

清华大学计算机系列教材

多媒体技术教程

林福宗 编著



清华大学出版社

清华大学计算机系列教材

多媒体技术教程

林福宗 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材由多媒体压缩编码、存储和传输 3 部分组成:多媒体压缩编码(第 2~11 章)部分主要介绍声音、图像和数字电视媒体的基本知识、压缩和编码方法;多媒体存储(第 12~13 章)部分主要介绍 CD、DVD、HD-DVD 和 Blu-ray Disc 存储器的存储原理和存储格式;多媒体传输或称通信(第 14~17 章)部分主要介绍多媒体网络应用、服务质量(QoS)、因特网、TCP/IP 协议和多媒体传输的基础知识。每章附有练习和思考题以及参考文献和站点。

本教材适合大学本科或本科以上学生使用,也适合作为多媒体爱好者自学用书和信息技术工作者的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

多媒体技术教程/林福宗编著. —北京:清华大学出版社,2009.1
(清华大学计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-18401-0

I. 多… II. 林… III. 多媒体技术—高等学校—教材 IV. TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123087 号

责任编辑:战晓雷 薛 阳

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.5

字 数:543 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:33.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:029199-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 计算机与信息分社营销室 收
邮编：100084 电子邮件：jsjic@tup.tsinghua.edu.cn
电话：010-62770175-4608/4409 邮购电话：010-62786544

教材名称：多媒体技术教程

ISBN: 978-7-302-18401-0

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjic@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

前 言

本教材由多媒体压缩编码、多媒体存储和多媒体传输 3 部分组成,其内容主要选自 2008 年清华大学出版社出版的《多媒体技术基础》(第 3 版)前 3 个部分的大部分章节。

一、教材的组织结构

本教材由下述 3 个相对独立的部分组成。

第一部分: 多媒体压缩编码(第 2~11 章),主要介绍声音、图像和数字电视的基本知识、压缩和编码方法。

第二部分: 多媒体存储(第 12~13 章),主要介绍 CD、DVD、HD-DVD 和 BD(Blu-ray Disc)光盘的存储原理和多媒体在光盘上的存放格式。

第三部分: 多媒体传输(第 14~17 章),主要介绍多媒体网络应用、服务质量(QoS)、因特网、TCP/IP 协议和多媒体传输的基础知识。

为帮助读者加深对基础知识的理解,每章后面都有练习和思考题,另有参考答案。

每章后面都有参考文献和站点,列出它们有两个目的:

- (1) 表示在编写本教材过程中访问过这些站点,参考或引用了其中的内容;
- (2) 更重要的是为读者提供进一步学习的指南,教师要鼓励学生主动上网查阅。虽然到本书截稿时每个网址都有效,但以后可能会发生变化。

二、教材的使用建议

国内许多大学开设多媒体技术课程已有多,在网上看到许多兄弟院校在教材建设和课程教学方面已有很多很好的经验,在学习和借鉴他们成功经验的基础上,为使用或打算使用本教材的老师和同学提出如下建议供参考。

1. 有所教有所不教

在编写本教材过程中笔者注意到,国外有些信息技术学院从本科到研究生阶段,每个年级都开设内容不同、深浅不同的多媒体课程,既有广度又有深度。考虑到我国目前的多媒体课程教学计划一般只安排一个学期,学时也不多,因此教师可采用有所教有所不教和有所学有所不学的策略。任课教师可根据自己的兴趣和专长、学生已有的基础和专业方向,有的放矢地选择其中的部分内容。

2. 教材作为参考书

对于信息技术课程的教材来说,写进正式出版的教材的内容通常是比较成熟的,即使是刚刚出版的教材,其内容也不一定新。据观察,许多大学的多媒体课程内容是当前最新的技术,教师都有自己编写的教学提纲和材料,而把正式出版的教科书列为必要的参考材料加以推荐。这不是说正式出版的教材不重要,而是通过教授新技术来带动基本原理的学习,其结果是学的内容先进,学的基础扎实。

