

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

ФРАКТАЛЬНОЕ СЖАТИЕ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ АВТОРЕФЕРАТ
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы
направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Батгалова Аббаса Илдаровича

Научный руководитель:

Доцент

Е. В. Кудрина

подпись, дата

Зав. кафедрой:

Доцент, к.ф.-м.н.

А. Г. Федорова

подпись, дата

2016

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В связи с бурным развитием вычислительной техники и интернета, тесно связанных с мультимедийными приложениями, особую популярность приобрели цифровые изображения. В настоящее время количество изображений во всемирной паутине увеличивается в разы, за одни сутки на такие ресурсные сервисы как Facebook и Instagram загружается более 200 миллионов фотографий. Для хранения такого количества изображений в цифровой форме требуются значительные объёмы электронной памяти. Сохранение изображений в меньших объёмах памяти приводит к сокращению расходов на хранение информации и уменьшению времени передачи изображений по современным каналам связи, поэтому в наши дни проблема сжатия изображений приобрела особую актуальность.

Способы сжатия изображений можно разделить на две категории: сжатие без потерь не позволяет добиться высоких коэффициентов сжатия (в среднем не более чем в 3 раза, в некоторых случаях размер сжатого изображения может превысить размер исходного за счет избыточности информации), но восстановленное после сжатия изображение будет до пиксела соответствовать оригиналу; сжатие с потерями позволяет добиться высоких коэффициентов сжатия (до 50-ти раз) при несущественном ухудшении качества изображения, но реализуется только при значительных временных затратах.

Из всех современных алгоритмов сжатия, фрактальное сжатие потенциально способно обеспечить наилучшее соотношение степени сжатия и качества. Однако, фрактальное сжатие не лишено недостатков, основной из которых – это значительные временные затраты при его реализации на ЭВМ, обоснование этого факта приведено в данной работе. С развитием вычислительной техники и информационных технологий, мощность машин возрастает, что позволяет оптимизировать затраты времени на процесс сжатия. В связи с этим разработка алгоритмов быстрого фрактального сжатия представляет собой актуальную научную задачу, решение которой позволило

бы построить на его основе специальные форматы сжатия для применения в узких областях, например, в здравоохранении, где предъявляются особые требования к качеству изображений [1].

Следует отметить, что бакалаврская работа является логическим продолжением курсовой работы, в которой был изучен и исследован алгоритм фрактального сжатия для изображений в градациях серого. Данная работа посвящена исследованию фрактального сжатия цветных изображений с **целью** разработки быстрого алгоритма фрактального сжатия цветных изображений, пригодного для практического применения.

Поставленная цель определила следующие **задачи**:

1. Исследовать алгоритмы фрактального сжатия цветных изображений и осуществить выбор наиболее перспективных направлений для разработки алгоритма быстрого фрактального сжатия.

2. Изучить способы представления цветных изображений в памяти ЭВМ.

3. Предложить способы ускорения и оптимизации фрактального сжатия цветных изображений.

4. Разработать программное обеспечение, позволяющее пользователю сжимать и восстанавливать цветное изображение формата bmp с использованием фрактального алгоритма сжатия в режиме реального времени.

Методологические основы фрактального сжатия изображения представлены в трудах М.П. Шарабайко, А.Н. Осокина [6], С. Уэлстида [7], А. С. Сибирякова [9], А.С. Касаткин, Е.А. Шанцын, В.В. Мусихин [10].

Личный вклад. Все основные результаты, программные реализации и выводы, изложенные в бакалаврской работе, получены автором самостоятельно.

Практическая ценность. Разработанное приложение ColorFractus является программным обеспечением, позволяющим пользователю сжать и восстанавливать изображения в реальном времени. Так же приложение можно использовать как фундамент для реализации более усовершенствованных программных решений.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, двух разделов, заключения, списка использованных источников и приложения представленном на цифровом носителе. Общий объём работы – 56 страниц, из них 47 страниц – основное содержание, включая 25 рисунков и 4 таблицы, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников – 22 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе «Теоретические основы фрактального сжатия изображений» рассмотрено представление изображения в памяти ЭВМ в системе RGB, в которой цвет представлен значениями интенсивности красного (R), зеленого (G) и синего (B) компонента [2]. Описана цель и общие требования к архиваторам изображений.

Далее рассмотрены теоретические основы фрактального сжатия изображения:

1. Теория систем итерируемых функций (Iterated Function System, IFS), адаптированная для сжатия изображения Майклом Барнсли и Аланом Сложном (запатентована в 1990-1991 годах). Сжатие основано на том, что с помощью коэффициентов системы итерируемых функций изображение представляется в более компактной форме, для этого необходимо применить IFS-преобразование (набор трехмерных аффинных преобразований, переводящих одно изображение в другое). Преобразованию подвергаются точки в трехмерном пространстве, x координата, y координата и яркость [5].
2. Метод фрактального кодирования, предложенный французом Эрнаутом Жареном в 1992 году, в котором используются системы доменных и ранговых блоков квадратной формы, покрывающих всё изображение [6].

