

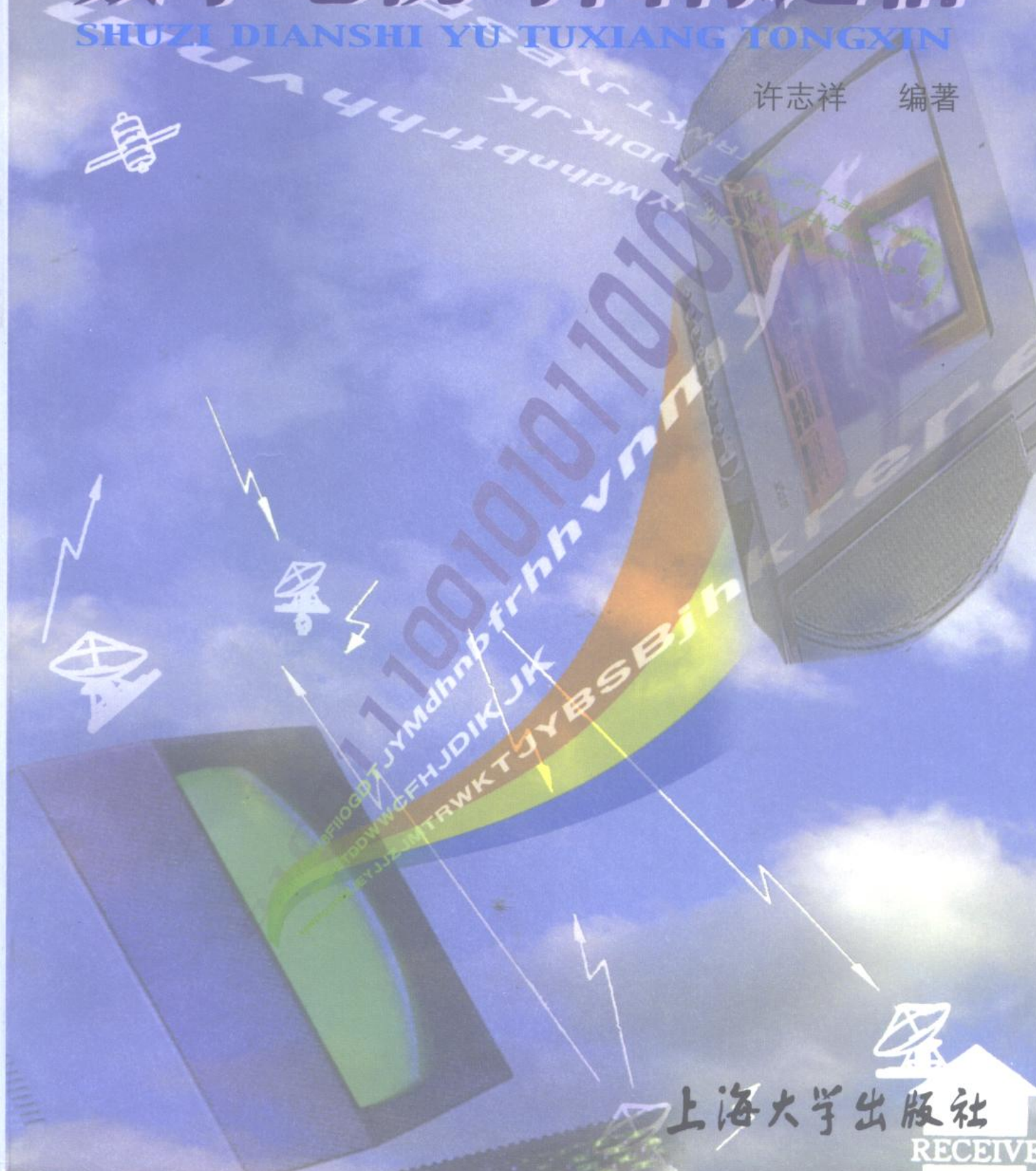


上海普通高校“九五”重点教材

数字电视与图像通信

SHUZI DIANSHI YU TUXIANG TONGXIN

许志祥 编著



上海大学出版社

RECEIVED

上海普通高校“九五”重点教材
世界银行贷款资助项目
上海市教育委员会组编

数字电视与图像通信

许志祥 编著

上海大学出版社

· 上 海 ·

内 容 提 要

数字电视与图像通信是一个蓬勃发展的高科技领域。本书重点阐述了数字电视与图像通信的共同的关键技术——图像与声音的数字信源压缩编码技术和数字信道传输技术(数字信道编码与多进制数字调制)。内容包括视频图像信号的数字化、模拟电视信号的数字处理技术、图像压缩编码技术及其国际标准、声音压缩编码技术及其国际标准、数字电视传输技术等。介绍了数字电视与图像通信的主要应用系统,其中重点介绍了电视电话与会议电视系统,数字电视广播(DVB)系统、高清晰度电视(HDTV)以及交互电视与多媒体通信等。此外,对数字电视技术的发展及图像通信的进展作了简要综述,提出了数字电视与图像通信这一高科技领域的研究及发展方向。

本书既可作为高等工科院校通信与信息工程专业的本科生和研究生的教学用书,亦可作为有关的教学和科研人员以及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

2425/31

数字电视与图像通信/许志祥编著. —上海:上海大学出版社,2000.10

ISBN 7-81058-206-2

I.数... II.许... III.①数字技术-视频信号-信号处理②数字图像-传输 IV.TN941.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 52306 号

