



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.627

СПОСОБ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ СХЕМОЙ ПОКРЫТИЯ РАНГОВЫХ БЛОКОВ ДОМЕННЫМИ

Симоненков П.С., Свириденков К.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Смоленский Филиал Московского Энергетического Института, Россия (214013, г. Смоленск, пр-д. Энергетический, 1); e-mail: c-mao@mail.ru

Статья посвящена применению дерева квадрантов в методе фрактального сжатия изображений. В ней разобрана схема покрытия ранговых блоков доменными на основе дерева квадрантов и особенности применения данного способа. В ходе эксперимента показано, что наилучших результатов с помощью данного способа можно достичь в случае с изображениями, имеющими большое число монотонных областей.

Ключевые слова: фрактальное сжатие изображений, схема покрытия ранговых блоков доменными, дерево квадрантов.

FRACTAL IMAGE COMPRESSION METHOD WITH MODIFIED SCHEME OF COVERING RANK BLOCKS BY DOMAIN

Simonenkov P.S., Sviridenkov K.I.

Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk Branch of Moscow Power-Engineering Institute, Russia (214013, Smolensk, Energeticheskyy pass., 1); e-mail: c-mao@mail.ru

The article is devoted to the use of quadtree in fractal image compression method. It includes review of the scheme of covering rank blocks by domain, based on a quadtree, and features of using fractal image compression method the given way. Experiments show that the best results with this method can be achieved in case of images that have a large number of monotonous regions.

Key words: fractal image compression, scheme of covering rank blocks by domain, quadtree.

Для сжатия графических файлов широко используется метод фрактального сжатия [1,2]. Однако, классический способ фрактального сжатия [3] имеет недостаток, связанный с тем, что при установке малых размеров ранговых блоков монотонные области кодируются большим количеством информации. Коэффициент сжатия изображения в таком случае относительно низок [4]. В то же время при установке больших размеров ранговых блоков мелкие детали изображения часто теряются. В данной статье для устранения указанного

недостатка предлагается модифицированный способ фрактального сжатия, основанный на использовании дерева квадрантов [5].

Основная идея модифицированного способа состоит в следующем: сначала пользователем задается допустимая разница между ранговым и доменным блоком. Затем, на первой итерации программы ранговые блоки выбираются максимально большими [6]. В случае если для них находится доменный блок, из которого их можно восстановить с потерями, не превышающими заданную допустимую разницу, то происходит переход к следующему ранговому блоку такого же размера. Если же такой блок не находится, то ранговый блок разбивается на блоки со стороной в 2 раза меньше начальной, и уже для них ищутся доменные блоки, из которых их можно восстановить. Таким образом, большие монотонные блоки будут кодироваться малым числом записей в результирующем файле, а высоко детализированные области будут кодироваться большим числом записей, позволяющим гарантировать высокое качество восстановленного изображения.

На рисунке 1 представлен пример разбиения изображения на ранговые блоки на различных итерациях (5 итерация на рисунке а), последняя, 16-ая – на рисунке б) с учетом допустимой ошибки.

