

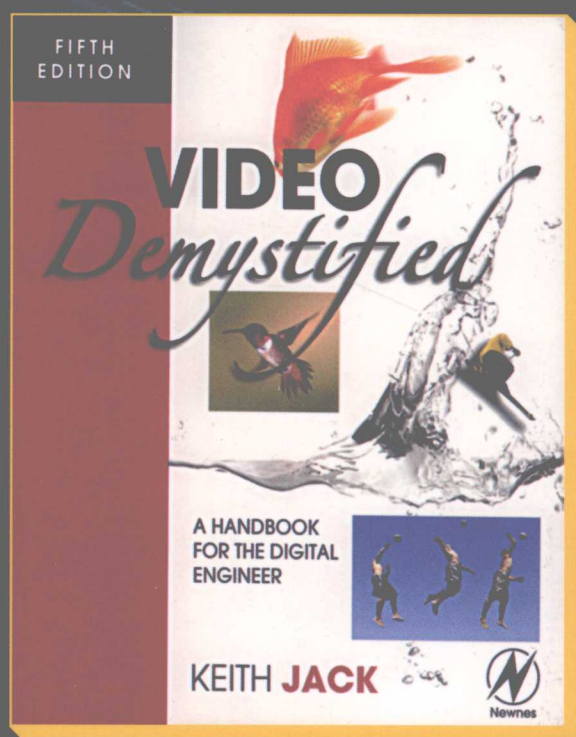
(第5版)

视频技术手册

Video Demystified (Fifth Edition)

[美] Keith Jack 著

杨 征 田尊华
张杰良 陈 虎 等译



TURING

图灵电子与电气工程丛书

(第5版)

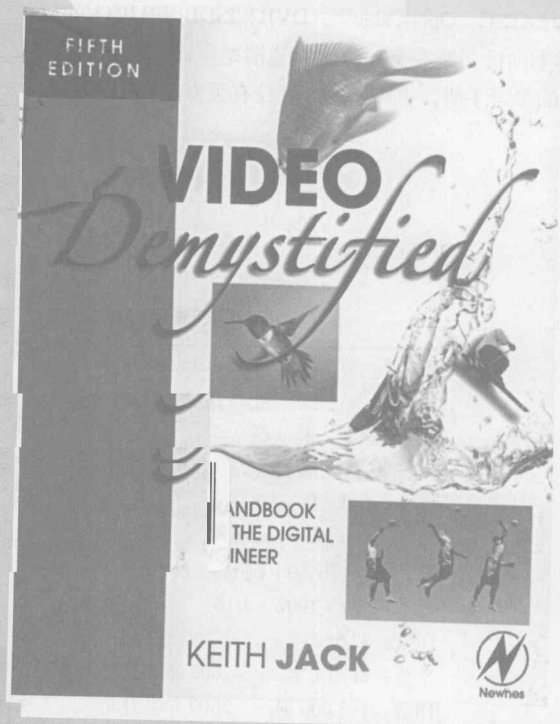
视频技术手册

Video Demystified
(Fifth Edition)

[美] Keith Jack 著

杨 征 田尊华

张杰良 陈 虎



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

视频技术手册:第5版/(美)杰克(Jack, K.)著;
杨征等译. —北京:人民邮电出版社, 2009.8

(图灵电子与电气工程丛书)

书名原文: Video Demystified, Fifth Edition

ISBN 978-7-115-21020-3

I. 视… II. ①杰… ②杨… III. 视频系统—技术手册
IV. TN94-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第097229号

内 容 提 要

本书较为全面地介绍了最新的数字视频相关技术,共分三个部分。第一部分介绍视频格式、颜色空间、视频信号、视频接口、数字视频处理需求和彩色电视制式标准等基本概念和基本原理。第二部分论述各种视频压缩标准,包括H.261/H.263、MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4和H.264等。第三部分讲述各种数字电视标准,包括ATSC、OpenCable™、DVB和ISDB以及IPTV的相关概念。

本书内容系统完整,概念叙述清楚严谨,可作为视频通信、数字电视、视频服务等领域广大研发和应用人员的参考手册,也可供高等院校有关专业师生阅读。

图灵电子与电气工程丛书 视频技术手册(第5版)

-
- ◆ 著 [美] Keith Jack
 - 译 杨 征 田尊华 张杰良 陈 虎 等
 - 责任编辑 朱 巍
 - ◆ 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@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 42.5
 - 字数: 1170千字 2009年8月第1版
 - 印数: 1-3 000册 2009年8月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2008-3323 号
 - ISBN 978-7-115-21020-3/TN
-

定价: 119.00元

读者服务热线: (010) 51095186 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

版 权 声 明

Video Demystified, Fifth Edition by Keith Jack, ISBN: 978-0-7506-8395-1.

Copyright © 2007 by Elsevier Inc. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

ISBN: 978-981-272-111-2.

Copyright © 2009 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

3 Killiney Road

#08-01 Winsland House I

Singapore 239519

Tel: (65)6349-0200

Fax: (65)6733-1817

First Published 2009

2009年初版

Printed in China by POSTS & TELECOM PRESS under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由人民邮电出版社与Elsevier (Singapore) Pte Ltd.合作出版。本版仅限在中华人民共和国（不包括香港特别行政区和台湾地区）出版及标价销售。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

译者序

对于视频，我们并不陌生，日常生活中经常看的电影、电视就是视频的典型应用。人类接收的信息中约有70%来自视觉，周围景物在人眼视网膜上的映像是人类最有效、最重要的信息交流方式。视频具有确切、直观、具体生动、真实和高效的特点，这正是视频技术的无穷魅力所在。

