

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДУ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Кожем'яко В.П., Майданюк В.П., Жуков К.М., Бікбаєв Р.Х., Савчук В.М.

Фрактальний метод стиснення зображень відрізняється тим, що дозволяє отримувати коефіцієнти стиснення, які значно перевищують всі відомі до цього методи [1, 2, 3].

Процес фрактального стиснення заснований на твердженні, що зображення мають афінну надлишковість. Існують набори афінних коефіцієнтів, які описують обертання, стиснення, розширення тощо. Математично було доведено, що фрактальну версію вхідного зображення завжди можна відновити за допомогою його афінних коефіцієнтів [1]. Стиснення зображення фрактальним методом включає такі етапи:

1. Зображення розділяється на примикаючі одна до одної області розміром $p \times p$ (рангові області).

2. Задається набір доменних областей. Доменні області можуть перекриватись, вони не повинні обов'язково закривати всю поверхню зображення. Розміри доменних областей звичайно вибирають $2n \times 2n$.

3. Для кожної рангової області підбирається така доменна область, яка після афінних перетворень найбільш точно апроксимує рангову область. Точність апроксимації визначається за допомогою середньоквадратичного критерія:

$$\delta(D, R) = \sqrt{\sum_{i,j} (D(i,j) - R(i,j))^2}$$

Так як розміри сторін доменної області в два рази більші рангової, то відліки $D(i,j)$ отримують шляхом усереднення по примикаючим квадратам з розмірами сторін 2×2 .

4. Параметри афінного перетворення стискаються і записуються в вихідний файл. Для кожної рангової області записуються такі параметри:

- координати доменної області з найменшою відстанню $\delta(D, R)$;
- середня різниця між цією доменною і ранговою областю;
- номер афінного перетворення [2].

Процес фрактального перетворення асиметричний, тобто процес декодування не є простою інверсією процедур стиснення і вимагає значно менше

часу для його виконання, що дає можливість уже тепер використовувати цей метод для зберігання зображень на компакт-дисках та інших носіях. Декодування стисненого зображення носить ітераційний характер і складається з таких етапів:

1. Створюються два зображення однакового розміру А і Б. Розмір цих зображень не обов'язково рівний розміру початкового зображення, початковий рисунок областей А і В будь-який.

2. Зображення Б розбивається на рангові області так як на першій стадії процесу стиснення. Для кожної рангової області зображення Б виконується афінне перетворення відповідної доменної області зображення А, і результат поміщається в Б.

3. Виконуються операції ідентичні попередньому пункту, тільки зображення А і Б міняються місцями.

4. Багатократно повторюються другий і третій кроки до тих пір поки зображення А і Б не стануть нерозрізними.

Точність декодування зображення залежить від точності афінного перетворення, коефіцієнти якого обчислювалися під час стиснення.

Основним недоліком цього методу є низька швидкість кодування, яка пов'язана з тим, що для отримання високої якості зображення для кожної рангової області необхідно виконати перебір всіх доменних областей з кроком «1» або «2», причому для кожної доменної області необхідно виконати не менше восьми афінних перетворень. Експерименти, проведені на комп'ютері з процесором Pentium для зображення 320×200 з глибиною 8 біт/піксель і кроком перебору доменних областей рівним «2» показали, що для стиснення необхідно близько 3 год. Тому актуальним є проведення досліджень з пошуку критеріїв, які дозволяли б швидко виконувати відбір доменних областей без перебору всіх афінних перетворень.

Попередня оцінка відстані між доменним та ранговим блоками в даній роботі визначалась таким чином. Кожний доменний блок оброблявся двома градієнтними операторами для виділення горизонтальної та вертикальної контурної компоненти зображення:

$$Dx(i,j) = f(i,j) - f(i,j-1),$$

$Dy(i,j) = f(i,j) - f(i-1,j)$,
 або в матричному вигляді:

$$D_x = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad D_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

По кожній контурній компоненті в межах кожної доменної області формувалась сума модулів значень відліків:

$$S_{xk} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |D_x(i,j)|,$$

$$S_{yk} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |D_y(i,j)|,$$

де k - номер відповідного домена.

На основі обчислених значень S_{xk} та S_{yk} будується дерево наступної структури (рис. 1):

1. Перший рівень містить «менші» значення обчислених S_{xk} або S_{yk} .
2. Другий рівень складають відповідні «меншим» «більші» значення S_{xk} або S_{yk} .
3. Третій рівень містить координати відповідних доменів.

«Менші»

(S_{xk} або S_{yk})

«Більші»

(S_{xk} або S_{yk})

Координати
домена

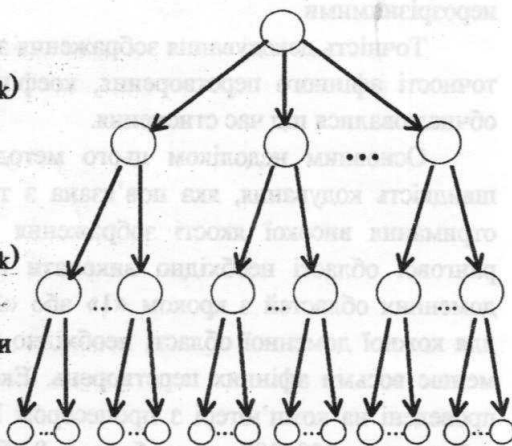


Рис. 1. Пошук координат домена по дереву.

Немає значення чи є менша з величин вертикальною складовою чи горизонтальною (аналогічно і для більшої величини), оскільки у процесі підбору використовуються афінні перетворення повороту і дзеркального відображення.

Кожний ранговий блок також оброблявся аналогічним чином. Формувались суми S_x та S_y і відповідно їх величинам вибирались доменні блоки (рис. 1) з близькими значеннями цих параметрів

(нижня границя порогу [8]). Для кожного вибраного доменного блоку виконувалась обробка характерна для фрактального методу [1]. Так як відібраних блоків може бути в сотні раз менше загальної кількості доменних блоків, то вигаши у швидкодії значний.

Результати досліджень швидкісного фрактального стиснення приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Часові параметри при фрактальному стисненні

Розмір рангового блоку	Крок вибору доменного блоку	Час роботи програми при переборі всіх доменних блоків (хв)	Час роботи оптимізованого варіанта програми (хв)	Оцінка якості зображення (балів)
5x5	2	189	9	4,5-5

Тобто без помітного зниження якості зображення, швидкодія зросла майже в 20 разів.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано в якості попередньої оцінки відстані між доменним та ранговим блоками суму значень модулів відліків горизонтальної та вертикальної контурних компонент.

2. Дослідження розроблених алгоритмів швидкісного фрактального стиснення показали, що швидкість кодування збільшується майже в 20 разів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барнсли М., Ансон Л. Фрактальное сжатие изображений // Мир ПК. 1992. - N 10. - С. 52-58.
2. Збарянский С. Фрактальное сжатие изображений // Компьютеры+программы. - 1997. - N 6. - С. 16-22.
3. Азарова А.О. Обработка графической информации на основе фрактальных перетворень // Вісник ВПШ. - 1995.- N 2. - С. 35-38.