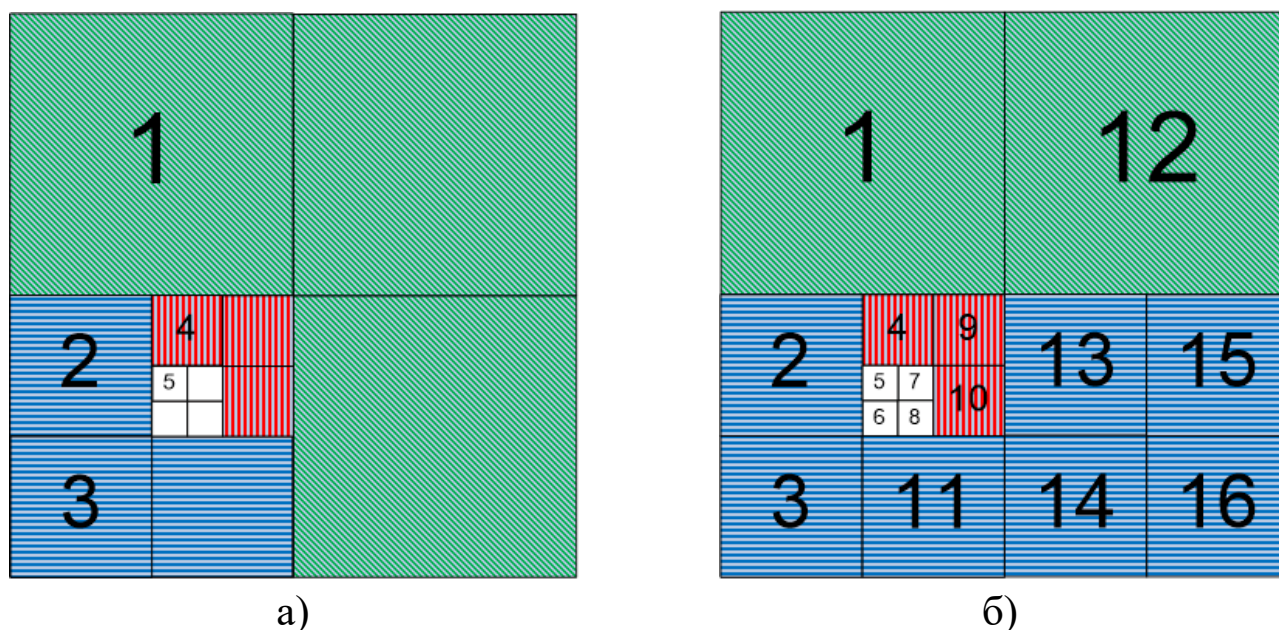


Рисунок 1 – Порядок разбиения изображения на ранговые блоки и занесения записей о ранговых блоках в файл

На рисунке показано, как меняется нумерация блоков при разбиении на меньшие с целью улучшения качества восстановленного изображения. На 5 итерации номера записей присвоены тем ранговым блокам, для которых уже удалось найти подходящий доменный блок и его преобразование, также показано разбиение изображения на ранговые блоки с учетом уже записанных. На последней итерации всем ранговым блокам присвоены номера записей, кроме того, в сравнении с рисунком, соответствующим 5 итерации, пришлось разбить правый нижний ранговый блок на 4 меньших блока.

Запись о ранговом блоке в классическом способе фрактального сжатия содержит следующую информацию (см. рисунок 2):

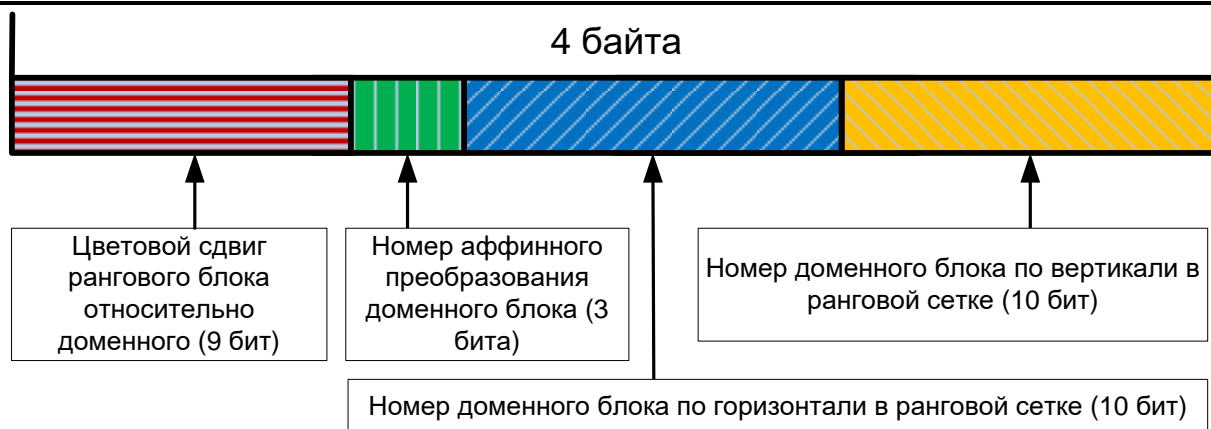


Рисунок 2 – Стандартный формат записи сжатого изображения

Однако при использовании модифицированного способа на основе дерева квадрантов, кроме информации, представленной на рисунке 2, также нужно запоминать и размер рангового блока. Это можно сделать, не увеличивая размер записи.