随着计算机软硬件技术的迅猛发展，视频技术也得到了飞速发展。现在，数字娱乐、多媒体通信、高清晰度电视、数字电视、宽带网络等都是围绕如何有效地交流视频信息而展开研究的。但是，由于视频信息十分丰富且信息量大，故对视频信号的处理、传输、存储和显示等都提出了新的要求。因此，视频技术的研究和应用是目前信息技术领域最热门的话题之一。

10多年之前，Keith Jack撰写的*Video Demystified*一书回答了全球范围内的工程师提出的各种视频相关的问题，在业内广受好评。时至今日，人民邮电出版社购买了该书第5版的版权，并委托我们翻译，我们很高兴地接受了这一任务。

与前几版相比，本书的内容更加充实，不仅增加了对最新视音频编解码器的介绍，而且更新了所有广播、有线和卫星规范，以及从模拟到数字电视信号转换的有关信息。在视音频编码器部分中，增加了对MPEG-4.2、MPEG-4.10 (H.264) 和SMPTE 421M (VC-1) 的介绍；在消费类电子设备中，增加了对HD DVD、蓝光播放器和录像机、数字媒体适配器、数字机顶盒、数字电视、网络电视 (IPTV) 机顶盒、便携式媒体播放器和移动视频接收器的介绍，并讲述了支持这些设备的相关技术，如隐藏字幕、字幕、图文电视与V-Chip技术、先进的视频处理技术、复杂的图像合成技术、基于IP网络的ARIB与DVB技术和数字版权管理 (DRM)。与前几版一样，本书条理清晰，深入浅出，紧密联系当前视频技术领域已取得的最新成果和未来发展方向，系统地讲述视频技术的基础理论和实践技能，这对读者了解和掌握视频技术有很大的帮助。

本书的翻译工作由国防科技大学从事计算机、多媒体和通信等相关专业工作、具有丰富视频技术经验的研究人员承担，主要由杨征 (第1、10、12、13、14章)、田尊华 (第2章到第7章、第20章)、张杰良 (第8、9和11章) 和陈虎 (第15到第19章) 翻译，杨征对全书进行了统稿。此外，参与本书翻译的人员还有：闫志强、岳虹、张波涛、刘齐军、林龙信、李晋文、肖枫涛、张聪、韩智文、马蓉、焦贤龙、邝祝芳、奚丹、刘志忠、陈钢、宋锐、陈威兵、唐玲艳、唐扬斌、叶俊、杨明军、颜炯、薄建禄、肖国尊、何小威、杨磊、冯权友、伍微、齐宁。Be Flying工作室 (http://blog.csdn.net/be_flying) 负责人肖国尊对本书的翻译和出版做了大量的协调和规范工作，在此予以衷心感谢。

视频技术是一门交叉性的学科，发展十分迅速。由于译者的水平和学识有限，译本中不尽妥当之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第1章 引言	1	3.7 HSI、HLS和HSV的颜色空间转换	21
1.1 本书内容	2	3.8 色度图	23
1.2 标准组织	3	3.9 关于非RGB颜色空间的注意事项	24
第2章 视频简介	4	3.10 gamma校准	25
2.1 模拟与数字	4	3.10.1 早期的NTSC系统	26
2.2 视频数据	4	3.10.2 早期的PAL和SECAM系统	26
2.2.1 数字视频	5	3.10.3 当前的系统	26
2.2.2 最佳连接方法	5	3.10.4 非CRT显示器	27
2.3 视频时序	5	3.11 恒定亮度问题	27
2.4 视频分辨率	6	参考文献	28
2.4.1 标准清晰度	7	第4章 视频信号概述	29
2.4.2 增强清晰度	7	4.1 数字分量视频背景	29
2.4.3 高清晰度	7	4.1.1 编码范围	29
2.5 音频与视频压缩	7	4.1.2 SDTV采样率的选择	30
2.6 应用框图	7	4.1.3 EDTV采样率的选择	30
2.6.1 DVD播放器	8	4.1.4 HDTV采样率的选择	30
2.6.2 数字媒体适配器	8	4.2 480i和480p系统	31
2.6.3 数字电视机顶盒	9	4.2.1 隔行模拟复合视频	31
第3章 颜色空间	11	4.2.2 隔行模拟分量视频	31
3.1 RGB颜色空间	11	4.2.3 逐行模拟分量视频	31
3.1.1 sRGB	12	4.2.4 隔行数字分量视频	32
3.1.2 scRGB	12	4.2.5 逐行数字分量视频	34
3.1.3 scRGB颜色到sRGB颜色的转换	12	4.2.6 SIF和QSIF	35
3.2 YUV颜色空间	13	4.3 576i和576p系统	35
3.3 YIQ颜色空间	13	4.3.1 隔行模拟复合视频	35
3.4 YCbCr颜色空间	14	4.3.2 隔行模拟分量视频	35
3.4.1 RGB与YCbCr颜色空间之间的		4.3.3 逐行模拟分量视频	36
转换公式: SDTV	14	4.3.4 隔行数字分量视频	36
3.4.2 RGB与YCbCr颜色空间之间的		4.3.5 逐行数字分量视频	37
转换公式: HDTV	15	4.4 720p系统	39
3.4.3 4:4:4 YCbCr格式	16	4.4.1 逐行模拟分量视频	39
3.4.4 4:2:2 YCbCr格式	17	4.4.2 逐行数字分量视频	39
3.4.5 4:1:1 YCbCr格式	17	4.5 1080i和1080p系统	40
3.4.6 4:2:0 YCbCr格式	18	4.5.1 隔行模拟分量视频	40
3.5 xvYCC颜色空间	20	4.5.2 1152i格式	41
3.6 PhotoYCC颜色空间	20	4.5.3 逐行模拟分量视频	41
3.6.1 RGB到PhotoYCC的颜色空间		4.5.4 隔行数字分量视频	41
转换	20	4.5.5 逐行数字分量视频	43
3.6.2 PhotoYCC到RGB的颜色空间		4.6 其他视频系统	45
转换	21	参考文献	45

