

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет
им. П. Г. Демидова

А. Л. ПРИОРОВ, В. В. ХРЯЩЕВ

ОБРАБОТКА И ПЕРЕДАЧА МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета для студентов,
обучающихся по направлению Телекоммуникации*

Ярославль 2010

УДК 621.397
ББК 3973.235 я 73
П 76

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2010 года*

Рецензенты:

Меньшиков Б. Н., кандидат технических наук;
кафедра радиотехники и радиосистем Владимирского государственного
университета

Приоров, А. Л. Обработка и передача мультимедийной
П 76 информации: учебное пособие / А. Л. Приоров, В. В. Хрящев;
Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 188
с.

ISBN 978-5-8397-0699-6

Описаны современные стандарты сжатия речевых и аудиосигналов, цифровых изображений и видеопоследовательностей. Учебное пособие предназначено для студентов направления 210400.62 Телекоммуникации, изучающих дисциплину «Обработка и передача мультимедийной информации», специальностей 010801.65 Радиофизика и электроника и 210302.65 Радиотехника физического факультета ЯрГУ. Материал может быть использован при подготовке студентами курсовых и дипломных проектов.

Ил. 58. Табл. 15. Библиогр.: 36 назв.

ISBN 978-5-8397-0699-6 © Ярославский государственный
университет
им. П. Г. Демидова, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ	6
1.1. Алгоритмы сжатия без потерь	7
1.1.1. Алгоритм кодирования длин серий (RLE)	7
1.1.2. Алгоритм LZW	8
1.1.3. Алгоритм Хаффмана	10
1.1.4. Арифметическое кодирование	15
1.2. Алгоритмы кодирования с преобразованием	19
1.2.1. Ухудшение качества изображения	20
1.2.2. Преобразование Фурье	22
1.2.3. Двумерное преобразование Хартли	23
1.2.4. Двумерное дискретное преобразование Уолша	25
1.2.5. Дискретное косинусное преобразование	27
1.2.6. Преобразование Карунена-Лоэва	30
1.3. Сжатие изображений на основе вейвлет-преобразования	32
1.3.1. Некоторые сведения о вейвлет-преобразовании	32
1.3.1.1. Непрерывное вейвлет-преобразование	32
1.3.1.2. Ортогональное дискретное вейвлет-преобразование	33
1.3.1.3. Кратномасштабный анализ	33
1.3.1.4. Масштабирующая функция	34
1.3.1.5. Материнский (базисный) вейвлет	34
1.3.1.6. Биортогональные масштабирующие функции и вейвлеты	34
1.3.1.7. Ортогональные масштабирующие функции и вейвлеты	35
1.3.1.8. Быстрое вейвлет-преобразование	35
1.3.1.9. Целочисленное вейвлет-преобразование	37
1.3.1.10. Лифтинговая схема вычисления вейвлет-преобразования	38
2. СТАНДАРТ JPEG	39
2.1. Создание и развитие стандарта JPEG	40
2.2. Алгоритм сжатия без потерь – JPEG-LS	41
2.3. Алгоритм сжатия – Baseline JPEG	43
2.4. Основные характеристики стандарта JPEG	51
3. СТАНДАРТ JPEG2000	53
3.1. Части стандарта JPEG2000	54
3.2. Создание и развитие стандарта JPEG2000	55
3.3. Основы кодирования в JPEG2000	57
3.3.1. Предварительная обработка изображения	57
3.3.2. Сжатие	59
3.4. Характеристики стандарта JPEG2000	66