В файл заносится значение $1024/r$ (где r – сторона рангового блока). И это значение прибавляется к номеру доменного блока по строке в ранговой сетке. Например, для рангового блока со стороной 512 (максимальная) позиция доменного блока по строке может быть только одна: 0000000000. К ней прибавляется 0000000010 ($1024/512=2$, в двоичной системе 10). Для рангового блока со стороной 256 возможны уже варианты 00, 01 и 10. Но к ним будет прибавляться 100. Таким образом, в выходном 10-битном значении первый единичный бит всегда кодирует размер рангового блока, а номер доменного блока по строке в ранговой сетке – это все остальное значение, без первой единицы.

На рисунке 3 показан процесс восстановления изображения, сжатого с помощью классического способа фрактального сжатия, а на рисунке 4 - сжатого с помощью способа с применением дерева квадрантов.



Рисунок 3 – Процесс восстановления изображения, сжатого при помощи классического способа фрактального алгоритма сжатия



Рисунок 4 – Процесс восстановления изображения, сжатого при помощи способа фрактального алгоритма сжатия с измененной схемой покрытия ранговых блоков доменными

Был проведен сравнительный анализ классического способа с предложенным модифицированным способом. Метод фрактального сжатия относится к классу методов сжатия изображений с потерями [7]. Кроме размера сжатого файла важным показателем является качество восстановленного изображения [8]. Оценка данного показателя осуществляется с помощью показателя ошибки Δ . Расчёт данной ошибки осуществляется на основе показателей интенсивности для каждого из цветов RGB-палитры [9]. Показатель ошибки Δ рассчитывается как среднеквадратическое отклонение [10] интенсивности цветовой составляющей точек сжатого изображения от интенсивности точек исходного файла:

$$\Delta = \sqrt{\sum_{i=0}^n \sum_{c=1}^3 (R_{1ci} - R_{2ci})^2 / (3 \cdot n)}$$

где i – номер текущего пиксела,

n – количество пикселей в изображении,

c – номер цветовой составляющей,

R_{1i} – яркость i -го пиксела в оригинальном изображении,

R_{2i} – яркость i -го пиксела в сжатом изображении.

Для сравнения работы классического способа фрактального сжатия и способа с применением дерева квадрантов использовались пять графических образцов размера 256x256: портрет, пейзаж, натюрморт, градиентная заливка и монотонная заливка.

По данным, описывающим указанные графические образцы, с помощью формулы (1) была рассчитан показатель ошибки Δ , позволяющий оценить качество восстановленных изображений. Результаты расчёта представлены в таблице 1, где k – коэффициент сжатия,

СФА – классический способ фрактального сжатия, КФА – способ фрактального сжатия с применением дерева квадрантов.

Таблица 1 – Параметры сжатия образцов графических файлов

Класс изображения	Коэффициент сжатия k		Δ	
	СФА	КФА	СФА	КФА
Портрет	0,086	0,068	6,5	6,7
Пейзаж	0,086	0,085	5,2	5,5
Натюрморт	0,086	0,061	6,2	6,6
Градиентная заливка	0,086	0,021	1,2	1,7
Монотонная заливка	0,086	0,0001	0	0

Использование дерева квадрантов привело к некоторому уменьшению размера сжатых файлов, однако вместе с этим качество восстановленных изображений осталось практически тем же. На рисунке 5 приведен пример исходного изображения (натюрморт) и восстановленных после сжатия его с использованием разных способов. Стоит отметить, что потери качества наглядно практически не видны.



