

清华大学

计算机系列教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



北京高等教育精品教材

BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

林福宗 编著

多媒体技术基础

(第4版)



清华大学出版社



清華



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



北京高等教育精品教材
BEIJING GAODENG JIAOYU JINGPIN JIAOCAI

林福宗 编著

多媒体技术基础

(第4版)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

《多媒体技术基础》第4版教材在第3版的基础上,对教材内容做了较大幅度的增减。从多媒体系统角度出发,本版教材分成三个部分:(1)多媒体压缩和编码(第2~14章),介绍文字、声音、图像和数字电视媒体的基本知识、压缩和编码方法;(2)多媒体光盘存储技术(第15~17章),介绍CD、DVD、HD-DVD和蓝光盘的存储原理和存储格式;(3)多媒体网络(第18~32章),以多媒体网络应用和服务质量(QoS)为中心,介绍计算机网络的互联、宽带(有线、无线和移动)接入因特网的基础知识。每章均附有练习和思考题,用于辅助读者掌握本章的要点;每章内容的来源都列出了参考文献和站点,读者可用于加深对教材内容的理解和扩大知识面。

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

多媒体技术基础/林福宗编著. —4版. —北京:清华大学出版社,2017

(清华大学计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-45471-7

I. ①多… II. ①林… III. ①多媒体技术—高等学校—教材 IV. ①TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 274701 号

责任编辑:白立军 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:48.75

字 数:1209千字

版 次:2009年1月第1版 2017年7月第4版

印 次:2017年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:89.00元

产品编号:072430-01

作者简介

林福宗 清华大学计算机科学与技术系退休教授,1970年毕业于清华大学自动控制系,留校工作直至退休。从1989年开始对多媒体产生兴趣,其后一直从事多媒体技术基础的教学和应用研究,曾编写并在清华大学出版社出版《英汉多媒体技术辞典》、《多媒体技术基础》等图书。



序

“清华大学计算机系列教材”已经出版发行了 30 余种,包括计算机科学与技术专业的基础数学、专业技术基础和专业等课程的教材,覆盖了计算机科学与技术专业本科生和研究生的主要教学内容。这是一批至今发行数量很大并赢得广大读者赞誉的书籍,是近年来出版的大学计算机专业教材中影响比较大的一批精品。

本系列教材的作者都是我熟悉的教授与同事,他们长期在第一线担任相关课程的教学工作,是一批很受本科生和研究生欢迎的任课教师。编写高质量的计算机专业本科生(和研究生)教材,不仅需要作者具备丰富的教学经验和科研实践,还需要对相关领域科技发展前沿的正确把握和了解。正因为本系列教材的作者们具备了这些条件,才有了这批高质量优秀教材的产生。可以说,教材是他们长期辛勤工作的结晶。本系列教材出版发行以来,从其发行的数量、读者的反映、已经获得的国家级与省部级的奖励,以及在各个高等院校教学中所发挥的作用上,都可以看出本系列教材所产生的社会影响与效益。

计算机学科发展异常迅速,内容更新很快。作为教材,一方面要反映本领域基础性、普遍性的知识,保持内容的相对稳定性;另一方面,又需要紧跟科技的发展,及时地调整和更新内容。本系列教材都能按照自身的需要及时地做到这一点。如王爱英教授等编著的《计算机组成与结构》、戴梅萼教授等编著的《微型计算机技术及应用》都已经出版了第四版,严蔚敏教授的《数据结构》也出版了三版,使教材既保持了稳定性,又达到了先进性的要求。

本系列教材内容丰富,体系结构严谨,概念清晰,易学易懂,符合学生的认知规律,适合于教学与自学,深受广大读者的欢迎。系列教材中多数配有丰富的习题集、习题解答、上机及实验指导和电子教案,便于学生理论联系实际地学习相关课程。

随着我国进一步的开放,我们需要扩大国际交流,加强学习国外的先进经验。在大学教材建设上,我们也应该注意学习和引进国外的先进教材。但是,“清华大学计算机系列教材”的出版发行实践以及它所取得的效果告诉我们,在当前形势下,编写符合国情的具有自主版权的高质量教材仍具有重大意义和价值。它与国外原版教材不仅不矛盾,而且是相辅相成的。本系列教材的出版还表明,针对某一学科培养的要求,在教育部等上级部门的指导下,有计划地组织任课教师编写系列教材,还能促进对该学科科学、合理的教学体系和内容的研究。

