

РЕФЕРАТ

на магістерську дисертацію

виконану на тему: Спосіб оптимізації стиснення зображень за стандартом

JPEG2000 на базі пристроїв низького енергоспоживання

студентом: Курилко Максим Ігорович

Актуальність теми. При проектуванні пристроїв обробки зображень виникає необхідність вибору формату зображень та способу їх стиснення для збереження та передачі на інші пристрої. Від правильності такого вибору залежить не тільки якість представлення зображення, але і споживання енергії пристроєм, обсяг необхідної пам'яті та швидкість передачі зображень по мережі. Крім того, такий вибір впливає також на ціну остаточного програмно-апаратного рішення. Для досягнення низького енергоспоживання кінцевими пристроями, для обробки зображень важливо використовувати пристрої низького енергоспоживання (Low Power Devices – LPD), які знаходять застосування практично в усіх галузях виробництва та побуту.

Тому розробка архітектури енкодера та способу стиснення зображень, які дозволяють гнучко та оптимізовано підлаштовувати етапи стиснення зображення під задані критерії (швидкодія, енергоефективність, вартість) з орієнтацією на використання апаратних пристроїв низького енергоспоживання є актуальною задачею.

Метою дослідження є комплексна оптимізація процесу стиснення зображень за стандартом JPEG2000 як за критерієм енергоспоживання, так і за критерієм швидкодії.

Об'єктом дослідження є процес стиснення зображень за стандартом JPEG2000.

Предметом дослідження є архітектури енкодерів зображень та способи стиснення зображень за стандартом JPEG2000.

Методи дослідження. Метод порівняльного аналізу (способи стиснення зображень із втратами та без втрат), метод абстрагування та синтезу (вибір та врахування декількох значущих факторів при побудові способу), метод формалізації (створення архітектури способу), експериментальний метод та метод порівняльного аналізу (способи порівнюються за критеріями швидкодії та кількості необхідної пам'яті).

Наукова новизна полягає в наступному:

1. Вперше запропонована архітектура енкодера зображень у формат JPEG, яка полягає у модифікації відомої модульної архітектури енкодера з можливістю конфігурування модулів, відрізняється від неї об'єднанням двох пар етапів процесу JPEG кодування, на яких вирішуються підзадачі, що потребують щільної взаємодії між собою з передачею великої кількості даних між ними, і дозволяє спрощену інтеграцію у енкодер апаратних пристроїв різного типу з метою оптимізації процесу стиснення растрових зображень у формат JPEG як за енергоспоживанням, так і за швидкістю.
2. Вперше запропонований спосіб стиснення зображень за стандартом JPEG2000, який полягає у реалізації структурних етапів JPEG кодеку з орієнтацією на пристрої низького енергоспоживання, відрізняється від існуючих можливістю знаходження компромісів між бажаними характеристиками при побудові гібридних апаратно-програмних рішень, а також дозволяє створення пристроїв обробки зображень за заданими вимогами до характеристик апаратури та енергоспоживання.
3. Виконано порівняльний аналіз декількох енкодерів JPEG, що реалізовані згідно із запропонованим способом з різними компромісними варіантами оптимізації як за енергоспоживанням, так і за швидкістю обробки.

Практична цінність отриманих в роботі результатів полягає в тому, що запропонований спосіб надає можливість розробнику реалізувати свої власні модулі замість стандартних модулів з метою оптимізації процесу стиснення растрових зображень у формат JPEG. Реалізація оптимізованих модулів може бути як чисто програмною, так і на основі спеціалізованих апаратних пристроїв, в тому числі й пристроїв LPD, а також з використанням конвеєризації обробки декількох зображень на різних етапах процесу стиснення. Крім того, завдяки можливості гнучкого конфігурування через публічний API є можливість простіше виконувати роботу з різними версіями проєкту та виправляти помилки одразу для всіх проєктів, оскільки API залишається загальним для всіх проєктів.

Апробація роботи

1. Курилко, М.І, Марченко, О.І. (2023). Архітектура енкодера для оптимізації процесу стиснення растрових зображень у формат JPEG. КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ОСВІТА, НАУКА, ВИРОБНИЦТВО. – 2023. – №53. – с.132-138. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-20>
2. Марченко О.І., Курилко М.І. Порівняльний аналіз форматів зображень для їх стиснення у пристроях низького енергоспоживання. Прикладна математика та комп'ютинг. ПМК, 2023: шістнадцята наук. конф. магістрантів та аспірантів, 28–30 листопада 2023 р.: зб.тез доп./[редкол.: Дичка І.А. та ін.]. – К. : Просвіта, 2023. – с. 255-259.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу та чотирьох розділів. Загальний обсяг роботи: 98 аркушів основного тексту, 30 ілюстрацій, 11 таблиць, 2 додатки (лістинг програми, презентація). При підготовці використовувалася література з 68 різних джерел.