Развитие теория фрактального сжатия изображения получила в работах [7-12].

Далее описана подготовка изображения перед сжатием: разбиение на ранговые и доменные блоки, сжатия доменных блоков до размеров рангового для дальнейшего сравнения их с помощью дистанции, представляющей собой функцию среднеквадратического отклонения, а также применение данной идеи для сжатия цветных изображений. Представлены блок-схема изложенного алгоритма сжатия и структура сжатого изображения в виде программной реализации. Изложен метод преобразования типов данных структуры и потоковая запись сжатой информации в файл. Предложен алгоритм восстановления изображения и приведена соответствующая блок-схема.

Следующий подраздел посвящен описанию способов оптимизации и ускорению алгоритма фрактального сжатия изображений. Один из способов оптимизации алгоритма — это его распараллеливание [13]. Данная технология использовалась: при разложении изображения на три составляющих, при независимом поиске схожих доменных блоков и для восстановления изображения. Второй способ уменьшения временной сложности алгоритма основан на сокращении количества перебираемых блоков с помощью введенной погрешности. Далее представлена блок-схема фрактального сжатия изображения с использованием погрешности. Следующий способ усовершенствования — это изменение метода записи структуры данных в конечный файл, в основу легла идея: первоочередная запись всех, самых распространённых при сохранении доменных блоков и последующая запись ранговых блоков ссылками на записанные доменные блоки.

В заключение первого раздела описывается одно из положительных свойств фрактального сжатия — возможность масштабирования восстановленного изображения без потери качества изображения.

Второй раздел «Проектирование системы фрактального сжатия цветного изображения» описанию приложения ColorFractus, а также сравнительному анализу данного приложения с другими архиваторами.

Для программной реализации ColorFractus был использован язык C# — язык разработки приложений для платформы Microsoft .NET Framework [14].

Для организации графического интерфейса использовалось Windows Forms — интерфейс программирования приложений. Для демонстрации системы ColorFractus приводятся скриншоты.

В экспериментальной части работы оценка эффективности приложения ColorFractus производится в сравнении с другими современными и распространёнными архиваторами, такими как WinRar [15-16] и Jpeg [11].

Для тестирования архиваторов использовался компьютер со следующей конфигурацией:

- процессор — Intel Core i5-2405S;
- материнская плата — Asus P8H61-M LX3;
- память — DDR3-1600 (2×4 Гбайт);
- видеокарта — NVIDIA GeForce GTX 550Ti).
- установленная операционная система Windows 7 (64-бит).

При сжатии программой ColorFractus в скобках указывается размер рангового блока. Для сжатия использовалась заданная погрешность в 100, 200, 500 единиц, для размеров 2, 4, 8 рангового блока соответственно. Программа WinRar использовалась в двух режимах: обычный и максимальная степень сжатия. JPEG использовался в двух режимах качества 100 и 80.

Полученные результаты сжатия и восстановления изображений различных изображений были занесены в соответствующие таблицы. После каждой таблицы приведен анализ полученных данных.

Рассмотрим основные выводы, полученные в ходе эксперимента.

Одной из основных проблем, при построении алгоритма фрактального сжатия, является поиск самоподобных участков в изображении. Это основная идея, благодаря которой осуществляется сжатие. Так же данная проблема несет и временную нагрузку на выполнение алгоритма, так как формула среднеквадратического отклонения выполняется для каждого доменного блока, следовательно, чем меньше используется данная формула, тем быстрее выполняется алгоритм. Все приведенные в работе усовершенствования

предназначены в основном для того, чтобы уменьшить количество вызовов формулы СКО.

От размера рангового блока напрямую зависит качество выходного изображения и время выполнения. Для алгоритма без внесённой погрешности, время выполнения прямолинейно зависело от размера блока, чем меньше размер рангового блока, тем больше их становится, тем дольше работает программа, чтобы обработать всех их. В свою очередь меньший размер рангового блока давал более схожие с оригиналами качество изображения. Введенная же погрешность даёт возможность не использовать ранговые блоки большой величины, используемых для экономии времени. Для погрешности важен большой выбор доменных блоков, чем больше доменных блоков, тем больше вероятность, что дистанция между одним из них будет удовлетворять погрешность.

Не менее важной проблемой является запись сжатых данных в файл, так как суть сжатия — это малый объем (вес) данных конечного результата. Преобразования данных перед записью дали меньший размер получаемого файла.

Для фрактального алгоритма, как и для других алгоритмов сжатия с потерями, очень важны механизмы, с помощью которых можно будет регулировать степень сжатия и степень потерь. К настоящему времени разработан достаточно большой набор таких методов [17-22].

