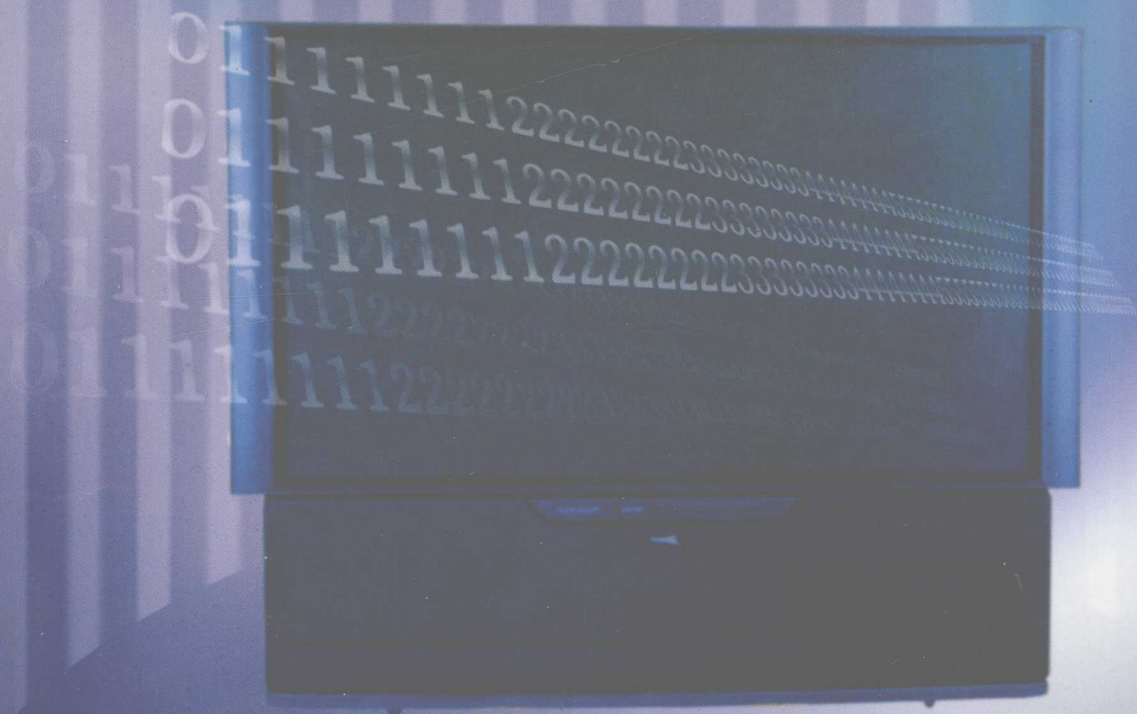


数字电视 设备及测量

余兆明 李晓飞 陈来春 编著



人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

数字电视设备及测量

余兆明 李晓飞 陈来春 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电视设备及测量/余兆明,李晓飞,陈来春编著.北京:人民邮电出版社,2000.12

ISBN 7-115-09004-1

I.数… II.①余…②李…③陈… III.数字电视-检测 IV.TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 78746 号

内 容 提 要

本书对数字电视设备原理、电路框图、数字电视传输组网技术及数字电视测量等内容,进行了较全面的阐述,具有较高的实用价值。本书可供电视台从事数字电视设备使用和维护的工程技术人员、大专院校通信专业和电视专业的师生阅读参考。

数字电视设备及测量

- ◆ 编 著 余兆明 李晓飞 陈来春
责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:24.5
字数:608 千字 2000 年 12 月第 1 版
印数:1-5 000 册 2000 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09004-1/TN·1681

定价:39.00 元

前 言

电视正迅速走向“数字时代”，数字电视的飞速发展远远超出人们的预料。我国广播电视从模拟向数字的过渡已全面展开，从部分(单机设备)数字化向全系统(节目制作、信号传输、发射和接收)数字化方向发展。

数字 VOD(点播电视)、数字 ITV(交互式电视)、数字摄像机、数字录像机、数字调制解调器、数字特技、数字电视接收机、数字加密电视、数字电视机顶盒、全数字高清晰度电视正逐步成为电子行业的主导潮流。其中，数字 VCD 和 DVD 产品已家喻户晓。

鉴于数字电视设备的推陈出新，习惯于模拟电视的技术人员对数字电视技术有不知所措的感觉，急需掌握数字电视设备原理，补充新的知识、新的概念、新的测量手段。

作者从事电视数字化技术的教学和科研工作已 20 多年，为帮助从事数字电视技术的工程技术人员更深入了解数字电视设备原理、电路组成、数字电视组网方法等知识，在参考了国内外大量文献和数字电视设备产品的基础上，结合教学和科研产品开发的亲身体会编写了此书。此书也是继《数字电视和高清晰度电视》一书(1997 年人民邮电出版社出版，余兆明教授编著)的续集。希望本书能为从事数字电视设备研制及推广应用的工程技术人员稍尽绵薄之力。

全书共分 12 章。第一章数字电视的国际标准、第二章数字电视编码、解码设备，由李晓飞副教授编写；第三章 VCD、超级 VCD 技术、第四章 DVD 技术，由陈来春高工编写；第五章交互式电视(ITV)和点播电视(VOD)由余智编写；第十章第二节数字电视自动播出系统和发射机的遥控遥测，由南京电视台王长生总工程师领导下的两个课题组，在完成科研项目的基础上编写而成；第六章数字电视广播(DVB)、第七章高清晰度电视(HDTV)、第八章数字电视传输、第九章数字电视显示、第十章数字电视演播室设备、第十一章数字音响、第十二章数字电视测量，均由余兆明教授编写。余兆明教授还完成了全书整体规划和全书审校工作。

书中部分插图是由研究生黄友珍、郭晓川、汤扬、徐义民、周磊、汪建国完成，在此深表谢意。由于作者水平有限，疏漏之处在所难免，望读者不吝赐教。

作者 2000 年 9 月

目 录

第一章 数字电视的国际标准和建议	1
1.1 CCIR 601 号建议	1
1.2 H.261 标准	1
1.3 JPEG 标准	3
1.4 MPEG-1 标准	3
1.5 MPEG-2 标准	4
1.6 MPEG-4 标准	5
1.6.1 MPEG-4 可视信息编码	6
1.6.2 MPEG-4 的音频编码	7
1.6.3 MPEG-4 基于 VOP 的视频编码	7
1.6.4 MPEG-4 在用户机顶盒中的应用	10
1.7 MPEG-7 标准	10
1.7.1 MPEG-7 标准的内容	10
1.7.2 基于 MPEG-7 的客户应用实例	11
1.8 端到端电视系统压缩编码用户需求建议	12
1.8.1 ITU-R BT.1203 建议内容	12
1.8.2 建议书附件	15
1.9 超高清晰度成像(HRI)建议	15
1.9.1 ITU-R BT.1201 建议内容	16
1.9.2 超高清晰度成像(HRI)的进展报告	16
第二章 数字电视编码、解码器	20
2.1 MPEG-1 编码、解码器	20
2.1.1 MPEG-1 主要技术指标	21
2.1.2 MPEG-1 系统技术说明	21
2.1.3 MPEG-1 视、音频解码单元	27
2.2 MPEG-2 编码、解码器	34
2.2.1 MPEG-2 视频编码标准	34
2.2.2 MPEG-2 系统	37
2.2.3 MPEG-2 视频编码器简介	39
2.2.4 MPEG-2 解码器简介	41
2.3 单片 MPEG-2 编/解码器 DV ^x 功能介绍	50
2.3.1 DV ^x 关键技术	50
2.3.2 DV ^x 的内部结构	51

2.3.3 DV ^x 内部结构框图	51
2.3.4 SDRAM 接口	52
2.3.5 单片自适应场/帧编码器结构	52
2.3.6 单片解码器结构	53
2.4 MPEG-1、MPEG-2 应用实例	53
2.4.1 用 MPEG-1 组成的会议电视网	53
2.4.2 数字通信网中的组网方式(适用于公网或专网)	54
2.4.3 数字有线电视网中的组网方式	55
2.4.4 应用图例	56
第三章 VCD、超级 VCD 技术	58
3.1 VCD 技术	58
3.1.1 VCD 技术的发展过程	58
3.1.2 双 CPU 软件两种主要实现方案	59
3.1.3 VCD 纠错	69
3.2 超级 VCD 技术	69
3.2.1 CVD 技术及其解码系统	69
3.2.2 CVD 与 VCD、DVD 的比较	73
3.2.3 CVD 与 SVCD	74
3.2.4 CVD 与 DVD	74
3.3 SVCD 标准与技术	75
3.3.1 SVCD 标准	75
3.3.2 SVCD 的图像	75
3.3.3 SVCD 的音频	79
3.3.4 SVCD 的功能	80
3.3.5 VCD、CVD、SVCD、DVD 对比	82
第四章 DVD 技术	83
4.1 DVD 的发展概况	83
4.1.1 DVD 是继 VHS、LD、VCD 后的新生代	83
4.1.2 DVD 与 CD 格式间的差别	84
4.1.3 DVD 有着比 VHS、LD、VCD 更广阔的前景	85
4.2 DVD 的技术透视与格式之争	87
4.2.1 DVD 的技术透视	87
4.2.2 DVD 的格式之争	89
4.3 DVD 数据流格式	91
4.3.1 MPEG-1 和 MPEG-2 的主要性能参数比较	91
4.3.2 DVD 数据流格式	92
4.4 DVD 系统的技术分析	95
4.4.1 系统/视频/音频解码	97

4.4.2 DVD 盘片的制作	99
4.4.3 DVD 光学系统	101
4.4.4 DVD 伺服控制系统	102
4.4.5 DVD 盘片制作系统与盘片播放系统	104
4.5 发展前景	106
4.6 DVD 的应用	107
4.6.1 DVD 在电视中的应用	107
4.6.2 DVD 在计算机中的应用	108
4.6.3 第三代 DVD 的特点	108
第五章 交互式电视和点播电视	110
5.1 交互式电视的组成	110
5.1.1 交互式电视	110
5.1.2 交互式电视技术的发展现状	110
5.1.3 多媒体和交互式电视技术	113
5.1.4 交互式电视的体系结构	115
5.2 机顶盒	118
5.2.1 机顶盒及其数字电视广播涉及的标准	118
5.2.2 机顶盒(STB, Set Top Box)的关键技术	119
5.2.3 机顶盒的功能与组成	120
5.2.4 VOD 用机顶盒的组成	123
5.2.5 机顶盒的实现方案	125
5.3 视频点播系统	129
5.3.1 视频点播	129
5.3.2 视频点播的实现	130
5.3.3 视频点播产品的特点	131
5.3.4 视频点播抽象系统模型	131
5.3.5 VOD 业务对机顶盒的基本要求	142
5.3.6 视频点播交换局	142
5.3.7 视频点播系统的骨干网络	142
5.3.8 视频点播系统中的关键技术	143
5.3.9 VOD 在美国的应用——时代华纳公司的 VOD 业务	145
5.3.10 小型视频点播系统实例	146
5.4 视频服务器	150
5.4.1 视频服务器技术	150
5.4.2 视频服务器存储系统	152
5.4.3 用户服务器技术	154
5.4.4 用户接口技术	155
5.4.5 多线程 NVOD 视频服务器	157
5.4.6 视频磁盘驱动器	159

5.4.7 网络磁盘阵列自动播出系统	161
5.4.8 视频服务器溢出分析	163
5.4.9 用户点播时视频服务器排队等待时间分析	165
5.5 交互电视的组网技术	169
5.5.1 交互电视组网的考虑	169
5.5.2 交互电视组网的技术方案	170
5.5.3 HFC 系统中上、下行信道频谱的划分及回传信道协议	172
第六章 数字视频广播	176
6.1 DVB 的来由及技术特点	176
6.1.1 DVB 的来由	176
6.1.2 DVB 系统所使用的主要技术	180
6.1.3 DVB 标准传输系统	182
6.2 用于 DVB 系统的各种设备	194
6.2.1 数字卫星电视接收机	194
6.2.2 数字有线电视接收机	195
6.2.3 美 PBI 企业集团数字编码压缩器	196
6.2.4 数字多路复用器	198
6.2.5 QPSK 数字调制器	198
6.2.6 QAM 数字调制器	199
6.2.7 QPSK/QAM 数字调制转换设备	201
6.2.8 QPSK 数字解调器	202
6.2.9 高速卫星数据通信设备	203
第七章 高清晰度电视	208
7.1 HDTV 各国发展概况及技术分析	208
7.1.1 HDTV 各国发展概况	208
7.1.2 HDTV 中国概况	209
7.2 HDTV 二维空间频谱和三维空间频谱分析	209
7.2.1 HDTV 的图像格式及二维空间频谱坐标系的建立	209
7.2.2 对理想 HDTV 亮度信号进行频谱分析	210
7.2.3 对实际 HDTV 亮度信号进行频谱分析	212
7.2.4 对 HDTV 亮度信号三维频谱分析	213
7.3 HDTV 的实现方案	217
7.3.1 HDTV 和普通电视数据格式的比较	217
7.3.2 HDTV 的实现方案	218
7.3.3 中国方案的实现	219
7.4 HDTV 数字调制、解调技术	222
7.4.1 为什么要进行数字调制	222
7.4.2 HDTV 中几种数字调制技术的谱分析	222

7.5 HDTV 广播	232
7.5.1 QAM 传输方案	232
7.5.2 VSB 传输方案	232
7.5.3 OFDM 传输方案	233
第八章 数字电视传输	234
8.1 目前世界上几个主要的数字电视传输标准	234
8.1.1 ATSC、DVB、ISDB 数字电视传输标准	234
8.1.2 ATSC、DVB、ISDB 传输标准的比较	235
8.1.3 三种 DTV 传输标准的评分表	235
8.1.4 数字电视设备的开发情况	237
8.2 卫星电视广播	238
8.2.1 我国卫星广播电视发展沿革及现状	238
8.2.2 我国卫星广播电视的发展方向及特征	240
8.2.3 卫星电视接收的若干技术问题	242
8.2.4 卫星电视广播频段分配	243
8.2.5 我国数字卫星电视广播情况	248
8.2.6 国际卫星数字电视广播情况	249
8.3 数字电视地面广播	249
8.3.1 技术特点	249
8.3.2 技术参数	249
8.3.3 实验系统	250
8.4 数字电视有线传输	251
8.4.1 光纤的频谱资源	251
8.4.2 数字电视信号在数字信道上传输	253
8.4.3 数字电视在模拟信道上传输	256
8.4.4 一种典型的 HFC 系统	260
第九章 数字电视显示	264
9.1 各种显示技术	264
9.1.1 各种显示器件性能比较	264
9.1.2 显示器的价格比较	265
9.1.3 现在的开发情况	266
9.2 等离子体显示	267
9.2.1 PDP 的分类及特点	269
9.2.2 驱动技术	271
9.3 液晶显示	277
9.3.1 大屏幕化	277
9.3.2 高清晰度化	279
9.3.3 多功能化	280

