

数字媒体处理 技术与应用

殷海兵 夏哲雷 方向忠◎编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

数字媒体处理技术与应用

殷海兵 夏哲雷 方向忠 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书力图以数字媒体应用相关的技术和标准为主线,向读者系统地介绍数字媒体处理技术和相关应用。详细解析了目前主流的数字视音频编解码技术和标准、数字视音频数据复用、多媒体通信协议等技术的基本原理、典型数字视音频编解码器实现方案;并介绍了典型数字媒体应用,包括数字电视、高清 DVD、多媒体消费产品、交互式电视、网络流媒体、视频点播、视频会议、可视电话等。考虑到一本书内很难覆盖数字媒体应用所需的所有技术,本书试图以数字电视这一典型数字媒体应用为主线,逐章节依次展开,使得读者可以完整地构建数字电视及数字媒体应用所需要的知识体系。另外,本书对数字视频编解码实现的关键技术做了深入分析,引导读者掌握数字视频的核心技术,为读者进一步研究或从事相关技术开发工作提供参考。

本书的特点是:着眼于数字媒体产业实际应用,紧密联系教学实际。全书深入浅出,概念清晰,语言流畅。可供电子、通信、信息等专业高年级本科生和研究生教学用书或参考书,可供从事数字媒体技术和应用相关的科研人员参考,也可供从事数字媒体产品开发的工程技术人员阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字媒体处理技术与应用 / 殷海兵, 夏哲雷, 方向忠编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.12
ISBN 978-7-121-15282-5

I. ①数… II. ①殷… ②夏… ③方… III. ①数字技术: 多媒体技术 IV. ①TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 242753 号

责任编辑: 董亚峰 特约编辑: 王 纲

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 北京市李史山胶印厂
出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 599 千字

印 次: 2011 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

近二三十年来,随着信号处理、网络通信、集成电路制造等技术的快速发展,数字视频、音频压缩编解码相关的研究和应用取得了令人瞩目的成就,其应用已渗透到通信、多媒体、数字广播电视和计算机等各个领域,并在这些领域引起了深刻的变革。特别是数字音视频编解码国际标准的制定和产业化,促进了新兴的数字媒体产业。

随着各种信源编解码标准、信道标准、数字电视标准、消费电子相关标准逐渐制定成熟,各个国家纷纷加快了数字媒体产业的建设步伐,在信息产业基础设施方面加大了投资力度,同时通过行业引导、政策支持、市场调控等多种手段,促进数字媒体产业逐渐壮大。在过去二十年的发展过程中,数字媒体产业的规模得到急剧发展,成为信息产业中规模最大的产业群。

数字媒体相关的应用包括:数字电视/移动电视/IPTV、高密度数字存储媒体(DVD)应用、个人消费类电子应用(如数码相机、数字摄像机DV、便携式多媒体播放器PMP、数码相机框等)、可视电话/视频会议/远程医疗、多媒体安防监控、网络流媒体应用等。近几年,数字媒体产业的发展出现了井喷之势,必将成为国家产业结构中的支柱产业。

本书以数字媒体应用相关的技术和标准为主线,向读者系统地介绍数字媒体处理技术和应用。详细解析了目前主流的数字视音频编解码技术和标准、数字视音频数据复用、多媒体通信协议等技术的基本原理、典型数字视音频编解码器实现方案;并介绍了典型数字媒体应用,包括数字电视、高清DVD、多媒体消费产品、交互式电视、网络流媒体、视频点播、视频会议、可视电话等。考虑到在一本书内很难覆盖所有数字媒体应用所需的技术,本书试图以数字电视这一典型数字媒体应用为主线,逐章节依次展开,使得读者可以完整地构建数字电视及数字媒体应用所需要的知识体系。另外,本书对数字视频编解码实现的关键技术做了深入分析,引导读者掌握数字视频的核心技术,为读者进一步研究或从事相关技术开发提供了参考。

本书共有13章,主要包括以下内容。

第1章对数字媒体处理技术和数字媒体产业发展状况做了综述;第2章详细介绍了模拟视频信号和模拟电视技术,作为后面数字视频技术和数字电视内容的支持;第3章介绍了数字电视信号格式及其标准;第4章深入解析了数字视频压缩编码基本原理;第5章深度剖析了数字视频压缩编解码关键技术;第6章系统地介绍了目前主流的数字视频压缩编解码标准,包括MPEG-X、H.26X、AVS等;第7、8章分别介绍了数字音频信号及压缩编码技术和数字音频压缩编码标准;第9章以MPEG-2系统部分为例解析了压缩数字视音频码流进行节目和系统复用的机制和原理;第10章简单地介绍了基于数字音视频编解码技术的典型的数字媒体应用;第11~12章分别介绍了数字电视传输技术和数字电视系统及国际标准;最后第13章对数字电视的接收关键技术做了介绍,并给出了一个典型的数字电视接收机实例。

