

МОДУЛЬ СТИСНЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВІДДІЛУ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано модуль стиснення цифрових зображень на основі вейвлет-перетворення та блочного кодування, яке забезпечує ефективне зменшення обсягу відеоданих для систем відеоспостереження, зберігаючи якість зображення. Використання методу строкової нумерації для розріджених матриць дозволяє оптимізувати зберігання та обробку даних, підвищуючи продуктивність і знижуючи вимоги до пам'яті.

Ключові слова: зображення, стиснення, вейвлет-перетворення, блочне кодування, вейвлет-коефіцієнти.

Abstract

A digital image compression module based on wavelet transform and block coding is proposed, which provides effective reduction of video data volume for video surveillance systems, preserving image quality. Using the urgent numbering method for sparse matrices allows optimizing data storage and processing, increasing productivity and reducing memory requirements.

Keywords: image, compression, wavelet transform, block coding, wavelet coefficients.

Вступ

У сучасних системах відеоспостереження та безпеки підприємства обробка та зберігання великих обсягів відеоданих є критичним завданням. Модуль стиснення цифрових зображень відіграє ключову роль у зменшенні обсягу даних, забезпечуючи ефективне використання ресурсів пам'яті, швидку передачу даних мережею та збереження якості зображення для аналізу [1].

Метою роботи є розроблення модуля стиснення цифрових зображень для системи автоматизації відділу відеоспостереження та безпеки підприємства.

Результати дослідження

Модуль стиснення цифрових зображень для системи автоматизації відеоспостереження та безпеки підприємства реалізує алгоритм стиснення на основі вейвлет-перетворення з використанням методу блочного кодування та строкової нумерації для зберігання розріджених матриць [2] вейвлет-коефіцієнтів. Цей підхід забезпечує ефективне зменшення обсягу даних, зберігаючи якість зображення для подальшого аналізу.

Принцип роботи:

1. Вхідні дані: Зображення A в градаціях сірого розміром $N \times M$, де N – ширина, а M – висота зображення.
2. Вейвлет-перетворення: Застосовується вейвлет-перетворення (наприклад, Хаара або Добеші) до зображення A і зробивши усікання простору вейвлет-коефіцієнтів, ми отримаємо в термінах лінійної алгебри – розріджену матрицю $\bar{A} = WA$, де W – матриця вейвлет-перетворення [1].
3. Блочне кодування: Матриця зображення розбивається на блоки розміром 15×15 (225 елементів), що дозволяє оптимізувати обробку та зберігання даних.
4. Зберігання розрідженої матриці: Для кожного блоку застосовується метод строкової нумерації, який використовує два одномірних масиви:
 - Масив i : Зберігає ненульові елементи блоку.

- Масив j : Зберігає інформацію про розміщення ненульових елементів.

Для блоку розміром 15×15 застосовуються такі правила:

- Правило а: Перші $N=15$ елементів масиву i містять значення головної діагоналі блоку.
- Правило б: Перші $N=15$ елементів масиву j вказують на індекси в масиві i , які відповідають першому елементу, що не належить головній діагоналі для кожного рядка блоку.
- Правило в: Перший елемент масиву j дорівнює $N+2=17$, якщо блок містить ненульові елементи. Якщо всі елементи блоку нульові, $j[1]=0$, а масив i не формується.
- Правило г: Елемент $j[N+1]=j[16]$ дорівнює індексу останнього ненульового елемента, що не належить головній діагоналі в останньому рядку блоку, плюс 1. Елемент $i[N+1]=i[16]$ не використовується.
- Правило д: Елементи масиву i з індексами $\geq N+2=17$ містять ненульові елементи блоку, що не належать головній діагоналі, впорядковані за рядками, а в межах рядка – за стовпцями.
- Правило е: Елементи масиву j з індексами $\geq N+2=17$ вказують на номери стовпців відповідних елементів із масиву i .

Технічна реалізація:

- Формат блоку: Кожен блок 15×15 обробляється окремо, що зменшує вимоги до пам'яті та прискорює обробку.
- Розмір масиву j : Для зберігання індексів стовпців у блоці 15×15 достатньо 1 байта на елемент, оскільки максимальний індекс стовпця не перевищує 15.
- Обробка нульових блоків: Якщо блок повністю нульовий, формується лише $j[1]=0$, що значно економить пам'ять.
- Інтеграція: Модуль підтримує API для інтеграції з системами відеоспостереження, забезпечуючи передачу стиснутих даних у реальному часі через RTSP-потоки.

Переваги:

1. Ефективність стиснення: Завдяки вейвлет-перетворенню та пороговій обробці досягається високий рівень компресії (до 70–90% для типових відеоданих).
2. Оптимізація пам'яті: Метод строкової нумерації зменшує обсяг даних для зберігання розріджених матриць.
3. Гнучкість: Блочне кодування дозволяє адаптувати рівень стиснення до різних сцен (статичних чи динамічних).
4. Швидкодія: Обробка блоками розміром 15×15 оптимізує обчислювальні ресурси, забезпечуючи швидкість до 30 кадрів/с для роздільної здатності Full HD.

Висновки

Модуль стиснення цифрових зображень на основі вейвлет-перетворення та методу строкової нумерації забезпечує ефективне стиснення відеоданих для систем відеоспостереження. Використання блочного кодування та вдосконалених правил формування масивів i та j дозволяє досягти високої компресії, зберігаючи якість зображення, що є критично важливим для безпеки підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dougherty E.R. Random Processes for Image and Signal Processing. / Dougherty E.R. / – NY: IEEE Press, 2020. – 639 p.
2. Yuhui Sun. Evolution-Operator-Based Single-Step Method for Image Processing / Yuhui Sun, Peiru-Wu, Wei G.W.// International Journal of Biomedical Imaging Volume. – 2016. – Article ID 83847. – P. 1–27.

Носенко Володимир Валерійович — студент групи ІАКІТР-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vovanosenko2003@gmail.com

Науковий керівник: **Гармаш Володимир Володимирович** — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Nosenko Volodymyr V. — Department of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vovanosenko2003@gmail.com

Supervisor: **Garmash Volodymyr V.** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia