

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра теоретических основ
компьютерной безопасности и
криптографии

Реализация сжатия фотоизображений с помощью вейвлета Добеши

АВТОРЕФЕРАТ

дипломной работы

студентки 6 курса 631 группы

специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Бронниковой Елизаветы Станиславовны

Научный руководитель

доцент, к.п.н

А. С. Гераськин

23.01.2020 г.

Заведующий кафедрой

д. ф.-м. н., доцент

М. Б. Абросимов

23.01.2020 г.

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Существует проблема хранения и передачи больших объемов информации, в том числе изображений. При этом разрешающая способность устройств ввода изображений неуклонно растет. Исходя из этого стало очевидно, что классические алгоритмы общего назначения не обеспечивают достаточной степени сжатия информации, если информация является изображением. Соответственно, для решения этой проблемы были разработаны алгоритмы, которые обеспечивают сжатие изображений с потерями информации, но в то же время позволяют существенно поднять степень компрессии. Алгоритмы сжатия с потерями в основном ориентированы на фотографии и изображения с плавными цветовыми переходами и небольшим количеством мелких деталей.

Если говорить про алгоритмы сжатия изображений с потерями информации, то к ним относятся такие алгоритмы, как jpeg, фрактальное сжатие, волновое сжатие и др. Кроме того, к таким алгоритмам относится сжатие с помощью вейвлет.

В настоящее время большая часть задач цифровой обработки изображений решается при помощи вейвлет-анализа. Вейвлет-анализ используется для сжатия изображений, в компьютерной графике, для распознавания образов и построения моделей восприятия зрительной информации.

Выбор оптимального вейвлет преобразования для кодирования изображений является трудной задачей. Известен ряд критериев построения «хороших» вейвлетов, среди которых наиболее важными являются: гладкость, точность аппроксимации, величина области определения, частотная избирательность фильтра. Однако, наилучшая комбинация этих свойств неизвестна.

Методы вейвлет-преобразований используют избыточность в представлении данных, а именно избыточность масштаба, уменьшение которого и ведет к сокращению объема хранимой информации. С помощью вейвлетов удаётся сжимать изображения и видео, сохраняя приемлемое качество.

Целью данной работы является применение вейвлета Хаара и вейвлета Добеши различных порядков в рамках задачи сжатия изображений и его программная реализация.

Задачами данной работы являются:

- рассмотреть структуру цифровых изображений;
- рассмотреть вейвлет Хаара и вейвлет-функции Добеши различных порядков;
- осуществить применение вейвлета Хаара и вейвлета Добеши для сжатия изображений;
- реализовать программный продукт, осуществляющий сжатие и последующее восстановление изображений с помощью вейвлета Хаара и вейвлета Добеши различных порядков;
- провести анализ эффективности применения вейвлета Хаара и вейвлета Добеши для сжатия изображений и получить сравнительную оценку применения данных вейвлетов в рамках задачи сжатия изображений.

Дипломная работа состоит из введения, 2 разделов, заключения, списка использованных источников и 3 приложений. Общий объем работы составляет 84 страницы, из них 41 страница – основное содержание работы, включая 26 рисунков, список использованных источников состоит из 17 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1 озаглавлен «Сжатие цифровых изображений» и содержит математическое определение полутоновых и полноцветных изображений, объяснение диапазона значений яркостей пикселей матриц полутоновых и полноцветных изображений. В разделе описано в чем состоит задача сжатия изображений, приведено различие между алгоритмами сжатия с потерями и без потерь информации. Указана проблема оценки потери визуальной информации, выделены определенные критерии оценки качества изображений, которые были применены к рассмотренным в работе изображениям. Рассмотрены три формата точечных изображений (png, tiff, bmp) и описана их внутренняя структура. Описано в чем заключается вейвлет-сжатие как сжатие с потерями информации, рассмотрена его идея, принципы и отличие от JPEG.

Показан процесс построения вейвлета Хаара через полусуммы и полуразности, приведена матрица прямого и матрица обратного преобразований. Вейвлет-преобразование Хаара рассмотрено как применение низкочастотных и высокочастотных фильтров, объяснено какую именно информацию (общую или детализирующую) пропускает каждый из фильтров.

Показан процесс построения вейвлета Добеши порядка 4 через взвешенное среднее, получена матрица преобразования, обозначены требования к матрице преобразования для последующего нахождения обратной матрицы для обратного преобразования. Из соблюдения данных требований выведены уравнения для нахождения коэффициентов, найдены коэффициенты Добеши вейвлета порядка 4. Вейвлеты Добеши порядков 6, 8, 10 и 12 построены аналогичным образом, получены матрицы преобразований, уравнения для нахождения коэффициентов также получены из соблюдения необходимых условий для последующего построения обратных матриц.

Раздел 2 озаглавлен «Реализация вейвлет-преобразования», в нем описан алгоритм по применению указанных вейвлетов для сжатия и восстановления точечных изображений.

Приведено детальное описание разработанной программы, визуально показаны все этапы работы. Описаны процессы сжатия и восстановления с точки зрения реализации, указана последовательность обработки данных программой. Приведена формула для подсчета степени сжатия. Описана методика *PSNR*, пиковое отношение сигнала к шуму определено через среднеквадратичную ошибку, приведены соответствующие формулы для полутоновых и полноцветных изображений, отмечен диапазон допустимых значений для *PSNR*. Выделены категории изображений для более объективной оценки.

