

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФРАКТАЛЬНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ*

Манько В.Э., Приоров А.Л.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
150000, Россия, Ярославль, ул. Советская, 14.
Тел. (0852) 79-77-75, E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Реферат. Предлагается модифицированный алгоритм сжатия цифровых изображений, основанный на теории фракталов. Модификация заключается в предварительной обработке исходного изображения с помощью цифрового фильтра нижних частот второго порядка с конечной импульсной характеристикой. Приведены основные результаты тестирования модифицированного фрактального алгоритма сжатия, а также сравнение их с классическим фрактальным алгоритмом сжатия и алгоритмом JPEG.

Существует несколько общих задач обработки изображений, к которым относятся: линейная и нелинейная фильтрация [1,2], выделение признаков, дешифровка изображений (классификация), уменьшение избыточности (сжатие данных).

Фактически, фрактальная компрессия – это поиск самоподобных областей в изображении и определение для них параметров аффинных преобразований.

Для более эффективного кодирования необходимо наличие в изображении как можно большего количества таких взаимоподобных областей. Добиться этого возможно практически для любого изображения. Для этого нужно предварительно как можно сильнее сгладить изображение (размыть его границы), используя цифровую фильтрацию (фильтр нижних частот), и применять фрактальное кодирование уже к обработанному изображению, которое, очевидно, содержит значительно меньше резких переходов и мелких деталей, а, следовательно, значительно больше взаимоподобных областей.

В реализованном варианте алгоритма сделаны некоторые ограничения на области.

1. Все области являются квадратами со сторонами, параллельными сторонам изображения.
2. При переводе ранговой области в доменную, уменьшение размеров производится ровно в два раза.
3. Все доменные блоки - квадраты и имеют фиксированный размер.
4. Ранговые области берутся "через точку" и по X, и по Y, что сразу уменьшает перебор в 4 раза.
5. При переводе ранговой области в доменную, поворот куба возможен только на 0° , 90° , 180° или 270° . Также допускается зеркальное отражение.
6. Масштабирование (сжатие) по вертикали (яркости) осуществляется в фиксированное число раз - в 0,75.

Отрицательные стороны предложенных ограничений.

1. Поскольку все области являются квадратами, невозможно воспользоваться подобием объектов, по форме далеких от квадратов;
2. Аналогично нельзя воспользоваться подобием объектов в изображении, коэффициент подобия между которыми сильно отличается от 2;
3. Алгоритм не сможет воспользоваться подобием объектов в изображении, угол между которыми не кратен 90° .

Декомпрессия алгоритма фрактального сжатия чрезвычайно проста. Необходимо провести несколько итераций трехмерных аффинных преобразований, коэффициенты которых были получены на этапе компрессии.

В модифицированном алгоритме, после фрактальной разархивации получается сглаженное фильтром нижних частот изображение. После этого оно переводится в частотную область с помощью ДПФ и делится на матрицу частотной характеристики цифрового фильтра, использованного при архивации (его коэффициенты хранятся вместе с изображением и для фильтра второго порядка, имеющего 9 коэффициентов, объем занимаемой памяти составляет $9 \times 8 = 72$ бита).

В представленном алгоритме сжатия изображений оценка потери качества производится с использованием коэффициента корреляции исходного и разархивированного изображений r .

Для получения лучшей производительности механизма фрактального кодирования изображений нужно получить оптимальные параметры преобразования. К параметрам, от которых зависит качество кодирования (в смысле коэффициента корреляции – r , исходного изображения и результирующего, прошедшего преобразование кодирования-декодирования), относятся:

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства образования России

1. ΔR_i - среднеквадратичное отклонение яркостей элементов домена и ранговой области;
2. I - число итераций, требуемых для восстановления изображения.

Условием нахождения лучшего кандидата в ранговую область домена является минимальное среднеквадратичное отклонение яркостей элементов домена и ранговой области.

