

УДК 004.932.1

АЛГОРИТМ ШВИДКОГО СТИСНЕННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВТРАТАМИ

К. т. н. А. В. Садченко, к. т. н. О. В. Троянський, О. А. Кушніренко, С. С. Кауненко

Одеський національний політехнічний університет
Україна, м. Одеса
troy_shur@mail.ru

В роботі запропоновано алгоритм швидкого стиснення медичних зображень з втратами, побудований з урахуванням особливостей медичних зображень. Застосовано рівномірний закон розподілу помилки. Проведено порівняльний аналіз запропонованого алгоритму з відомими алгоритмами стиснення, що використовують вейвлет-перетворення. Отримані результати моделювання підтвердили високу ефективність запропонованого алгоритму.

Ключові слова: обробка медичних зображень, алгоритм стиснення з втратами.

Потреба у стисненні (кодуванні) медичних зображень виникає, якщо дані, що отримані при томографії або рентгенографії, потрібно оперативно передати до віддаленого діагностичного центру за допомогою низькошвидкісного каналу зв'язку, при цьому має бути збережений максимум візуальної інформації.

Загальний підхід до стиснення зображень з втратами полягає у наступному. Спочатку зображення кодується для виникнення надмірності. Далі надмірність усувається за допомогою використання коду Хафмана [1]. На першому етапі кодування найкращі властивості мають алгоритми на підставі вейвлет-перетворення. Основний недолік існуючих алгоритмів – дуже висока апаратна або програмна складність їхньої реалізації, що ускладнює обробку у реальному часі. При цьому найбільш складною частиною кодеру зображення є помножувач комплексних чисел [2].

Метою даної роботи є розробка алгоритму кодування медичних зображень, що не потребує використання комплексної арифметики.

Алгоритм стиснення медичного зображення повинен враховувати його особливості, а саме неприпустимість спотворення або втрати частини зображення, розмір якої більше, ніж необхідне для діагностики захворювання розділення зображення. Зорова система людини не сприймає невеликі відмінності між відновленим та вихідним зображеннями, натомість реагує на різкі переходи та викиди. Таким чином алгоритм кодування медичного зображення повинен мати рівномірний розподіл помилки.

Скорочення часових витрат при невеликих коефіцієнтах стиснення з втратами можна досягти використовуючи алгоритм зниження розділення з подальшим відновленням за рахунок апроксимації значень сусідніх пікселів зображення [3].

Для стиснення медичних зображень можна запропонувати наступний алгоритм стиснення з втратами.

Крок 1. Будуємо двовимірний масив I вихідного зображення з округленням до найближчого цілого числа I .

Крок 2. Виконуємо проріджування за правилом:

для непарних рядків:

для парних рядків:

$$I(l, k) = \begin{cases} 0, & \text{для непарних } k \\ I(l, k), & \text{для парних } k \end{cases} \quad I(l, k) = \begin{cases} 0, & \text{для парних } k \\ I(l, k), & \text{для непарних } k \end{cases} \quad (1)$$

Крок 3. Виконуємо видалення нульових елементів і створюємо переіндексований двовимірний масив Y , який складається з ненульових елементів.

Таким чином, коефіцієнт стиснення складає 2. Відновлення зображення на приймальному кінці здійснюється за допомогою наступного алгоритму.

Крок 1. Виконуємо заповнення масиву нульовими елементами за правилом:
для непарних рядків: для парних рядків:

$$I(l, k) = \begin{cases} 0, & \text{для непарних } k \\ Y(l, \frac{k}{2}), & \text{для парних } k, \end{cases} \quad I(l, k) = \begin{cases} 0, & \text{для парних } k \\ Y(l, \frac{k+1}{2}), & \text{для непарних } k \end{cases} \quad (2)$$

Крок 2. Виконуємо відновлення вихідного масиву усереднюванням сусідніх з нульовим елементам в кожному рядку:

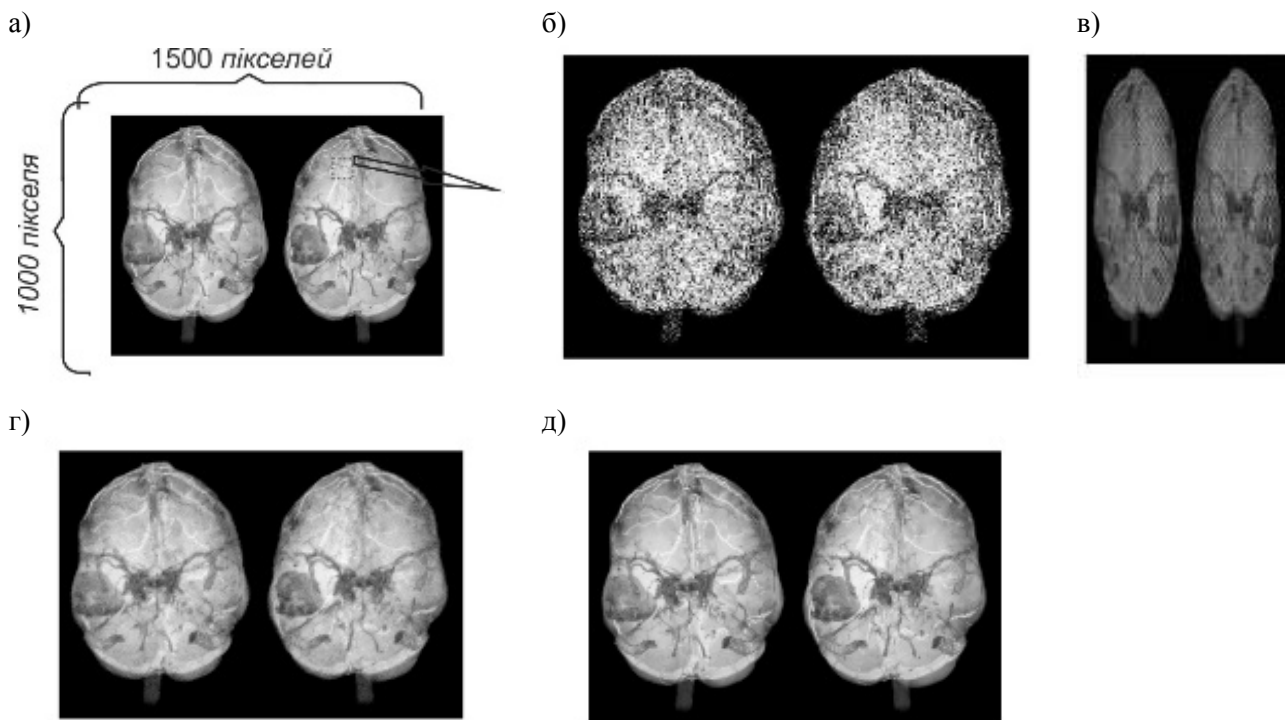
$$J(l, k) = I(l, k - 1) / 2 + I(l, k + 1) / 2, \quad (3)$$

