Ричард Брайс

Руководство по цифровому телевидению

Richard Brice

NEWNES GUIDE TO DIGITAL TELEVISION

УЧЕБНИК

Серия «Учебник»

Ричард Брайс

РУКОВОДСТВО ПО ЦИФРОВОМУ ТЕЛЕВИДЕНИЮ

ДМК ПРЕСС
издательство
Москва

УДК 621.397.13
ББК 32.94
Б87

Брайс Р.
Б87 Руководство по цифровому телевидению: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс. – 288 с.: ил. (Серия «Учебник»).

ISBN 5-94074-158-4

В книге Ричарда Брайса рассматриваются все аспекты цифрового телевидения, включая цифровую обработку аудио- и видеосигналов, сжатия данных, производства программ, цифрового ТВ вещания и приема ТВ сигналов. Значительное внимание уделяется вопросам цифрового кодирования и преобразования сигналов, стандартам аудио- и видеоинтерфейсов, приводятся основные параметры интерфейсов и практические схемы. Подробно рассматривается цифровая обработка изображений, описываются основные методы видеомонтажа и форматы цифровой записи, а также методы компьютерной графики, применяющиеся для создания изображений и анимации. Отдельная глава посвящена системе уплотнения MPEG и организации транспортного потока программ. В книге также описывается устройство и приводятся практические схемы цифровых приставок к телевизору, даются советы по поиску и устранению неисправностей.

Издание предназначено как для технических специалистов в области телевидения, так и для всех желающих расширить свои знания о современных цифровых технологиях и тенденциях развития ТВ. Книга будет полезна студентам и преподавателям технических вузов соответствующих специальностей.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 0-7506-4586-5 (англ.)
ISBN 5-94074-158-4 (рус.)

© Richard Brice
© Перевод на русский язык, оформление. ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 12

1. Введение 13

Почему цифровое? 13
Увеличение числа каналов 15
Широкоэкранные фильмы 15
Звук «как в кино» 16
Ассоциированные службы 18
Условный доступ 18
Способы передачи 18
Способы приема 19
Будущее 19

2. Основы телевидения 20

Краткая история телевидения 20
Появление цветного телевидения 21
Физика света 21
Физиология зрения 22
Психология зрения – цветовое восприятие 24
Метамерия – великий обман цвета 25
Инерционность зрения 26
Физика звука 26
Преобразование Фурье 27
Переходный процесс 28
Физиология слуха 29
Психология слуха 30
Маскирование 31
Временное маскирование 32

Кино и телевидение ... 33
Телевидение ... 34
Телевизионные сигналы ... 35
Строчная и кадровая синхронизация ... 36
Цветное телевидение ... 38
Системы цветного телевидения NTSC и PAL ... 39
Система цветности SECAM ... 43
Кинескоп с теневой маской ... 43
Модуляция с частично подавленной боковой полосой ... 44
Звуковое сопровождение для телевидения ... 45
Система цифрового стереозвука NICAM 728 ... 45
Запись телевизионного сигнала ... 46
Перенос спектра сигнала цветности ... 48
Звуковая дорожка ... 49
Временной код ... 49
Продольный временной код ... 49
Вертикальный временной код ... 51
Системы PAL и NTSC ... 52
Биты пользователя ... 52
Телетекст ... 52
Аналоговое телевидение высокой четкости ... 54
Система MAC ... 54
Система PALplus ... 55
Системы телевидения высокой четкости 1125/60 и 1250/50 ... 55
Европейская система телевидения высокой четкости 1250/50 ... 55

3. Цифровое видео- и аудиокодирование ... 56

Основы цифровой обработки ... 56
Дискретизация и преобразование ... 57
Теория ... 58
Механизм дискретизации ... 59
Наложение спектров ... 59
Квантование ... 59
Цифро-аналоговое преобразование ... 60
Дрожание сигнала ... 60
Апертурный эффект ... 61
Сглаживание ... 62
Цифровые видеоинтерфейсы ... 62
Временные соотношения ... 64
Тактовый сигнал ... 66
Типы фильтров ... 66
Параллельный цифровой интерфейс ... 67
Последовательный цифровой интерфейс ... 68
Последовательный интерфейс для телевидения высокой четкости ... 70

Цифровые аудиоинтерфейсы ... 71
Интерфейс AES/EBU или IEC958 типа 1 ... 72
Интерфейс SPDIF или IEC 958 типа 2 ... 72
Данные ... 73
Практические цифровые аудиоинтерфейсы ... 75
TOS-интерфейс с оптической связью ... 77
Небалансный (75 Ом) интерфейс AES ... 79
Последовательный многоканальный цифровой аудиоинтерфейс ... 80
Формат данных ... 81
Скремблирование и синхронизация ... 81
Электрические характеристики ... 82
Формат волоконной оптики ... 82
Звук, внедренный в видеоинтерфейс ... 82

4. Цифровая обработка сигналов ... 86

Цифровая манипуляция ... 87
Цифровая фильтрация ... 87
Цифровая обработка изображения ... 88
Точечные операции ... 89
Оконные операции ... 90
Преобразование между временной и частотной областями ... 93
Преобразование Фурье ... 94
Фаза ... 95
Кадрирование ... 97
Двумерное преобразование Фурье ... 98