第5章 模拟视频接口	46	6.4.4 RGB值: 10位数据	98
5.1 S-Video接口	46	6.4.5 BT.601视频接口	99
5.2 SCART接口	47	6.4.6 视频模块接口	102
5.3 SDTV RGB接口	48	6.4.7 BT.656接口	104
5.3.1 7.5 IRE的消隐基底电平	48	6.4.8 缩放视频端口	104
5.3.2 0 IRE的消隐基底电平	50	6.4.9 视频接口端口	105
5.4 HDTV RGB接口	51	6.5 消费分量接口	107
5.4.1 模拟R'G'B'数据生成	51	6.5.1 数字可视接口 (DVI)	107
5.4.2 模拟R'G'B'颜色数字化	52	6.5.2 高清晰度多媒体接口 (HDMI)	111
5.4.3 约束图像	52	6.5.3 数字平板接口	112
5.5 SDTV YPbPr接口	53	6.5.4 开放LVDS显示器接口	113
5.5.1 模拟YPbPr数据生成	55	6.5.5 吉比特视频接口	115
5.5.2 模拟YPbPr数字化	55	6.6 消费传输接口	116
5.5.3 480p系统的VBI数据	56	6.6.1 USB 2.0	116
5.5.4 576p系统的VBI数据	58	6.6.2 以太网	117
5.6 HDTV YPbPr接口	60	6.6.3 IEEE 1394	117
5.6.1 模拟YPbPr数据生成	62	参考文献	127
5.6.2 模拟YPbPr数字化	63	第7章 数字视频处理	129
5.6.3 720p系统的VBI数据	63	7.1 舍入考虑	129
5.6.4 1080i系统的VBI数据	64	7.1.1 截断	129
5.6.5 约束图像	65	7.1.2 传统舍入	129
5.7 D型连接头接口	66	7.1.3 误差反馈舍入	129
5.8 其他专业视频模拟接口	67	7.1.4 动态舍入	130
5.9 VGA接口	69	7.2 SDTV-HDTV YCbCr转换	130
参考文献	69	7.2.1 SDTV到HDTV的转换	130
第6章 数字视频接口	71	7.2.2 HDTV到SDTV的转换	131
6.1 专业视频分量接口	71	7.3 4:4:4到4:2:2 YCbCr的变换	131
6.1.1 视频时序	71	7.3.1 Y滤波	131
6.1.2 辅助数据	73	7.3.2 CbCr滤波	132
6.1.3 并行接口	74	7.4 显示增强	133
6.1.4 串行接口	84	7.4.1 亮度、对比度、饱和度 (颜色) 和 色调 (色彩)	133
6.2 专业视频复合接口	85	7.4.2 彩色瞬时改善	133
6.2.1 NTSC视频时序	86	7.4.3 亮度瞬时改善	134
6.2.2 PAL视频时序	89	7.4.4 锐化	134
6.2.3 辅助数据	90	7.4.5 蓝色延展	135
6.2.4 并行接口	92	7.4.6 绿色增强	136
6.2.5 串行接口	93	7.4.7 动态对比度	136
6.2.6 TRS-ID	93	7.4.8 颜色校正	136
6.3 专业视频传输接口	94	7.4.9 色温校正	136
6.3.1 串行数据传输接口	94	7.5 视频混合与图形覆盖	137
6.3.2 高数据率串行数据传输接口	96	7.6 亮度和色度抠像	142
6.4 IC分量接口	98	7.6.1 亮度抠像	142
6.4.1 YCbCr值: 8位数据	98	7.6.2 色度抠像	145
6.4.2 YCbCr值: 10位数据	98	7.6.3 超黑色和亮度抠像	151
6.4.3 RGB值: 8位数据	98		

7.7 视频缩放	151	8.2 PAL概述	193
7.7.1 像素丢弃与复制	152	8.2.1 亮度信息	194
7.7.2 线性插值	152	8.2.2 彩色信息	194
7.7.3 抗混叠重采样	152	8.2.3 彩色调制	194
7.7.4 显示缩放示例	154	8.2.4 复合视频的生成	195
7.8 扫描速率变换	156	8.2.5 PAL标准	199
7.8.1 帧或场丢弃和复制	156	8.2.6 RF调制	200
7.8.2 时域插值	157	8.2.7 模拟频道分配	205
7.8.3 2:2下拉模式	161	8.2.8 亮度方程推导	208
7.8.4 3:2下拉模式	162	8.2.9 PALplus	209
7.8.5 3:3下拉模式	162	8.3 SECAM概述	212
7.8.6 24:1下拉模式	162	8.3.1 亮度信息	212
7.9 逐行到隔行的转换	163	8.3.2 彩色信息	212
7.9.1 扫描线抽取	163	8.3.3 彩色调制	212
7.9.2 垂直滤波	163	8.3.4 复合视频的生成	214
7.10 隔行到逐行变换	164	8.3.5 SECAM标准	214
7.10.1 视频模式: 场内处理	164	8.3.6 亮度方程推导	216
7.10.2 视频模式: 场间处理	165	8.4 视频测试信号	216
7.10.3 电影模式 (使用逆向电视 电影)	167	8.4.1 彩条概述	216
7.10.4 关于频率响应的注意事项	167	8.4.2 EIA彩条 (NTSC)	222
7.11 基于DCT的压缩	168	8.4.3 EBU彩条 (PAL)	223
7.11.1 DCT	168	8.4.4 SMPTE条 (NTSC)	223
7.11.2 量化	169	8.4.5 反转蓝条	223
7.11.3 Z形扫描	170	8.4.6 PLUGE	223
7.11.4 行程长度编码	170	8.4.7 Y条	224
7.11.5 可变长编码	170	8.4.8 红场	224
7.12 关于固定像素显示器的注意事项	171	8.4.9 10级阶梯	224
7.12.1 扩展颜色再生	171	8.4.10 调制斜坡	225
7.12.2 细节校正	171	8.4.11 调制阶梯	225
7.12.3 非均匀量化	171	8.4.12 调制基底	226
7.12.4 缩放与去隔行	171	8.4.13 多波群	226
7.13 应用实例	172	8.4.14 线条	227
参考文献	174	8.4.15 多脉冲	228
8.4.16 场方波	228	8.4.17 复合测试信号	228
第8章 NTSC、PAL和SECAM概述	175	8.4.18 组合测试信号	230
8.1 NTSC概述	175	8.4.19 T脉冲	231
8.1.1 亮度信息	175	8.5 VBI数据	233
8.1.2 彩色信息	175	8.5.1 时间码	234
8.1.3 彩色调制	176	8.5.2 CEA-608隐藏字幕	240
8.1.4 复合视频的生成	177	8.5.3 宽屏信令和CGMS	255
8.1.5 彩色副载波频率	178	8.5.4 图文电视	260
8.1.6 NTSC标准	180	8.5.5 AMOL	266
8.1.7 RF调制	180	8.5.6 原始VBI数据	266
8.1.8 模拟频道分配	183	8.5.7 条带VBI数据	267
8.1.9 亮度方程推导	192		