本书每章节都配有习题和思考题,以方便读者掌握各章的学习要点。

本书几位作者多年来从事本领域教学和科研工作。殷海兵副教授编写了本书大部分章节,并对本书进行了统稿,夏哲雷教授编写了第2、3章,方向忠教授编写了其中的第11、12章。



研究生谭晶晶、王佳、徐宁、郭龙盛参与了部分章节的公式、图表编辑，文档整理工作。作者殷海兵在博士后期间得到了高文教授的指导和帮助，博士后期间很多研究积累，融入了本书的章节中，感谢高文教授的指导和帮助。另外，作者在本书编写过程中与上海交通大学杨小康教授、上海大学许志祥教授、北京大学马思伟博士、贾惠柱博士，中科院研究生院齐洪钢博士、杭州电子科技大学王向文博士、章东平博士等进行过很多有益的讨论，在此表示感谢，感谢他们对本书给予的帮助。电子工业出版社董亚峰编辑在本书立项、编辑、出版过程中，给予作者诸多支持和帮助，做了很多耐心细致的工作，在此表示真诚感谢！

本书的出版得到了浙江省科协育才工程资助项目、杭州市青年科技人才培养工程项目、国家自然科学基金青年基金项目（NSFC 60802025）资助，在此表示衷心感谢。

数字媒体处理和应用发展迅速，而且应用非常广泛，所涉及的新的知识很多。由于时间仓促及作者水平所限，书中错误和疏漏之处在所难免，希望同行和广大读者给予批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1	2.4.1 广播电视系统	30
1.1 数字媒体技术和应用概述	2	2.4.2 射频电视信号	31
1.2 数字媒体应用的关键技术	4	2.4.3 地面广播电视接收机	33
1.2.1 数字视频编解码技术	4	思考题	35
1.2.2 数字声音压缩编码技术	4	第 3 章 数字电视信号及其标准	36
1.2.3 数字音视频复用、解复用技术	5	3.1 模拟视频信号及参数	37
1.2.4 数字电视信道编解码技术	5	3.2 模拟信号数字化	38
1.2.5 数字电视调制解调技术	5	3.2.1 模拟信号的取样及取样定理	38
1.2.6 流媒体技术	6	3.2.2 量化	38
1.3 典型数字媒体应用	6	3.2.3 PCM 编码	39
1.3.1 数字电视和数字媒体产业	6	3.3 模拟视频信号数字化	39
1.3.2 数字电视的发展	7	3.3.1 标准清晰度视频信号数字化	39
1.3.3 数字电视系统基本组成和发展进程	7	3.3.2 视频信号的取样	40
1.4 数字媒体产业链	8	3.3.3 视频信号的量化	42
思考题	10	3.4 标准清晰度数字电视信号编码	
第 2 章 模拟视频信号和模拟电视技术	11	国际标准 ITU—R BT.601 系列	43
2.1 彩色与人眼视觉系统特性	12	3.4.1 ITU—R BT.601 标准及主要参数	43
2.1.1 光的性质	12	3.4.2 ITU—R BT.601 标准中数字行与模拟行之间的关系	44
2.1.2 人眼的视觉特性	12	3.4.3 ITU—R BT.601 与 BT.656 标准数字电视信号码流结构	45
2.1.3 色度学	17	3.4.4 ITU—R BT.656 标准数字电视信号接口	46
2.2 电视图像的传像原理	19	3.5 高清晰度数字电视信号编码	
2.2.1 电视传像原理	19	国际标准	47
2.2.2 电视图像的基本参数	20	3.5.1 数字高清晰度电视扫描参数及图像格式	47
2.2.3 黑白全电视信号的组成	21	3.5.2 数字高清晰度电视演播室标准 ITU—R BT.709	48
2.3 彩色电视信号的传输	22	3.5.3 我国数字高清晰度电视标准 GY/T 155—2000	50
2.3.1 彩色电视信号的兼容问题	22		
2.3.2 NTSC 制	23		
2.3.3 PAL 制	26		
2.4 模拟地面电视广播*	30		



3.5.4 数字高清晰度电视信号的码流结构	51
3.5.5 数字高清晰度电视演播室视频信号接口*	53
3.6 一些典型的视频信号接口	53
3.6.1 模拟接口	53
3.6.2 数字接口	54
思考题	57
第4章 数字视频压缩编码基本原理	58
4.1 视频压缩的必要性与可能性	59
4.2 图像压缩编码发展历史	60
4.3 基于分块图像压缩编码方案	61
4.4 预测编码技术	62
4.4.1 预测差分编码原理	62
4.4.2 预测方法	63
4.4.3 运动补偿预测	64
4.4.4 帧内预测	65
4.5 变换编码技术	68
4.5.1 图像正交变换	68
4.5.2 变换编码系统框图	69
4.6 量化技术	69
4.7 游程编码	70
4.8 可变长编码	71
4.8.1 统计编码原理—信息量与信息熵	71
4.8.2 Huffman 编码	72
4.8.3 算术编码	73
4.9 目前主流的基于分块运动预测混合编码方案	76
4.10 率失真基本理论简介*	78
4.10.1 典型信源的率失真函数	79
4.10.2 量化的率失真模型计算	80
4.10.3 典型信源的量化率失真函数	81
4.10.4 率失真优化在视频压缩编码中的应用	83
思考题	84

