

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.422.833

Шимановский  
Иван Анатольевич

Алгоритмы сжатия сырых Байеровских изображений

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники

по специальности 1-40 81 02 – Технологии виртуализации и облачных  
вычислений

Научный руководитель  
А.А. Воронов, кандидат  
технических наук, доцент

Минск 2018

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, существует множество красивых, качественных, крупноформатных снимков высокого разрешения, сделанных профессиональными фотографами. Такое качество достигается благодаря постоянно увеличивающейся разрешающей способности фотоаппаратов, а также профессиональной или удачно подобранной обработке.

Профессиональные и полупрофессиональные фотоаппараты позволяют производить съёмку с сохранением фотографий как в сыром (RAW), так и в JPEG формате. При сохранении в JPEG формате, фотография может быть предварительно обработана с помощью заранее заданных настроек, называемых пресетами. Зачастую, удачно подобрав параметры съёмки, можно потерять качество последующих фото из-за различных окружающих факторов.

Сохранение фотографий в формате JPEG предполагает потерю части информации снятой фотоаппаратом, поскольку изображение сохраняется в приблизительном, с технической точки зрения, виде. Если фотография была сделана с применением пресетов (что зачастую происходит), то речь о дальнейшей обработке, с целью раскрытия фотографии с новой стороны и извлечения дополнительной информации, идти не может.

Есть тип фотографий, для получения качественных экземпляров которых, съёмка в RAW формате является необходимым условием. К таким типам можно отнести пейзажную съёмку, HDR-съёмку (объединение несколько одинаковых фотоснимков в один), съёмку для последующей печати в большом формате, съёмку при сложных условиях освещения, съёмку художественных фотографий и съёмку новичками фотографий, которые могут быть скорректированы профессионалами в дальнейшем.

Практически во всех фотоаппаратах, RAW формат является проприетарным и достаточно специфическим. Он может отличаться даже от модели аппарата. Таки образом, спустя время может оказаться, что фотографии невозможно открыть. В тоже время, он может обеспечить более качественную обработку фотографии с помощью родных программ для конкретного фотоаппарата.

Для обхода проблемы специфичности RAW формата, используется конвертация в общедоступный архивный формат DNG. Фотографии, сохранённые или преобразованные в этот формат, всё ещё содержат в себе исходную информацию, полученную с сенсоров.

Ощутимым преимуществом сырого формата, является содержание исходной информации, полученной непосредственно с сенсоров фотоаппарата. Это даёт избыточную информацию с точки зрения просмотра фото, но, при этом,

позволяет проявить скрытые элементы, которые стали незаметными на фото от несбалансированного освещения или неправильно подобранной преднастройки. В тоже время ощутимым недостатком сырого формата является большой размер сохраняемых файлов.

Учитывая размер файлов и типичный жизненный цикл изображения у профессионального фотографа, в котором количество копий исходной фотографии может достигать шести: исходное; резерв исходного; обработанное; резерв обработанного; для портфолио; готовое, в формате JPEG, изображение – из которых 5 файлов в сыром формате – размер занимаемой памяти одной сделанной фотографией может варьироваться от 15Мб до 400мб. Таким образом возникает высокая необходимость в сжатии хранимых изображений.

Стандартный конвертор, установленный в видеокамере, позволяет преобразовывать RAW, с различной степенью сжатия, в восьми битный JPEG формат. Но очевидно, что такой формат не позволяет восстановить исходное изображение, а это значит, что он не подходит в качестве архивного формата, который позволяет восстановить оригинал. Также такое конвертирование, в большинстве случаев, подразумевает применение пресетов, что дополнительно усложняет возможность восстановления.

Для разработки программной реализации алгоритма, планируется использовать язык, с управляемой памятью на платформе .NET, C#. Этот язык выбран потому, что он позволяет:

- автоматически контролировать выделение памяти в приложении
- содержит «сборщик мусора», который очищает объекты, не находящиеся больше в использовании
- содержит в NuGet пакетах множество библиотек, позволяющих использовать наработанный код другими разработчиками, который не относится к целям исследования напрямую, но является необходимым инструментом для их достижения

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью данной работы является исследование алгоритмов сжатия изображений, применительно к сырым Байеровским изображениям.

Для достижения поставленной цели в ходе работы необходимо решить следующие задачи:

- Сделать обзор существующих алгоритмов сжатия изображений
- Определить контрольную выборку изображений
- Определить критерии качества, восстановленного Байеровского изображения
- Провести сравнительный анализ алгоритмов на основании экспериментов
- Выявить наиболее подходящий алгоритм для сжатия сырых Байеровский изображений
- Модифицировать набор существующих алгоритмов, для получения алгоритма с наилучшей степенью сжатия
- Разработать программное обеспечение, демонстрирующее работу полученного алгоритма сжатия

Объектом исследования являются сырые Байеровские изображения.

Предметом исследования являются алгоритмы и методы сжатия сырых Байеровский изображений.

Основной гипотезой, положенной в основу диссертационной работы, является возможность сжатия исследуемых изображений с потерей части данных, которая не имеет существенного влияния на качество и дальнейшую обработку восстановленных изображений, в сравнении с обработкой исходных.

Работа рассчитана на любителей и профессиональных фотографов. Она позволит экономить память на устройствах хранения. На сегодняшний день отдаётся предпочтение хранить фотографии без сжатия.

Личным вкладом соискателя является разработанное приложение, позволяющее сжимать изображения в сыром формате более эффективно, чем это делают современные популярные архиваторы. В среднем, преимущество разработанного алгоритма составляет сжатие в 1,7 раз большее, чем сжатие родными форматами. По сравнению с полным PGM форматом, в среднем, преимущество сжатия достигается до 3,5 раз.