Ключові слова: стиснення зображень, JPEG енкодер, вбудовані системи, пристрої низького споживання, растрові зображення, апаратне прискорення.

ABSTRACT

Relevance of the subject. When designing image processing devices, there arises the necessity to choose the format of images and the method of their compression for storage and transmission to other devices. The correctness of such a choice affects not only the quality of the image representation but also the energy consumption of the device, the volume of necessary memory, and the speed of image transmission over the network. Moreover, this choice also affects the price of the final software-hardware solution. To achieve low energy consumption by end devices, it is important to use low power devices (LPDs), which find application in practically all sectors of production and everyday life. Therefore, the development of an encoder architecture and an image compression method that allow for flexible and optimized adjustment of the image compression stages to the given criteria (speed, energy efficiency, cost) with a focus on using low power hardware devices is a relevant task.

The object of research is a process of image compression according to the JPEG2000 standard.

The subject of research is the architectures of image encoders and methods of image compression according to the JPEG2000 standard.

The purpose of the work is the comprehensive optimization of the image compression process according to the JPEG2000 standard in terms of both energy consumption and performance criteria.

Scientific novelty is as follows:

1. For the first time, a JPEG image encoder architecture has been proposed, which consists of modifying the well-known modular encoder architecture with the ability to configure modules. It differs from it by combining two pairs of JPEG encoding process steps where subtasks that require close interaction between them are solved with the transfer of a large amount of data, and it allows for simplified integration of various types of hardware devices into the

encoder with the aim of optimizing the process of compressing raster images into the JPEG format in terms of both energy consumption and speed.

2. For the first time, a method of compressing images according to the JPEG2000 standard has been proposed, which involves the implementation of structural stages of the JPEG codec with a focus on low-power devices. It differs from existing methods by allowing for compromises between desired characteristics when constructing hybrid hardware-software solutions, and it also enables the creation of image processing devices according to specified requirements for hardware characteristics and energy consumption.
3. A comparative analysis of several JPEG encoders implemented according to the proposed method with different compromise options for optimization both in terms of energy consumption and processing speed has been carried out.

The practical value of the results obtained in the work lies in the fact that the proposed method provides developers with the opportunity to implement their own modules in place of standard ones for the purpose of optimizing the process of compressing raster images into the JPEG format. The implementation of optimized modules can be purely software-based or based on specialized hardware devices, including LPD devices, and also using pipelining to process multiple images at different stages of compression. Moreover, thanks to the ability for flexible configuration through a public API, it is possible to more easily work with different versions of the project and correct errors immediately for all projects, since the API remains common to all projects.

Approbation of the work. The results and conclusions of the «Comparative analysis of image formats for their compression in low energy consumption devices» were presented and discussed at the XVI Scientific Conference of Master's and Postgraduate Students "Applied Mathematics and Computing" PMK-2023 (Kyiv, November 28-30, 2023). «Encoder architecture for optimization of raster images compression to the JPEG format» is published in a scientific professional journal

«Computer-integrated technologies: education, science, production» issue №53 on the topic «High-level technique for description of cloud infrastructure resources».

Structure and scope of the work. The master's thesis consists of an introduction, four chapters and conclusions.

In the *introduction*, the general characteristics of the work are given, the current state of the problem is assessed, the relevance of the research direction is substantiated, the aim and objectives of the research are formulated, the scientific novelty of the results obtained and the practical value of the work are shown, and information on the approbation of the results is given.

In the *first section*, the existing techniques and tools for compressing raster images in JPEG2000 format are examined, and a comparative analysis is conducted to identify the strengths and weaknesses of these approaches.

In the *second section*, the resources for image compression in JPEG2000 format are discussed, detailing the principles of their operation and the methodologies involved. Additionally, the structure and underlying principles of the proposed technique for image compression are presented.

In the *third section*, the specifics of implementing the developed JPEG2000 image compression tool are outlined, highlighting the technical and practical aspects of its application.

In the *fourth section*, the efficiency and simplicity of compressing raster images using the proposed JPEG2000 technique are analyzed and compared with the traditional methods used in this field. This comparison aims to demonstrate the practical advantages of the new approach in terms of speed and ease of use.

The results of the work are presented in the *conclusions*.

The work is presented on 98 sheets, contains links to the list of used sources.

Keywords: image compression, JPEG encoder, embedded systems, low-power devices, raster graphics, hardware acceleration.