9.4 有机电致发光彩色平板显示器	281
9.4.1 OLED 及其特点	282
9.4.2 彩色 OLED 平板显示器的研究现状	282
第十章 数字电视演播室设备	285
10.1 数字电视演播室参数	285
10.1.1 并行数字电视信号传输标准	285
10.1.2 串行数字电视信号传输标准	285
10.1.3 电视信号量化信噪比	285
10.1.4 声音信号量化信噪比	285
10.1.5 数字演播室标准举例	286
10.1.6 中央电视台数字演播室特点	287
10.2 数字电视自动播出系统和发射机的遥控遥测	291
10.2.1 数字电视自动播出系统	291
10.2.2 发射机的遥控和遥测	301
第十一章 数字音响	315
11.1 家庭影院与杜比环绕声	315
11.1.1 从留声机到家庭影院	315
11.1.2 家庭影院的概念及构成	316
11.1.3 现实声场诸要素	316
11.1.4 杜比环绕声	317
11.1.5 杜比定向逻辑环绕声系统	319
11.1.6 家用 THX 系统	321
11.1.7 杜比 AC-3 环绕声系统	323
11.1.8 三种典型杜比环绕声	324
11.1.9 家庭影院扬声器系统	324
11.1.10 关于多声道环绕声	326
11.1.11 关于软件的兼容问题	326
11.2 CS-5.1 音响技术	327
11.2.1 中国音响工业 CS-5.1 技术	327
11.2.2 CS-5.1 的兼容性	328
11.2.3 CS-5.1 的费用	328
11.2.4 CS-5.1 在普通 VCD、超级 VCD、DVD 的盘片上实现杜比多声道的环绕音效	328
11.2.5 CS-5.1 应用情况	329
第十二章 数字电视测量	331
12.1 数字电视测量参数	331
12.1.1 误码率	331

12.1.2 信噪比	333
12.1.3 信号抖动	333
12.1.4 传输码流格式	334
12.2 测试信号	336
12.3 抖动的测量	347
12.3.1 抖动测试常用单位	347
12.3.2 抖动规范	347
12.3.3 抖动的测量	351
12.4 误码率的测量	356
12.4.1 常用术语	356
12.4.2 误码测试仪表	358
12.5 数字输出接口参数测量	359
12.5.1 HDB3 编码	359
12.5.2 2048kbit/s 接口输出信号波形和参数	359
12.5.3 8448kbit/s 接口输出信号波形和参数	360
12.5.4 34368kbit/s 接口输出信号波形和参数	361
12.5.5 139264kbit/s 接口输出信号波形和参数	362
12.5.6 输出接口信号速率偏差指标	364
12.6 数字电视图像质量的主观评价	364
12.6.1 ITU-R 质量和损伤标度	364
12.6.2 选择评价员原则	364
12.6.3 评价前的准备工作	364
12.6.4 主观评价方法	365
12.7 信噪比的测量	366
12.7.1 随机杂波信杂比的定义	366
12.7.2 加权随机杂波	366
12.7.3 连续随机杂波信杂比的测量	368
12.8 制定数字电视标准的国际组织、测试仪器及厂家	368
12.8.1 MPEG-2 标准说明	368
12.8.2 制定数字电视标准的国际组织	368
12.8.3 数字电视测试仪器及厂家	370
参考文献	373

第一章 数字电视的国际标准和建议

自 1948 年首次提出视频数字化概念后,经过将近 40 年的探索,国际上一些专业组织机构陆续公布或提出了一系列有关数字电视的国际标准和建议:1982 年提出了电视演播室数字编码的国际标准(CCIR 601 号建议);1988 年又提出了第一个实用化的、适应于会议电视和可视电话要求的 H.261 标准(随后又公布了较高图像质量的 H.262 标准,以及用于极低速率图像传输的 H.263 标准和 H.263+ 标准);1993 年公布了活动图像的编码压缩标准 MPEG-1;1994 年发表了 MPEG-2 标准,该标准向下兼容 MPEG-1,向上兼容 HDTV 的图像质量;1998 年 11 月公布了 MPEG-4 标准;计划 2000 年 11 月制订 MPEG-7 标准;另外,还发表了有关数字电视传输、超高清清晰度成像(HRI)数据格式等相关建议。下面将逐一介绍。

1.1 CCIR 601 号建议

为了便于国际间的节目交换,消除数字设备之间的制式差别,使 625 行电视系统与 525 行电视系统之间兼容,在 1982 年 2 月国际无线电咨询委员会(CCIR)第 15 次全会上,通过了 601 号建议,确定以分量编码为基础,即以亮度分量 Y 和两个色差分量 R-Y、B-Y 为基础进行编码,作为电视演播室数字编码的国际标准。

该标准规定:(1)不论是 PAL 制,还是 NTSC 制电视,Y、R-Y、B-Y 三分量的抽样频率分别为 13.5MHz、6.75MHz、6.75MHz;(2)抽样后采用线性量化,每个样点的量化比特数用于演播室为 10bit,用于传输为 8bit;(3)Y、R-Y、B-Y 三分量样点之间比例为 4:2:2。

在 1983 年 9 月召开的国际无线电咨询委员会(CCIR)中期会议上,又作了三点补充:(1)明确规定编码信号是经过 γ 预校正的 Y、R-Y、B-Y 信号;(2)相应于量化级 0 和 255 的码字专用于同步,1~254 的量化级用于视频信号;(3)进一步明确了模拟与数字行的对应关系,并规定从数字有效行末尾至基准时间样点的间隔,对于 525 行、60 场/秒制式为 16 个样点,对于 625 行、50 场/秒制式则为 12 个样点。不论 625 行/50 场或 525 行/60 场,其数字有效行的亮度样点数都是 720,色差信号的样点数均是 360,这是为了便于制式转换。若亮度样点数被 2 除,则为色差信号的数据。