3. 用课程设计驱动

凡任课教师都知道,教一本书不等于开设一门课程。为更好地激励学生学习基础理论的积极性,笔者曾经为背景不同的学生指导过两个课程设计题目,以此带动学生基础技术的学习。

(1) 具有中等难度的“多媒体网页设计与制作”。其目的主要是培养学生熟练地使用多媒体计算机和网络来获取知识、开展科学研究和国内外学术交流的技能。该设计要求使用 Web 开发工具和多媒体制作软件来完成。网页内容可以是个人的求职网页或某个专题的网页,除了有文字内容,还需要有自己的照片、自己录制的声音文件和自己拍摄或下载的影视片段。实践表明,学生的积极性很高,完成课程设计后很有成就感。

(2) “使用 MATLAB 语言实现小波图像分解与重构”。为配合我校加强实践教学的教学改革,更好地激励学生学习基础理论和技能的积极性,清华大学出版社出版了经过多年使用的《多媒体技术课程设计与学习辅导》。学生对课程设计反响强烈,由于严格实施“允许参考不许抄袭”的措施,学生普遍认为真正学到了知识。

《多媒体技术课程设计与学习辅导》辅助教材拟了多个难易程度不同的设计题目,每个题目都有原理介绍和示例。为便于学生撰写和教师评估课程设计报告,规范了课程设计报告的格式。由于设计题目的难度不大,任课教师可根据情况,从中选择一个或两个题目,也可在辅助教材所列的“参考选题”或其他参考选题中增加或更改设计题目。课程设计要求使用 MATLAB 语言来实现,因为 MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具。

4. 用评估系统引导

评估系统是一个无形的指挥棒,可以引导学生的学习方向。教授本教材是多媒体技术基础课程中的一个部分,而课程设计是课程的另一个重要组成部分。因此笔者的课程评估采用了“基础知识书面开卷考试约占 50%,课程设计约占 50%”的方法,但对不同专业的学生可以在评估标准或在所占分数的比例上加以调整。

5. 教学辅助材料

为本教材准备的电子版的辅助材料有三个部分:

- (1) 练习与思考题参考答案;
- (2) 课程设计参考答案;
- (3) 讲课提纲(PPT 格式)草案和本教材中的插图。

这些材料可在清华大学出版社的网站或在 <http://www.csai.tsinghua.edu.cn/linfzmmc/> 上下载。

三、关于中文术语

随着信息科学和技术日新月异,新术语不断涌现,同时也给一些老术语赋予了新的含义,使用准确的术语有利于信息的交流。为使本教材中的中文术语尽量准确,笔者查阅了许多著名的英文词典,阅读了许多相关的科学和技术文献,参考了全国科学技术名词审定委员会 2002 年公布的《计算机科学技术名词》。

在本教材中,有几个常用术语有必要在此说明:

- (1) 用“视频”作为 Video 的释义是物理概念上的错误。Video 的真实含义是由一系列

图像组成的(电)视(图)像,确切的中文译名应该是“视像”。“视频(video frequency)”是电视信号频率的简称,在 ITU-R BT. 601 标准中,频率范围是 0~6.75MHz。

(2) 无论什么场合,用“音频”作为 audio 的释义也是物理概念上的错误。Audio 是指人的听觉系统可感知的声音,是声音(sound)的同义词,作名词时的确切中文术语应该是“声音”。“音频(audio frequency)”是声音信号频率的简称,频率范围通常认为是 15Hz~20kHz。

四、衷心感谢

特别感谢中国科学院院士张钹教授多年来的直接指导和各方面给予的实质性支持;衷心感谢我们课题组(智能多媒体组)所有老师和硕博研究生为本教材所作的贡献;衷心感谢使用本教材的老师和学生给予我们的热情鼓励和宝贵建议。