3.5. Алгоритм SPIHT	69
3.5.1. Прогрессивная передача в алгоритме SPIHT	69
3.5.2. Формализованный алгоритм кодера SPIHT	70
3.5.3. Алгоритм сортировки разделением множеств	71
3.5.4. Пространственно ориентированное дерево	72
3.5.5. Алгоритм кодирования	74
3.5.6. Основные характеристики алгоритма SPIHT	76
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЖАТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	78
4.1. Классификация критериев оценки качества	78
4.2. Субъективные критерии качества	80
4.3. Объективные критерии качества	81
4.3.1. Пиковое отношение сигнал/шум	82
4.3.2. Проблемы использования ПОСШ в качестве критерия оценки качества	83
4.3.3. Модификация ПОСШ с учетом характеристик зрительной системы человека	87
4.3.4. Универсальный индекс качества	88
4.3.5. Коэффициент структурного подобия	93
4.4. Сравнительный анализ алгоритмов сжатия изображений относительно критериев ПОСШ и УИК	99
5. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИФРОВЫХ ВИДЕОСИГНАЛАХ	105
5.1. Пространственное и временное сэмплирование	106
5.2. Кадры и полукадры	107
5.3. Кадры и полукадры	108
5.3.1. Цветовое пространство RGB	108
5.3.2. Цветовое пространство YCbCr	109
5.3.3. Форматы сэмплирования YCbCr	111
6. ОСНОВЫ ВИДЕОКОДИРОВАНИЯ	114
6.1. Видеокодек	115
6.2. Временная модель	117
6.2.1. Прогноз по предыдущему видеокадру	117
6.2.2. Изменения вследствие движения	118
6.2.3. Оценка и компенсация движения на основе блоков	119
6.2.4. Прогноз макроблока с компенсированным движением	120
6.2.5. Размер блока компенсации движения	122
7. СТАНДАРТЫ MPEG-4 и H.264	123
7.1. Развитие стандартов	123
7.1.1. ISO MPEG	123
7.1.2. ITU-T VCEG	125
7.1.3. JVT	125
7.1.4. История развития	126

7.1.5. Процесс разработки стандартов	127
7.2. Использование стандарта	129
7.2.1. Что регламентирует стандарт?	129
7.2.2. Понимание стандартов	129
7.2.3. Подчинение стандартам	130
7.3. Обзор стандарта MPEG-4 (Part 2)	131
7.4. Обзор стандарта H.264 (MPEG-4 Part 10)	134
7.5. Сравнение MPEG-4 и H.264	136
7.6. Родственные стандарты	138
7.6.1. MPEG-1 и MPEG-2	138
7.6.2. H.261 и H.263	139
8. КОДИРОВАНИЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ	140
8.1. Кодирование формы волны речевого сигнала	140
8.1.1. Рекомендация ITU-T G.711	141
8.1.2. Рекомендация ITU-T G.726	141
8.1.3. Рекомендация ITU-T G.722	142
8.2. Кодирование речи с низкой скоростью цифрового потока	143
8.2.1. Стандарт MIL-STD 3005	143
8.2.2. Стандарт NATO STANAG 4591	145
8.2.3. Работы ITU-T в области стандартизации кодера с битрейтом 4 кбит/с	146
8.3. Гибридное кодирование	147
8.4. Методы оценки разборчивости речи	150
8.4.1. Субъективные методы оценки разборчивости	153
8.4.2. Тесты MOS	156
8.5. Объективные методы оценки качества речи	158
8.5.1. Отношение сигнал-шум	159
8.5.2. Логарифмическое спектральное расстояние	160
8.5.3. Современные методы объективной оценки качества речи	161
8.5.4. Структура алгоритма PESQ	163
9. КОДИРОВАНИЕ АУДИОИНФОРМАЦИИ	167
9.1. Кодеры MPEG-1 и MPEG-2	167
9.2. Формат кодирования MP3	168
9.2.1. История создания MP3	169
9.2.2. Качество MP3	169
9.2.3. Версии, режимы и управление кодированием MP3	170
9.3. Кодеры MPEG-2 AAC и MPEG-4 HE-AAC	172
9.4. Сравнительный анализ качества кодирования	173
Литература	175
ПРИЛОЖЕНИЯ	177