第5章 数字视频压缩编解码关键技术	85
5.1 帧内预测	86
5.1.1 4×4 亮度预测	86
5.1.2 16×16 亮度预测	89
5.1.3 8×8 色度预测	90
5.1.4 预测模式编码	90
5.2 运动估计	91
5.2.1 整像素块匹配运动估计	92
5.2.2 典型块匹配搜索算法	93
5.2.3 运动矢量预测和编码	98
5.2.4 新的运动预测技术*	99
5.3 变换和逆变换	105
5.3.1 DCT 变换	105
5.3.2 整数变换	106
5.4 量化和逆量化	108
5.5 一体化整数变换和量化	109
5.6 熵编码	111
5.6.1 Exp-Golomb 编码技术	111
5.6.2 CAVLC 编码技术	112
5.7 模式选择*	115
5.7.1 模式选择的作用	115
5.7.2 模式选择的基本原理	115
5.7.3 帧内模式选择和典型实现方法	117
5.7.4 帧间模式选择和典型实现方法	118
5.8 码率控制*	119
5.8.1 TM5 码率控制算法	121
5.8.2 TMN8 码率控制算法	122
5.8.3 VM8 码率控制算法	123
5.8.4 ρ 域码率控制算法	123
5.8.5 H.264/AVC 码率控制算法	123
5.9 环路滤波	125
思考题	129
第6章 数字视频压缩编解码标准	130
6.1 视频编解码标准工作组	131
6.1.1 JPEG 组织	131



6.1.2 MPEG 组织	132	7.3.4 混合编码	164
6.1.3 VCEG 组织	133	7.4 音频压缩编码技术标准介绍	164
6.1.4 AVS 工作组	135	7.4.1 电话质量的音频压缩编码 技术标准	164
6.2 MPEG-2 编解码标准	135	7.4.2 调幅广播质量的音频压缩 编码技术标准	165
6.2.1 MPEG-2 的编码标准文件	136	7.4.3 高保真立体声音频压缩 编码技术标准	165
6.2.2 MPEG 视频码流的结构	136	思考题	166
6.2.3 MPEG-2 编码	139		
6.2.4 MPEG-2 的档次和级别	141		
6.3 MPEG-4 编码标准	142		
6.4 H.264 标准*	145		
6.4.1 H.264 与其他视频编码 标准的异同	146		
6.4.2 NAL 和 VCL 的系统结构	146		
6.4.3 H.264 视频编码层的新特性	147		
6.4.4 H.264 的档次和级别	149		
6.5 AVS 视频编码标准*	150		
6.5.1 概述	150		
6.5.2 AVS1—P2	150		
6.5.3 AVS 产业化状况	153		
6.6 HEVC 视频编码标准*	154		
6.7 Google VP8 视频编码标准*	155		
6.8 SMPTE VC—1 视频编码标准*	156		
6.9 RM 视频格式*	158		
思考题	158		

第 7 章 数字音频信号

及压缩编码技术

7.1 音频信号概述	160
7.1.1 音频信号	160
7.1.2 声音的分类	160
7.2 音频信号压缩的可能性	161
7.2.1 时域冗余	161
7.2.2 频域冗余	162
7.2.3 听觉冗余	162
7.3 数字音频信号压缩编码的 主要类型	163
7.3.1 熵编码	163
7.3.2 波形编码	163
7.3.3 参数编码*	163

第 8 章 数字音频压缩编码标准

8.1 音频编码采用的共性技术	168
8.1.1 音频编码与感知特性	168
8.1.2 子带编码	168
8.1.3 多相滤波器组	170
8.1.4 典型的分层编码结构	170
8.2 MUSICAM 编码	171
8.2.1 概述	171
8.2.2 MUSICAM 编码器	172
8.2.3 MUSICAM 解码器	174
8.3 MPEG 音频压缩编码	174
8.3.1 MPEG-1 音频压缩 编码标准	174
8.3.2 MPEG-2 音频压缩 编码标准	177
8.3.3 MPEG-2 AAC 音频 编码标准	178
8.3.4 MPEG-4 音频编码技术	181
8.4 Dolby AC—3 数字音频压缩 编码技术*	181
8.4.1 概述	181
8.4.2 AC—3 编解码技术	182
8.4.3 AC—3 同步帧格式	184
8.5 其他数字音频压缩编码技术*	184
思考题	184