参加本教材编写工作的有林彩荣、朱高建、朱高东、黄民德和谢霄艳,他们在多媒体语言、程序设计、多媒体通信、教育技术、软件评估、科研和教学方面都有各自的专长。

林福宗

清华大学 计算机科学与技术系

智能技术与系统国家重点实验室

电子邮件地址: linfz@mail. tsinghua. edu. cn

2008 年 11 月 15 日

目 录

第 1 章 多媒体技术概要	1
1.1 多媒体的概念	1
1.1.1 多媒体是什么	1
1.1.2 超文本的概念	2
1.1.3 超媒体的概念	2
1.1.4 多媒体系统的结构	3
1.2 多媒体数据压缩与编码	3
1.2.1 为什么要压缩	3
1.2.2 两种类型的压缩	4
1.2.3 三种类型的编码	5
1.2.4 压缩与编码	5
1.3 多媒体与光盘	5
1.4 多媒体与网络	6
1.4.1 因特网是什么	6
1.4.2 万维网是什么	7
1.5 多媒体国际标准	8
1.5.1 国际电信联盟(ITU)标准	8
1.5.2 ISO/IEC 标准	9
1.5.3 因特网技术标准	10
1.5.4 万维网协会	11
1.6 迈向信息时代	14
练习与思考题	15
参考文献和站点	15

第一部分 多媒体压缩和编码

第 2 章 数据无损压缩	19
2.1 数据冗余	19
2.1.1 冗余的概念	19
2.1.2 决策量	20
2.1.3 信息量	20
2.1.4 熵	20
2.1.5 数据冗余量	21
2.2 统计编码	21
2.2.1 香农-范诺编码	21
2.2.2 霍夫曼编码	22

2.2.3 算术编码	23
2.3 RLE 编码	25
2.4 词典编码	26
练习与思考题	27
参考文献和站点	28
第3章 数字声音编码	29
3.1 声音简介	29
3.1.1 声音是什么	29
3.1.2 声音的频率范围	29
3.2 声音信号数字化	30
3.2.1 从模拟过渡到数字	30
3.2.2 模拟信号与数字信号	30
3.2.3 声音信号数字化	31
3.2.4 声音质量与数据率	32
3.3 声音工具	32
3.3.1 Windows 自带的声音工具	33
3.3.2 声音编辑工具 GoldWave	33
3.3.3 声音编辑工具 Adobe Audition	33
3.4 声音质量的 MOS 评分标准	34
3.5 脉冲编码调制	35
3.5.1 PCM 的概念	35
3.5.2 均匀量化	36
3.5.3 非均匀量化	36
3.6 PCM 在通信中的应用	37
3.6.1 频分多路复用	37
3.6.2 时分多路复用	37
3.6.3 数字通信线路的数据传输率	38
3.7 增量调制与自适应增量调制	39
3.7.1 增量调制	39
3.7.2 自适应增量调制	40
3.8 自适应差分脉冲编码调制	41
3.8.1 自适应脉冲编码调制的概念	41
3.8.2 差分脉冲编码调制的概念	41
3.8.3 自适应差分脉冲编码调制	42
3.9 G.722 SB-ADPCM 编译码器	42
3.9.1 子带编码	43
3.9.2 子带-自适应差分脉冲编码调制	44
3.10 GSM 声音简介	45
3.11 话音编码标准摘要	45

3.11.1	编码算法的性能	45
3.11.2	话音编码标准	46
练习与思考题		47
参考文献和站点		47
第4章	彩色数字图像基础	49
4.1	视觉系统对颜色的感知	49
4.2	图像的颜色模型	49
4.2.1	显示彩色图像用 RGB 相加混色模型	50
4.2.2	打印彩色图像用 CMY 相减混色模型	52
4.3	图像的 3 个基本属性	52
4.3.1	图像分辨率	53
4.3.2	像素深度与阿尔法(α)通道	54
4.3.3	真彩色、伪彩色与直接色	54
4.4	图像的种类	55
4.4.1	矢量图与位图	55
4.4.2	灰度图与彩色图	56
4.5	伽马(γ)校正	57
4.5.1	γ 的概念	57
4.5.2	γ 校正	58
4.6	图像文件格式	58
4.6.1	BMP 文件格式	59
4.6.2	GIF 文件格式	60
4.6.3	PNG 格式	61
练习与思考题		62
参考文献和站点		62
第5章	JPEG 图像压缩与编码	63
5.1	JPEG 算法概要	63
5.1.1	JPEG 是什么	63
5.1.2	JPEG 算法概要	63
5.1.3	JPEG 标准文档	64
5.2	JPEG 算法的主要计算步骤	64
5.2.1	离散余弦变换	65
5.2.2	量化	66
5.2.3	Z 字形编排	66
5.2.4	熵编码	67
5.3	JPEG 压缩和编码举例	70
5.4	JPEG 文件格式	72
5.4.1	颜色空间	72
5.4.2	文件结构	73

