

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

УДК 004.932.72

Нгуен
Ань Туан

Объектно-ориентированное кодирование аэроизображений

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-45 80 02 Телекоммуникационные системы и компьютерные
сети

Научный руководитель
Цветков Виктор Юрьевич
Д.т.н, доцент

Минск 2018

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Многие отрасли техники, имеющие отношение к получению, обработке, хранению и передаче информации, в значительной степени ориентируются в настоящее время на развитие систем, в которых информация имеет характер изображений. Изображение, которое можно рассматривать как двумерный сигнал, является значительно более емким носителем информации, чем обычный одномерный (временной) сигнал. Вместе с тем, решение научных и инженерных задач при работе с визуальными данными требует особых усилий, опирающихся на знание специфических методов, поскольку традиционная идеология одномерных сигналов и систем мало пригодна в этих случаях. В особой мере это проявляется при создании новых типов информационных систем, решающих такие проблемы, которые до сих пор в науке и технике не решались, и которые решаются сейчас благодаря использованию информации визуального характера.

Развитие систем дистанционного зондирования Земли, пассивной оптической локации и мобильного видеонаблюдения привело к формированию проблемы эффективной передачи видеоданных с подвижных объектов. При передаче аэроизображений требуются хорошее качество обслуживания трафика и высокая скорость передачи, главным образом в режиме реального времени. Основной проблемой передачи аэроизображений является согласование их объемов с ограниченной полосой радиоканалов передачи в условиях высокой вероятности ошибок. Для удовлетворения данных требований при передаче аэроизображений используется предварительная обработка до сжатия. Эффективным решением данной проблемы является кодирование аэроизображений на основе сегментации и контурной обработки. В этой связи актуальной является задача разработки метода объектно-ориентированного кодирования аэроизображений для последующей обработки и их передачи по каналу связи. Данное направление определило тему настоящей диссертационной работы .

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Развитие компьютерных сетей и информационных технологий всех отраслей знаний стимулировало разработку новых математических моделей исследуемых объектов в различных предметных областях. К числу таких объектов относятся изображения, предоставляющие большое количество информации об изображенных объектах в наглядной и образной форме. В то же время возможности извлечения полезной информации из

изображений определяются их пространственной структурой. Поэтому задачи моделирования и анализа структуры изображений возникают в различных прикладных областях при решении самых разнообразных задач.

Аэроизображения поверхности земли в инфракрасном и оптическом диапазоне, сделанные кадровыми и строчными камерами, позволяют получить информацию о характеристиках снимаемой местности и об объектах естественного и искусственного происхождения, не слишком эффективно обрабатываются существующими методами кодирования изображений. Причина этого в том, что присущие им внутренние корреляции чрезвычайно сильно и избирательно связаны с их упорядоченной и организованной структурой. Поэтому отсутствие учета этой структуры приводит к существенному снижению показателей сжатия графической информации, определяющих эффективную пропускную способность каналов связи телекоммуникационных систем, а также к снижению производительности процедур кодирования и декодирования, либо к возрастанию их ресурсозатратности.

На сегодняшний день в области сжатия изображений существует ряд проблем. При высокой степени компрессии изображений современными наиболее мощными и популярными стандартами компрессии наблюдается значительное ухудшение визуального качества изображения, которое проявляется либо в виде «блочности» изображения и эффекта ореола вокруг контурных линий (JPEG), либо в виде сильного размытия контуров изображения (JPEG2000). Сохранение качественного отображения контуров на изображении имеет важное значение практически для всех типов изображений, в особенности для изображений, используемых при цифровой обработке геологических карт, геофизических и гидродинамических моделей месторождений полезных ископаемых.

Поэтому актуальной является задача поиска эффективных методов и алгоритмов сжатия изображений, позволяющих сохранять без изменений или с малыми искажениями в первую очередь именно контурную информацию изображения.

Актуальность темы магистерской диссертации обусловлена необходимостью совершенствования алгоритма и метода объектно-ориентированного кодирования аэроизображений. Эффективным решением данной проблемы является кодирование аэроизображений на основе сегментации и контурной обработки.

Цель работы состоит в получении научно-обоснованных методических и технических решений, основанных на анализе свойств, характеристик и схем взаимного согласования процедур сжатия аэроизображений, направленных на разработку методик и алгоритмов эффективного кодирования полутонных

аэроизображений, обеспечивающих сохранение контурной информации объектов при высокой степени компрессии данных, применение которых повысит качественные характеристики систем передачи информации по цифровым каналам связи телекоммуникационных систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- провести анализ универсальных методов сжатия данных, методов сжатия полутоновых изображений, а также анализ характера избыточности данных в изображениях с целью разработки методик и алгоритмов эффективного кодирования полутоновых изображений, учитывающих структурный характер аэроизображения;

- исследовать алгоритмы нахождения замкнутых границ объектов на полутоновом изображении для разработки методики кодирования границ полутонового аэроизображения цепным кодом Фримана;

- исследовать возможность применения аффинного преобразования методом интерполяции для компрессии границ полутонового изображения и определить оптимальные коэффициенты растяжения/сжатия для решения данной задачи;

- провести экспериментальные исследования, направленные на определение наиболее эффективного метода компрессии границ аэроизображения;

- оценить эффективность компрессии и визуальное качество изображений, сжатых с помощью существующих методов сжатия и с помощью разработанного метода сжатия полутоновых изображений.

Объект и предмет исследования

Объект исследования – Методы эффективного кодирования аэроизображений.

Предмет исследования – Методы объектно-ориентированного кодирования аэроизображений.

Методология и методы проведенного исследования

Для решения задач диссертационной работы применялись методы математического описания и моделирование в среде MATLAB, элементы теории цифровой обработки изображений.

Научная новизна и значимость полученных результатов

- разработан метод объектно-ориентированного кодирования полутоновых аэроизображений, позволяющий сохранить контурную составляющую

аэроизображения при высокой степени компрессии, что достигается за счет кодирования замкнутых границ с помощью цепного кода Фримана;

– предложена методика объектно-ориентированного кодирования полутоновых аэроизображений, позволяющая с высокой надежностью выделить контурную информацию изображения за счет комплексного использования сегментации наращиванием областей и выделения контурной информации изображения;

– предложена технологическая схема обработки информации для метода объектно-ориентированного кодирования полутоновых аэроизображений, обеспечивающая получение на выходе восстановленного полутонового изображения в приемлемом визуальном качестве с четкой контурной составляющей при высоких степенях компрессии, что является результатом эффективного комплексного использования разработанных инструментальных средств и методов.

Практическая полезность работы заключается в применении нового подхода к сжатию аэроизображений, который основывается на объектно-ориентированном кодировании аэроизображений и дальнейшей компрессии контурной информации в процессе сжатия и растяжения интерполяцией аэроизображений в процессе декомпрессии. Объектно-ориентированное кодирование осуществляется на основе сегментации наращиванием областей и выделения границ, которые лучше других выделяют замкнутые границы объектов на аэроизображении, что доказано экспериментальным исследованием.

Предложенные новые методические и алгоритмические решения позволяют сохранить очень важную для восприятия человеческим зрением контурную информацию при высоком уровне сжатия полутонового аэроизображения в отличие от самых популярных на сегодняшний день стандартов сжатия изображений, которые при высоком уровне компрессии приводят к значительному «размазыванию» контуров на изображении. Разработанные методики и алгоритмы позволят увеличить возможности архивирования графической информации, а также улучшить качественные характеристики процесса передачи графических данных по цифровым каналам связи телекоммуникационных систем.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

– метод компрессии полутоновых аэроизображений, основанный на объектно-ориентированном кодировании аэроизображений и сжатия контурных данных с помощью фильтрации низких частот, квантования, пространственного преобразования (сжатие), сегментации наращиванием областей и кодирование границ цепным кодом Фримана; метод декомпрессии, осуществляемый с помощью декодирования и выделения границ объектов, заполнения внутренних областей границ и пространственного преобразования (растяжения) методом билинейной интерполяции;

- методика кодирования замкнутых границ полутоновых аэроизображений, основанная на поиске контуров;
- технологическая схема обработки информации при использовании метода объектно-ориентированного кодирования аэроизображений, обеспечивающая эффективность использования разработанных средств и методов в интеллектуальных системах телекоммуникаций.

Апробация результатов диссертации

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: 54-ой научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов БГУИР, Минск, Беларусь, 2018 г..

Опубликованность результатов

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 1 печатной работе общим объемом 2 страницы, в том числе: 1 тезис доклада в сборниках конференций.

Структура и объем диссертации

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из титульного листа, введения, четырёх глав и заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации – 109 страниц. Работа содержит 7 таблиц, 52 рисунка, 8 приложений. Библиографический список включает 30 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено развитие многих отраслей техники, имеющих отношение к получению, обработке, хранению и передаче информации, в значительной степени ориентируются в настоящее время на развитие систем, в которых информация имеет характер изображений. Сегментация является наиболее критической процедурой процесса автоматизации анализа изображений, поскольку ее результаты влияют в дальнейшем на все последующие действия, связанные с анализом изображения: представление выделенных объектов и их текстовое описание, измерение признаков, а также другие задачи более высокого уровня (классификация объектов, интерпретация сцен и т.д.).

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об

объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе проведен обзор существующих и возможных методов эффективного кодирования изображений. Анализ результатов обзора показал, что основным недостатком этих алгоритмов является специфическое влияние помех на достоверность декодирования, которое проявляется в том, что одиночная ошибка в кодовой комбинации может перевести ее в другую кодовую комбинацию, не равную ей по длительности. Это может привести к неверному декодированию ряда последующих комбинаций, что называют треком ошибки, хотя существуют методы, позволяющие свести трек ошибки к минимуму. Существенным недостатком является также сложность технической реализации систем эффективного кодирования, которые должны включать в себя буферные устройства и устройства накопления. Использование этих устройств вызвано тем, что длина кодовых комбинаций различна, а каналы связи эффективно работают только в том случае, если символы поступают на них с постоянной скоростью. Кроме этого, при кодировании блоками необходимо накапливать символы, прежде чем присвоить их совокупности какую-либо кодовую комбинацию.

Во второй главе приведено обсуждение методов улучшения изображения, были заложены основы многих концепций, использующихся при обнаружении границ в задачах сегментации изображения. Преобразование яркости будут часто использоваться при растяжении и сжатии диапазонов яркости, пространственная фильтрация найдет применение в задачах восстановления изображения при обработке цветных изображений, при сегментации и при извлечении дескрипторов изображений. Техника преобразования Фурье будут интенсивно применяться при изучении методов восстановления изображений при сжатии изображений и при описании изображений. Обычно анализ изображений включает такие операции, как получение внешнего контура изображенных объектов и запись координат точек этого контура. Часто требуется получить внешний контур в виде замкнутой кривой или совокупности отрезков дуг. Имеется три общих подхода к представлению границ объекта: аппроксимация кривых, прослеживание контуров и связывание точек перепадов.

В третьей главе представлены результаты разработки метода объектно-ориентированного кодирования аэроизображений, который относится к методам кодирования второго поколения, являющийся эффективным алгоритмом сжатия изображений при высоком коэффициенте сжатия,

позволяющем сохранять с малым искажениями контурную информацию аэроизображений.

В **четвертой главе** представлены результаты разработки программного средства объектно-ориентированного кодирования аэроизображений. Разработан метод контурного сжатия объектов полутоновых аэроизображений, позволяющий сохранить контурную составляющую изображения при высокой степени компрессии, что достигается за счет кодирования и компрессии границ объектов с помощью ФНЧ, квантования и сегментации наращиванием областей. Применение разработанного метода повысит качественные характеристики систем передачи графической информации по цифровым каналам связи телекоммуникационных систем. Выполнен сравнительный анализ методов компрессии изображений с целью определения эффективного метода компрессии границ объектов изображения. Предложенный метод оказывается лучше стандарта JPEG и JPEG2000 визуальным качеством при высокой степени компрессии.

В **приложениях** приведены результаты обработки аэроизображений предложенного метода кодирования изображений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Контурные области являются областями высокой концентрации информации, слабо зависящей от цвета и яркости. При рассмотрении какого-либо объекта в сознании человека формируется зрительный образ. При восприятии глаз отслеживает линию контура, что приводит к созданию в сознании образа с характерными деталями. Существует мнение, что при восприятии в сознании человека формируются два образа: контура и внутренней части изображения.

2. Объект на изображении – плоская геометрическая фигура. Модель объекта – многомерный вектор, координаты которого характеризуют признаки объекта. Метод объектно-ориентированного кодирования является оптимальным для определения близости двух объектов, несмотря на имеющиеся недостатки.

3. Метод требует проведения предварительной обработки изображения. Контурные области, в отличие от остальных точек, устойчивы на изображениях, полученных в разное время, разных ракурсах, условиях погоды и при смене датчика. Контурные области позволяют создать простые аналитические описания изображений объектов, инвариантных к переносу, повороту и масштабированию изображения.

4. В диссертационной работе предложена технологическая схема обработки информации, применяемая при сжатии замкнутых границ объектов полутоновых изображений и обеспечивающая эффективность использования

разработанных средств и методов в интеллектуальных системах телекоммуникаций. Данная технология обеспечивает получение на выходе восстановленного полутонового изображения в приемлемом визуальном качестве на высоких степенях компрессии, что является результатом выполнения всего перечня процедур технологической схемы.

5. Создано программное обеспечение, реализующее алгоритмы обработки графической информации, направленные на сжатие полутоновых аэроизображений методом объектно-ориентированного кодирования аэроизображений в телекоммуникационных системах.

6. Выполнены экспериментальные исследования разработанных средств и методов, которые показали, что LPFQS значительно лучше по сравнению с JPEG и JPEG2000 сохраняет структурную контурную и околосконтурную составляющую изображения при высокой степени компрессии, что способствует повышению качественных характеристик процесса передачи графической информации по цифровым каналам связи телекоммуникационных систем. Метод сжатия границ объектов изображений особенно эффективен для сжатия низкочастотных и тепловизионных полутоновых аэроизображений.

Список опубликованных работ

1-А. Нгуен А.Т. Объектно-ориентированное кодирование аэроизображений / Докл. 54-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов, студентов БГУИР, 23–27 апреля 2018 г., Минск, Беларусь. – / Принята к публикации /.