第 9 章 数据复用

9.1 MPEG-2 系统复用	187
9.1.1 MPEG-2 视频 ES 码流结构	188



9.1.2 PES 数据包语法结构	189	系统的特点	230
9.1.3 节目码流	191	10.5.4 多媒体监控的发展	231
9.1.4 传送码流	192	10.6 网络流媒体应用	233
9.1.5 码流中的定时信息	195	10.6.1 概述	233
9.2 MPEG-2 中的 PSI 表	196	10.6.2 网络流媒体技术	233
9.3 DVB 中的服务信息*	200	10.7 数字电视应用	236
9.4 TS 流的组织结构	201	思考题	236
9.5 电子节目指南*	202	第 11 章 数字电视传输技术	237
9.6 主流多媒体音视频格式*	202	11.1 概述	238
9.6.1 流媒体格式概述	203	11.2 纠错编码概述	238
9.6.2 音频格式	203	11.2.1 差错种类	239
9.6.3 视频文件格式	205	11.2.2 误码的形成及误码率	239
9.6.4 TS 格式	206	11.2.3 差错控制方式	240
思考题	207	11.2.4 差错控制编码的几个 基本概念	240
第 10 章 基于数字音视频 编解码技术的应用	208	11.3 级联码	242
10.1 概述	209	11.4 线性分组码	243
10.2 电子消费类应用	209	11.5 循环码	243
10.2.1 数码相机	209	11.5.1 概述	243
10.2.2 数码摄像机	215	11.5.2 码多项式及其运算	244
10.2.3 PMP 播放器	216	11.5.3 循环码的生成多项式 及其求解	244
10.3 高密度激光数字存储媒体应用	216	11.5.4 循环码的编解码原理	244
10.3.1 CD	216	11.6 BCH 码*	245
10.3.2 VCD	217	11.7 RS 码	246
10.3.3 SVCD*	218	11.7.1 概述	246
10.3.4 DVD	218	11.7.2 RS 码的生成	246
10.3.5 EVD*	219	11.7.3 数字电视中的 RS 码	247
10.3.6 HD DVD	220	11.8 交织	248
10.3.7 中国蓝光 CBHD	222	11.8.1 交织与去交织原理	248
10.4 会议电视/可视电话/远程医疗*	222	11.8.2 卷积交织	249
10.4.1 会议电视	222	11.9 卷积编码与维特比解码	250
10.4.2 可视电话	226	11.9.1 卷积编码的工作原理	250
10.4.3 远程医疗	227	11.9.2 卷积码的解码方法	251
10.4.4 多媒体电视监控报警系统	229	11.9.3 收缩卷积码	251
10.5 多媒体安防监控*	229	11.10 能量扩散	251
10.5.1 概述	229	11.10.1 能量扩散的作用	251
10.5.2 网络多媒体监控系统	230	11.10.2 能量扩散的实现	252
10.5.3 网络多媒体监控			





11.11 二进制数字电视信号的 调制传输.....	253	12.5 我国数字地面电视传输标准.....	276
11.12 多进制数字电视信号的 调制传输.....	253	12.5.1 系统概述.....	276
11.12.1 多进制幅度键控 (MASK).....	253	12.5.2 系统框图.....	276
11.12.2 多进制相位键控 (MPSK).....	254	12.5.3 编码与调制.....	277
11.12.3 正交振幅调制(QAM).....	254	12.5.4 符号星座映射.....	277
11.12.4 MQAM 与 MPSK 的比较.....	256	12.5.5 符号交织.....	278
11.12.5 多进制残留边带 MVSF 调制.....	257	12.5.6 频域交织.....	278
11.13 编码与调制的结合——TCM (Trellis Code Modulation, 网格编码调制).....	258	12.5.7 数据帧结构.....	278
11.13.1 概述.....	258	12.6 交互式数字电视*.....	279
11.13.2 网格编码调制.....	258	12.6.1 三网融合的进程及交互式 数字电视的基本特征.....	279
11.13.3 信号星座的集分割.....	259	12.6.2 交互式数字电视系统的 组成.....	280
11.14 正交频分复用调制.....	261	12.6.3 交互式数字电视系统规范 及关键技术.....	281
11.14.1 引言.....	261	12.6.4 视频点播系统.....	282
11.14.2 OFDM 的实现方法.....	261	12.7 IPTV 与流媒体*.....	283
11.14.3 克服多径干扰的措施.....	262	12.7.1 IPTV 的基本概念及发展.....	283
11.14.4 COFDM-OFDM 信号 与数字调制及信道编码.....	263	12.7.2 IPTV 的系统结构.....	285
思考题.....	264	12.7.3 IPTV 业务.....	289
第 12 章 数字电视系统及国际标准	265	12.8 移动电视*.....	289
12.1 概述.....	266	12.8.1 手机电视的业务分类.....	290
12.2 DVB 数字视频广播电视系统.....	266	12.8.2 中国移动多媒体广播 CMMB.....	291
12.2.1 卫星数字电视广播的 DVB—S 系统.....	267	12.8.3 其他手机电视系统.....	295
12.2.2 DVB—C 数字电视 广播系统.....	268	12.8.4 欧洲 DVB—H 标准.....	296
12.2.3 DVB—T 地面数字电视 广播系统.....	270	12.8.5 T—DMB 标准.....	297
12.3 ATSC 数字电视系统*.....	273	12.8.6 S—DMB.....	298
12.3.1 系统概况.....	274	12.8.7 MediaFLO 标准.....	298
12.3.2 射频/传输子系统特性.....	274	思考题.....	299
12.4 ISDB—T 数字电视系统*.....	275	第 13 章 数字电视的接收	300
		13.1 概述.....	301
		13.1.1 数字电视接收机的 几种形式.....	301
		13.1.2 广播数字电视机顶盒.....	302
		13.2 卫星数字电视接收机.....	304
		13.2.1 我国数字电视广播 通信卫星.....	304