责任编辑:王悦生

封面设计:兰 竹

上海大学出版社出版发行

(上海市延长路 149 号 邮政编码 200072)

上海市印刷七厂一分厂印刷 各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 515 000

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~2 500

定价:30.00 元

序

展望 21 世纪,人类将进入信息社会的新时代。通信、计算机及电视技术的融为一体是信息社会的重要标志之一。20 世纪 80 年代以来,微电子、数字技术及网络技术的迅猛发展奠定了通信技术发展的基础,而数字信源压缩编码技术及数字信道传输技术这两个关键技术的不断成熟,创造了通信、计算机及电视技术融合的条件。无论是音频、视频或其他媒体,在信息数字化后,归根到底均是数据的处理和传输。国际及国内 ATM 及 IP 宽带骨干网的建立,电信网、有线电视网及计算机网的三网合一,营造了信息传输的环境。人们在办公室或在家中,均可通过有线或无线网络和地球上任何地方的人进行面对面的交谈(电视电话和会议电视等),点播电视节目,进行远程医疗诊断、远程教育、网上资料浏览和下载以及网上购物等。人们将享受现代科技的硕果,极大地提高人们的生活品质。

近十年来,数字电视与图像通信在我国也获得了迅猛的发展,我国高清晰度电视也已在国庆 50 周年试播。本书是顺应数字电视与图像通信的最新发展而推出的有关数字电视与图像通信的专著。书中正确阐述了信源压缩编码和数字传输技术,并对各种数字电视与图像通信业务作了详细的介绍,内容丰富、深入浅出。本书作者许志祥教授长期从事电视技术及图像通信方面的教学和研究工作,书中内容已经作者在大学本科生和研究生教学中多次讲授。本书作为上海普通高校“九五”重点教材,可供通信与信息专业本科生及研究生作为教材,也可作为有关领域工程技术人员的参考书。特向读者推荐。

中国科学院院士、教授



2000 年 5 月 8 日

前 言

“数字电视”与“图像通信”这一对伴随着数字技术、计算机技术及网络技术等发展而成长起来的孪生姐妹,在世纪之交走到了一起。电视与通信之间,语音、图像及数据之间的界限逐渐模糊,正相互融合,相互渗透。数字电视、通信技术及多媒体技术的关键均是信源的压缩编码技术和数字传输技术,正是这两个关键技术构成了信息处理与传输的基础,并推动了信息产业的发展。人们在努力构筑“信息高速公路”的同时,又在积极营造全面信息化、网络化的“数字地球”,一场新的信息产业革命正在新世纪来临之际兴起。在网络技术的推动下,交互电视、多媒体通信将进入普通人的生活,使人类的生存环境产生革命性的改变。

本书重点阐述了数字电视与图像通信的共同的关键技术——图像与声音的数字信源压缩编码技术和数字信道传输技术,并对数字电视及图像通信的主要业务进行了较全面的介绍。本书的内容已在上海大学本科生及研究生中进行过多次讲授。希望本书能为从事这一领域工作的广大工程技术人员稍尽绵薄之力。

本书作为上海普通高校“九五”重点教材,是在上海市教育委员会领导和组织下完成的,并得到了世界银行的贷款资助;在编写过程中得到了中科院院士张煦教授、薛永祺教授,美国匹兹堡大学李景崇教授等许多专家及各位同仁的热情帮助与指导;复旦大学何永保教授,上海交通大学余松煜教授、周源华教授,东华大学许鹤群教授等对本书内容提出了许多有益的建议;上海广电开发公司的毛爱光高级工程师等工程技术人员提供了不少有益的资料;上海大学通信学院张兆扬教授、陈惠民教授、汪敏教授、叶家骏教授及夏强、赵伟良等老师积极支持本书的编写工作;国内外的学生包括在事业上取得较大成就的顾大为(David Koo)、黄思钧、张一钧、郭斯宏等也用各种方式支持本书的编写,董亚敏、卢方、王鹏、许国泰等研究生为本书完成了原稿的制图、校对等卓有成效的工作,在此一并向上述单位和个人表示我诚挚的谢意。

由于作者水平有限,而信息技术发展又是一日千里,对本书存在的不足及错误之处,还望读者不吝赐教。

作 者

2000年4月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 电视技术和图像通信的融合	1
1.2 数字电视与图像通信的关键技术	2
1.3 数字电视技术的发展	4
1.4 图像通信的进展	7
1.5 数字电视与图像通信的研究课题	9
第二章 视频图像信号的数字化	11
2.1 模拟视频图像信号及其技术参数.....	11
2.2 视频图像信号的取样.....	15
2.3 量化及量化误差.....	21
2.4 PCM 编码	25
2.5 电视信号取样结构.....	26
2.6 分量电视信号 PCM 编码参数的选择	29
2.7 复合彩色全电视信号 PCM 编码参数选择	33
2.8 数字图像的格式变换——抽选和内插.....	37
2.9 图像质量的主观评价.....	41
第三章 模拟电视信号的数字处理技术	43
3.1 概述.....	43
3.2 电视信号的谱分析.....	45
3.3 亮度信号和色度信号的分离.....	50
3.4 PAL 色度信号的数字解调	59
3.5 电视信号的数字增强技术.....	63
3.6 模拟电视机中数字处理系统介绍.....	68
3.7 电视接收机的总线控制方式(IM 总线及 I ² C 总线)	73
第四章 图像压缩编码	76
4.1 概述.....	76
4.2 图像预测编码技术.....	77
4.3 图像变换编码技术.....	86
4.4 统计编码.....	95
4.5 矢量量化编码	103
4.6 图像压缩编码技术的新进展	105
第五章 图像压缩编码的国际标准	109
5.1 电视电话及会议电视压缩编码标准——H. 261 建议	109

5.2	JPEG 建议	118
5.3	MPEG 国际标准概述	125
5.4	MPEG - 1 的算法特点	130
5.5	MPEG - 2 编码标准	132
5.6	低码率图像压缩编码标准 H. 263	147
5.7	多媒体通信的有关标准——MPEG - 4 及 MPEG - 7	150
第六章	声音压缩编码	154
6.1	概述	154
6.2	基于参数及波形编码的低码率混合编码方法	162
6.3	子带编码	166
6.4	MPEG 音频压缩编码标准	171
6.5	Dolby AC - 3 数字音频压缩编码技术	175
第七章	数字电视传输技术	179
7.1	概述	179
7.2	数字电视信号的基带处理	180
7.3	数字电视信号的载波传输	182
7.4	纠错编码概述	191
7.5	线性分组码	193
7.6	循环码或循环冗余检测码	198
7.7	里德-索罗门码(外码)	205
7.8	交织器及去交织器	210
7.9	卷积编码与维特比解码	211
7.10	编码与调制的结合——TCM 格状编码调制	216
7.11	OFDM(正交频分复用)调制	223
7.12	加密(Encryption)及条件接收原理	226
第八章	电视电话系统	228
8.1	概述	228
8.2	静止图像可视电话系统	229
8.3	采用 H. 261 图像压缩编码的活动图像电视电话系统	234
8.4	采用 H. 324 建议的多媒体电视电话系统	236
8.5	H. 324 终端组成的电视电话系统的实现	243
8.6	H. 223 复用协议及传输帧结构	248
第九章	会议电视系统	250
9.1	概述	250
9.2	会议电视系统及有关国际标准简介	251
9.3	H. 320 会议电视系统	254
9.4	会议电视的组网	258
第十章	数字电视广播系统	261
10.1	概述	261
10.2	卫星数字电视广播的 DVB-S 系统	263

10.3	有线数字电视广播的 DVB-C 系统	268
10.4	地面数字电视广播的 DVB-T 系统	270
10.5	日本的综合业务数字地面广播(ISDB-T)系统	277
10.6	数字视盘 DVD	278
第十一章	高清晰度电视(HDTV).....	284
11.1	高清晰度电视概述.....	284
11.2	ATSC 系统综述.....	285
11.3	ATSC 视频、音频子系统及辅助数据业务	287
11.4	业务复用及传送子系统.....	290
11.5	RF(射频)/传输子系统	294
11.6	ATSC 接收机特性.....	304
第十二章	交互电视与多媒体通信.....	313
12.1	概述.....	313
12.2	HFC 视频点播系统	316
12.3	基于以太网的 VOD 系统	318
12.4	基于多种网络的多媒体 VOD 系统	319
12.5	基于 ADSL 的电话网交互式电视系统	320
参考文献		322

第一章 绪 论

1.1 电视技术和图像通信的融合

在人类社会正逐渐进入信息化时代的新技术革命浪潮中,信息的获取、处理及通信在人类社会中正变得越来越重要,这里的信息包括听觉信息及视觉信息等。从人类由自然界获得各种信息的来源来看,视觉信息约占全部信息的 60%,听觉信息占 20%,触觉信息占 15%,味觉信息和嗅觉信息各占 3%和 2%。视觉信息即图像信息在人类认识世界中占有如此重要的地位,因而以传递视觉信息为主要目的的数字电视技术和图像通信技术,在计算机技术和微电子技术的推动下,获得了极其迅速的发展。

视频图像信息是自然界景象经摄像机等摄取或投影后在某种介质上的二维或三维的表达。照片、传真及各种图片是静止图像,而电视视频信号或电影等记录的主要是活动图像。无论是静止图像还是活动图像,在传输或通信时均首先通过扫描将图像信息转换成一定格式的一维视频信号,然后经图像处理、图像信源编码、信道编码及调制后发送出去,在接收端经相反的过程将图像信息恢复出来,实现了通信的目的。图 1.1.1 是电视系统及图像通信系统的方框图。

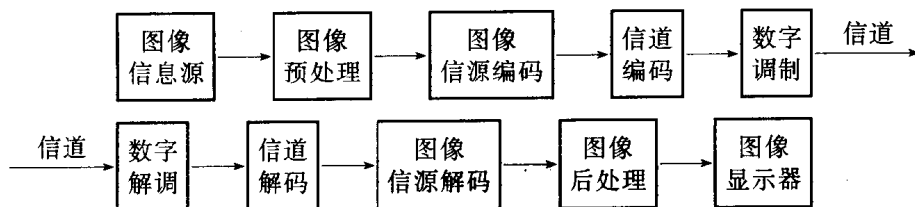


图 1.1.1 电视系统及图像通信系统方框图

图像信息源把自然界的景象转换为模拟的或数字的图像。飞点扫描器、数字照相机等是静止图像的信息源,电视摄像机等则是活动图像的信息源。

根据系统要求的不同,应先对图像信号进行预处理,如降噪处理、对比度增强处理等。

图像信源编码器主要是采用各种图像压缩编码方法减小图像中的冗余度,去除相关性,以压缩图像信号的频带,降低传输码率,提高传输的有效性。

信道编码则是将图像码元转换成适合于信道中传送的码元,并加上一些监督码元进行纠错编码,以提高抗干扰能力,提高传输的可靠性。

在送入信道前,必须要将数字码流调制到适合信道传输的载波上,或变换为适合信道传输的形式。四相相移键控 QPSK、正交幅度调制 QAM 及残留边带调制 VSB 等都是常用的调制方法。为了提高频谱利用率,必须采用多进制的调制方法。

