

УДК 004.75

МЕТОД КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

К. т. н. В. В. Яцків, к. т. н. Н. Г. Яцків

Тернопільський національний економічний університет
Україна, м. Тернопіль
jazkiv@ukr.net

Розроблено метод кодування зображень в системі залишкових класів, який забезпечує стиснення зображень за рахунок скорочення кодового алфавіту. Зменшення часу виконання операції стиснення відбувається за рахунок паралельної обробки отриманих залишків. Розроблено схему кодування-декодування зображень та проведено дослідження її роботи в системі MATLAB.

Ключові слова: кодування, система залишкових класів, стиснення зображення.

Поява малогабаритних недорогих цифрових фото- та відеокамер стала основою для розробки розподілених комп'ютерних систем візуального моніторингу об'єктів. Однак для їх широкомасштабного впровадження необхідно вирішити ряд проблем, зокрема створення ефективних методів стиснення зображень, розробка методів кодування зображень, стійких до впливу завад в каналах зв'язку, зменшення часу затримки передавання та інші. Особливо актуальними ці проблеми є при зберіганні та передаванні зображень з використанням автономних та мобільних пристроїв, зокрема в безпроводових сенсорних мережах (БСМ), вузли яких характеризуються обмеженими обчислювальними потужностями, автономним живленням та низькою пропускну здатністю каналів зв'язку. Використання методів стиснення даних в БСМ дозволяє ефективно використовувати обмежену пропускну здатність каналів зв'язку та зменшити енергозатрати на передавання даних.

На даний час розроблено багато методів та алгоритмів стиснення зображень, серед яких найбільш поширеним є JPEG, який вже реалізовано в більшості мікросхем CMOS камер [1, 2]. Недоліком існуючих алгоритмів стиснення зображення є їх послідовна робота, що особливо помітно при їх реалізації на пристроях з обмеженими апаратними ресурсами [3].

Алгоритми стиснення зображень для використання в безпроводових сенсорних мережах візуального моніторингу об'єктів повинні мати наступні характеристики: забезпечувати заданий коефіцієнт стиснення, низьке енергоспоживання, низьку обчислювальну складність, низькі вимоги до пам'яті, можливість вбудованої реалізації.

Метою роботи є розробка методу кодування зображень в системі залишкових класів, направлено на підвищення швидкодії роботи алгоритмів стиснення за рахунок їх паралельного виконання.

В загальному випадку під кодуванням розуміється певний спосіб оброблення вхідних даних, що дає на виході кодовані дані. В даній роботі під кодуванням розуміється представлення зображення в системі залишкових класів.

В системі залишкових класів (СЗК) числа представляються залишками від ділення числа A , представленого в позиційній системі числення, на вибрану систему взаємно простих модулів

$p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n$, при цьому діапазон представлення чисел $R = \prod_{i=1}^n p_i$.

Отже, число в СЗК має вигляд

$$A = (r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n),$$

де $r_i = A \pmod{p_i}$.

При переході до представлення чисел в СЗК отримуємо незалежні числа малої розрядності (2 – 8 біт), що дозволяє підвищити швидкодію виконання арифметичних операцій.

Кольорове зображенням в форматі RGB представляється у вигляді масиву кольорових пікселів $M \times N \times 3$, де M — кількість рядків, N — кількість стовбців, причому кожен такий піксел є трипле-

том, елементи якого відповідають трьом колірним компонентам: червоному, зеленому і синьому.

Найбільш поширеним варіантом є представлення кожної компоненти 8-бітовим значенням, відповідно, RGB-зображення має глибину 24 біта [4].

Авторами запропоновано перейти від представлення пікселів зображення в двійковій системі числення до їх представлення в системі залишкових класів. Оскільки піксели зображення приймають значення в діапазоні від 0 до 255, то в СЗК необхідно вибрати модулі, добуток яких буде більший за 255.

Отже, можна вибрати наступні набори модулів: $\{p_1=3, p_2=7, p_3=13\}$, де $R=3 \times 7 \times 13=273$ або $\{p_1=5, p_2=7, p_3=8\}$, $R=5 \times 7 \times 8=280$. Для подальшої роботи оберемо модулі 5, 7, 8, тому що залишки по заданих модулях в двійковому коді мають однакову розрядність $m=3$.

З цифрової камери компоненти зображення RGB поступають на перетворювач з двійкового коду в код СЗК, на виході якого отримуємо залишки r_i від ділення значень пікселів на вибрану систему модулів p_i (рис.1) [5]. Отримані масиви залишків поступають на кодер, який здійснює подальшу обробку (стиснення) зображення, представленого залишками з використанням кодів Хафмана (рис. 2). З виходу кодерів стиснуті послідовності надходять на передавальний пристрій.