Глава 5. Сжатие видеоданных ... 100

Энтропия, избыточность и артефакты ... 100
Сжатие без потерь ... 101
Декорреляция ... 102
Кодирование методами ДИКМ без потерь и с потерями ... 104
Межкадровые разности и компенсация движения ... 105
Методы сжатия на основе преобразования Фурье ... 107
Кодирование с преобразованием ... 107
Практические размышления ... 111
Метод сжатия JPEG ... 112
Стандарт JPEG для движущихся изображений ... 114
Стандарт MPEG ... 114
Уровни и профили ... 115
Основной профиль на основном уровне ... 116
Профиль 4:2:2 на основном уровне ... 116
Кадры или поля ... 116
Система MPEG-кодирования ... 117
Аппаратура для MPEG-кодирования ... 122
Статистическое мультиплексирование ... 122

6. Сжатие аудиоданных 125
Сжатие на основе логарифмического представления 125
Система NICAM 126
Системы психоакустического маскирования 126
MPEG-сжатие уровня I 127
MPEG-аудиокодирование уровня II 128
MPEG уровня III 129
Система Dolby AC-3 129

7. Производство цифровых аудиопрограмм 131
Уровни цифровой регулировки и измерение 131
Измеритель уровня громкости 132
Квазипиковый измеритель уровня 133
Оптоэлектронный индикатор уровня 134
Стандартные рабочие уровни и тональные измерительные сигналы 135
Цифровая регулировка 135
Переключение и объединение аудиосигналов 136
Цифровые аудиопульты 136
Архитектура звукового микшера 137
Автоматизация микшера 138
Цифровые магнитофоны 139
Цифровая двухдорожечная запись 140
Цифровая многодорожечная запись 140
Рабочие станции цифровой звукозаписи 141
Форматы аудиофайлов 142
WAV-файлы 142
AU-файлы 143
Форматы AIFF и AIFC 143
Стандарт MPEG 143
Формат VOC 143
Необработанные данные импульсно-кодовой модуляции 144
Форматы системы окружающего звука 144
Система Dolby Surround 144
Система Dolby Digital (AC-3) 147
Перематрицирование 147
Сжатие динамического диапазона в системе AC-3 147
Распространение стандарта MPEG-2 на многоканальный звук 148
Совместимость с системой Pro Logic 148
Интерфейс IEC 61937 148
Сжатие динамического диапазона при MPEG-кодировании 149
Многоязычная поддержка 149
Монтаж звука в стандарте MPEG уровня II 150

8. Производство цифровых видеопрограмм 151
Переключение и объединение видеосигналов 151
Цифровые видеоэффекты 154
Монтажный переход 154
Прямое соединение кадров 155
Наплыв 155
Постепенное введение/выведение изображения 156
Вытеснение 157
Расщепление экрана 158
Ключи 158
Огрубление 159
Хроматический ключ 159
Косвенный монтаж 162
Компьютерные видеостандарты 163
Векторная и растровая графика 165
Форматы графических файлов 166
Формат BMP системы Windows 166
Формат PCX 166
Формат TARGA 167
Формат GIF 167
Формат JPEG 168
Изображения, созданные с помощью компьютера, и анимация 168
Типы анимации 169
Программное обеспечение 170
Двумерные системы 170
Методы видеоживописи 171
Компоновка изображений 175
Трансформация и деформирование 176
Ротоскопирование 177
Трехмерная графика и анимация 177
Матрицы 178
Формирование изображения 180
Свет 181
Трассировка луча 184
Технологии жестких дисков 184
Технология накопителей на жестких дисках 185
Технологии других дисковых накопителей2 186
Стандарты интерфейсов для накопителей на жестких дисках 187
Накопители IDE 187
Стандарт SCSI 187
Волоконно-оптический канал 188
Стандарт FireWire 188

RAID ... 189
RAID 1 ... 190
RAID 2 ... 190
RAID 3 ... 190
RAID 4 ... 191
RAID 5 ... 191
Медиа-сервер ... 191
Открытый стандарт обмена аудиовизуальной информацией ... 192
Виртуальные декорации ... 192

9. Система уплотнения MPEG ... 194

Пакетирующий интерфейс ... 194
Формирование уплотненного потока по стандарту MPEG-2 ... 195
Формат пакетов PES ... 196
Транспортный поток ... 197
Синхронизация пакетов ... 197
Идентификация пакетов ... 197
Таблицы объединения программ и таблицы состава программы ... 197
Обработка ошибок ... 198
Заголовок поля адаптации ... 198
Синхронизация и временные сигналы ... 198
Ссылки на системные и программные часы ... 199
Временные метки воспроизведения ... 199
Соединение цифровых потоков ... 199
Таблица условного доступа ... 200
Информация о службах DVB ... 200
Условный доступ ... 201
Системы SimulCrypt и MultiCrypt ... 202
Канальное кодирование ... 202
Рандомизация ... 203
Кодирование по Риду–Соломону ... 203
Сверточное перемежение ... 204
Стандартные электрические интерфейсы
для транспортного потока MPEG-2 ... 205
Синхронный параллельный интерфейс ... 205
Синхронный последовательный интерфейс ... 207
Асинхронный последовательный интерфейс ... 207

10. Цифровое ТВ вещание ... 209

Цифровая модуляция ... 209
Квадратурная амплитудная модуляция ... 210
Модуляция в спутниковых и кабельных системах ... 213
Установка опорной фазы ... 214
Сверточное кодирование, или кодирование по Витерби ... 214
Наземное вещание: системы DVB-T и US ATSC ... 215
Уплотнение с ортогональным частотным разделением
кодированных сигналов ... 216