Что произойдет, если выбрать для каждого домена не одну ранговую область, а несколько, отклонение которых от домена будет укладываться в некоторый диапазон значений ΔR_i ? Далее, сравнив наборы ранговых областей для каждого домена между собой, выберем наиболее часто встречающиеся, тем самым уменьшим общее число ранговых областей для данного изображения и, соответственно, уменьшим число фрактальных преобразований, требуемых для кодирования изображения, и, следовательно, уменьшим длину кода, требуемого для записи преобразования, что увеличит коэффициент компрессии изображения.

Однако с ростом величины ΔR_i снижается качество компрессии, т.е. уменьшается коэффициент корреляции исходного изображения и результирующего, прошедшего преобразование кодирования – декодирования.

Удобно откалибровать процесс следующим образом (таблица 1):

Таблица 1.

Калибровка механизма фрактального сжатия

Оценка качества	ΔR_i	r	I
Максимум	0	1 – 0.9950	10
Отличное	0.1- 0.3 %	0.9949 – 0.9890	10
Хорошее	0.4 – 0.9 %	0.9889 – 0.9680	8
Удовлетворительное	1 – 1.5 %	0.9679 – 0.9600	5

Калибровка шкалы качества представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Калибровка шкалы качества

Качество	Максимальное	Отличное	Хорошее	Удовлетворительное
Баллы	6	5	4	3

Основные результаты сравнения производительности различных алгоритмов архивации представлены в таблице 3 (здесь FIF – классический фрактальный алгоритм, FIFm – модифицированный фрактальный алгоритм).

Таблица 3.

Сравнение производительности различных алгоритмов архивации

Качество	JPEG	FIF	FIFm
Максимальное	1.34	1.50	1.57
Отличное	3.65	5.01	5.01
Хорошее	5.05	7.40	7.40
Удовлетворительное	9.40	12.90	13.10
Минимальное	65.7	146.00	153.50

Из приведенных результатов видно, что рассмотренный модифицированный алгоритм фрактального сжатия имеет заметное преимущество по сравнению с классическим фрактальным алгоритмом и алгоритмом сжатия JPEG, что дает возможность создания на его основе эффективных приложений для архивации изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каппелини В., Константи́дис А.Дж., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. - М.: Энергоатомиздат, 1983. 360 с.
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. - М.: Мир. 1988. 488 с.

FRactal Image Compression with Pre-processing of Original Image by Means of Digital Filtration*

Manko V., Priorov A.

Yaroslavl State University
150000, Russia, Yaroslavl, Sovetskaya st., 14
Phone: (0852) 797775. E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Abstract: This paper introduces a modification of algorithm of fractal image compression. This modification bases on pre-processing of an original image. For pre-processing the two-dimensional low frequencies digital filters were used. The main results of testing of the realised modification of fractal image compression and its comparison with classic fractal algorithm and JPEG are shown.

The fractal image compression — is looking up of self-similar areas in the original image and finding for them of parameters of affine transformations [1,2].

At first, for more effective encoding it is necessary as it is possible more strongly to smooth an original image, using a low-pass digital filter, and to apply fractal coding algorithm to the already treated image, which one contains much less small-sized parts, and therefore there are more similar areas in this image.

The decompression of algorithm of fractal compression is very simple. For this purpose it is necessary to execute some iterations of three-dimensional affine transformations. The coefficients of these affine transformations are determined in the process of compression of an original image.

After that deciphered image is transferred in frequency area by means of Fourier transformation and is divided into a matrix of frequency response of a digital filter was used at coding.

In introduced algorithm of image compression the estimation of quality is implements by means of a correlation coefficient between original and deciphered images.

The advantage of a modified fractal image compression method above classic fractal image compression method algorithm and JPEG algorithm makes 5 %-15 %

REFERENCES

1. Kapelini V., Konstantinidis A.J., Emiliani P. Digital filters and their application / M.; Energoatomizdat, 1983.
2. Dadjion D., Mersero R. Digital processing of multidimensional signals, / M.; Mir, 1988.

* Work is supported by Russian Foundation of Fundamental Research and Ministry of Education of Russian Federation