1.2 H.261 标准

1984 年国际电报电话咨询委员会(CCITT)的第 15 研究组成立了一个专家组,专门研究电视电话的编码问题,所用的电话网络为综合业务数据网络(ISDN),当时的目标是推荐一个图像编码

标准,其传输速率为 $m \times 384\text{ kbit/s}$, $m = 1, 2, 3, 4, 5$ 。这里 384 kbit/s 在 ISDN 中称为 H_0 通道。另有基本通道 B 的速率为 64 kbit/s , $6 \times B = 384\text{ kbit/s}$ 。 $5 \times H_0 = 30 \times B = 1920\text{ kbit/s}$ 为窄带 ISDN 的最高速率,最高速率也称通道容量。后来因为 384 kbit/s 速率作为起始点偏高,广泛性受限制,另外跨度也太大,灵活性受影响,所以改为 $p \times 64\text{ kbit/s}$, $p = 1, 2, 3, \dots, 30$ 。最后又把 p 扩展到 32, 因为 $32 \times 64\text{ kbit/s} = 2048\text{ kbit/s}$, 其中 $2048 = 2^{11}$, 基本上等于 2 Mbit/s , 实际上已超过了窄带 ISDN 的最高速率 1920 kbit/s 。经过 5 年多的精心研究和努力,终于在 1990 年 12 月完成和批准了 CCITT 推荐书 H.261, 即“采用 $p \times 64\text{ kbit/s}$ 的声像业务的图像编解码”, H.261 简称 $p \times 64$ 。

由于 H.261 标准是用于电视电话和电视会议,因此推荐的图像编码算法必须是实时处理的,并且要求最小的延迟时间和严格的唇音同步。当 p 取 1 或 2 时,速率只能达到 $64 \sim 128\text{ kbit/s}$, 由于速率较低只能传清晰度不太高的图像,所以适合于面对面的电视电话;当 $p > 6$ 时,速率 $> 384\text{ kbit/s}$, 因为速率较高,可以传输清晰度尚好的图像,所以适用于电视会议。