Основные идеи и результаты исследования докладывались и обсуждались на «53-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов» конференции в виде тезиса на тему «Особенности использования алгоритма JPEG для сжатия сырых Байеровских изображений, с учётом последующей визуализации», а также на «Развитие информатизации и государственной

системы научно-технической информации (РИНТИ-2017)» конференции в виде доклада на тему «Подбор таблицы квантования алгоритма JPEG для сжатия сырых Байеровских изображений, с учётом последующей визуализации».

Изображения, полученные в результате сжатия и восстановления, были протестированы совместно с профессиональным фотографом на предмет выявления качества их восстановления.

По теме диссертации опубликовано 2 печатных работы на основании предоставленных материалов к конференциям.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырёх глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе приведён обзор существующих алгоритмов сжатия, их классификация, а также дано определение понятию сырого Байеровского изображения.

Во второй главе определена контрольная выборка изображений. Определены критерии качества, восстановленного Байеровского изображения. Проведён сравнительный анализ алгоритмов, на основании экспериментов. Выявлены наиболее подходящие алгоритмы, на основании которых разработан новый алгоритм сжатия.

В третьей главе представлен разбор структуры разработанного программного обеспечения и используемых форматов изображений. Приведено обоснование введённых переменных и функций, используемых в приложении.

В четвёртой главе рассмотрено тестирование приложения, а также представлены основные результаты исследования.

В приложениях представлены основные модули, демонстрирующие работу разработанного алгоритма, а также презентация, используемая во время защиты диссертации.

Общий объём диссертационной работы составляет 77 страниц. Из них 58 страницы основного текста, 19 иллюстраций на 18 страницах, 3 таблицы на 3 страницах, 4 формул на 2 страницах, библиографический список из 30 наименований на 2 страницах, список собственных публикаций соискателя из 2 наименований на двух страницах, 3 приложения на 16 страницах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной магистерской диссертации был проведен анализ научно-технической литературы, которая относится к алгоритмам сжатия изображений, а также обработке Байеровских изображений. Рассмотрен вопрос применимости распространённых алгоритмов к сжатию сырых Байеровских изображений.

Следуя поставленным задачам, были определены критерии оценки приемлемости восстановленного Байеровского изображения. Разработан алгоритм сжатия сырых Байеровских изображений. В основу разработанного алгоритма легла комбинация алгоритма JPEG с алгоритмом ZIP, а также предварительная и пост обработки формата хранения данных изображения. Разработано программное обеспечение демонстрирующее работу разработанного алгоритма. Для каждого разработанного модуля программного обеспечения, были разработаны unit тесты, позволяющие проводить быструю оценку работоспособности алгоритма после рефакторинга кода.

Получен средний коэффициент сжатия в 1,72 раз по сравнению с родным форматом изображения. Максимальное сжатие было достигнуто в 2,64 раза, без визуальной потери качества изображения, относительно родного формата. Относительно PGM формата было получено максимальное сжатие изображения в 4,54 раз. Максимальные и минимальные величины, с использованием JPEG (коэффициент сжатия 15), сжатия представлены в таблице:

Таблица – Сравнение полученного алгоритма на основе JPEG с native форматом

| Битность изображения | Используемый алгоритм(в сравнении) | Тип значений | Разница значений/бит | Сжатие в, раз |
|----------------------|------------------------------------|--------------|----------------------|---------------|
| 12                   | native(PGM)                        | Максимальное | 0/0                  | 1,94          |
|                      |                                    | Минимальное  | 0/0                  | 1,87          |
|                      | JPEG(PGM)                          | Максимальное | 15/4                 | 4,54          |
|                      |                                    | Минимальное  | 15/4                 | 2,93          |
|                      | JPEG(native)                       | Максимальное | 15/4                 | 2.34          |
|                      |                                    | Минимальное  | 15/4                 | 1.57          |
| 14                   | native(PGM)                        | Максимальное | 0/0                  | 1,65          |
|                      |                                    | Минимальное  | 0/0                  | 1,22          |
|                      | JPEG(PGM)                          | Максимальное | 63/6                 | 4,35          |
|                      |                                    | Приемлемое   | 62/6                 | 2,40          |
|                      | JPEG(native)                       | Максимальное | 63/6                 | 2.64          |
|                      |                                    | Минимальное  | 62/6                 | 1.97          |

Алгоритмы JPEG2000 и 7z соответственно превосходят в большинстве случаев JPEG и ZIP алгоритмы по степени сжатия. Но их исходные коды и библиотеки не были найдены, поэтому не были использованы в работе, при постановке экспериментов с разработанным алгоритмом. В тоже время, эти алгоритмы являются более ресурсоёмкие и требуют большего времени выполнения.

Особое внимание было уделено критериям оценки качества сжатия алгоритма. Было выявлено, что визуальная и экспертные оценки являются наиболее точными для сравнения схожести двух изображений. Было установлено, что произвести визуальную оценку младших бит двубайтного изображения, можно путём разделения его на две части, получая два изображения в два раза меньшего размера.

При написании работы был использован язык программирования C# на платформе .NET, библиотека DotNetZip и libJpeg. Для получения формата PGM из сырых Байеровских изображений, а также просмотра информации о них, была использована программа dscraw, поставляемая в консольном виде.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1-А] Шимановский, И. А. Особенности использования алгоритма JPEG для сжатия сырых байеровских изображений, с учётом последующей визуализации / И. А. Шимановский // Компьютерные системы и сети: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 2 – 6 мая 2017 г.). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 54 – 55.

[2-А] Подбор таблицы квантования алгоритма JPEG для сжатия байеровских изображений с учетом последующей визуализации / Шимановский И.А., Аваков С.М., Воронов А.А. и др. // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – С. 174 – 177.