень, спотворених шумом, розроблено метод прогнозування середньоквадратичної похибки (СКП) при роботі з BPG-кодером. Для вирішення наукових завдань використовувалися наступні методи: математичне та чисельне моделювання, методи машинного навчання, методи теорії ймовірностей і математичної статистики. Мета дисертаційної роботи полягає в розробці ефективних методів обробки та стиснення з втратами та надання можливості прогнозувати параметри якості зображення. Наукові результати дослідження: 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 сформувати та надати рекомендації щодо стиснення зображень з втратами з використанням 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-залежним шумами, показана залежність між положенням цієї точки та характеристиками зображення, шума чи методів обробки. 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 BPG-кодера для напівтонових і кольорових зображень, спотворених шумом; основною різницею з попередніми методами є те, що запропонований метод вперше використовується для BPG-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, що характеризують складність зображення, результатом цього аналізу став список параметрів, використання яких може забезпечити високу точність прогнозування, що дало змогу підвищити точність прогнозування без використання декількох ітерацій стиснення.

2. The work provides an analytical analysis of the main applications of multistage image processing, including the stages of formation, post-filtering, and analysis. Special attention is paid to lossy image compression. The main requirements for compression methods are considered, such as ensuring a sufficiently large compression ratio (CR) and reasonably high quality of compressed images, since they are subject to further analysis and classification. As a result, there is a problem with choosing the optimal value of the parameter that control compression (PCC) for the selected encoder to ensure the necessary compromise between the CR and the quality of the compressed image. It has been found that this task is complicated by the presence of noise in the image, which can significantly affect the compression characteristics. It is shown that, in the presence of noise, an optimal operation point can be observed that can provide high image quality with a sufficiently large CR. This point can be observed for different

values of the PCC depending on the characteristics of the images, noise, and image pre-processing (in particular, the usage of a variance-stabilizing transformation). It has been found that the existing compression methods are inferior to the new solution, in particular, the BPG encoder, which can provide a high compression ratio while keeping good image quality. The necessity of developing and improving methods for predicting the optimal operation point to ensure efficient lossy compression in cases of noised image are shown. In the work, the actual scientific and applied task of developing of pre-processing and lossy compression methods with the ability to predict image quality parameters are set and solved. The characteristics of the BPG coder for the cases of with grayscale and color images in the presence of noise in image are investigated, the possibility of the presence of an optimal operation point (OOP) for compression of grayscale and color or other three-channel images by the BPG coder in cases of these images corruption by both additive and signal-dependent noise (with and without image preprocessing) is demonstrated. The method for predicting the existence of OOP as applied to the BPG coder for grayscale and color images distorted by noise has been developed. The method for predicting the mean square error (MSE) when working with a BPG coder has been developed. The following methods have been used to solve scientific problems: mathematical and numerical modeling, machine learning methods, methods of probability theory and mathematical statistics. The aim of this thesis is to develop efficient methods of processing and lossy compression and to provide an opportunity to predict image quality parameters. The scientific results are: 1) For the first time, the characteristics of the BPG coder have been investigated for its operation under various conditions, such as working with grayscale and color images in cases of noise presence. This made possible to formulate and provide recommendations for lossy image compression using the BPG coder. 2) The use of the optimal operation point (OOP) for different encoders was further developed, namely, for the first time, the possibility of the presence of such point for compression of grayscale and color images by a BPG encoder in cases where these images are affected by both additive and signal-dependent noise has been demonstrated, and the dependence between the position of this point and the characteristics of the image, noise, or processing methods was shown. This made possible to calculate the PCC to achieve the maximum filtering effect (maximum quality of the compressed image in accordance with various metrics). 3) The method for predicting the existence of OOP in the application to the BPG coder for grayscale and color images corrupted by noise is improved; the main difference with the previous methods is that the proposed method is used for the first time for the BPG coder and takes into account the compression features of this coder; this made possible to provide reasonable recommendations for choosing the parameter Q to achieve a compromise between the quality of compressed images and the compression ratio. 4) The method of predicting the mean square error (MSE) has been improved; the main difference is a preliminary analysis of input parameters characterizing the complexity of the image, which resulted in a list of parameters that can provide high prediction accuracy, which made it possible to increase the prediction accuracy without using several compression iterations.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Б. Коваленко, В. Лукін, Використання візуальних метрик для аналізу стиснення з втратами зашумлених зображень. Авіаційно-космічна техніка і технологія, 2021. Вип. 6, С. 83-91.
- 2. Kovalenko B., Lukin V., Kryvenko S., Naumenko V., Vozel B. Prediction of Parameters in Optimal Operation Point for BPG-based Lossy Compression of Noisy Images. Ukrainian journal of remote sensing, 2022. Vol. 9, no. 2, P. 4-12.

- 3. Kovalenko B., Lukin V., Kryvenko S., Naumenko V., Vozel B. BPG-Based Automatic Lossy Compression of Noisy Images with the Prediction of an Optimal Operation Existence and Its Parameters. Applied Sciences. 2022. Vol. 12, no. 15: 7555.
- 4. Kovalenko B., Lukin V. Usage of different Chroma Subsampling Modes in Image Compression by BPG Coder. Ukrainian journal of remote sensing. 2022. Vol. 9, no. 3, P. 11-16.
- 5. Kovalenko B., Lukin V., Vozel B. BPG-Based Lossy Compression of Three-channel Noisy Images with Prediction of Optimal Operation Existence and Its Parameters. Remote Sensing. 2023. Vol. 15, no. 6: 1669.
- 6. Makarichev V., Kovalenko B., Lukin V. Preliminary analysis of noisy image lossy compression by discrete atomic transform-based coder. Aerospace technic and technology. 2023. Vol. 186, no. 2, P. 67-74.
- 7. Naumenko V., Kovalenko B., Lukin V. BPG-based compression analysis of poisson-noisy medical images. Radioelectronic and computer systems. 2023. No. 3. P. 91-100.
- 8. Kovalenko B., Lukin V. Analysis of distortions due to bpg-based lossy compression of noise-free and noisy images. Herald of Khmelnytskyi National University Technical sciences. 2023. Vol. 325, no. 5. P. 128-135.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0119U100940, 0121U112176, 0123U101143

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лукін Володимир Васильович

2. Volodymyr V. Lukin

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.07.12

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-1443-9685

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бараннік Володимир Вікторович

2. Volodymyr V. Barannik

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-2848-4524

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02971205

Місцезнаходження: , Харків, Харківський р-н., 61077, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Галузевий

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хижняк Анна Василівна

2. Anna V. Khyzhniak

Кваліфікація: к.т.н., с.д., 05.07.12

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-8637-3822

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна установа "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України"

Код за ЄДРПОУ: 04778363

Місцезнаходження: вулиця Олеся Гончара, буд. 55-б, Київ, 01054, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дергачов Костянтин Юрійович

2. Kostiantyn Y. Derhachov

Кваліфікація: к. т. н., доц., с.н.с., 20.02.14

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-6939-3100

Додаткова інформація:

;https://scholar.google.com/citations?hl=ru&user=aeRuMosAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate#

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попов Анатолій Владиславович
2. Anatolii Popov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.17

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-0715-3870

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Бутенко Ольга Станіславівна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Бутенко Ольга Станіславівна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Дмитренко Євгенія Валеріївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна