

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

УДК _____

Арабей
Ксения, Владимировна

Трансформационное кодирование изображений по схеме lossless-to-lossy

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 04 Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Научный руководитель
Петровский Александр Александрович
доктор технических наук, профессор

Минск 2016

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

Стержанов Максим Валерьевич

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В последнее время банки фильтров рассматриваются как одна из наиболее эффективных техник компрессии мультимедиа данных. Банки фильтров широко применяется в области кодирования видео и аудио сигналов а также изображений.

Существующие форматы кодирования изображений, например JPEG 2000, могут осуществлять компрессию данных, как с потерями, так и без потерь (lossless-to-lossy). При этом для каждого типа компрессии необходимо проводить отдельную процедуру трансформационного преобразования, что требует дополнительных вычислительных затрат. Кодирование изображений на основе параунитарного банка фильтров, позволит использовать одно трансформационное преобразование как для компрессии с потерями, так и для компрессии без потерь.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы

Разработать схему кодера изображений для режима L2L (lossless-to-lossy), в котором компрессия с потерями и без потерь будет осуществляться при помощи одного трансформационного преобразования.

Задачи исследования

- Разработать схемы квантования и кодирования коэффициентов преобразования для режимов сжатия lossless и lossy.
- Разработать схему двухуровневого трансформационного преобразование на основе параунитарных банков фильтров.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Электронных вычислительных средств»: «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки перспектив использования параунитарных банков фильтров в качестве трансформационного преобразования в схеме кодирования изображений lossless-to-lossy»

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя А.А. Петровского, заключается в формулировке целей и задач исследования, помощи в подборе литературных источников, контроле над ходом исследования и помощи в оценке полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Заочное участие в Международной научно-технической и научно-методической конференции "Современные технологии в науке и образовании" (Рязань, Россия, 2016).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 2 печатных работы, из них 1 работа в сборнике трудов и материалов международной конференции "Современные технологии в науке и образовании", и 1 работа в сборнике трудов и материалов 52-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные особенности темы исследования, сформулирована общая постановка на исследование. Вторая глава посвящена обзору информации по теме параунитарных банков фильтров в целом и специфики построения решетчатых структур на основе алгебры кватернионов. Третья глава содержит информацию о lossless и lossy стратегиях компрессии, а также результаты тестирования разработанных схем на ряде изображений. В четвертой главе содержится информация об использовании двухуровневого преобразования на основе ПУБФ, и результаты тестирования схемы для режимов lossless и lossy. В пятой главе описывается программная реализация схем кодирования в среде MatLab.

Общий объем работы составляет 74 страниц, из которых основного текста – 66 страниц, 39 рисунков на 29 страницах, 13 таблиц на 12 страницах, список использованных источников из 27 наименований на 3 страницах и 1 приложение на 5 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, приведены цель и основные задачи работы, указываются методы исследования, приведены сведения об апробации и публикации результатов работы.

В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные особенности темы исследования, приведена информация о трансформационном преобразовании и lossless-to-lossy схеме кодирования, приведено обоснование использования данной схемы, сформулирована общая постановка на исследование и выделены основные задачи.

Во второй главе приведена информация о параунитарных банках фильтров. Банк фильтров – цифровая система, состоящая из банка фильтров анализа и банка фильтров синтеза (Рисунок 1). Входной сигнал $x(n)$, который представляется последовательностью отсчетов, разбивается на M субполосных составляющих при помощи фильтров блока анализа $H(z)$. В идеальном случае эти составляющие в частотной области не перекрываются. Операции, выполняемые блоком синтеза, являются обратными операциями блока анализа. Подобрав соответствующим образом набор фильтров блока синтеза $F(z)$, можно восстановить исходный сигнал $y(n)$ из его субполосных компонент.

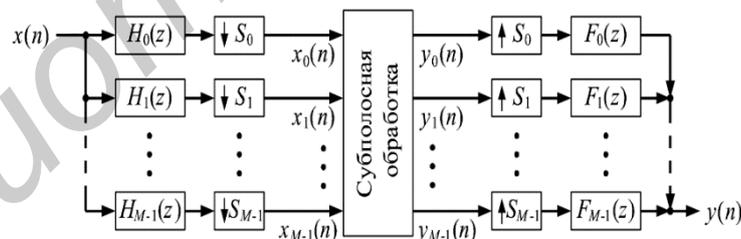


Рисунок 1 – Банк фильтров: система анализа/синтеза сигнала

Параунитарный банк фильтров (ПУБФ) – банк фильтров, у которого передаточные функции анализирующих и синтезирующих фильтров и их соответственно смещенные версии ортогональны друг другу. Фильтры синтеза в ПУБФ являются транспонированными версиями фильтров анализа:

$$F_k(z) = H_k^T(z^{-1})$$

При соблюдении этого условия обеспечивается возможность перфективной реконструкции банком фильтров входного сигнала $x(n)$.

В третьей главе описываются lossless и lossy стратегии компрессии.

Преобразование при помощи параунитарного банка фильтров не осуществляет сжатия данных, оно необходимо для подготовки информации к этапам компрессии с потерями или без потерь. После трансформационного преобразования основная часть информации концентрируется в низкочастотных субполосах, высокочастотные полосы представляют матрица, в которой многие коэффициенты либо близки, либо равны нулю. Кроме того, благодаря несовершенству человеческого зрения можно аппроксимировать коэффициенты более грубо без заметной потери качества изображения. Для осуществления компрессии с потерями проводится квантование коэффициентов. В самом простом случае - это арифметический побитовый сдвиг вправо. При этом преобразовании теряется часть информации, но может достигаться большая степень сжатия.

Обычно в алгоритмах кодирования изображений используется скалярное квантование. Числовая прямая разбивается на отрезки равной длины. Далее, квантуемый элемент, попадающий в какой-то отрезок, заменяется центром этого отрезка. Для каждой субполосы выбирается свой коэффициент квантования, что позволяет регулировать степень сжатия изображения. Как правило, их значения для субполос растут по направлению слева направо и сверху вниз. Операция квантования является единственной фазой, где происходит потеря информации.

Далее матрицы коэффициентов субполос переводится в вектор при помощи "зигзаг"-сканирования. Полученный вектор свертывается с помощью алгоритма группового кодирования (RLE). Алгоритм RLE заключается в следующем: любой последовательности повторяющихся входных символов ставится в соответствие набор из двух выходных символов: первый байт, определяющий длину входной последовательности, второй — сам входной символ.

На следующем этапе проводится кодирование по Хаффману (оно же используется для сжатия информации в режиме без потерь). В основе алгоритма кодирования Хаффмана лежит довольно простой принцип: символы заменяются кодовыми последовательностями различной длины. Чем чаще используется символ, тем короче должна быть кодовая последовательность. Кодовая таблица строится на основе статистического анализа имеющейся информации. Код Хаффмана обладает свойствами префиксных кодов и легко может быть свернут обратно в последовательность длин серий.

Сжимая файл по алгоритму Хаффмана, первое, что нужно сделать - подсчитать сколько раз встречается каждый символ. После подсчета частоты вхождения каждого символа, необходимо построить таблицу кодов и

сформировать мнимую компоновку между кодами по убыванию. Для восстановления первоначального файла, нужно иметь декодирующую таблицу, так как они будут различны для разных файлов. Следовательно, необходимо сохранять таблицу вместе с файлом.

В четвертой главе приводится информация о двухуровневом преобразование на основе ПУБФ.

С целью улучшения локализации информации при кодировании изображения, можно провести вторичное разбиение коэффициентов субполос путем каскадного соединения банков фильтров. Возникает вопрос о способе нахождения субполос, нуждающихся во вторичном разбиении. Желательно было бы иметь схему способную адаптироваться к конкретным свойствам изображения. Необходимо определить области, по которым выгоднее производить каскадирование банков фильтров. Для этого сначала проводится каскадирование по всем полосам. Далее, вводится некоторая функция стоимости, на основе которой определяется наилучший способ вторичного разбиения.

В пятой главе описывается программная реализация схем кодирования в среде Matlab. Приводится информация о параметрах, входных и выходных данных схемы кодирования, а также описание этапов кодирования, разработанных функций и встроенных функций среды Matlab.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе магистерской диссертации были исследованы перспективы использования параунитарных банков фильтров на основе алгебры кватернионов в области компрессии изображений.

Была разработана методика lossless-to-lossy компрессии на основе ПУБФ, а также алгоритм каскадного применения ПУБФ с целью получения более глубокой декомпозиции. Был разработан алгоритм поиска оптимального распределения бит для одноуровневого и двухуровневого преобразования, а также схемы квантования и упаковки коэффициентов субполос. Также в ходе написания магистерской диссертации были исследованы методы оценки качества сжатия изображений и нахождения битовых затрат.

Разработанная методика подходит для адаптированного кодирования изображений с различными свойствами локализации информации.

Была осуществлена программная реализация всех используемых алгоритмов в среде Matlab. Разработанная система была испытана на наборах

различных входных данных. Для всех вариаций данных модель подтвердила свою работоспособность и эффективность.

Оценки, полученные при помощи разработанного кодера, подтвердили эффективность использования параунитарных банков фильтров на основе алгебры кватернионов в области компрессии изображения, в том числе в сочетании с предложенными методами квантования и упаковки коэффициентов. Эксперименты показывают, что разработанная схема по эффективности сопоставима с другими известными схемами кодирования, а для некоторых изображений с относительно сильными высокочастотными компонентами имеет выше эффективность по показателю PSNR.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Петровский Н.А. Применение параунитарных банков фильтров на основе алгебры кватернионов в кодировании цифровых изображений / Н.А. Петровский, К.В. Арабей // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция "Современные технологии в науке и образовании" – Рязань, 2016 – С. 82 - 85

2 Арабей К.В. Квантование и упаковка коэффициентов субполос в кодере изображений на основе параунитарного банка фильтров / К.В. Арабей // 52-я научно-техническая конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР: Тезисы доклада - Минск, 2016