Проанализированы результаты сжатия и восстановления набора тестовых изображений, представленных в приложении В дипломной работы. Приведены визуальные примеры оригинальных изображений, а также восстановленных изображений для рассматриваемых в работе вейвлетов. Проанализированы посчитанные степени сжатия и значения *PSNR*, а также дана визуальная оценка качества восстановленных изображений. Визуально восстановленные изображения проанализированы по критериям оценки качества, указанным в разделе 1 данной работы.

Сделаны выводы о целесообразности и эффективности применения вейвлетов для сжатия определенных изображений на основе полученного набора данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания данной работы была рассмотрена структура цифровых изображений форматов png, tiff и bmp, изучены вейвлет-функции Хаара и Добеши порядков 4, 6, 8, 10 и 12. Был рассмотрен принцип построения вейвлетов, выведены уравнения для расчета коэффициентов, разработан алгоритм применения указанных вейвлетов как для сжатия, так и для восстановления изображений. В результате был реализован программный продукт, осуществляющий сжатие и последующее восстановление изображений с помощью вейвлета Хаара и вейвлета Добеши рассмотренных порядков. Разработанная программа была применена к определенному количеству тестовых изображений для анализа эффективности вейвлет-сжатия, сжатие и восстановление осуществлено всеми рассмотренными вейвлетами для детального сравнения результатов. Анализ был проведен с визуальной стороны, а также посредством методики *PSNR* с помощью вычисления среднеквадратичной ошибки. Результаты анализа показали высокую эффективность применения вейвлетов Хаара и Добеши порядков 4 и 6 и более низкую эффективность применения вейвлетов порядков 8, 10 и 12. Принимая во внимание полученные степени сжатия, значения *PSNR* и визуальную оценку восстановленных изображений, сделан вывод об эффективности и целесообразности применения вейвлетов при сжатии как полутоновых, так и полноцветных изображений. Применение вейвлетов не приводит к сильным искажениям, потере мелких деталей или возникновению артефактов. При восстановлении изображений сжатых вейвлетами Хаара и Добеши порядков 4 и 6 восстановленные изображения практически неотличимы от оригинала, при сжатии вейвлетами более высоких порядков на восстановленных изображениях выявлены искажения в виде размытия и ряби вдоль границ цветов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Тропченко, А. Ю. Методы сжатия изображений, аудиосигналов и видео: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ю. Тропченко. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 108 с. - URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/574.pdf> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 2 Сжатие изображений с потерями [Электронный ресурс] // Habr [Электронный ресурс]. - URL: <https://habr.com/post/251417> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 3 Уэлстид, С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии: учебное пособие / С. Уэлстид. – М.: Издательство Триумф, 2003. - 320 с.
- 4 Вейвлет-сжатие на пальцах [Электронный ресурс] // Habr [Электронный ресурс]. - URL: <https://habr.com/post/168517> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 5 Штарк, Г. Г. Применение вейвлетов для ЦОС / Г. Г. Штарк. – М.: Техносфера, 2007. - 192 с.
- 6 Как это устроено: структура изображений в формате png [Электронный ресурс] // UNDERPOWERED [Электронный ресурс]. - URL: <https://blog.underpowered.com/how-does-it-work-png> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 7 Формат bmp [Электронный ресурс] // DELPHIRU [Электронный ресурс]. - URL: <https://delphiru.ru/other/450-format-bmp> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 8 Формат tiff [Электронный ресурс]. // Narod [Электронный ресурс]. - URL: <http://narod.ru/g14/4-4.htm> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.
- 9 Фрейзер, М. Введение в вэйвлеты в свете линейной алгебры / М. Фрейзер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 487 с.
- 10 Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам [Электронный ресурс] / И. Добеши. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. - 464 с. – URL: <http://en.bookfi.net/book/599534> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.

11 Вейвлет-преобразование: определение, применение, примеры [Электронный ресурс] // Fb.ru [Электронный ресурс]. - URL: <http://fb.ru/article/329685> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.

12 Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Дж. Рихтер. – СПб.: Питер, 2013. - 896 с.

13 Байдалина, С. А. Сравнительные оценки сжатия изображений [Электронный ресурс] / С. А. Байдалина: Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2015. С. 94-96. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/14072008> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.

14 Все о сжатии изображений [Электронный ресурс] // Compression.ru [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.compression.ru/book/part2.html> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.

15 The USC-SIPI Image Database [Электронный ресурс] // База изображений [Электронный ресурс]. - URL: <http://sipi.usc.edu/database/database.php> (дата обращения 17.10.2019). Загл. с экрана. Яз. Рус.

16 Kodak lossless true color image suite [Электронный ресурс] // База изображений [Электронный ресурс]. - URL: <http://r0k.us/graphics/kodak/> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.

17 Документация по .NET [Электронный ресурс] // Техническая документация. - URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/?view=netcore-3.0> (дата обращения 17.10.2019). - Загл. с экрана. - Яз. Рус.