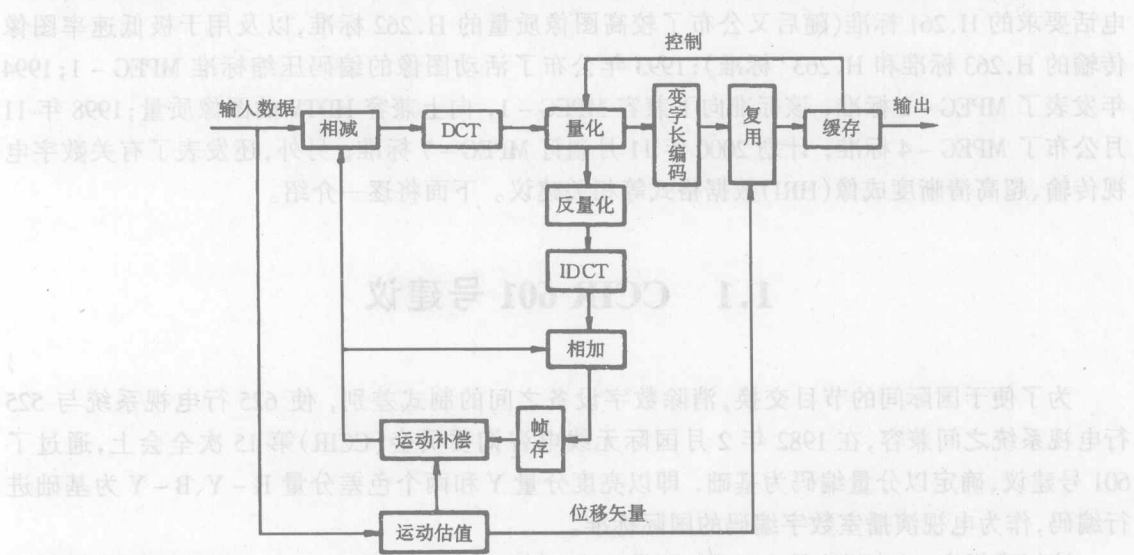


图 1.1 H.261 编码器框图

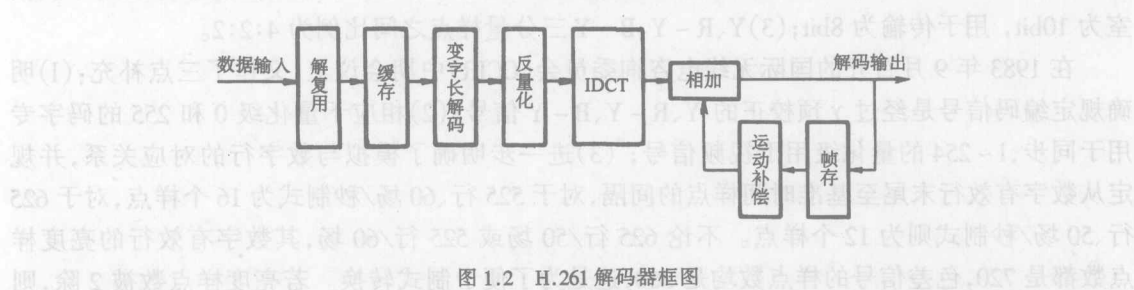


图 1.2 H.261 解码器框图

图 1.1、图 1.2 分别为 H.261 编码、解码器框图,它采用了“混合编码方案”,首先用运动补偿(用运动估值计算运动位移矢量)帧间预测去除图像在时间域的冗余度,然后用离散余弦变换(DCT)去除空间的冗余度,最后用变字长的统计编码去除经量化后的 DCT 系数中所含的统计冗余度。DCT 系数的量化利用了人眼视觉特性,量化器的精度还受到输出缓存器状态的控制。输出缓存器是为了适应恒定码率信道的要求,平滑变字长编码器输出的不均匀码流而设置的。当缓存器接近上溢和下溢时,通过反馈控制量化器的精度调整缓存器的输入码流,保持输出数码率的恒定。该编、解码方案,是 40 年图像编码经验的总结。在 MPEG-1、MPEG-2

压缩编码标准中,其电路框图也基本上与之相同,只不过图像数据格式不同而已。在 H.261 发表以后,CCITT 又陆续出台了 H.262、H.263 标准和 H.263+ 标准。H.262 标准是一种图像质量较高的图像编码压缩标准,它与下面要谈及的 MPEG-2 标准基本相同,只是出自于两个不同的国际组织。H.263 标准是由 ITU-T 于 1996 年 3 月提出的低比特率视频压缩标准。其压缩措施与 H.261 基本相同,但数据格式各异。表 1.1 列出了 H.261 与 H.263 不同的数据格式。

表 1.1 H.261 与 H.263 图像数据格式的比较

视频格式	亮度图像分辨率	色度图像分辨率	H.261 支持	H.263 支持	不压缩时的速率		每帧图像允许 的最大数据 (kbit)
					亮度 (Mbit/s)	两个色差 (Mbit/s)	
SQCIF	128×96	64×48		是	3.0	4.4	64
QCIF	176×144	88×72	是	是	6.1	9.1	64
CIF	352×288	176×144	可选	是	24.3	36.5	256
4CIF	704×576	352×288		可选	97.3	146.0	512
16CIF	1408×1152	704×576		可选	389.3	583.9	1024

SQCIF: 扩展 QCIF 格式; QCIF: 1/4 公用中间格式; CIF: 公用中间格式;
4CIF: 4 倍公用中间格式; 16CIF: 16 倍公用中间格式。

从表 1.1 可以看出,虽然把 H.263 称作低比特率图像编码压缩标准,但实际上 H.263 标准的速率变化范围很宽,其低端可低于 H.261 标准,其高端可远高于 H.261 标准。

1.3 JPEG 标准

静止图像数据压缩标准(JPEG, Joint Photo-Graphic Experts Group)也可直译为联合图像专家组,其中联合是指几个国际组织的联合。它是从 1986 年正式开始制定的,当时由两个国际组织联合支持:国际标准化组织(ISO)和国际电报电话咨询委员会(CCITT)。1987 年 11 月,国际电工委员会(IEC)也参加合作,因此说 JPEG 是三个国际组织合作的成果。虽然从 1986 年开始,经过许多次国际会议讨论和修改后,于 1992 年 7 月 2 日表决通过了标准的第一部分,但是可能要对有关测试标准草案(即标准的第二部分)作进一步修改。JPEG 是 ISO 的标准,同时也是 CCITT 的推荐标准。

JPEG 是数字图像压缩的国际标准。它用于连续变化的静止图像,所谓连续变化是指灰度等级和颜色两方面的连续变化。JPEG 包含两种基本压缩方法,各有不同的操作模式。第一种是有损压缩,它是以 DCT(Discrete Cosine Transform)为基础的压缩方法;第二种为无损压缩,又称预测压缩方法。但最常使用的是第一种,即 DCT 压缩方法,也称为基线顺序编解码(Base-line Sequential Codec)方法,由于这种方法的优点是先进、有效、简单和易于交流,因此成为应用广泛、最重要的方法。

1.4 MPEG-1 标准

活动图像专家组(MPEG, Moving Picture Expert Group)是国际标准化组织(ISO)和国际电工

委员会(IEC)、联合技术委员会1(JTC1)的第29分委员会(SC29)的第11工作组(WG11),其全称是WG11 of SC29 of ISO/IEC JTC1。MPEG成立于1988年,它的任务是开发运动图像及其声音的数字编码标准。

专家组最初的任务是:实现1.5Mbit/s、10Mbit/s、40Mbit/s的压缩编码标准,即MPEG-1、MPEG-2、MPEG-3。但因为MPEG-2的功能已使MPEG-3为多余,所以MPEG-3于1992年撤消。MPEG-4项目是1991年5月建议并于1993年7月确认,其目标是甚低数码率的视频压缩编码(码率低于28.8kbit/s)。本节首先介绍MPEG-1标准。