5.5	JPEG 2000 简介	73
5.5.1	JPEG 2000 是什么	73
5.5.2	JPEG 2000 的基本结构	74
5.5.3	JPEG 2000 的主要功能	74
	练习与思考题	74
	参考文献和站点	75
第 6 章	颜色空间变换	76
6.1	描述颜色的几个术语	76
6.1.1	颜色是什么	76
6.1.2	色调	77
6.1.3	饱和度	78
6.1.4	亮度	78
6.1.5	颜色空间	79
6.2	该用什么颜色空间	80
6.2.1	颜色空间的分类问题	80
6.2.2	颜色空间的选择	81
6.3	计算机图形颜色空间	82
6.3.1	RGB、CMY 和 CMYK	82
6.3.2	HSV	83
6.3.3	HSL/HSB	83
6.3.4	HSI	84
6.4	电视系统颜色空间	84
6.4.1	电视系统颜色空间概述	84
6.4.2	European $Y'U'V'$	85
6.4.3	American $Y'I'Q'$	86
6.4.4	SMPTE-C RGB	87
6.4.5	ITU-R BT. 601 $Y'CbCr$	87
6.4.6	ITU-R BT. 709 $Y'CbCr$	89
6.4.7	SMPTE-240M $Y'PbPr$	91
	练习与思考题	91
	参考文献和站点	92
第 7 章	小波与小波变换	93
7.1	小波介绍	93
7.1.1	小波简史	93
7.1.2	小波概念	94
7.1.3	小波分析	95
7.1.4	小波定义	100
7.2	哈尔函数	100
7.2.1	哈尔基函数	101

7.2.2	哈尔小波函数	102
7.2.3	函数的规范化	103
7.2.4	哈尔基的结构	104
7.3	哈尔小波变换	104
7.4	规范化算法	106
7.5	二维哈尔小波变换	107
7.5.1	二维小波变换举例	107
7.5.2	二维小波变换方法	114
	练习与思考题	115
	参考文献和站点	116
第8章	数字电视基础	117
8.1	模拟彩色电视制	117
8.1.1	电视与电视制	117
8.1.2	重现彩色图像的过程	117
8.1.3	彩色电视制	118
8.1.4	国际彩色电视标准	119
8.2	电视扫描和同步	120
8.2.1	电视的扫描方式	120
8.2.2	PAL 制的扫描特性	122
8.2.3	NTSC 制的扫描特性	122
8.2.4	SECAM 制的扫描特性	123
8.3	彩色电视信号的类型	123
8.3.1	复合电视信号	123
8.3.2	分量电视信号	123
8.3.3	S-Video 信号	124
8.4	电视图像数字化	124
8.4.1	数字化方法	124
8.4.2	BT. 601 数字化标准	125
8.4.3	CIF 电视图像格式	126
8.5	图像子采样	127
8.5.1	图像子采样概要	127
8.5.2	4 : 4 : 4 YCbCr 格式	128
8.5.3	4 : 2 : 2 YCbCr 格式	128
8.5.4	4 : 1 : 1 YCbCr 格式	128
8.5.5	4 : 2 : 0 YCbCr 格式	128
8.6	数字电视	129
8.6.1	数字电视是什么	129
8.6.2	数字电视的原理	129
8.6.3	数字电视的标准	130