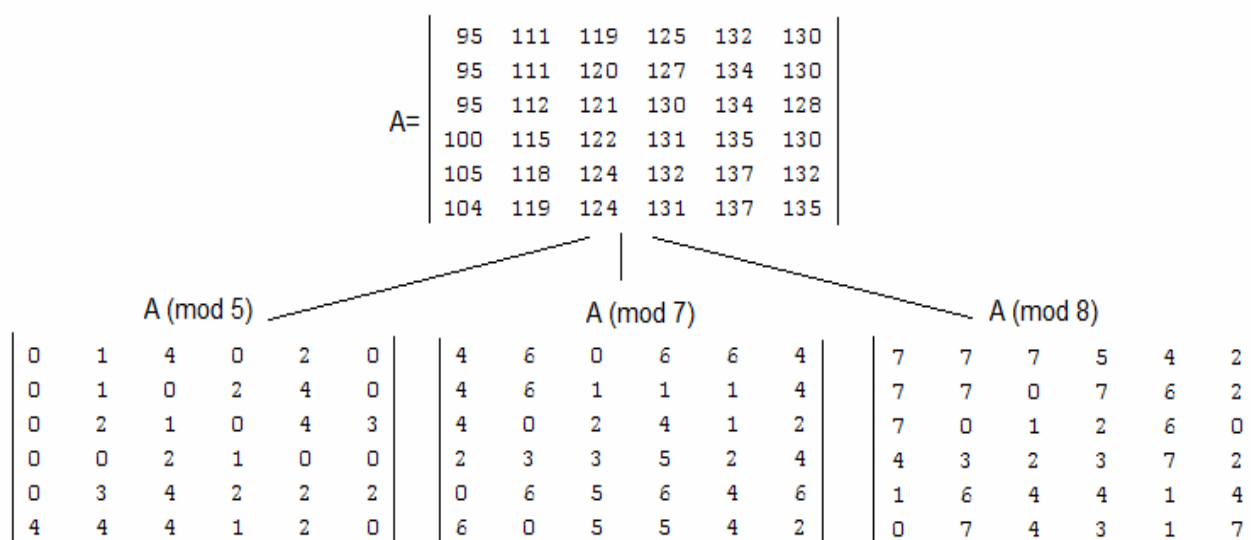


Рис. 1. Представлення даних в СЗК



Рис. 2. Схема кодування зображення

За рахунок можливості паралельної роботи кодерів по модулях СЗК отримуємо зменшення в 2—3 рази часу стиснення зображення.

В декодері відбувається відновлення повідомлень (декодування кодів Хафмана). Після відновлення залишків в декодері вони надходять на блок перетворення з коду СЗК в другий код (рис. 3).

Перетворення СЗК в двійкову систему числення відбувається за формулою [6]

$$A = \sum_{i=1}^n r_i \cdot B_i \pmod{R},$$

де B_i — ортогональні бази, $R = \prod_{i=1}^n p_i$, p_i — взаємно прості числа, n — кількість модулів, $i = \overline{1, n}$,

$$B_i = \frac{R}{p_i} \cdot \delta_i \equiv 1 \pmod{p_i},$$

де $0 < \delta_i < p_i$ — вага ортогонального елемента.

Для модулів $\{5, 7, 8\}$ ортогональні бази дорівнюють: $B_1 = 56$, $B_2 = 120$, $B_3 = 105$.



Рис. 3. Схема декодування зображення

Запропонована схема забезпечує стиснення зображень без втрат.

Проведені в системі MATLAB експериментальні дослідження підтвердили переваги запропонованого методу кодування зображень в СЗК з подальшим стисненням залишків кодами Хафмана. Результати досліджень показали, що запропонований метод кодування забезпечує коефіцієнт стиснення в діапазоні 1,6—8 і залежить від класу зображення.

Таким чином, запропонований метод кодування зображень забезпечує зменшення в два-три рази часу оброблення зображення за рахунок поділу зображення на модулі системи залишкових класів та паралельного стиснення отриманих залишків. Застосування кодів Хафмана для стиснення залишків забезпечує коефіцієнт стиснення без втрат в залежності від класу зображень:

1,6—4 — для фото реалістичних зображень;

4—8 — для зображень з великими областями однакового кольору.

В майбутньому планується дослідити коефіцієнт стиснення зображення при використанні інших алгоритмів стиснення.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методи сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео.— Москва: Диалог-Мифи, 2002.
2. Дж. Миано. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. Учеб. Пособ.— Москва: Издательство Триумф, 2003.
3. S. Misra, M. Reisslein, and G. Xue. A survey of multimedia streaming in wireless sensor networks. IEEE Communications Surveys and Tutorials.— Vol. 10.— N 1—4.— P. 18—39, 2008.
4. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB.— Москва: Техносфера, 2006.— 616 с.
5. Патент № UA 75137 U. Пристрій для перетворення паралельного двійкового коду в код системи залишкових класів / Яцків В. В., Саченко А. О., Су Цзюнь .— 2012.— Бюл. № 22
6. Акушский И. Я., Юдицкий Д. И. Машинная арифметика в остаточных классах.— Москва: Сов. радио, 1968.— 460 с.

V. V. Yatskiv, N. G. Yatskiv

The image coding method based on the residue number system.

The image coding method in residue number system, which provides image compression due to reducing of coding alphabet, has been developed. The parallel processing of the residues allows the reducing of the time of compression operation. The image coding-decoding scheme is elaborated and investigated with the use of Matlab.

Keywords: *coding, residue number system, image compression.*