8.5.8 NTSC/PAL解码器注意事项	267	10.2.2 视频比特流	340
8.5.9 重影消除	267	10.2.3 可选的H.263模式	356
8.6 增强电视编程	268	10.2.4 档次	361
8.6.1 触发器	268	10.2.5 级别	362
8.6.2 传输	268	参考文献	363
8.6.3 传递协议	269		
8.6.4 绑定	269		
参考文献	269		
第9章 NTSC和PAL数字编码和解码	271	第11章 消费DV	364
9.1 NTSC和PAL编码	272	11.1 音频	364
9.1.1 2倍过采样	272	11.1.1 IEC 61834	365
9.1.2 颜色空间转换	272	11.1.2 SMPTE 314M/370M	366
9.1.3 亮度(Y)处理	275	11.1.3 音频辅助数据(AAUX)	366
9.1.4 色差处理	277	11.2 视频	368
9.1.5 模拟复合视频	283	11.2.1 DCT块	368
9.1.6 彩色副载波生成	285	11.2.2 宏块	369
9.1.7 行和场时序	289	11.2.3 超块	371
9.1.8 干净编码	291	11.2.4 压缩	372
9.1.9 带宽受限边生成	292	11.2.5 视频辅助数据(VAUX)	373
9.1.10 电平受限处理	292	11.3 数字接口	374
9.1.11 编码器视频参数	292	11.3.1 IEEE 1394	377
9.1.12 同步锁相支持	295	11.3.2 SDTI	377
9.1.13 alpha通道支持	296	11.4 100Mbit/s DV不同之处	377
9.2 NTSC和PAL数字解码	296	11.5 HDV格式	377
9.2.1 数字化模拟视频	296	11.6 AVCHD格式	377
9.2.2 Y/C分离	298	参考文献	378
9.2.3 色差处理	298		
9.2.4 亮度(Y)处理	302	第12章 MPEG-1	379
9.2.5 用户调整	302	12.1 MPEG和JPEG	379
9.2.6 颜色空间转换	304	12.2 质量问题	380
9.2.7 同步锁相	307	12.3 音频概述	380
9.2.8 视频时序生成	312	12.3.1 声音质量	381
9.2.9 视频信号类型自动检测	313	12.3.2 背景理论	381
9.2.10 Y/C分离技术	314	12.4 视频编码层	381
9.2.11 alpha通道支持	322	12.4.1 隔行视频	382
9.2.12 解码器视频参数	322	12.4.2 编码预处理	382
参考文献	325	12.4.3 编码帧类型	383
		12.4.4 运动补偿	384
第10章 H.261和H.263	326	12.4.5 I帧	384
10.1 H.261	326	12.4.6 P帧	385
10.1.1 视频编码层	328	12.4.7 B帧	386
10.1.2 视频比特流	330	12.4.8 D帧	387
10.1.3 静止图像传送	337	12.5 视频比特流	387
10.2 H.263	337	12.5.1 视频序列	388
10.2.1 视频编码层	338	12.5.2 序列头	388
		12.5.3 图像组层	391
		12.5.4 图像层	391
		12.5.5 条带层	393