а)

б)

в)

Рисунок 5 – Оригинальное изображение (а); изображение, сжатое и восстановленное классическим способом фрактального сжатия (б); изображение, сжатое и восстановленное способом фрактального сжатия с использованием дерева квадрантов (в)

В статье экспериментально показано, что предложенный модифицированный способ ни в чем не уступает классическому. Наилучшие результаты применение метода квадратичного дерева дает для крупных изображений с большими монотонными областями. Главным положительным эффектом его применения является уменьшение размеров сжатых файлов относительно размеров файлов, сжатых с помощью классического способа фрактального сжатия.

Список литературы

1. S. Welstead. Fractal and Wavelet Image Compression Techniques. // Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Bellingham, WA, USA. – 1999
2. Шарабайко М.П., Осокин А.Н. Фрактальное сжатие изображений. Реализация и исследование алгоритмов // LAP Lambert Academic Publishing. – 2012
3. Д.С. Ватолин. Алгоритмы сжатия изображений. - Методическое пособие. Москва 1999
4. Симоненков П.С., студ.; рук. К.И. Свириденков. Анализ программных средств для сжатия графических файлов // Энергетика, информатика, инновации - 2016. Сб трудов VI -ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3 т. Т 1. – 2016. - с. 339-343
5. Raphael Finkel and J.L. Bentley (1974). «Quad Trees: A Data Structure for Retrieval on Composite Keys». Acta Informatica 4 (1): 1–9. DOI:10.1007/BF00288933
6. Симоненков П.С., студ.; рук. К.И. Свириденков. Фрактальное сжатие графических файлов с применением метода квадратичного дерева // Интеллектуальные информационные технологии, энергетика и экономика. Сб трудов XIV -ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов
7. Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. — Диалог-МИФИ, 2002.
8. Монич Ю. И., Старовойтов В. В. Оценки качества для анализа цифровых изображений // Искусственный интеллект. 2008. № 4. С. 376 — 386.
9. Синтез цвета // Фотокинетика: Энциклопедия / Гл. ред. Е. А. Иофис. — М.: Советская энциклопедия, 1981.
10. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. — М. : Издательство ЛКИ, 2010.

References

1. S. Welstead. Fractal and Wavelet Image Compression Techniques. // Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Bellingham, WA, USA. - 1999
 2. Sharabayko M.P., Osokin A.N. Fractal compression of images. Realization and research of algorithms // LAP Lambert Academic Publishing. - 2012
 3. D.S. Vatolin. Image compression algorithms. - Toolkit. Moscow 1999
 4. Simonenkov, PS, student; hands. K.I. Sviridenkov. Analysis of software tools for the compression of graphic files. Energetika, Informatics, Innovations - 2016. Sat of the VIth Int. scientific-techn. Conf. students and graduate students. In 3 vol. T 1. - 2016. - p. 339-343
 5. Raphael Finkel and J.L. Bentley (1974). "Quad Trees: A Data Structure for Retrieval on Composite Keys." Acta Informatica 4 (1): 1-9. DOI: 10.1007 / BF00288933
 6. Simonenkov PS, student; hands. K.I. Sviridenkov. Fractal compression of graphic files using the quadratic tree method // Intelligent information technologies, energy and economics. Sat trudov XIV-th Int. scientific-techn. Conf. students and graduate students
 7. D. Vatolin, A. Ratushnyak, M. Smirnov, V. Yukin. Methods of data compression. The device archivers, compression of images and video. - Dialogue-MEPHI, 2002.
 8. Monich Yu. I., Starovoitov V. V. Estimates of quality for the analysis of digital images // Artificial intelligence. 2008. № 4. P. 376 - 386.
 9. Synthesis of color // Photo-technique: Encyclopedia / Ch. Ed. E. A. Iofis. - Moscow: Soviet Encyclopedia, 1981.
 10. Ivchenko GI, Medvedev Yu.I. Introduction to mathematical statistics. - M.: Publishing house LCI, 2010.
-