13.2.2 卫星数字电视.....	305	13.4.2 ST 数字电视信源解码	
13.2.3 卫星数字调谐器.....	306	芯片*	309
13.3 有线数字电视接收机.....	306	13.4.3 Sigma Design 数字电视	
13.3.1 有线电视数字调谐器.....	306	信源解码芯片	311
13.3.2 DCF8721 数字调谐器	307	13.5 接收机软件系统*	315
13.4 单芯片解复用和信源解码.....	309	思考题	316
13.4.1 解复用和信源解码框图	309	参考文献.....	317

含*章节内容为可选部分，教师可以根据学时酌情增减，读者可以根据应用需要选读。



第1章

绪论

2035

10100100100
100100100100
0100100100100
10010001010
0100100100100

2547





1.1 数字媒体技术和应用概述

近二三十年来,随着信号处理、网络通信、集成电路制造等技术的快速发展,数字视频、音频压缩编解码相关的研究和应用取得了令人瞩目的成就,其应用已渗透到通信、多媒体、数字广播电视和计算机等各个领域,并在这些领域引起了深刻的变化。特别是数字视音频编解码国际标准的制定和产业化,促进了新兴的数字媒体产业。

数字视音频编解码的相关技术主要解决海量数字视音频数据如何压缩解压缩的问题,相应的数字视音频编解码信源标准是数字媒体应用中基础性的标准。数字视音频信源编解码技术和其他信道纠错编码、数字调制通信、多媒体网络通信、嵌入式系统软硬件、芯片设计制造等技术结合,为多种数字媒体应用产业化做好了技术积累。主要表现在以下几个方面。

① 经过两三年的技术积累,基于分块运动预测、变换、量化、熵编码的混合编码方案逐渐成熟,形成了一系列数字视频压缩编解码国际标准,如 MPEG-2、MPEG-4、H.264/AVC 等;同时利用子带编码、听觉感知编码、量化等技术的音频压缩编码技术也逐渐成熟,形成了多种数字音频国家编解码标准。这些数字视音频信源压缩编解码标准,大大促进了数字媒体产业的发展。

② 集成电路设计和制造技术发展迅速, SOC 设计技术相对成熟,目前主流已经达到了 65nm 工艺,集成电路规模门数达到千万门级,这样的规模和工艺为数据处理密集型的数字视频编解码,特别是高清视频编解码,提供了性价比合适的实现可能。

③ 嵌入式处理器或众核处理器的处理能力越来越强,嵌入式操作系统及相关软件技术逐渐成熟,为数字媒体应用的实现提供了很好的嵌入式软硬件平台。

④ 级联纠错编码、RS 编码、交织、卷积编码、LDPC 码、Turbo 码等技术逐渐成熟,为各种恶劣信道上数字媒体信息传输提供了前向纠错能力支持。

⑤ 多进制调制、COFDM 调制、网格编码调制等数字调制技术的发展为高效率的数字调制提供可能,为实现高效率利用资源提供了保证。

⑥ 随着互联网和网络通信技术的快速发展,基于互联网或移动网络的多媒体网络通信技术逐渐成熟,一些支持流媒体传输的网络协议,如实时传输协议 RTP/RTCP、实时流传输协议 RTSP、资源预留协议 RSVP 等逐渐得到了应用,为基于 IP 网络、移动通信网上的多媒体应用提供了技术支撑。

进入 21 世纪后,随着各种信源编解码标准、信道标准、数字电视标准、消费电子相关标准逐渐制定成熟,各个国家纷纷加快了数字媒体产业的建设步伐,在信息产业基础设施方面加大了投资力度,同时通过行业引导、政策支持、市场调控等多种手段,促进数字媒体产业逐渐壮大。这些促进数字媒体产业发展的积极因素主要有以下几个。