12.5.6 宏块层	393	13.4.11 量化矩阵扩展	436
12.5.7 块层	397	13.4.12 图像显示扩展	438
12.6 系统比特流	400	13.4.13 图像时域可分级扩展	439
12.6.1 ISO/IEC 11172层	401	13.4.14 图像空域可分级扩展	439
12.6.2 包组层	401	13.4.15 版权扩展	440
12.6.3 系统头	402	13.4.16 摄像头参数扩展	441
12.6.4 包层	403	13.4.17 ITU-T ext. D扩展	441
12.7 视频解码	405	13.4.18 条带层	441
12.7.1 快进播放注意事项	405	13.4.19 宏块层	442
12.7.2 暂停模式注意事项	405	13.4.20 块层	448
12.7.3 快退播放注意事项	405	13.5 运动补偿	455
12.7.4 解码后期处理	405	13.5.1 场预测	455
12.8 现实问题	405	13.5.2 帧预测	456
12.8.1 系统比特流终止	405	13.6 PES包	456
12.8.2 时间码	405	13.7 节目流	464
12.8.3 可变比特率	405	13.7.1 包组层	465
12.8.4 约束比特流	406	13.7.2 系统头	466
12.8.5 源采样时钟	406	13.7.3 节目流映射	467
参考文献	406	13.7.4 节目流目录	468
第13章 MPEG-2	407	13.8 传输流	469
13.1 音频概述	407	13.8.1 包层	469
13.2 视频概述	408	13.8.2 适配域	470
13.2.1 级别	408	13.8.3 节目相关信息	473
13.2.2 档次	408	13.8.4 节目关联表	474
13.2.3 可分级性	413	13.8.5 节目映射表	476
13.2.4 传输和节目流	413	13.8.6 传输流描述表	477
13.3 视频编码层	414	13.8.7 条件接收表	478
13.3.1 YCbCr颜色空间	414	13.8.8 网络信息表	479
13.3.2 编码图像类型	414	13.8.9 IPMP控制信息表	479
13.3.3 运动补偿	415	13.9 知识产权管理和保护	479
13.3.4 宏块	415	13.10 在MPEG-2传输流上的MPEG-4.2 视频	480
13.3.5 I图像	416	13.11 在MPEG-2传输流上的MPEG-4.10 (H.264)	480
13.3.6 P图像	417	13.12 在MPEG-2传输流上的SMPTE 421M (VC-1) 视频	480
13.3.7 B图像	418	13.13 MPEG-2 PMT/PSM描述符	480
13.4 视频比特流	418	13.13.1 MPEG-2 AAC音频描述符	481
13.4.1 视频序列	419	13.13.2 音频流描述符	481
13.4.2 序列头	419	13.13.3 AVC定时和HRD描述符	481
13.4.3 用户数据	421	13.13.4 AVC视频描述符	482
13.4.4 序列扩展	422	13.13.5 CA描述符	483
13.4.5 序列显示扩展	423	13.13.6 字幕服务描述符	484
13.4.6 序列可分级扩展	425	13.13.7 版权描述符	485
13.4.7 图像组 (GOP) 层	427	13.13.8 数据流对齐描述符	485
13.4.8 图像层	427		
13.4.9 内容描述数据	428		
13.4.10 图像编码扩展	434		

13.13.9	DTCP描述符	485	13.16	ATSC PMT描述符	499
13.13.10	DTS音频描述符	486	13.16.1	AC-3音频流描述符	499
13.13.11	层次描述符	486	13.16.2	ATSC私有信息描述符	500
13.13.12	IBP描述符	487	13.16.3	组件名称描述符	500
13.13.13	IPMP描述符	487	13.16.4	内容分级描述符	500
13.13.14	ISO 639语言描述符	488	13.16.5	增强信令描述符	501
13.13.15	最大比特率描述符	488	13.16.6	再发行控制描述符	502
13.13.16	元数据描述符	488	13.17	DVB PMT描述符	502
13.13.17	复用缓冲区利用描述符	489	13.17.1	AAC音频描述符	502
13.13.18	私有数据指示器描述符	489	13.17.2	AC-3和增强的AC-3描述符	502
13.13.19	注册描述符	489	13.17.3	适配域数据描述符	503
13.13.20	平滑缓冲区描述符	490	13.17.4	辅助数据描述符	503
13.13.21	STD描述符	490	13.17.5	组件描述符	504
13.13.22	系统时钟描述符	491	13.17.6	国家可用性描述符	504
13.13.23	目标背景网格描述符	491	13.17.7	数据广播ID描述符	504
13.13.24	视频流描述符	492	13.17.8	DTS音频描述符	505
13.13.25	视频窗口描述符	493	13.17.9	扩展描述符	505
13.14	MPEG-4 PMT/PSM描述	493	13.17.10	Mosaic描述符	505
13.14.1	MPEG-4音频描述符	493	13.17.11	家长分级控制描述符	505
13.14.2	外部ES ID描述符	493	13.17.12	私有数据说明符描述符	505
13.14.3	FMC描述符	494	13.17.13	加扰描述符	506
13.14.4	FmxBufferSize描述符	494	13.17.14	服务切换描述符	506
13.14.5	IOD描述符	494	13.17.15	流标识符描述符	506
13.14.6	MultiplexBuffer描述符	495	13.17.16	字幕描述符	506
13.14.7	Muxcode描述符	495	13.17.17	图文电视描述符	507
13.14.8	SL描述符	496	13.17.18	VBI数据描述符	507
13.14.9	MPEG-4视频描述符	496	13.17.19	VBI图文电视描述符	508
13.15	ARIB PMT描述符	496	13.18	OpenCable PMT描述符	508
13.15.1	轮播兼容的复合描述符	496	13.18.1	AC-3音频流描述符	509
13.15.2	组件描述符	496	13.18.2	组件名称描述符	509
13.15.3	条件播放描述符	496	13.18.3	组件名称描述符	509
13.15.4	内容可用性描述符	496	13.18.4	内容分级描述符	509
13.15.5	国家可用性描述符	497	13.18.5	扩展视频描述符	509
13.15.6	数据组件描述符	497	13.18.6	帧率描述符	510
13.15.7	数字复制控制描述符	497	13.18.7	MAC地址列表描述符	510
13.15.8	紧急信息描述符	497	13.18.8	再发行控制描述符	510
13.15.9	层次传输描述符	498	13.18.9	VBI数据描述符	510
13.15.10	链接描述符	498	13.19	隐藏字幕	510
13.15.11	Mosaic描述符	498	13.19.1	CEA-708	510
13.15.12	家长分级控制描述符	498	13.19.2	MPEG-2视频	511
13.15.13	流标识符描述符	498	13.19.3	MPEG-2视频 (SCTE 21)	513
13.15.14	系统管理描述符	498	13.19.4	MPEG-2视频 (SCTE 20)	514
13.15.15	目标区域描述符	499	13.19.5	MPEG-4.10 (H.264) 视频	515
13.15.16	视频解码控制描述符	499	13.19.6	SMPTE 421M (VC-1) 视频	515