8.7 数字电视图像格式	132
8.7.1 数字电视图像格式简介	132
8.7.2 数字电视图像格式参数	133
8.7.3 SDTV 格式	134
8.7.4 EDTV 格式	135
8.7.5 HDTV 格式	135
练习与思考题	136
参考文献和站点	136
第9章 MPEG 概要	138
9.1 MPEG 简介	138
9.1.1 MPEG 是什么	138
9.1.2 MPEG 文档的创建过程	140
9.1.3 MPEG 标准的重要性	140
9.2 MPEG-1 数字电视标准	141
9.2.1 MPEG-1 是什么	141
9.2.2 MPEG-1 的系统模型	141
9.3 MPEG-2 数字电视标准	142
9.3.1 MPEG-2 是什么	142
9.3.2 MPEG-2 的系统模型	143
9.4 MPEG-4 视听对象编码	144
9.4.1 MPEG-4 是什么	144
9.4.2 MPEG-4 的系统模型	144
9.5 MPEG-7 多媒体内容描述接口标准	146
9.5.1 MPEG-7 是什么	146
9.5.2 MPEG-7 标准化范围	146
9.6 MPEG-21 多媒体框架标准	148
9.6.1 MPEG-21 是什么	148
9.6.2 MPEG-21 的结构	149
练习与思考题	152
参考文献和站点	152
第10章 MPEG 声音	153
10.1 听觉系统的感知特性	153
10.1.1 对响度的感知	153
10.1.2 对音高的感知	154
10.1.3 掩蔽效应	154
10.2 感知声音编码	157
10.2.1 MPEG 声音的压缩依据	157
10.2.2 感知子带编码	157
10.2.3 杜比数字编码	158

10.3	MPEG-1 Audio	159
10.3.1	声音编码	159
10.3.2	声音的性能	160
10.3.3	子带编码	161
10.3.4	多相滤波器组	162
10.3.5	编码层	163
10.4	MPEG-2 Audio	166
10.4.1	MPEG-2 Audio 简介	166
10.4.2	MPEG-2 Audio 使用的环绕声	167
10.4.3	MPEG-2 Audio 的后向兼容结构	167
	练习与思考题	168
	参考文献和站点	169
第 11 章	MPEG 视像	172
11.1	视像数据的冗余	172
11.2	视像数据的速率	173
11.2.1	BT.601 视像数据速率	173
11.2.2	VCD 视像的压缩比	174
11.2.3	DVD 视像的压缩比	174
11.3	MPEG-1 视像	175
11.3.1	视像数据的压缩算法	175
11.3.2	帧内图像 I 的压缩编码算法	176
11.3.3	预测图像 P 的压缩编码算法	176
11.3.4	双向预测图像 B 的压缩编码算法	180
11.3.5	帧图像的编排顺序	180
11.3.6	视像数据流的结构	181
11.4	MPEG-2 视像	182
11.4.1	视像编码器和解码器	182
11.4.2	视像数据位流的结构	183
11.4.3	视像质量可变编码	183
11.5	MPEG-4 AVC/H.264 视像	188
11.5.1	MPEG-4 AVC/H.264 的由来	188
11.5.2	提高编码效率的主要技术	189
11.5.3	视像数据的编码结构	191
11.5.4	编译码器的结构	192
	练习与思考题	194
	参考文献和站点	194

第二部分 多媒体的存储

第 12 章	光盘存储器	199
12.1	CD	199

12.1.1	CD 工业史上的大事	199
12.1.2	CD 的结构	200
12.1.3	数据是怎样写入到 CD 上的	201
12.1.4	数据是怎样从 CD 上读出的	201
12.1.5	激光唱盘标准摘要	202
12.2	CD-Audio	203
12.2.1	采样频率和样本大小	203
12.2.2	声道数	204
12.2.3	声音数据的通道编码	204
12.2.4	CD 如何批量生产	205
12.3	DVD	206
12.3.1	DVD 是什么	206
12.3.2	DVD 的规格	207
12.3.3	DVD 的存储容量是怎样提高的	208
12.4	VCD 与 DVD 播放机	210
12.4.1	VCD 简介	210
12.4.2	VCD 播放机的基本结构	210
12.4.3	DVD 播放机的基本结构	211
12.5	HD DVD 与 BD	212
12.5.1	HD DVD 与 BD 是什么	212
12.5.2	HD DVD 与 BD 技术规范	213
	练习与思考题	215
	参考文献和站点	216
第 13 章	光盘存储格式	217
13.1	CD 标准系列	217
13.2	激光唱盘标准——红皮书	217
13.2.1	CD 上的音乐节目是如何组织的	217
13.2.2	CD-DA 的通道: P-W	219
13.2.3	CD-G 是什么	220
13.3	CD-ROM 标准——黄皮书	220
13.3.1	CD-ROM Mode 1	220
13.3.2	CD-ROM Mode 2	221
13.3.3	混合方式	221
13.4	CD-ROM/XA	221
13.4.1	CD-ROM/XA Mode 2 Form 1	222
13.4.2	CD-ROM/XA Mode 2 Form 2	222
13.4.3	CD-ROM/XA 中的声音	222
13.5	CD-I 标准——绿皮书	223
13.5.1	CD-I 格式	223