① 广电系统确定了有线、地面、卫星数字电视信道传输标准,并大力加强了数字电视有线网、地面数字电视传输网的建设,这些基础设施建设为有线、地面数字电视转换打下了坚实基础。

② 国家大力发展数字卫星通信技术。中国航天科技集团公司先后发射了鑫诺 1 号、鑫诺



2号、鑫诺3号、中星6A卫星（鑫诺6号）、中星9号等数据通信卫星，为我国通信、广播和数据传输提供服务。直播卫星为偏远地区卫星数字电视覆盖提供了强力支持。

③ 国家大力发展宽带网络通信技术。我国互联网发展非常迅速，电信、网通等运营商加大了接入网和骨干网的建设，随着接入网的快速发展，ADSL、Cable MODEM、高速以太网接入等接入模式，解决了最后一千米的瓶颈。目前人们可以以合适的价格享受宽带网络到户服务，这一状况为网络流媒体和IPTV业务的迅速发展提供了强力支撑。

④ 国家大力移动通信技术。我国3G移动通信网络覆盖广，移动通信用户数据巨大，特别是3G通信技术带宽增大，为基于流媒体技术的移动多媒体业务提供了可能。

⑤ 国家大力加强和谐社会建设，启动了平安城市、平安社区、平安校园等建设，大力发展视频多媒体安防监控，促进社会安定和谐。这一举措大大促进了数字多媒体安防监控的应用。

⑥ 21世纪是信息化时代，人们对信息需求量要求剧增，数字视音频消费电子应用发展非常迅速，数码相机、数码摄像机（DV）、便携式多媒体播放器（PMP）、便携式移动电视接收机应用等市场规模非常巨大；这些消费类电子应用也极大地促进了数字媒体产业的发展。

⑦ 高密度激光数字存储媒体（DVD）应用发展也非常迅速。为了摆脱我国DVD专利受制于人的被动局面，国家成立了自己的高清DVD工作组和产业联盟，发展自己国家标准的DVD标准。这也将是数字媒体产业中一个非常重要的应用。

在过去短短20年的发展过程中，数字媒体产业的规模得到急剧发展，成为信息产业中规模最大的产业群，数字媒体产业的状况对于我国信息产业的发展有着举足轻重的地位。基于数字视音频编解码的数字媒体相关应用如图1.1所示。

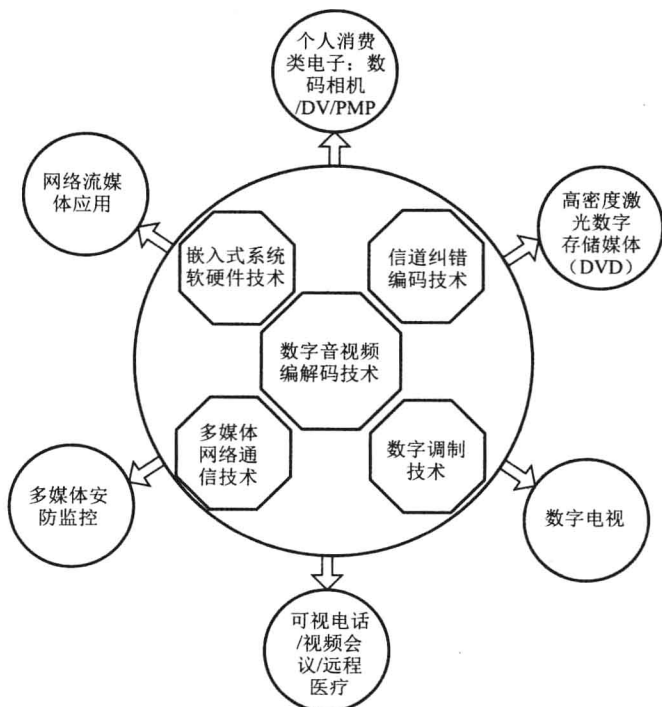


图 1.1 数字媒体相关应用



由图 1.1 可见, 数字媒体相关应用包括: 数字电视、高密度激光数字存储媒体 (DVD) 应用、个人消费类电子应用 (如数码相机、DV、PMP、数码相框等)、可视电话/视频会议/远程医疗、多媒体安防监控、网络流媒体应用等。近几年, 数字媒体产业的发展出现了井喷之势, 必将成为国家产业结构中的支柱产业。

1.2 数字媒体应用的关键技术

1.2.1 数字视频编解码技术

数字电视与图像通信所传送的视频与音频在数字化后均有极高的数码率, 例如, 对图像亮度信号与色差信号分别用 13.5MHz 及 6.75MHz 的取样频率进行取样, 用 10 位二进制数进行量化, 其数码率达 270Mbps。而一个频带宽为 8MHz 的模拟电视频道若只使用二进制调制方法只能传送不大于 16Mbps 的二进制数据流。因此必须想办法去除图像信号中的多余信息, 将码率从 270Mbps 压缩到能在一个频道中传送。