如图 1.1.1 所示,在接收端从信道来的信息经过数字解调、信道解码、图像信源解

码及图像后处理后,输出图像在图像显示器或电视接收机上显示,完成了图像信息传输的任务。

在以模拟信号处理和传输为主的年代,电视系统和图像通信系统(如电视电话)对图像处理和传输的方法及电路均与现在的数字信号处理和传输有很大的不同。在模拟电视系统中,彩色电视是以三大制式规定的标准对电视信号进行处理和传输的。而20世纪80年代的电视电话虽然还只是传送静止图像的电视电话,但已经采用了数字信号的处理方式。因此人们往往将电视系统及图像通信系统分离开来进行研究。20世纪90年代以来,随着现代数字信号处理技术的飞速发展,数字电视技术与图像通信技术已逐渐融合。从图1.1.1的方框图可以看出,这两个系统的关键技术均是相同的。一个是图像信源压缩编码技术,另一个是数字传输技术,包括信道编码和数字调制技术。目前再将它们分离开来进行研究就没有必要了。

当然数字电视系统和图像通信系统从其功能及传输信道来说,目前还有很大差别。如数字电视系统主要是单向通信系统,信道的带宽也很宽(如6~8 MHz)。而图像通信系统一定是双向通信系统,信道的带宽视传输图像的质量不同而不同,可以是公用模拟电话系统的300~3400 Hz带宽,也可以是窄带综合业务数字网N-ISDN的 $p \times 64$ kb/s的数据传输速率。电视电话和会议电视这两种主要的图像通信业务主要是在公用电话交换网(PSTN)及N-ISDN网上进行的。

但随着通信网络技术即信息高速公路基础设施技术的飞速发展,原来的电信网、有线电视网及计算机网这三大网络合一的趋势,尤其是宽带综合业务数字网(B-ISDN)的发展,数字电视信号及图像通信信号所产生的数字码流均可以在这三大网络中进行传输、交换。人们可以通过这一信息高速公路收看世界上任一电视台播放的电视节目(你只要向这一电视台发送一个点播信息即可),可以根据需要收看不同清晰度电视的节目(所付费用不同)。可以和世界各地任何地方的人们“面对面”地进行通话,或召开电视会议,讨论某一重大决策。到那时,电视和通信已经没有什么实质性的区别,人类已经进入了多媒体信息时代。数字电视与图像通信达到了实质性的融合。

1.2 数字电视与图像通信的关键技术

1.2.1 图像压缩编码技术

数字电视与图像通信所传送的图像在数字化后均有极高的数码率,但当我们研究一下电视图像信号的统计特性后,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。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。

国际无线电咨询委员会(CCIR)、国际电话电报咨询委员会(CCITT)及国际电信联盟(ITU-R)等国际组织相继制订了各种图像压缩编码的国际标准。1988年10月发布了在N-ISDN(一线通)中传输电视电话及会议电视的H.261建议。1991年11月发布了JPEG(联合图片专家组)建议,这是对静止图像进行压缩编码的国际标准。1991年11月发布了MPEG-1建

议(MPEG 为活动图像专家组的简称)。1993 年 11 月发布了活动图像的 MPEG-2 建议,此建议希望囊括数字电视及图像通信各个领域的活动图像编码建议。1995 年 11 月发布了低码率(小于 64 kb/s)视频编码的 H.263 建议。该建议主要用于电视电话及会议电视的压缩编码中。1999 年 1 月发布了甚低码率(小于 8 kb/s)的视频 MPEG-4 编码建议。该建议主要应用在电视电话和互联网等甚低码率信道的通信中。

但这些图像压缩编码技术还有待进一步提高,结合计算机视觉、模式识别、计算机图形学、神经网络理论、小波变换及分形理论等,并结合人的视觉生理心理特性,人们在寻找更为高效的图像压缩编码方法。

1.2.2 声音压缩编码技术

数字电视与图像通信中,传送声音也是极为重要的。在一般电视电话和会议电视系统中,声音带宽较窄(如从 300 Hz 至 7 kHz),而在数字电视系统中,高保真度的声音信号其带宽很宽,从 10 Hz 至 20 kHz。利用声音信息的冗余度及人的听觉生理-心理特性,亦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,国际组织制订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 16 kHz 外,其他各种标准取样频率均为 8 kHz。而量化精度除 G.711 为 8 bit 外,其他均为 16 bit。上述各种标准的输出码率最低为 5.3 kb/s(G.723),最高为 64 kb/s(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 48 kHz,量化精度为 16~24 bit,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 已作为 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 先进的信道编码技术

采用各种纠错编码以提高传输的可靠性。如里德-索罗门纠错码、Fornley 卷积交织器、卷积纠错编码、TCM 格状编码调制等均是有效的纠错编码方法。

1.2.4 先进的多进制数字调制技术

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。多进制的数字调制技术包括正交幅度调制 QAM、多相相移键控 XPSK、多电平残留边带调制(VSB)及正交频分复用调制(OFDM)等。

