

УДК 621.327 : 681.5

В.В. Баранник<sup>1</sup>, П.М. Гуржій<sup>2</sup>, О.В. Коломійцев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>2</sup>Львівський інститут Сухопутних військ, Львів

## РОЗРОБКА СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ МАСИВІВ КОЛІРНИХ КООРДИНАТ

*Розглянутий спосіб відновлення масивів колірних координат компактно представлених у різницево-поліадичному просторі, необхідний для взаємно однозначної декомпресії початкового зображення.*

*відеодані, надмірності, колірні координати, поліадичний код, стиск, поліадичний простір*

### Вступ

**Постановка проблеми.** У сучасному світі у телекомунікаційних системах кожен день величезна кількість інформації передається, перетворюється та запам'ятовується у цифровому вигляді. На долю відеоданих перепадає майже шістьдесят відсотків всієї інформації яка циркулює в мережах, при цьому зображення мають дуже великий об'єм (до декількох сотень мегабайт), що ускладнює процес передачі та зберігання. Таким чином, методи які дозволяють скоротити об'єм даних, необхідний для представлення цифрового зображення за рахунок видалення надмірних даних, набувають значний практичний інтерес.

**Аналіз літератури.** Для вирішення задач видалення надмірних даних у зображеннях використовуються велика кількість різноманітних методів, які розділяються на два великі класи: методи стиску з втратами та методи стиску зображень без втрат [1 – 3].

Методи стиску першого класу використовуються у цифровому телебаченні, відеоконференціях, WEB додатках, аматорських фото-відео зйомках та інш., вони дозволяють досягти високого коефіцієнту стиску, але не забезпечують точного відновлення початкового зображення. Методи даного класу в основному засновані на застосуванні різноманітних ортогональних перетворень які мають високу обчислювальну складність, крім того дані методи не можливо використовувати у деяких галузях оскільки застосування даних методів може призвести до неконтрольованих втрат важливої інформації.

Методи другого класу гарантують стиск та відновлення зображень без внесення яких би то не було втрат та спотворень інформації, вони використовуються у таких важливих галузях як: архівація медичних та ділових документів, цифрова рентгенологія, дистанційне зондування Землі, обробка супутникових зображень, відео спостереження об'єктів особливої важливості та підвищеного ризику та інш.. Ці методи зазвичай забезпечують стиск від 1,5 до 3 разів та засновані на зменшенні статистичної або структурної надмірності, цьому часові показники на обробку та передачу відеоданих досягають декіль-

кох десятків хвилин.

Найбільш високу швидкість стиску та відновлення без втрати якості мають методи основані на виявленні довжин серій, ці методи зменшують як статистичну так і структурну надмірність зображень. Але даним методам притаманні деякі недоліки, такі як:

- низький коефіцієнт стиску для середньо та високонасичених зображень;

- проблемою правильного вибору максимальної довжини серії ( $\ell_{max}$ ), неправильний вибір якої приводить до того, що при обробці сильнонасичених реалістичних зображень можливе збільшення первинного об'єму зображення до 2,5 разів;

- для сильнонасичених зображень різко збільшується кількість серій. Це приводить до зростання кількості розрядів на представлення колірних координат.

Одним з методів, що забезпечують найбільшу ступінь стиснення зображень з виділенням довжин серій, є метод поліадичного кодування довжин серій та колірних координат [4, 5]. Крім того даний метод зменшує обмеження на вибір максимальної довжини серії.

В [6] для підвищення коефіцієнту стиску методу поліадичного кодування довжин серій та колірних координат було запропоновано додатково оброблювати масиви колірних координат у різницево-поліадичному просторі. Для взаємно однозначного відновлення стислих відеоданих необхідно розробити спосіб який дозволить вірно відновити початкове зображення.

Тому **мета статті** – розробка способу відновлення масивів колірних координат, який дозволить взаємно однозначно та вірно відновити початкове зображення

### Викладення основного матеріалу

Спосіб відновлення, що розробляється, необхідний для отримання початкового зображення без погіршень. Для взаємно однозначної декомпресії початкового зображення необхідно декодувати різницево-поліадичні коди масивів колірних координат  $S$ . Оскільки початкове зображення було представлене в RGB колірному просторі та обробка здійснювалась

окремо для кожної колірної площини, декодування так само необхідно проводити окремо для кожної з колірних площин. Процес відновлення масивів колірних координат складається з двох основних етапів. Узагальнена схема способу представлена на рис. 1.