研究一下电视图像信号的统计特性, 就可发现在电视图像中存在着很大的相关性。去除这些相关性 (即冗余度) 就能实现码率压缩。能否实现高效的图像压缩编码就成了是否能实现数字电视及图像通信的关键技术之一。20 世纪 80 年代以来, 图像与声音压缩编码技术有了长足的进展。图像预测编码技术、图像变换编码技术、统计编码 (包括霍夫曼编码、算术编码与行程编码) 及矢量量化编码等是基本的图像压缩编码技术。

MPEG (Moving Picture Experts Group, 运动图像专家组) 是专门从事多媒体视频、音频压缩标准制定的国际组织, MPEG 系列标准已成为国际上影响最大的多媒体技术标准, 它对数字电视、视听消费电子、多媒体通信等信息产业的发展都产生了巨大而深远的影响。随着技术的进步, MPEG-2 已不能适应信息时代飞速发展的要求。而新一代视频编码标准 H.264 (MPEG-4 AVC) 具有压缩效率高、算法先进、性能优异等技术优势, 目前 H.264 高清实时解码专用集成电路 (ASIC), 已经研制成功, 因此可以预见在不远的将来, H.264 极有可能取代 MPEG-2 而成为数字电视及其存储媒体的统一编码方式。

另外, 中国数字视音频编解码标准工作组制定了面向数字电视和高清晰度激光视盘播放机的 AVS 标准。AVS 基于 H.264 标准, 与 MPEG-2 完全兼容, 同时又兼容 H.264 基本层, 在许多方面具有自主知识产权, 从而使专利费用大大降低。AVS 压缩效率可达到 MPEG-2 的 2~3 倍, 与 H.264 相比较, AVS 的设计更加简洁, 显著降低了芯片实现的复杂度, 利用 AVS 取代 MPEG-2, 摆脱 MPEGLA (MPEG 许可证管理局) 组织的专利束缚, 对于中国视听产业的发展具有重要意义。

1.2.2 数字声音压缩编码技术

数字媒体应用中, 声音信息的编码和传输也是极为重要的。一般电视电话和会议电视系统中, 声音带宽较窄 (如从 300Hz 至 7kHz), 而在数字电视系统中, 高保真度的声音信号的带宽很宽, 从 10Hz 至 20kHz。利用声音信息的冗余度及人的听觉生理—心理特性, 也能高效地对数字声音信息进行压缩编码。针对不同的带宽要求, 国际组织制定了不同的声音压缩编





码标准。

对于窄带语音信号, CCITT (ITU-TS) 发布了各种基于参数及波形编码的低码率混合编码标准。如 G.711、G.721、G.722、G.723、G.728 及 G.729 等各种标准。除了 G.722 的取样频率为 16kHz 外, 其他各种标准取样频率均为 8kHz。而量化精度除 G.711 为 8bit 外, 其他均为 16bit。上述各种标准的输出码率最低为 5.3kbps (G.723), 最高为 64kbps (G.711 及 G.722)。

对于宽带的高保真度声音信号, 其主要标准有两个。一个是 MPEG 音频压缩编码标准, 它是以欧洲的 MUSICAM 及 ASPEC 算法为基础而改进的一种标准。另一个是 Dolby AC—3 音频压缩编码标准。AC—3 标准对声音信号的取样频率为 48kHz, 量化精度为 16~24bit, 其基带音频的输入多达 6 个声道, 即中心声道、左、中、右、左环绕、右环绕及低频增强声道。AC—3 已成为了 DVD 数字视盘及 ATSC (美国数字电视标准) 的声音压缩编码标准。

1.2.3 数字音视频复用、解复用技术

数字电视系统中对多媒体数据在传输中进行打包、解包处理, 亦称复用、解复用技术, 为系统具备可扩展性、可分级性与互操作性奠定了基础。在发送端, 复用设备将视频、音频、辅助数据等信源编码器送来的数据比特流, 经处理复合成单路的串行比特流, 送给信道编码系统及调制系统, 接收端与此正好相反。MPEG-2 在系统传输层定义了两类数据流, 即节目流 (PS) 与传输流 (TS), H.264 采用与 MPEG-2 相同的系统传输层。

在数字电视复用传输标准方面, 美国、欧洲、日本均采用 MPEG-2 标准, 其中规定 HDTV 数据分组长度为 188 字节, 这正好是 ATM 信元的整数倍, 因此可以用 4 个 ATM 信元来传送一个完整的 HDTV 数据包, 从而可容易实现 HDTV 与 ATM (异步转移模式) 的接口, 这为今后实现电信网、电视网、计算机网三网融合, 构建基于 ATM 宽带交换及大容量光纤传输的多媒体通信网具有重要意义。