13.5.2	CD-I Ready 格式	223
13.5.3	CD-Bridge	223
13.6	可录 CD 标准——橙皮书	224
13.6.1	橙皮书概要	224
13.6.2	橙皮书第 1 部分	225
13.6.3	橙皮书第 2 部分	225
13.7	VCD 标准——白皮书	226
13.7.1	VCD 的组织	226
13.7.2	VCD 的文件目录结构	227
13.7.3	MPEG-Audio/Video 扇区的结构	228
13.8	通用磁盘格式	229
13.9	错误检测原理	229
13.9.1	错误检测和校正简介	229
13.9.2	CRC 错误检测原理	229
13.9.3	CD 上的错误检测码	231
	练习与思考题	231
	参考文献和站点	232

第三部分 多媒体传输

第 14 章	多媒体网络应用与服务质量	235
14.1	多媒体网络技术是什么	235
14.1.1	网络是什么	235
14.1.2	多媒体网络是什么	236
14.1.3	多媒体网络技术是什么	236
14.2	网上数据的交换方法	237
14.2.1	线路交换	237
14.2.2	数据包交换	238
14.2.3	消息的类型	240
14.2.4	关于 packet switching 的中文术语	240
14.3	流媒体的传输方法	240
14.3.1	流媒体与媒体流播	240
14.3.2	先下载后播放——用 Web 服务器实现	242
14.3.3	边流边播——用 Web 服务器实现	243
14.3.4	边流边播——用流媒体服务器实现	243
14.3.5	媒体播放器的主要功能	244
14.4	多媒体网络的典型应用	244
14.4.1	多媒体广播	244
14.4.2	IP 电话	245
14.4.3	IP 电视会议	245

14.4.4	IP 电视	245
14.4.5	IP 影视点播	245
14.4.6	IP 声音点播	246
14.4.7	IP 远程教育系统	246
14.5	多媒体服务质量	246
14.5.1	服务质量的概念	247
14.5.2	服务质量的衡量	247
14.5.3	多媒体的服务质量	248
14.5.4	提高服务质量的技术	250
14.5.5	综合服务保障法	251
14.5.6	区分服务保障法	252
	练习与思考题	253
	参考文献和站点	253
第 15 章	因特网介绍	255
15.1	因特网是计算机网络	255
15.1.1	计算机网络的概念	255
15.1.2	计算机网络的结构	256
15.1.3	计算机连网的部件	257
15.1.4	计算机网络的类型	259
15.1.5	因特网是计算机网络	261
15.2	电话网络上的网络	262
15.2.1	电话网络	262
15.2.2	ISDN 网络	263
15.2.3	DSL 网络	264
15.3	因特网接入方法	265
15.3.1	通过电话网络接入	266
15.3.2	通过 DSL 网络接入	269
15.3.3	通过有线电视网络接入	272
	练习与思考题	273
	参考文献与站点	273
第 16 章	TCP/IP 协议套	274
16.1	因特网的参考模型	274
16.1.1	ISO/OSI 参考模型	274
16.1.2	因特网参考模型	276
16.1.3	面向连接服务与无连接服务	277
16.1.4	TCP/IP 的核心协议	279
16.2	因特网上的地址	280
16.2.1	电子邮件地址	280
16.2.2	网际协议(IPv4)地址	280