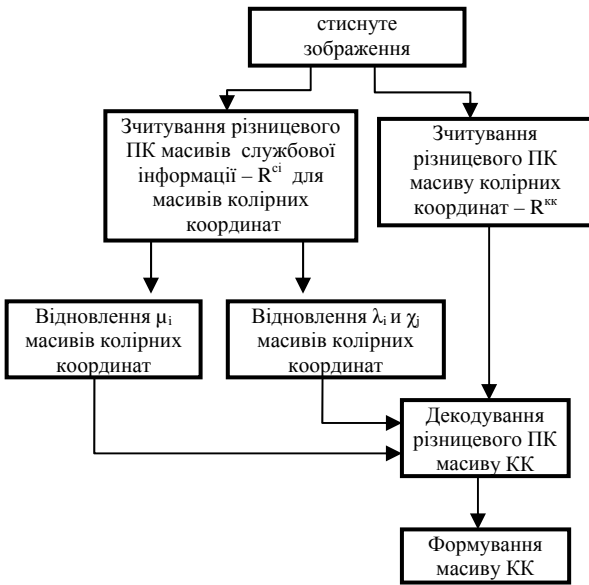


Рис. 1. Узагальнена схема способу відновлення масивів колірних координат

**Етап 1.** Відновлення службової інформації (СІ) масивів колірних координат (КК).

Для підвищення коефіцієнта стиску і зменшення кодового представлення, службова інформація додатково оброблялася різницеvim поліадичним кодом (ПК). При цьому для зменшення динамічного діапазону оброблюваних даних були побудовані окремі масиви, що складаються із значень  $\lambda_i^{(кк)}$ ,  $\chi_j^{(кк)}$  і  $\mu_i^{(кк)}$ , де  $\lambda_i^{(кк)}$  – максимальне значення в і-му рядку масиву колірних координат;  $\chi_j^{(кк)}$  – максимальне значення в j-му стовпці масиву колірних координат;  $\mu_i^{(кк)}$  – максимальне значення в і-му рядку масиву колірних координат. Відновлення СІ відбуватиметься окремо для кожного з масивів, початкові елементи масивів СІ умовно позначимо як  $\tau_{ij}$ .

Відновлення проводитимемо по відомих кодах – номер цих масивів і значеннях  $\lambda_i^{(ci)}$ ,  $\chi_j^{(ci)}$ ,  $\mu_i^{(ci)}$ , де  $\lambda_i^{(ci)}$  – максимальне значення в і-му рядку масиву службових даних;  $\chi_j^{(ci)}$  – максимальне значення в j-му стовпці масиву службових даних;  $\mu_i^{(ci)}$  – мінімальне значення в і-му рядку масиву службової інформації.

На підставі одержаних значень  $\lambda_i^{(ci)}$ ,  $\chi_j^{(ci)}$  виявляються значення  $\psi_{ij}^{(ci)}$ , які визначаються як:

$$\psi_{ij}^{(ci)} = \min(\lambda_i^{(ci)}, \chi_j^{(ci)}) \quad i = \overline{0, m-1}; \quad j = \overline{0, n-1}. \quad (1)$$

У випадку якщо значення додаткового розряду який передається разом з кодом, то відновлення початкових елементів здійснюється по формулах:

$$\Delta\tau_{ij}^{(min)} = \left[ R^{(ci)}(min) / \left( \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(ci)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(ci)} \right) \right] - \quad (2)$$

$$\left[ R^{(ci)}(min) / \left( s_{ij}^{(ci)} \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(ci)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(ci)} \right) \right] \times s_{ij}^{(ci)};$$

$$\tau_{ij} = \mu_i^{(ci)} + \Delta\tau_{ij}^{(min)}, \quad (3)$$

де  $R^{(ci)}(min)$  – код – номер масиву службових даних в різницеvому поліадичному просторі взятий, відповідно від нижнього рівня відліку;  $m$  і  $n$  – кількість рядків і стовпців в масиві СІ;  $s_{ij}^{(ci)}$  – різниця між максимальним  $\psi_{ij}^{(ci)}$  і мінімальним  $\mu_i^{(ci)}$  значеннями в і-му рядку масиву СІ;

$$s_{ij}^{(ci)} = \psi_{ij}^{(ci)} - \mu_i^{(ci)} \quad j = \overline{1, n}; \quad (4)$$

$$\mu_i^{(ci)} = \min_{1 \leq j \leq n} \{\tau_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m_{ci}} \quad \mu_i^{(ci)} \leq \tau_{ij} < \psi_{ij}^{(ci)}; \quad (5)$$

