

## ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ З МАСИВАМИ ПРИ ПРОГРАМНІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ФРАКТАЛЬНОГО УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Володимир Майданюк, Сергій Папернюк

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 43-78-80, E-Mail: maydan2000@mail.ru

### Анотація

У роботі розглянуто фрактальне ущільнення зображень та методи підвищення швидкості фрактального кодування. Отримав подальший розвиток метод підвищення швидкості фрактального кодування за рахунок оптимізації роботи з масивами та позбавлення від циклів у програмі при обчисленні середньо - квадратичного відхилення рангового і доменних блоків.

### Вступ

З відомих методів кодування зображень фрактальний метод дозволяє отримувати найбільші коефіцієнти ущільнення. З фізичної точки зору фрактальне кодування ґрунтується на твердженні, що зображення містить афінну надлишковість. Одна з можливих схем кодування зображень фрактальним методом запропонована Джеквіном (Jacquin) [1] містить такі етапи:

- зображення розділяється на області, що примикають одна до одної розміром  $n \times n$  (рангові області);
- задається набір доменних областей. Доменні області можуть перекриватись, вони не повинні обов'язково закривати всю поверхню зображення, але звичайно доменні блоки вибирають з кроком  $n/2$  при  $n=4$ . Розміри доменних областей звичайно вибирають  $2n \times 2n$ .
- для кожної рангової області підбирається доменна область, яка після афінних перетворень найбільш точно апроксимує рангову область. На практиці застосовується вісім варіантів відображення одного квадрата в інший з використанням афінних перетворень. Це повороти зображення на кути  $90, 180, 270 (-90)$  градусів відносно його центра і перетворення симетрії відносно ортогональних осей, які проходять через центр фрагмента перпендикулярно його сторонам;
- точність апроксимації визначається за допомогою середньоквадратичного критерію:

$$F = \sum_{i,j} (Sd_{ij} + O_{ij} - r_{ij})^2, \quad (1)$$

де  $d_{ij}$  – значення, отримані в результаті усереднення по фрагментах з розмірами  $2 \times 2$  елементів доменної області, що приводить її розмір до розміру рангової області;  $r_{ij}$  – значення елементів рангової області. Зміщення  $O_{ij}$  може бути як константою, так і описуватись поліномами до третього порядку.

Основним недоліком фрактального методу є низька швидкість кодування, яка пов'язана з тим, що для отримання високої якості зображення для кожного рангового блока необхідно виконати перебір всіх доменних блоків, і для кожного доменного блока необхідно виконати не менше восьми афінних перетворень. Основним недоліком фрактального методу є низька швидкість кодування, яка пов'язана з тим, що для отримання високої якості зображення для кожного рангового блока необхідно виконати перебір всіх доменних блоків, і для кожного доменного блока необхідно виконати не менше восьми афінних перетворень [2-3].

При програмній реалізації фрактального ущільнення зображень наряду з застосуванням спеціальних методів підвищення швидкості кодування [4-5] значного ефекту можна досягнути за рахунок оптимізації структури програми при роботі з масивами та циклами, оскільки швидкісні характеристики оперативної пам'яті значно уступають швидкості роботи процесора. Розглянемо їх більш детально.

### Оптимізація структури програми

По-перше афінні перетворення можна виконувати лише з ранговими блоками. Тоді при черговому скануванні зображення афінні перетворення виконуються лише один раз перед початком сканування із збереженням перетворень. З великою імовірністю можна стверджувати, що уже після обробки першого доменного блока всі перетворення рангового блока будуть переписані в кеш-пам'ять процесора, що значно підвищить швидкість звертання до них.

По-друге значним резервом для підвищення швидкості кодування є використання одновимірних масивів, оскільки при цьому виконуються операції лише з одним індексом. Перетворення двовимірних рангових і доменних блоків зображення в одновимірні не потребує значних додаткових обчислювальних затрат.

Ще одним важливим методом підвищення швидкості кодування є позбавлення від циклів у програмі при обчисленні середньо - квадратичного відхилення рангового і доменних блоків. При цьому у

виразах прописуються всі квадрати різниць. Наприклад при розмірі рангового блоку 8x8 необхідно в тексті програми прописати 8 виразів по 64 доданки кожний. Хоча це незручно, але виграш у швидкості кодування може становити 1,5 – 2 рази.

Підвищення швидкості кодування можна досягнути також за рахунок переривання обчислення середньоквадратичного відхилення чергового доменного блока від рангового за умови перевищення його поточного значення попереднього мінімального середньо – квадратичного відхилення доменного блока від рангового. Тобто, в окремих випадках обчислення можуть бути перервані уже на першому пікселі блока.

### Моделювання

Експериментально досліджувалася швидкість стиснення алгоритмом повного класичного перебору за схемою Джеквіна та швидкість стиснення швидкісним алгоритмом. Результати експериментальних досліджень швидкісного стиснення зведені в табл. 1, а декодоване зображення на рис. 1.

Таблиця 1 - Результати дослідження швидкісного алгоритму

Назва початкового файлу	Розмір початкового файлу у байтах	Розмір стисненого файлу у байтах	Час виконання швидкого стиснення	Візуальна оцінка якості відновленого зображення
OrangeKitten.bmp	262 144	14 336	326 сек.	Добре
Kittens.bmp	262 144	14 336	272 сек.	Добре
Rabbit.bmp	262 144	14 336	259 сек.	Добре
LOVE.bmp	262 144	14 336	189 сек.	Добре
RallyCar.bmp	262 144	14 336	522 сек.	Погано

\* Примітка. Час роботи програми методом повного перебору – 9000 с, якість отриманого зображення – така ж сама, як і для прискореного методу, коефіцієнт стиснення всюди становить приблизно 18,3.



а)



б)

Рисунок 1 – Зображення OrangeKitten.bmp: а) початкове; б) відновлене після ущільнення

Отримані результати свідчать про високу ефективність запропонованого методу стиснення зображень, оскільки швидкість стиснення за допомогою розробленого алгоритму зросла в середньому більш ніж у 15 разів, отже такий алгоритм вже можна використовувати у прикладних задачах.

### Література:

- [6] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
- [7] Майданюк В.П. Методи і засоби КІТ. Кодування зображень. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 63 с.
- [8] Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
- [9] Кожем'яко В.П., Майданюк В.П., Жуков К.М. Аналіз та перспективи розвитку кодування зображень // Вісник ВПІ, 1999, № 3, с. 41-48
- [10] Kozhemiako V.P., Maydanuk V. P., Zhukov K.M., Pika S. Speeding up of fractal image compression // Proceeding of SPIE, 2001, Vol. 4425, p. 9-16.