13.19.7 VBI标准	516	13.20.43 CP_data_block	520
13.20 VBI标准	516	13.20.44 reserved_bits	520
13.20.1 data_identifier	516	13.20.45 reserved_bits	520
13.20.2 data_unit_ID	516	13.20.46 field_parity	520
13.20.3 data_unit_length	516	13.20.47 line_offset	521
13.20.4 reserved_bits	516	13.20.48 VITC_data_block	521
13.20.5 field_parity	517	13.20.49 stuffing_type	521
13.20.6 line_offset	517	13.21 图文电视	521
13.20.7 framing_code	517	13.22 有效格式描述 (AFD)	522
13.20.8 txt_data_block	517	13.22.1 MPEG-2视频	522
13.20.9 reserved_bits	517	13.22.2 MPEG-4.10 (H.264) 视频	522
13.20.10 field_parity	517	13.22.3 SMPTE 421M (VC-1) 视频	522
13.20.11 line_offset	517	13.23 字幕	523
13.20.12 VPS_data_block	517	13.23.1 数字有线电视字幕	523
13.20.13 reserved_bits	517	13.23.2 DVB字幕	527
13.20.14 field_parity	518	13.24 增强的电视节目安排	528
13.20.15 line_offset	518	13.25 数据广播	529
13.20.16 WSS_data_block	518	13.25.1 轮播	530
13.20.17 reserved_bits	518	13.25.2 在MPEG-2上的IP多播传输	530
13.20.18 reserved_bits	518	13.25.3 数据广播机制	531
13.20.19 field_parity	518	13.26 解码器注意事项	533
13.20.20 line_offset	518	参考文献	535
13.20.21 closed_captioning_data_			
block	518	第14章 MPEG-4和H.264	537
13.20.22 reserved_bits	518	14.1 音频概述	538
13.20.23 field_parity	518	14.1.1 一般音频对象类型	538
13.20.24 line_offset	518	14.1.2 语音对象类型	539
13.20.25 AMOL48_data_block	519	14.1.3 合成语音对象类型	539
13.20.26 trailer	519	14.1.4 合成音频对象类型	539
13.20.27 reserved_bits	519	14.2 视觉概述	539
13.20.28 field_parity	519	14.2.1 YCbCr颜色空间	540
13.20.29 line_offset	519	14.2.2 视觉对象	540
13.20.30 AMOL96_data_block	519	14.2.3 MPEG-4.2自然视觉对象类型	540
13.20.31 reserved_bits	519	14.2.4 MPEG-4.2自然视觉档次	541
13.20.32 field_parity	519	14.3 图形概述	543
13.20.33 line_offset	519	14.4 视觉层	544
13.20.34 framing_code	519	14.4.1 视觉对象序列	544
13.20.35 NABTS_data_block	519	14.4.2 视频对象	545
13.20.36 reserved_bits	520	14.4.3 视频对象层	545
13.20.37 field_parity	520	14.4.4 视频对象平面组	545
13.20.38 line_offset	520	14.4.5 视频对象平面	545
13.20.39 TVG2X_data_block	520	14.5 对象描述框架	545
13.20.40 reserved_bits	520	14.5.1 对象描述符流	546
13.20.41 field_parity	520	14.5.2 对象内容信息	547
13.20.42 line_offset	520	14.5.3 知识产权管理与保护	547

14.6 场景描述	547	参考文献	565
14.7 基本流同步	548	第16章 OpenCable™数字电视	566
14.7.1 同步层	548	16.1 视频能力	567
14.7.2 DMIF应用接口	549	16.2 音频能力	567
14.8 基本流的多路复用	549	16.3 带内系统信息	567
14.8.1 FlexMux	549	16.3.1 所需表	568
14.8.2 在MPEG-2之上的MPEG-4	549	16.3.2 可选表	569
14.8.3 MP4文件格式	550	16.3.3 描述符	570
14.9 知识产权管理与保护 (IPMP)	550	16.4 带外系统信息	571
14.10 MPEG-4.10 (H.264) 视频	550	16.4.1 表	571
14.10.1 档次和级别	550	16.4.2 描述符	573
14.10.2 补充的增强信息	552	16.5 带内数据广播	574
14.10.3 视频编码层	552	16.5.1 数据服务声明	574
14.10.4 网络抽象层	554	16.5.2 服务描述框架	575
参考文献	555	16.6 条件接收	575
第15章 ATSC数字电视	556	16.7 相关技术	575
15.1 视频能力	557	16.8 应用框图	576
15.2 音频能力	557	参考文献	577
15.2.1 主音频服务: 完整主音频 (CM)	558	第17章 DVB数字电视	578
15.2.2 主音频服务: 音乐和音效 (ME)	558	17.1 视频能力	579
15.2.3 关联服务: 针对视力障碍 (VI) 人群	558	17.2 音频能力	579
15.2.4 关联服务: 针对听力障碍 (HI) 人群	558	17.3 系统信息	579
15.2.5 关联服务: 对话 (D)	558	17.3.1 所需表	579
15.2.6 关联服务: 解说 (C)	558	17.3.2 可选表	580
15.2.7 关联服务: 画外音 (VO)	558	17.3.3 描述符	583
15.3 节目和系统信息协议	559	17.4 数据广播	586
15.3.1 所需表	559	17.5 条件接收	587
15.3.2 可选表	560	17.5.1 同密	587
15.3.3 描述符	561	17.5.2 多密	587
15.4 E-VSB	562	17.5.3 DVB通用接口	587
15.4.1 音频能力	562	17.6 应用框图	588
15.4.2 视频能力	562	参考文献	588
15.4.3 节目和系统信息协议	562	第18章 ISDB数字电视	590
15.5 数据广播	562	18.1 ISDB-S (卫星)	590
15.5.1 数据服务声明	563	18.2 ISDB-C (有线)	591
15.5.2 服务描述框架	563	18.3 ISDB-T (地面)	591
15.5.3 触发器 (同步和异步)	563	18.4 视频能力	591
15.5.4 软件下载数据服务	564	18.5 音频能力	592
15.5.5 传输流文件系统	564	18.6 静态图像能力	592
15.6 应用框图	564	18.7 图形能力	592
		18.8 系统信息	592
		18.8.1 表	592
		18.8.2 描述符	594