Во-первых, можно ограничить количество преобразований, заведомо обеспечив степень сжатия не ниже фиксированной величины. Во-вторых, перед поиском подобных доменных блоков можно классифицировать и ранговые и доменные блоки по полярному углу их центров масс и перед поиском брать блоки из нужной категории. В-третьих, можно запретить дробить фрагменты размером меньше, допустим, четырех точек. Изменяя пороговые значения и приоритет этих условий, можно очень гибко управлять коэффициентом компрессии изображения: от побитного соответствия, до любой степени сжатия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы были решены все поставленные задачи. Результатом работы стало приложение ColorFractus, позволяющее пользователю сжимать и восстанавливать цветное изображение формата bmp с использованием фрактального алгоритма сжатия в режиме реального времени.

Экспериментально доказано, что:

1. ColorFractus работает несколько медленнее, чем WinRar, но устойчиво достигает лучших коэффициентов сжатия при обработке цветных изображений. Это еще раз подтверждает известный факт о том, что универсальные алгоритмы сжатия не позволяют эффективно сжимать изображения.

2. ColorFractus также уступает по времени алгоритму JPEG, однако перевес в пользу того или иного приложения по достигнутому коэффициенту сжатия зависит от самого изображения. ColorFractus более эффективно сжимает изображения без частых цветовых переходов и широкой палитры цветов.

3. Если размер рангового блока для ColorFractus больше 2, то качество восстановленного изображения у ColorFractus хуже, чем у JPEG. При использовании WinRar восстановленное изображение не отличается от оригинала.

Таким образом можно сделать вывод, что ColorFractus имеет не плохой коэффициент сжатия, но недостаточное время выполнения и качество восстановленного изображения, для того чтобы конкурировать с алгоритмом JPEG. WinRar, как говорилось ранее, является архиватором сжатия без потерь, его участие в эксперименте было аргументированно лишь его популярностью.

Программа с реализацией алгоритма фрактального сжатия была представлена в виде научного доклада на студенческой научной конференции факультета компьютерных наук и информационных технологий 2016 года и удостоена второго места.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Практическое применение фрактальных алгоритмов» [Электронный ресурс]. URL: <http://m-rush.ru/theory/item/184-fraktaly-na-praktyke.html> (дата обращения: 29.05.2016).
2. RGB [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RGB> (дата обращения: 29.05.2016).
3. Всё о сжатии данных, изображений и видео «Методы сжатия данных: Сжатие изображений» [Электронный ресурс]. URL: http://www.compression.ru/book/part2/part2__1.htm (дата обращения: 29.05.2016).
4. Фрактал [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрактал> (дата обращения: 29.05.2016).
5. М.П. Шарабайко, А.Н. Осокин, Статья «Быстродействующий алгоритм фрактального сжатия изображений» [Электронный ресурс]. URL: <http://fic.bos.ru/articles/> (дата обращения: 29.05.2015).
6. С.Уэлстид. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображения. Учебное пособие. – М.; Издательство Триумф, 2003. – 320с.
7. Статья «Фрактальное сжатие изображений» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/fract-comp.htm> (дата обращения: 2015).
8. Занятия «Алгоритмические основы растровой графики: Информация» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/993/163/info> (дата обращения: 2015).
9. А. С. Сибиряков «Фрактальное сжатие изображений» [Электронный ресурс]. URL: <http://cs.usu.edu.ru/study/fractal/#11> (дата обращения: 2015).
10. А.С. Касаткин, Е.А. Шанцын, В.В. Мусихин «Фрактальное кодирование цветных изображений и полутоновых видеопоследовательностей». Тематический выпуск № 2-2006 год.
11. Всё о сжатии данных, изображений и видео [Электронный ресурс]. URL: http://www.compression.ru/book/part2/part2__3.htm (дата обращения: 29.05.2016).
12. Статья «Фрактальное сжатие изображений» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/fract-comp.htm> (дата обращения: 2015).

13. System.Threading [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.threading\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.threading(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 29.05.2016).
14. Язык C# и .NET Framework [Электронный ресурс]. URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/z1zx9t92.aspx> (дата обращения: 29.05.2016).
15. RAR [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RAR> (дата обращения: 29.05.2016).
16. Сравнение 64-битных архиваторов [Электронный ресурс]. URL: <http://compress.ru/article.aspx?id=23664> (дата обращения: 29.05.2016).
17. И.В. Бойченко, С.С. Кулбаев, А.А. Немеров, В.В. Голенков «эксперимент по фрактальному сжатию rgb-изображений на вычислительном кластере» - 2012 год.
18. В.В. Гребеник «Усовершенствованный алгоритм сжатия изображения на основе ИФС» МГУ, Москва - 1998 год.
19. С.В. Илюшин «Разработка алгоритмов быстрого фрактального сжатия цифровых изображений», Москва - 2012 год.
20. С.В. Илюшин «Ускорение фрактального сжатия изображений путем классификации блоков по полярному углу их центров масс». Научная статья – 2011 год.
21. М. П. Шарабайко, А. Н. Осокин «Быстродействующий алгоритм фрактального сжатия изображений» Научная статья – 2011 год.
22. В.В. Окунев, А.С. Потапов «Оптимизация разбиения изображения в форме квадродерева по критерию минимальной длины описания во фрактальном сжатии». Санкт-Петербург, - 2011год.