采用上述各种关键技术,即能使电视电话与会议电视信号压缩到在诸如公用电话交换网(PSTN)及窄带综合业务数字网(N-ISDN)中传送。而对于数字电视信号,即能在原来只能传输一路模拟电视信号的频道(8 MHz)中传送 4~6 路标准清晰度电视(SDTV)的节目(其图像质量与目前电视台演播室图像质量相当),或传输 1 路数字高清晰度电视(HDTV)的节目。而在有线电视中,因信道稳定,噪声干扰很小,故同样 8 MHz 的频带可以传送 8~12 路 SDTV 的节目,或传送 2 路数字 HDTV 的节目。

各种纠错编码技术及 OFDM 等抗多径干扰方法的采用大大提高了传输的可靠性,即使对于干扰很大的地面广播,在电视覆盖区域内(例如 50 km),收看到的图像质量仍与电视台演播室的质量相当。

1.3 数字电视技术的发展

从 20 世纪 40 年代起黑白电视到后来的彩色电视,模拟电视走过了四五十年漫长的道路。随着科学技术的进步,对电视信号进行模拟处理和传输已越来越不能满足对电视信号高质量、高清晰度及多功能的要求。解决这一问题的根本途径是什么?有关专家经过十多年的研究,得出的结论是:利用数字电视技术对电视信号进行处理和传输与模拟电视技术相比具有无可比拟的优越性。

1.3.1 模拟电视及其数字处理

模拟电视信号是指幅度及时间均连续变化的电视信号,NTSC、PAL、SECAM 这三大电视制式均是对模拟电视信号进行模拟处理和传输的体制。为了节省传输带宽,红(R)、绿(G)、蓝(B)模拟电视信号先组成一个亮度信号和两个色差信号,然后使色差信号对某副载波进行调制,调制后的色度信号再和亮度信号混合后变成全电视信号进行传输。为了能在接收端分离开亮度信号和色度信号,在色差信号对副载波进行调制时其频谱分布和亮度信号的频谱实现频谱交错的技术,在接收机内则使用模拟梳状滤波器对亮度信号及色度信号进行分离。但由于模拟梳状滤波器梳状特性较差,且亮度与色度的能量在高频谱部分不可避免地重叠在一起,以致在接收机中亮度和色度信号不能进行完善的分离,亮、色之间的串扰甚为严重,这是造成图像质量下降的重要原因之一。隔行扫描是三大制式的共同特点,它原是提提高清晰度、减少带宽的有效方法。但正是隔行扫描引起了行间闪烁与爬行现象。且由于帧频与场频太低,使电视图像出现了大面积闪烁。每帧行数太少,使行结构粗糙。模拟电视制式已不能满足人们对电视图像质量越来越高的要求了。

电视信号的数字化早在 1948 年就提出来了,将 R、G、B 模拟电视信号进行取样、量化即所谓 A/D 变换,就把模拟电视信号转换成以二进制数码表达的数字电视信号。在 20 世纪 70 年代至 80 年代,科学家们已经研制出各种数字电视设备,如数字帧同步机、数字制式转换器、数字录像机、数字降噪器等。但这仅仅是模拟海洋中的一个“数字孤岛”。之后又实现了在电视台内的数字电视处理与传输,除了信号源及发射端外,在电视台内几乎实现了全数字的处理。数字分量等手段的采用大大提高了电视台节目的制作质量。

但遗憾的是,电视台内的数字电视信号还得转换成模拟电视信号进行调制发射。接收机接收到的仍是模拟电视信号,上述两个主要弊病仍然存在。

为了克服上述两个缺点,在不改变原来制式的情况下,在电视接收机内是不是可以利用数字处理技术以提高接收机电视图像质量呢?这就是所谓改良清晰度电视(IDTV)。其方法是在接收机内将视频检波后的全电视信号进行数字化,然后对数字视频信号进行数字处理。1982 年德国 ITT 公司研制的 2000 系列大规模集成电路,就是一个典型的代表。其数字信号处理包括电视信号的数字彩色解码、数字音频处理、数字偏转信号处理等功能。对改善图像质量最明显的是数字的亮色分离及数字倍行、倍场处理。图 1.3.1 即为模拟电视系统方框图,虚线框内的内容可以进行模拟处理,也可进行数字处理。

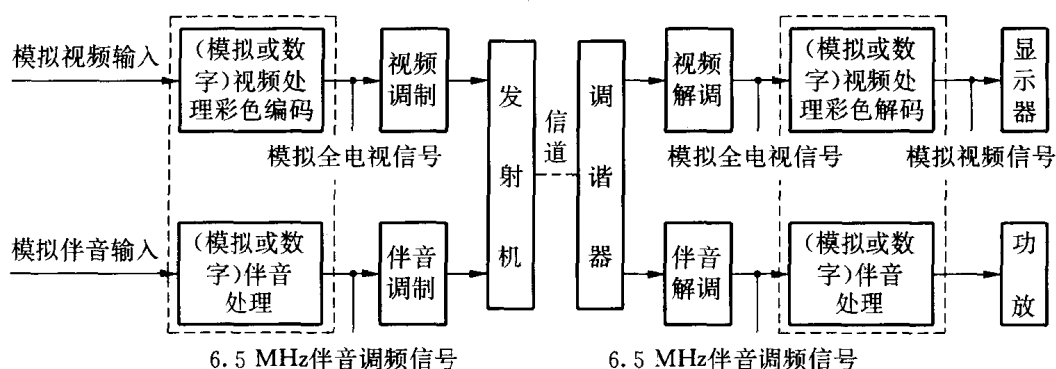


图 1.3.1 模拟电视系统方框图

利用直通信号与一行或两行延迟的信号相加或相减组成的数字梳状滤波器与低通滤波器或带通滤波器相结合构成了二维数字的亮色分离电路。进一步可使用一场延迟的梳状滤波器与低通滤波器的结合构成了性能更好的三维亮色分离电路,大大提高了亮色分离的性能,将亮色之间的串扰降低到人难以察觉的程度。相对于模拟处理技术,数字处理技术显示了极大的优越性。