де k — номер нульового елемента в рядку.

Крок 3. Виконуємо відновлення вихідного масиву усереднюванням стовпців в ковзаючому вікні розміром 2:

$$I'(l, k) = J(l - 1, k) / 2 + J(l, k) / 2. \quad (4)$$

Застосування запропонованого алгоритму для стиснення медичних зображень наведено на рисунку на прикладі рентгенографічної томограми головного мозку.



Зображення томограми головного мозку: вихідне (а), зі вставкою нульових елементів (б), з видаленими нульовими елементами (в), після усереднювання сусідніх елементів в рядку (г) та відновлене (д)

Оцінку якості відновленого зображення зручно проводити по критерію середньоквадратичного відхилення (СКВ) (MSE або σ):

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} [I(i) - I'(i)]^2 / \sum_{i=0}^{N-1} [Y(i)]^2}, \quad (5)$$

де I — відліки вихідного зображення, Y — відліки відновленого зображення.

Для наведеного прикладу $\sigma = 3,5$. За допомогою даного алгоритму можна продовжувати стиснення вихідного зображення, отримуючи коефіцієнт стиснення, кратний ступеню двійки.

Залежність σ від коефіцієнта стиснення в порівнянні з алгоритмами на підставі дискретного косинусного (JPEG) та вейвлет-перетворення (JPEG 2000) наведена в таблиці.

Порівняльний аналіз ефективності різних алгоритмів стиснення зображень з початковою ентропією 6,9

Параметр ефективності	Назва алгоритму			
	Проріджування на 2	Проріджування на 4	JPEG	JPEG 2000
Коефіцієнт стиснення до кодеру Хафмана	2	4	4	4
Коефіцієнт стиснення після кодеру Хафмана	8,5	11	5,25	5,25
Середньоквадратичне відхилення (СКВ)	3,5	3,9	3,4	2,1
Ентропія відновленого зображення	5,5	6,8	6,7	6,75

Порівняння характеристик алгоритмів згідно таблиці показує, що найкращі показники відновленого зображення має алгоритм з використанням дискретного вейвлет-перетворення на основі стандарту JPEG 2000 [4]. Програш алгоритму проріджування за критерієм СКВ (MSE) росте з ростом коефіцієнта стиснення, проте такий алгоритм не вимагає виконання трудомістких операцій множення і ділення, а отже суттєво виграє в обчислювальній ефективності.

Найбільша ефективність алгоритму проріджування досягається при використанні в складі рентгенографічного томографа давача з надлишковим розрізненням, що дозволяє зберегти високу якість відновленого зображення з меншою ентропією.

Отримані результати дозволяють розробникам апаратури, призначеної для передачі та відтворення медичних зображень, вибрати оптимальний алгоритм. Отже, основне завдання по зниженню обчислювальної складності алгоритму кодування можна вирішити завдяки запропонованому алгоритму стиску зображення на основі методу проріджування відліків, тому що досить часто перевага віддається більш простому алгоритму кодування, якщо він задовольняє вимогам до спотворень при діагностиці захворювань.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Гонсалес, Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.– Москва: Техносфера, 2005.
2. Штарк Г. Применение вейвлетов для ЦОС.– Москва: Техносфера, 2007.
3. Кушніренко О. А., Садченко А. В., Троянський О. В. Алгоритм кодування зображень зі зменшеною кількістю арифметичних операцій / Праці Одеського політехнічного університету.– 2012.– Вип. 2 (39).– С. 190–196.
4. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник.– СПб.: Питер, 2002.

A. V. Sadchenko, A. V. Troyanskiy, O. A. Kushnirenko, S. S. Kaunenko
A fast lossy compression algorithm for medical images

In this paper a fast algorithm of medical image compression with losses is proposed with consideration of the peculiarities of medical images. The uniform law of distribution of errors is applied. A comparative analysis of the proposed algorithm with the existing compression algorithms using the wavelet transform is performed. The obtained simulation results confirm high efficiency of the proposed algorithm.

Keywords: *processing of medical images, lossy compression algorithm.*