随着数字音频和数字视频技术的广泛应用,ISO的活动图像专家组(MPEG)在1991年11月提出了ISO/IEC 11172标准的建议草案,通称MPEG-1标准。该标准于1992年11月通过,1993年8月公布。MPEG-1标准适用于数码率在1.5Mbit/s左右的应用环境,也就是为CD-ROM光盘的视频存储和放像所制定的。

MPEG-1标准可以处理各种类型的活动图像,其基本算法对于压缩水平方向352个像素、竖直方向288个像素的空间分辨力及每秒24~30幅画面的运动图像有很好的效果,在MPEG-1标准中的一帧图像的概念不同于电视中帧的概念,前者一定是成逐行扫描的图像,如果待处理信号是隔行扫描的图像,则编码前必须将其转换成逐行扫描的格式。

MPEG-1标准提供了一些录像机的功能:正放、图像冻结、快进、快倒和慢放。此外,还提供了随机存储的功能,当然,解码器这些功能的实现在一定程度上同图像数据存储介质相关。

MPEG-1标准采用了一系列技术以获得高压缩比:第一,对色差信号进行亚采样,减少数据量;第二,采用运动补偿技术减少帧间冗余度;第三,做二维DCT变换,去除空间相关性;第四,对DCT分量进行量化,舍去不重要的信息,将量化后的DCT分量按照频率重新排序;第五,将DCT分量进行变字长编码;第六,对每数据块的直流分量(DC)进行预测差分编码。

MPEG-1中的图像类型共分四种:I图像,或称帧内帧(Intra)图像,采用帧内编码,不参照其它图像;P图像,或称预测帧(Predicted)图像,它们参照前一幅I或P图像做运动补偿编码;B图像,或称双向预测图像,它们参照前一幅和后一幅I或P图像做双向运动补偿编码;D图像,或称直流(DC)图像,这类图像中只含直流分量,是为快放功能而设计的。

MPEG-1的压缩性能见表1.2所列。

表 1.2 MPEG-1 中 I、P、B 帧的数据字节和压缩比

帧类型	不同帧数据的字节数	压缩比
I	18kB	7:1
P	6kB	20:1
B	2.5kB	50:1
平均	4.8kB	27:1

MPEG-1标准与H.261标准的图像格式和数据压缩方法基本相同,其差异主要在于MPEG-1标准中I帧和P帧之间的间隔大,因此需要扩大运动矢量的搜索范围。另外,MPEG-1的运动矢量的搜索精度较高,可达1/2像素精度。

1.5 MPEG-2 标准

MPEG-2是由MPEG开发的第2个标准,是“活动图像及有关声音信息的通用编码”

(Generic Coding of Moving Pictures Associated Audio Information)标准。MPEG-2 标准制定始于 1990 年 7 月。在此期间,国际电信联盟成立了一个有关 ATM 的图像编码专家组,从 1990 年开始了 JTC1 和 ITU-T 的合作。1991 年 5 月开始征集有关图像编码算法(Video Coding Algorithms)的文件,有 32 个公司和组织提供了非常详细的研究结果和 D1 格式的编解码图像录像带。1991 年 11 月,在日本的 JVC 研究所进行了对比测试,确定带有运动补偿预测和内插的 DCT 最成熟和性能最好。在 1992 年 1 月的会上又定下了 MPEG-2 是“通用”(generic)标准。MPEG-2 的声音和系统部分的工作始于 1992 年 7 月。MPEG 为制定 MPEG-2 标准,经常与有关国际组织,如 ISO、IEC、ITU-T、ITU-R 等开会协调,并注意到了与 MPEG-1 的兼容。国际电联的无线电通信部门(ITU-R)从广播电视方面提出的不同需求,构成了 MPEG-2 的档次/等级(Profile/Level)概念的基础。ITU-R 在 MPEG-2 的质量检验、测试方面做了大量工作。MPEG-2 的委员会草案 ISO/IEC CD 13818 是 1993 年 11 月产生的。按计划在 1994 年 11 月 7 日~11 日的新加坡会议上,批准为国际标准 ISO/IEC IS 13818。此后又对 MPEG-2 进行了扩展。

1.6 MPEG-4 标准

MPEG-4 标准将支持 7 个新的功能。可粗略划分为 3 类:基于内容的交互性、高压压缩率和灵活多样的存取模式。现分别介绍如下:

1. 基于内容的交互性(Content-based Interactivity)

(1) 基于内容的操作与比特流编辑:支持无需编码就可进行基于内容的操作与比特流编辑。例如:使用者可在图像或比特流中选择一具体的对象(Object)(例如图像中的某个人、某个建筑等等),随后改变它的某些特性。

(2) 自然与合成数据混合编码:提供将自然视频图像同合成数据(如文本、图形等)有效结合的方式,同时支持交互性操作。

(3) 增强的时间域随机存取:MPEG-4 将提供有效的随机存取方式即在有限的时间间隔内,可按帧或任意形状的对象,对一音、视频序列进行随机存取。例如以一序列中的某个音、视频对象为目标进行“快进”搜索。

2. 高压压缩率(Compression)

(1) 提高编码效率:与现有的或正在制定的标准相比,在可比拟速率上,MPEG-4 标准将提供更好的主观视觉质量的图像。这一功能可望在迅速发展的移动通信网中获得应用,但值得注意的是:提高编码效率不是 MPEG-4 的唯一的的主要目标。