隔行扫描所引起的使人心烦的行间闪烁与爬行,帧频太低所引起的大面积闪烁以及每帧行数太少引起的行结构粗糙,可以用倍行及倍场的方法加以改善,倍行即使行频增加 1 倍,倍场即使场频增加 1 倍。倍行倍场处理后,或每帧行数增加了 1 倍,行结构不再粗糙;或场频增加 1 倍,从原来的 50 Hz 增加到 100 Hz,消除了大面积闪烁、行间闪烁与爬行现象,改善了图像质量。而倍行及倍场处理也只有使用数字处理技术才能实现。

在电视接收机内用数字处理代替模拟处理,图像质量的改善是有限的。于是人们企图在电视发射端进行改进以达到进一步提高图像质量的目的。20 世纪 80 年代后期西欧及日本相继研制了称为 EDTV 的新一代的电视系统,EDTV 即为增强清晰度电视。西欧的 PAL-PLUS 及日本的 EDTV-1 等增强清晰度电视相继开播,图像质量又有明显的改善。

1.3.2 数字电视系统及数字电视标准

早在 1982 年,国际无线电咨询委员会 CCIR 通过了 601 号建议,确定以分量编码 4:2:2 标准作为电视演播室数字编码的国际标准。601 号建议规定,亮度信号和色度信号的取样频率分别为 13.5 MHz 及 6.75 MHz,每一像素量化为 8 bit。符合 601 号建议的数字电视信号的总码率为 216 Mb/s,要传送这样高码率的数字电视信号至少需要 70 MHz 的带宽,即需要九个电视频道的带宽才能传送一路数字电视信号,这是不可能的。但当我们采用图像与声音压缩编码技术及数字传输技术后,即能在一路模拟电视频道(8 MHz)中传送四至六路标准清晰度电视的节目。

图 1.3.2 画出了数字电视系统的方框图。图中左半部为发送端,数字的视频信号、伴音信号及数据信号经压缩编码后使数码率压缩到几十分之一,大大提高了传输的有效性。继而进行信道编码,加入各种纠错编码,以提高传输的可靠性,最后进行数字调制,以提高信道的频谱利用率。该数字电视信号经发射机发送出去,在接收端由调谐器接收的信号,经数字解调、信道解码及解调复用器后,分别通过视频、伴音及数据的压缩解码,恢复出原来的数字电视信号。数字的视频及伴音信号经数字/模拟(D/A)变换器变换成模拟电视信号后,即可在

显示终端看到图像,并听到伴音。图 1.3.2 中虚线框所包含的即为数字电视综合接收解码器 (IRD),或称数字电视接收机顶盒。

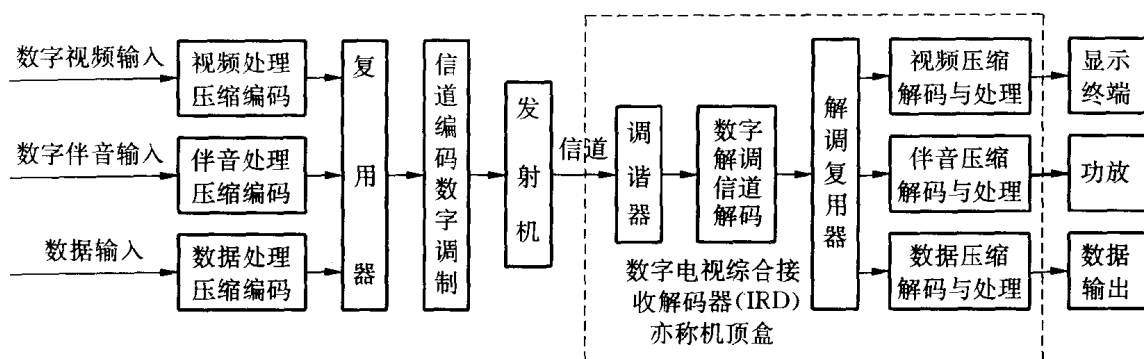


图 1.3.2 数字电视系统方框图

从系统所传送的电视图像的清晰度来分可分为低清晰度电视(简称 LDTV,如 VCD)、标准清晰度电视(简称 SDTV,如 DVD)及高清晰度电视(简称 HDTV)三种。从传送的信道不同来分可分为卫星数字电视广播、有线数字电视广播及地面数字电视广播等。

近几年来欧洲国家和美国等相继进行了数字电视的广播,美国还开始了数字高清晰度电视的广播。为了适应数字电视广播的要求,各国制订了相应的数字电视标准。

1994 年 12 月欧洲广播联盟(EBU)及欧洲电信标准协会(ETSI)联合起草并发表了卫星数字电视广播标准(DVB-S),该标准的全名是“电视、声音和数据业务的数字广播系统; 11/12 GHz 卫星业务的帧结构、信道编码及其调制”,其编号为 ETS300 421。该标准已成为国际电信联盟 ITU 的 BT. 601-4 建议。同时还发布了数字有线电视广播标准(DVB-C),其编号为 ETS300 429。1996 年又发布了数字地面电视广播标准(DVB-T)。