$\prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(ci)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(ci)}$  – накопичений добуток величин  $s_{ij}^{(ci)}$ ;  $\Delta\tau_{ij}^{(min)}$  – різниця між значенням відповідного елемента масиву службових даних і значенням елемента нижнього рівня поліадичних чисел.

Якщо ж значення додаткового розряду рівне 1, то процес відновлення початкових елементів задається наступними виразами:

$$\Delta\tau_{ij}^{(max)} = \left[ R^{(ci)}(max) / \left( \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(ci)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(ci)} \right) \right] - \quad (6)$$

$$\left[ R^{(ci)}(max) / \left( s_{ij}^{(ci)} \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(ci)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(ci)} \right) \right] \times s_{ij}^{(ci)};$$

$$\tau_{ij} = \psi_{ij}^{(ci)} - 1 - \Delta\tau_{ij}^{(max)}, \quad (7)$$

де  $R^{(ci)}(max)$  – код – номер масиву службових даних в різницеvому поліадичному просторі взятий, відповідно від верхнього рівня відліку;  $\Delta\tau_{ij}^{(max)}$  – різниця між значенням відповідного елемента масиву службових даних і значенням елемента верхнього рівня поліадичних чисел.

Так за допомогою виразів (1) – (7) здійснюється відновлення початкових елементів масивів СІ по відомих кодах – номер.

У загальному випадку відновлений масив службових даних  $T$  має вигляд:

$$T = \begin{vmatrix} \tau_{11} \tau_{12} \dots \tau_{1j} \dots \tau_{1n} \\ \dots \\ \tau_{i1} \tau_{i2} \dots \tau_{ij} \dots \tau_{in} \\ \dots \\ \tau_{m1} \tau_{m2} \dots \tau_{mj} \dots \tau_{mn} \end{vmatrix},$$

де  $\tau_{ij}$  – числове значення іj-го елемента службових даних;  $m, n$  – відповідно кількість рядків і стовпців в масиві  $T$ .

**Еман 2.** Відновлення масивів колірних координат (КК).

Процес відновлення початкових елементів  $c_{ij}$  масивів КК, представлених в різницевому поліадичному просторі, здійснюється на підставі отриманих кодів – номер масивів колірних координат і службових даних  $\lambda_i^{(kk)}$ ,  $\chi_j^{(kk)}$  та  $\mu_i^{(kk)}$ , де  $\lambda_i^{(kk)}$  – максимальне значення в  $i$ -му рядку масиву колірних координат;  $\chi_j^{(kk)}$  – максимальне значення в  $j$ -му стовпці масиву колірних координат;  $\mu_i^{(kk)}$  – максимальне значення в  $i$ -му рядку масиву колірних координат

По наявним значенням  $\lambda_i^{(kk)}$ ,  $\chi_j^{(kk)}$  виявляються значення  $\psi_{ij}^{(kk)}$ :

$$\psi_{ij}^{(kk)} = \min(\lambda_i^{(kk)}, \chi_j^{(kk)}) \quad i = \overline{0, m-1}; \quad j = \overline{0, n-1}. \quad (8)$$

У випадку якщо значення додаткового розряду який передається разом з кодом – номер рівне  $0$ , то відновлення початкових елементів здійснюється по формулах:

$$\Delta c_{ij}^{(min)} = \left[ R^{(kk)}(min) / \left( \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(kk)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(kk)} \right) \right] -$$

$$- \left[ R^{(kk)}(min) / \left( s_{ij}^{(kk)} \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(kk)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(kk)} \right) \right] \times s_{ij}^{(kk)};$$

$$c_{ij} = \mu_i^{(kk)} + \Delta c_{ij}^{(min)}, \quad (10)$$

де  $R^{(kk)}(min)$  – код – номер масиву колірних координат в різницевому поліадичному просторі взятий, відповідно від нижнього рівня відліку;  $\Delta c_{ij}^{(min)}$  – різниця між значенням відповідного елемента масиву колірних координат і значенням елемента нижнього рівня поліадичних чисел в різницевому поліадичному просторі;  $\prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(kk)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(kk)}$  – накопичений