(2) 对多个并发数据流的编码:MPEG-4 将提供对一景物的有效多视角编码,加上多伴音声道编码及有效的视听同步。在立体视频应用方面,MPEG-4 将利用对同一景物的多视点观察所造成的信息冗余,在足够的观察视点条件下,有效地描述三维自然景物。

3. 灵活多样的存取(Universal Access)

(1) 错误易发环境中的抗错性(Robustness):“灵活多样”是指允许采用各种有线、无线网和各种存储媒体,MPEG-4 将提高抗错误能力(Error Robustness Capability),尤其是在易发生严重错误的环境下的低比特应用中(移动通信链路)。注意:MPEG-4 是第一个在其音、视频表示规范中考虑信道特性的标准。目的不是取代已有通信网提供的错误控制技术,而是提供

一种对抗残留错误的坚韧性。例如:选择前向纠错(Selective Forward Error Correction),错误遏制(Error Containment),或错误掩盖(Error Concealment)。

(2) 基于内容的尺度可变性(Content-based Scalability):内容尺度可变性意味着给图像中的各个对象分配优先级。其中,比较重要的对象用较高的空间和/或时间分辨率表示。基于内容的尺度可变性是 MPEG-4 的核心,因为一旦图像中所含对象的目录及相应的优先级确定后,其它的基于内容的功能就比较容易实现了。对于甚低比特率应用,尺度可变性是一个关键的因素,因为它提供了自适应可用资源的能力。例如,这个功能允许使用者规定:对具有最高优先级的对象以可接受的质量显示,第二优先级的对象则以较低的质量显示,而其余内容(对象)则不予显示,可见,这种方式可最有效地利用有限的资源。

1.6.1 MPEG-4 可视信息编码

由于所要覆盖的范围如此广阔,而应用本身的要求又如此不同,因此,MPEG-4 不同于过去的 MPEG-2 或 H.26X 系列标准,其压缩方法不再局限于某种算法,可以根据不同的应用进行系统裁剪和选择。为此,MPEG-4 提供了一个包含各种工具和算法的工具箱,给出各种任意形状可视对象的高效表达式。可用于各种图片和视频的高效压缩;各种纹理(映射在各种 2D 和 3D 网格上)的高效压缩;各种隐含 2D 网格的高效压缩;各种网格动画时变几何流的高效压缩;所有类型可视对象的高效随机访问;各种图片和视频序列的扩充操纵功能;图片和视频的基于内容的编码;纹理、图片和视频的基于内容的可伸缩性;空域、时域和质量的可伸缩性;误码环境下的坚韧性和恢复能力。而对合成节目源中可视信息的编码,包括人脸及相应动画流的参数描述、带有纹理映射的静态和动态网格编码以及依赖于观看应用的纹理编码。

MPEG-4 可视信息的码率范围可从 5~64kbit/s (CIF 以下的分辨率和 15Hz 以下的帧频)直至 64kbit/s~4Mbit/s (ITU-R 601 的各种图像分辨率),并支持 MPEG-1 和 MPEG-2 已经提供的大多数功能。MPEG-4 支持的码率和相应的功能如图 1.3 所示。

图 1.3 中表示功能集的底层是甚低比特率视频(VLBV, Very Low Bit Rate Video)。它为 5~64kbit/s 视频操作与应用提供算法与工具。支持较低的空间分辨率(低于 352×288 像素)和较低的帧频(低于 15Hz)。VLBV 核心支持的专用功能包括:(1)实时多媒体应用:支持矩形图像序列的有效编码,具有编码效率高、高精度、高容错度及低延时等特点;(2)多媒体数据库应用:支持多媒体数据库的存储、随机存取以及 FF/FR(快进/快退)等功能操作。

MPEG-4 的高比特率视频(HBV, High Bit Rate Video)范围在 64kbit/s~4Mbit/s 之间,同样支持上述功能,但它支持较高的空间与时间分辨率。其输入可以是 ITU-R 601 的标准信号,因此其典型应用为数字电视广播与交互式检索。

在选择算法工具时,专家们对 MPEG-4 进行了大量的核心实验:对于运动估计,试验了全局运动补偿、2D 三角网格预测和亚像素预测;对于帧纹理编码,比较了小波变换、3D-DCT、重叠变换、高级的帧内编码和可变块尺寸的 DCT;对于形状编码,验证了几何变换、形状自适应区域分割和可变块尺寸分割;对于任意形状区域纹理编码,研究了贴补 DCT、形状自适应 DCT、延拓/内插 DCT、小波/

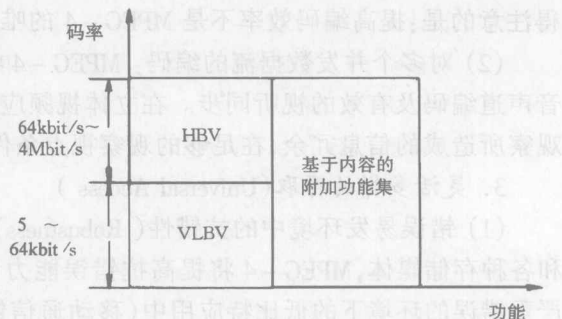


图 1.3 MPEG-4 支持的码率和相应的功能图