1995 年 10 月,美国高级电视制式委员会(ATSC)公布了称为 ATSC 的数字电视标准。该标准的早期版本是以数字高清晰度电视(HDTV)地面广播系统的需求为依据制订的,正式的版本将数字标准清晰度电视(SDTV)也纳入了这一标准。该标准主要有三个文件,即

- (1) A/52 数字音频压缩标准(AC-3);
- (2) A/53 ATSC 数字电视标准;
- (3) A/54 ATSC 数字电视标准使用指南。

1.3.3 数字电视的应用

从 20 世纪 80 年代末研制开发数字电视到现在只有短短十年的时间,但发展速度之快令人惊异。美国已开始数字电视包括高清晰度数字电视的广播。按计划到 2006 年,美国将停止所有 NTSC 模拟电视的广播,全部改为数字电视广播。欧洲也已开通了卫星的、有线的及地面的数字电视广播。

自从 1997 年元月我国河南等十个省利用亚洲 2 号通信卫星开通了 DVB-S 的数字卫星电视广播后,目前我国大部分省市均已开通卫星数字电视节目的广播。河南、青海等五个省的卫星数字电视节目就是在同一个卫星转发器(3B)内传送的。对于通过 Ku 波段传送的卫星数字电视节目,天线直径只有 48 cm,用户只要购买一只卫星数字电视接收机顶盒,利用原彩电作为视频、音频终端,即可在家里收看多达上百个卫星电视节目。而 VCD、超级 VCD

及 DVD 也都是数字电视的系统。因此,在我国开展数字电视广播甚至数字 HDTV 广播也不是什么十分遥远的事了。

在我国开展数字电视广播可以分两步走。第一步是先开展 SDTV 的数字电视广播,除了卫星数字电视广播外,有线数字电视及地面数字电视广播均可进行。对于接收端来说,主要是研制和生产相应的机顶盒。今后若干年内,数字电视机顶盒的研制和生产将成为我国的一大产业。

在数字 HDTV 进一步研制及开发的基础上,第二步的目标则是开展数字 HDTV 的广播。我国已投入相当的人力物力,从第一期软件模拟到第二期功能样机的试制,研制适合我国国情的 HDTV 功能样机,并制订出我国的 HDTV 标准,功能样机系统已于 1998 年 9 月通过中央电视台电视塔进行了系统开路演示,取得成功。功能样机研制完成后下一步将是产业化阶段。由于 HDTV 工业的发展将会带动材料工业、微电子技术和大规模集成电路工业、计算机产业和信息产业等的发展,故 HDTV 的发展将成为国民经济发展中的领头羊,它的发展将使整个国民经济的发展出现万马奔腾的局面,前途无量。我们一定要抓住机遇,接受挑战,为我国的 HDTV 工业的发展作出贡献。

数字电视的另一个重要应用领域则是交互电视与多媒体通信的发展。据估计,交互电视将形成数百亿美元的市场,视频点播即是一种典型的交互电视服务。其他通过交互电视可以进行资料查询、远程教学、远程医疗诊断等。Web TV 是在因特网(Internet)上进行交互电视服务的另一种形式,在电视机上装一个机顶盒,可以进行互联网遨游、下载软件以及可以在网上打电话、做游戏等。

1.4 图像通信的进展

从 1837 年莫尔斯发明电报机,1895 年马可尼成功进行了无线电报实验,到 1995 年 11 月发布低数码率视频编码的 H.263 建议,图像通信获得了快速的发展。下面简单介绍一些图像通信业务的进展情况。

1.4.1 传真

传真(FAX)早在 1843 年就发明了,但直到 20 世纪 20 年代才投入使用。传真是各种图像通信中应用最广的一种。我国从 1985 年开始引进传真技术,传真已成为企事业单位不可或缺的通信工具,办公室内的必备设备。在 PC 机内插上一块内置调制解调器卡,即能实现传真通信。

CCITT 对传真通信依次发布了四个建议,即一类机(G1)、二类机(G2)、三类机(G3)及四类机(G4)等四个建议。

1968 年提出 G1 机建议,该建议对原稿扫描后以 AM 或 FM 方式模拟传输,传一张 A4 原稿约需 6 min。

1976 年提出了 G2 机建议,采用模拟频带压缩技术 AM-PM-VSB,传一张 A4 原稿需 3 min。

1980 年提出了 G3 机建议,对原稿扫描后的信号进行数字化,采用 MH 或 MR 方式进行数字压缩编码,传一张 A4 原稿小于 1 min。

1984 年提出了 G4 机建议,采用二维 MR 编码,一张 A4 原稿只需几秒钟即可传完。

目前 G3 机约占市场的 90%，它能在 PSTN 网上进行传送，由于传送时间短，因而获得了广泛使用。G4 机虽分辨率高，传送时间更短，但由于需要数字专用电路，又难于与 G3 机兼容，故目前发展不快。

传真机主要向小型化、多功能方向发展。传真机与个人计算机、电话机、打印机等相结合构成了办公室自动化系统。

1.4.2 会议电视

会议电视(Video Conferencing)是通过电信网络将远在各地的多个会议点连接起来，以互相传送声音和图像的方式召开会议的一种通信方式。该方式还可传送文件和图表及计算机数据文件，使远在各地的与会者好像在一个会议室中开会一样。会议电视既可节约旅差费用，又可节约时间，可大大提高办事效率。会议电视不仅可用于开会，还可应用在远程教育、远程医疗诊断及远程监控等许多领域中。