18.9 字幕	599	19.3.1 RTSP	602
18.10 数据广播	599	19.3.2 RTP	603
18.10.1 数据轮转传输	599	19.3.3 RTCP	604
18.10.2 数据管道	599	19.3.4 RSVP	605
18.10.3 事件信息传输	599	19.4 ISMA	605
18.10.4 独立PES传输	600	19.4.1 档次0	605
18.10.5 交互信道协议	600	19.4.2 档次1	606
18.11 应用框图	600	19.5 在IP上实现广播	606
参考文献	600	19.6 条件接收 (DRM)	606
第19章 IPTV	601	参考文献	606
19.1 技术考虑	601	术语表	608
19.2 多播	601	索引	638
19.3 基于RTSP的解决方案	601		

第1章 引言

几年前,视频的应用还略微局限于模拟方面,主要用于广播和有线电视、VCR、机顶盒、电视和便携式摄像机等。之后,模拟视频大量而迅速地转向数字视频,这种转变主要基于MPEG-2视频压缩标准。

目前,除了传统的DV、MPEG-1和MPEG2音频和视频压缩标准外,还出现了三种高性能的视频压缩标准。在相同的视频质量下,这些新的编解码器能提供更高的压缩比。

□ MPEG-4.2。这种视频编解码器在压缩比方面比MPEG-2提高了1.5~2倍。它本来能够占领更多的市场份额,但是由于其复杂性,实际上一直没有得到广泛的认可。而且,很多人也决定干脆等待新的MPEG-4.10 (H.264) 编解码器的问世。

□ MPEG-4.10 (H.264)。这种编解码器在压缩比方面比MPEG-2提高了2~3倍。而且,随着编码器的逐步完善且支持MPEG-4.10 (H.264) 的工具越来越多,MPEG-4.10 (H.264) 的压缩比和质量也将不断提升。吸取了MPEG-4的教训,MPEG-4.10 (H.264) 已经能够适应于低价位、单芯片的产品,并且被DVB标准和ARIB标准所采纳。

□ SMPTE 421M (VC-1)。这是MPEG-4.10 (H.264) 的有力竞争者。这种视频编解码器在压缩比方面同样比MPEG-2提高了2~3倍,而且,随着编码器的逐步完善,压缩比和压缩质量也将进一步得到改善。

1

随着人们对音频相关技术的兴趣不断增加,越来越多的音频编解码技术也随之出现。这些音频相关技术包括:6.1和7.1声道音频技术、多声道无损压缩技术、相同音频质量情况下的低比特率技术以及在需要较高音质且比特率比较合理的条件下为某些应用实现最高音频质量的技术。

除了音频解码外,DVD、HD DVD、蓝光录像机和数字视频录像机(Digital Video Recorder, DVR)也需要使用实时、高质量的音频编码技术。综合这些对音频技术的需求可见,消费市场上的单芯片解决方案通常需要集成DSP用于音频处理。

消费者使用的电子设备也变得更成熟了,能支持更多类型的内容和内部互连方式。目前,主要有以下相关的消费类电子设备。

- HD DVD、蓝光播放器和录像机。除了用来播放CD和DVD,这些先进的HD播放器同样支持播放MPEG-4.10 (H.264) 和SMPTE 421M (VC-1) 格式的内容。有些还包含以太网连接功能,从而能够在电视机上非常便捷地欣赏个人电脑或媒体服务器中的内容。
- 数字媒体适配器。这些小型、低价的盒子使用以太网或802.11连接功能,从而使个人电脑或媒体服务器上的内容能够很容易地在电视机上播放。同时,它们通常支持MPEG-2、MPEG-4.10 (H.264)、SMPTE 421M (VC-1) 以及JPEG格式的内容。
- 数字机顶盒。有线、卫星机顶盒现在已具有数字视频录像机(DVR)的功能,使得浏览者能很方便地随时观看他们想看的内容。MPEG-4.10 (H.264) 和SMPTE 421M (VC-1) 的使用,有利于增加内容频道,减少数字产品的过早过时。
- 数字电视(Digital Television, DTV)。电视中除集成了调谐器和解码器,甚至在一些电视中还包含数字媒体适配器功能。此外,支持在线观看视频的技术也在不断发展。
- 网络电视(IPTV)机顶盒。这些低价位的机顶盒在那些拥有高速DSL和光纤到户(FTTH,

Fiber To The Home) 功能的地区很受欢迎。MPEG-4.10 (H.264) 和SMPTE 421M (VC-1) 的使用降低了数字产品过早过时的可能性。

- 便携式媒体播放器。通过使用内置硬盘驱动器 (Hard Disc Drive, HDD), 这些播放器利用USB接口或802.11网络接口实现与电脑的连接, 用于下载多种类型的内容。便携式媒体播放器通常也支持MPEG-2、MPEG-4.10 (H.264)、SMPTE 421M (VC-1) 以及JPEG格式内容的播放。
- 移动视频接收器。这种设备通常集成在手机内, 其中MPEG-4.10 (H.264) 和SMPTE 421M (VC-1) 用来传送高质量的视频信号。例如, DMB、DVB-H和DVB-SH标准就属于这类应用。