1.2.4 数字电视信道编解码技术

信道编码是实现信号可靠传输的重要保证, 数字电视信道编码的目的就是通过纠错编码、网格编码、均衡等技术来提高数字电视信号的抗干扰能力。纠错编码在信道编码中占据重要地位, 其本质是通过按照一定规则重新排列信号码元或加入辅助码来防止码元在传输过程中出错, 并进行检错、纠错处理, 以保证信号的可靠传输。纠错检错码包括线性分组码 (如奇偶检验码)、循环冗余检测码、里德—索罗门 (Reed-Solomon) 码 (外码)、交织器与去交织器、卷积编码与维特比解码、TCM 格状编码调制技术等。信道编码之后的基带信号经调制实现频谱搬移之后即可送入卫星、地面、有线传输信道中进行传输。

1.2.5 数字电视调制解调技术

在数字电视系统中, 采用多进制的数字调制技术可大大提高信道的频谱利用率。主要调制方式包括:

- ① 正交幅度调制 (QAM), 调制效率高, 传输信噪比要求高, 适用于有线电视电缆传输;
- ② 四相移相键控 (QPSK), 调制效率高, 传输信噪比要求低, 适用于卫星传输;
- ③ 残留边带 (VSB) 调制, 抗多径传播效应好, 即消除重影效果好, 适用于地面开路



传输:

④ 编码正交频分复用 (COFDM), 抗多径传播效应和同频干扰好, 适用于地面开路广播和同频网广播。

1.2.6 流媒体技术

流媒体技术是一种以音视频数据流的方式在网络上传递多媒体信息的技术。与传统的多媒体下载不同, 流媒体传输具有实时性和连续性的特点。边播放边下载的流式传输方式可以使用户不必等待所有的数据下载到本地即可播放。采用不同的码率传输, 可以使用户在几十 kbps 低带宽到几十 Mbps 高带宽的不同网络环境中都能在线欣赏到连续不断的较高品质的音视频节目。一个基本的流媒体系统必须包括编码器 (Encoder)、服务器 (Server) 和播放器 (Player) 三个模块。模块之间通过特定的协议互相通信, 并按照特定格式互相交换文件数据。流媒体技术具有十分广泛的应用领域, 如在线直播、网络广告、视频点播、视频会议、远程教育等。

1.3 典型数字媒体应用

1.3.1 数字电视和数字媒体产业

从上两节内容可以看出, 数字媒体应用领域非常宽泛, 针对不同应用, 需要的关键支撑技术也较多, 在一本书里很难全部覆盖、面面俱到。本书主要从众多数字媒体应用中提炼一些关键的共性技术, 包括数字视音频编解码技术、基本流复用技术、纠错编码和数字调制技术等。图 1.2 给出了典型数字媒体应用的系统基本组成结构。

数字电视是一种非常典型的数字媒体应用, 广播数字电视、网络流媒体电视、移动多媒体电视这些典型数字电视应用中采用的技术基本上覆盖了数字媒体其他应用所需要的关键技术。所以本书将围绕着数字电视技术的组成为主线来展开, 在后面章节上同时兼顾其他应用。

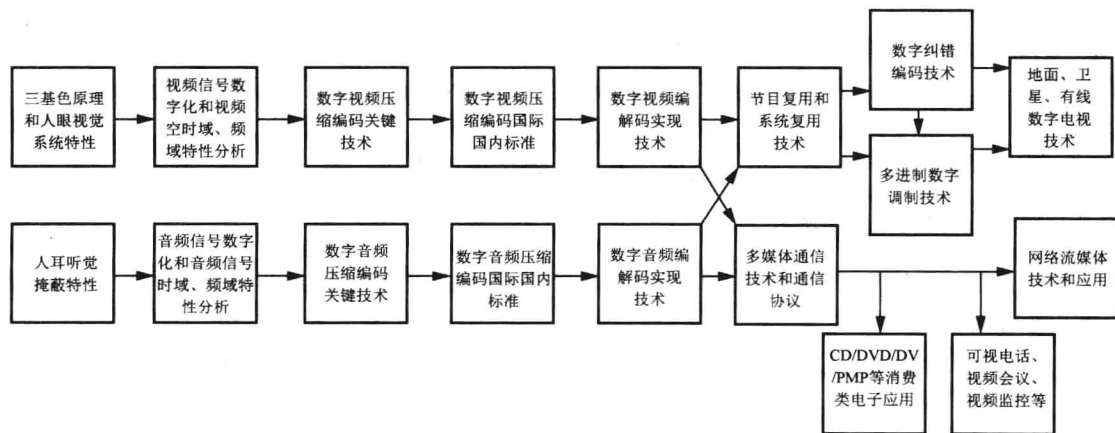


图 1.2 典型数字媒体应用的系统基本组成结构