добуток величин  $s_{ij}^{(kk)}$ ;  $s_{ij}^{(kk)}$  – різниця між максимальним  $\psi_{ij}^{(kk)}$  і мінімальним  $\mu_i^{(kk)}$  значеннями в  $i$ -му рядку масиву КК.

$$s_{ij}^{(kk)} = \psi_{ij}^{(kk)} - \mu_i^{(kk)} \quad j = \overline{1, n}; \quad (11)$$

$$\mu_i^{(kk)} = \min_{1 \leq j \leq n} \{c_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m_{kk}} \quad \mu_i^{(kk)} \leq c_{ij} < \psi_{ij}^{(kk)}. \quad (12)$$

Якщо ж значення додаткового розряду рівне  $1$ , то процес відновлення початкових елементів задається наступними виразами:

$$\Delta c_{ij}^{(max)} = \left[ R^{(kk)}(max) / \left( \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(kk)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(kk)} \right) \right] -$$

$$- \left[ R^{(kk)}(max) / \left( s_{ij}^{(kk)} \prod_{\xi=j+1}^n s_{i\xi}^{(kk)} \prod_{\gamma=i+1}^m \prod_{\xi=1}^n s_{\gamma\xi}^{(kk)} \right) \right] \times s_{ij}^{(kk)};$$

$$c_{ij} = \psi_{ij}^{(kk)} - 1 - \Delta c_{ij}^{(max)}. \quad (14)$$

де  $R^{(kk)}(max)$  – код – номер масиву колірних координат в різницевому поліадичному просторі узятий, відповідно від верхнього рівня відліку;  $\Delta c_{ij}^{(max)}$  – різниця між значенням відповідного елемента масиву колірних координат і значенням елемента верхнього рівня поліадичних чисел в різницевому поліадичному просторі. Після декодування кодів – номер відновлений масив колірних координат  $C$  матиме вигляд:

$$C = \begin{vmatrix} c_{11}c_{12} \dots c_{1j} \dots c_{1n} \\ \dots \\ c_{i1}c_{i2} \dots c_{ij} \dots c_{in} \\ \dots \\ c_{m1}c_{m2} \dots c_{mj} \dots c_{mn} \end{vmatrix},$$

де  $c_{ij}$  – числове значення  $ij$ -ї колірної координати серії;  $m, n$  – кількість рядків і стовпців в масиві  $C$ .

Таким чином, на основі виразів (1) – (14) ми можемо відновити початкові елементи масивів колірних координат по відомих кодах – номер.

## Висновок

Розроблений спосіб відновлення масивів колірних координат, компактно представлених в різницевому поліадичному просторі. Даний спосіб дозволяє точно та без внесення погрішності відновити масиви колірних координат, необхідних для подальшої декомпресії відео даних стиснутих з використанням методу поліадичного кодування масивів довжин серій і колірних координат в змішаному поліадичному просторі.

## Список літератури

1. Ватолин В.И., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Gonzalez, Rafael C; Woods, Richard E. Digital Image Processing, 2nd ed. – published by Pearson Education, Inc. publishing as Prentice Hall., 2002. – 793 p.
3. Бондарев В.Н, Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Севастополь: СевГТУ, 1999. – 398 с.
4. Баранник В.В., Корольова Н.А., Поляков П.Ф. Метод комбинированного полиадического кодирования массивов длин серий // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 5. – С. 42-46.
5. Королев А.В., Баранник В.В., Гиневский А.М. Метод компактного представления цветových координат и длин серий // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вып. 1 (17). – С. 3-12.
6. Баранник В.В., Гужий П.М. Кодирование массивов цветových координат в разностном полиадическом пространстве // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2005. – Вып. 1 (9). – С. 44-49.

Надійшла до редколегії 1.09.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.І. Хаханов, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.