20 世纪 70 年代初期，许多国家都进行了会议电视系统的测试，但这些系统都是模拟系统。美国贝尔实验室首先使用会议电视系统将新泽西州两城市的分公司联结起来，用一个双工模拟电视信道进行通信，其后英国的 BT 公司，加拿大的 Bell Canada 公司，日本的 AT&T 公司都采用模拟方式进行会议电视通信。

20 世纪 70 年代后期开始研制数字的会议电视系统，日本等研制成功了实用的压缩编码器，但码率仍较高。随着压缩编码技术的不断发展，会议电视的质量不断提高，世界各国开通了不少会议电视系统。为了便于组成国际会议电视网，CCITT 在 1988 年 10 月发布了在 ISDN 中传输电视电话与会议电视的 H. 261 建议。该建议采用公共中间格式(CIF)解决了不同彩色电视制式间的转换问题。压缩编码方法采用帧间预测运动补偿及 DCT 的混合编码方法。从此会议电视获得了飞速的发展。目前正走向实用的会议电视只需 384 kb/s 的数码率，具有较高的图像质量。

1.4.3 电视电话

1964 年美国贝尔实验室首先研制成 Picturephone I 型电视电话，以后日本、法国等国家先后研制出电视电话，但由于这些电视电话均采用模拟传输方式，占用频带宽，传输成本高，很长一段时间未能得到发展。

20 世纪 80 年代以来图像压缩编码技术的快速进展，同时促进了电视电话的发展。

1986 年美国 IBM 公司研制成在 PSTN 网上传送黑白静止图像的可视电话机，日本也相继研制成功了此类可视电话机，并于 1988 年制订了日本 TTC(电报电话技术委员会)标准。

继 MPEG-1 及 MPEG-2 压缩编码标准发布之后，于 1995 年 11 月 ITU 发布了低数码率视频编码的 H. 263 建议。它是能将图像信号压缩到 64 kb/s 以内数码率的压缩编码方案，使电视电话在公用电话交换网 PSTN 中传输成为可能。符合 H. 263 建议的电视电话已进入商用。目前利用 PC 机进行压缩编码及显示终端组成的电视电话也已进入市场。能完成图像与声音压缩编解码及复用功能的单片集成电路已经生产，这无疑给电视电话的普及创造了极好的条件。电视电话的普及将会很快到来。

1.4.4 可视图文

可视图文(Videotex)通信是一种图像通信方式。可视图文中心通过通信网络对用户提

供各种信息。用户通过终端(专用的 Videotex 用户终端,或在 PC 机上插上可视图文接口卡而成的终端)及通信网络(公用电话交换网或公用数据网)向可视图文中心的图像数据库取出所需信息,并由中心通过通信网络回送给用户,向用户提供信息服务。

可视图文通信除了可以进行信息检索外,还具有事务处理功能。与各种数据库相连,可实现资源共享。可开展诸如订票、订货、金融、新闻报道等信息服务。

当前世界上的可视图文按显示方式不同可分为三种。一种是以英国的 PRESTEL 系统为代表的欧洲方式,它采用字母-镶嵌单元构成图形,把事先确定的 64 种(或更多)的镶嵌单元加以不同组合构成多种图形,以代码形式与文字一起传送。该方式的优点是传送速率低,存储量小,解码器成本低,但显示的图形较粗糙。

第二种是加拿大的 TELIDON 系统,采用字母-几何方式显示文字与图形,该方式可得到较高质量的图形显示,但成本高。

第三种是日本的 CAPTAIN 系统,它采用点阵方式传送,图像质量高,但传输时间较长。

我国也已开发成功 Videotex 系统。

1.4.5 图文电视

图文电视(Teletext)是广播型的图像通信系统,它把信息叠加在电视信号的场消隐期间,随电视信号一起传送,用户可使用专用的图文电视解码器或使用带有图文电视解码功能的电视接收机进行收看。1985 年 CCIR 推荐了四种图文电视制式,即英国的 WST 制、法国的 Antiope 制、加拿大的 NABTS 制及日本的 Hybrid 制。我国研制成功了中文代码方式的图文电视 CCST 系统,采用固定格式传送,并与 WST 兼容。

1.4.6 静止图像通信

对于静止的图像,可进行编码后慢速传送,这样所需的信道带宽就可很窄。如传送一幅 $352 \times 288 \times 8 \text{ bit}$ 的图像,经压缩比为 10:1 的图像压缩编码后得 81.1 kb,通过 33.6 kb/s 速率的 MODEM 在电视线上传送,约 3 s 即可传送一幅图像。对于活动图像也可经时间取样冻结后作为静止图像进行传送。可传送文件、图片及 X 光照片等,在远程图像监控,医疗诊断咨询等方面有着许多潜在的应用。

1.5 数字电视与图像通信的研究课题

广义地说,电视是图像通信的一种特殊形式。而以数字处理与数字传输技术发展起来的现代图像通信及数字电视,具有相同的关键技术。

数字电视与图像通信均是有效地对图像、声音及数据进行可靠的处理、编码与传输的技术,它们组成了多媒体信息与通信的重要领域。

目前图像通信信道带宽较窄,传输码率也比数字电视低,故可把数字电视系统看成是主要传输高码率的电视通信系统,而会议电视等图像通信系统看成是主要传输低码率的电视通信系统。

数字电视与图像通信这一高科技领域从其发展来看应特别关注以下几个方面:

(1) 关键技术的进一步研究。为了进一步提高通信的有效性和可靠性,必须继续深入研究信源压缩编码技术及数字传输技术。