当然, 为了生产这类先进的消费产品, 不仅需要音频、视频编解码技术的支持, 还需要如下技术的支持。

- 隐藏字幕、字幕、图文电视与V-Chip技术。为了支持数字广播, 这些标准已做了更新。
- 先进的视频处理技术。由于视频内容以及视频显示器的分辨率多种多样, 导致通常需要高质量的缩放与运动自适应的逐行扫描技术。因为标清 (SD) 电视标准和高清 (HD) 电视标准使用的是不同的色度标准, 所以在HDTV上观看标清内容或者在SDTV上观看高清内容都需要进行修正。
- 复杂的图像合成技术。该技术能够用来渲染复杂的图像, 在该图像中可能包含多种视频、屏幕视控系统 (On-Screen Display, OSD)、字幕/子图、文本和图表等元素。
- 基于IP网络的ARIB与DVB技术。随着基于IP网络的ARIB与DVB技术逐步应用, 支持IP视频的复杂性也在提高。
- 数字版权管理 (Digital Rights Management, DRM)。该技术可以用来防止内容被未经授权复制和未经授权观看。

本书进行了一些更新, 以反映上述这些技术的发展。实现一个实际的视频解决方案并不容易, 而且许多工程师对该领域知之甚少或者没有足够的实践经验。对于那些需要理解视频特性并在新一代设计中实现视频技术的工程师, 本书无疑是他们了解和使用视频技术的指南。

本书同样适用于需要或渴望了解视频技术的工程师、正在研发新视频产品的VLSI设计工程师, 以及任何想要评估或了解视频系统的人士。

1.1 本书内容

本书内容按以下方式组织。

第2章是视频简介, 讨论了各种视频格式和信号及其应用领域, 描述了隔行扫描视频与逐行扫描视频之间的区别。这一章还给出了DVD播放器和数字机顶盒的结构框图。

第3章回顾了常见的颜色空间, 说明了各种颜色空间在数学上的关系, 以及何时使用某种特定的颜色空间。这一章所讨论的颜色空间包括RGB、YUV、YIQ、YC_bCr、xvYCC、HSI、HSV和HLS。此外, 这一章还讨论了如何从一个非RGB颜色空间变换到RGB颜色空间, 以及如何进行gamma修正。

第4章是视频信号概述, 回顾了视频时序以及各种视频格式的模拟信号和数字信号表示方法, 这些视频格式包括480i、480p、576i、576p、720p、1080i和1080p。

第5章讨论了消费类应用和专业视频应用中的模拟视频接口, 包括模拟RGB、YPbPr、S-Video和SCART接口。

第6章讨论了半导体、专业视频设备和消费类设备中的各种数字视频接口, 回顾了BT.601和

BT.656半导体接口, SDI、SDTI和HD-SDTI专业视频接口, 以及DVI、HDMI和IEEE 1394消费产品类视频接口。

第7章讨论了几种数字视频处理技术, 例如从YCbCr 4:4:4到YCbCr 4:2:2变换、YCbCr 数字滤波器模板、视频缩放、隔行/逐行转换、帧率转换、alpha混合、闪烁过滤和色度抠像。此外, 这一章还介绍了亮度、对比度、饱和度、色调和锐度控制等。

第8章概述了NTSC、PAL和SECAM。这一章首先回顾了各种复合模拟视频信号格式和视频测试信号。这一章所讨论的VBI数据包括时间码、隐藏字幕和扩展数据服务(Extended Data Service, XDS)、宽屏信令与图文电视。此外, 这一章还回顾了PALplus、RF调制、BTSC、Zweiton模拟立体声以及NICAM 728数字立体声技术。

第9章讨论了应用于NTSC和PAL制式彩色视频信号编解码的数字技术。同时, 这一章还回顾了亮度/色度(Y/C)分离技术并进行了比较分析。

第10章讨论了用于远程视频会议的H.261和H.263视频压缩标准。

第11章讨论了便携式数字摄像机中使用的消费电子类DV视频压缩标准。

第12章回顾了MPEG-1视频压缩标准。

第13章讨论了MPEG-2视频压缩标准。

第14章讨论了MPEG-4视频压缩标准, 其中包括MPEG-4.10 (H.264)。

第15章讨论了美国使用的ATSC数字电视标准。

第16章讨论了美国使用的OpenCable™数字电视标准。

第17章讨论了欧洲和亚洲使用的DVB数字电视标准。

第18章讨论了日本使用的ISDB数字电视标准。

第19章讨论了IPTV。该技术可以实现通过Internet、DSL、FTTH等广播网络来传送压缩视频。

最后, 第20章给出了400多个视频方面的术语。如果遇到不熟悉的术语, 可以在这个术语表中找到其定义。

1.2 标准组织

许多标准化组织参与了视频标准的制定, 下面列出了部分组织。

美国先进电视系统委员会(ATSC): www.atsc.org

日本无线工业及商贸联合会(ARIB): www.arib.or.jp

美国有线电视实验室: www.cablelabs.com

美国家电行业团体消费电子协会(CEA): www.ce.org

数字视频广播(DVB): www.dvb.org

美国电子工业协会(EIA): www.eia.org

欧洲广播联盟(EBU): www.ebu.ch

欧洲电信标准协会(ETSI): www.etsi.org

国际电工委员会(IEC): www.iec.ch

美国电气电子工程师学会(IEEE): www.ieee.org

国际标准化组织(ISO): www.iso.org

国际电信联盟(ITU): www.itu.int

电缆电信工程师协会(SCTE): www.scte.org

运动图像和电视工程师协会(SMPTE): www.smp.te.org

视频电子标准协会(VESA): www.vesa.org