我希望今后有更多、更好的我国优秀教材出版。

清华大学计算机系教授,中国科学院院士

张钹

第4版前言

《多媒体技术基础》第3版教材于2008年定稿出版发行。从技术上看,当时许多新技术正处在开发和试验过程中,如H.265/HEVC、移动多媒体等技术,现已趋成熟。从国外的多媒体技术课程来看,教学内容已不再局限于多媒体本身,已经扩展到多媒体系统。

“多媒体系统”这个名称已在科学技术文献中频繁出现,越来越多地把它作为学术杂志的名称、学术会议的名称、教科书的名称,国外许多高等院校把它作为本科生、研究生的课程名称。从多媒体系统角度考虑,本版教材在内容上做了较大幅度的增减,使《多媒体技术基础》更趋完整,可把它理解为“多媒体系统的技术基础”。

一、教材内容的组织

与第3版相比,《多媒体技术基础》第4版教材变动较大的部分如下:

(1) 增加了字符编码和字体技术,系统介绍了汉字编码的过去和现在,弥补了过去多媒体教材没有字符技术的遗憾。

(2) 参照国外多媒体系统课程的教学大纲,较系统地介绍了多媒体互连网络,包括网络互连和宽带接入因特网的技术基础。宽带接入包括有线宽带、无线宽带和移动宽带接入,技术基础包括有线和无线数据通信学科方面的知识。

(3) 为减少教材篇幅,第3版中的不少内容没有保留,但仍然有参考价值,如介绍HTML和XML的多媒体内容处理语言。

《多媒体技术基础》第4版教材的内容组织成如下三个部分。

第一部分: 多媒体压缩和编码(第2~14章),介绍文字、声音、图像和数字电视媒体的基本知识、压缩技术和编码方法。

第二部分: 多媒体光盘存储技术(第15~17章),介绍CD、DVD、HD-DVD和蓝光盘的存储原理和存储格式。

第三部分: 多媒体网络(第18~32章),以多媒体网络应用和服务质量(QoS)为中心,介绍计算机网络、宽带(有线、无线和移动)接入因特网的基础知识。

每章均附有练习和思考题,用于辅助读者掌握本章的要点;每章内容的来源都列出了参考文献和站点,读者可用于加深对教材内容的理解和扩大知识面。

二、教材的使用建议

本版教材系统介绍了多媒体系统的核心技术,在内容上力求选用相对成熟和实用的新技术,在技术原理阐述和解释上力求清楚准确。

为保持多媒体技术基础教材内容的系统性和完整性,本教材不免与其他学科教材有些交集。此外,教材中包含许多技术背景和技术细节,目的是为更好地理解技术原理。在上述思想指导下,使本教材的篇幅较大。

对本教材的使用,编者还是建议,教师有所教有所不教,学生有所学有所不学。具体建议

详见本教材第 3 版前言。

三、衷心感谢

《多媒体技术基础》由林福宗主持编写,参加编写工作的教授、专家和高级程序员有黄民德、汪健如、黄国健、林彩荣和张哲等。特别感谢中国科学院院士、清华大学张钹教授长时期的直接指导和各方面给予的实质性支持;感谢我们课题组所有老师和硕博研究生为本教材所做的贡献;感谢使用本教材的师生和技术人员给予我们的热情鼓励和提出的宝贵建议。

林福宗

退休单位:清华大学计算机科学与技术系

电子邮件地址:linfz@mail.tsinghua.edu.cn

2017 年 3 月 1 日

第3版前言

本教材第2版于2001年定稿,2002年9月第一次印刷。当时许多新技术还没有出现或正在开发之中,如MPEG-4 AVC/H.264(2003年)和XML 1.1(2006年)。有些当时认为比较有前途的技术,现在已经更新,如普遍认为2002年公布的SIP(RFC 3261)比1996年公布的H.323更简单。根据笔者过去几年的科研、教学和观察,教材中的大部分内容都适合当前使用,因此确定第3版教材的修改方针是保留第2版的体系结构、更新部分章节内容和增加新内容。

一、教材的组织结构

为保持多媒体技术基础课程内容的完整性,第3版教材仍由多媒体压缩和编码、多媒体存储、多媒体传输和多媒体内容处理语言共四个相对独立的部分组成。

第一部分:多媒体压缩和编码(第2~13章),主要介绍声音、图像和数字电视的基本知识、压缩与编码方法。

第二部分:多媒体存储(第14~16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17~20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。

第四部分:多媒体内容处理语言(第21~22章),主要介绍HTML和XML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,但这些题目没有难度,教师可增加一些有一定深度的练习和思考题。

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相关站点,参考或引用了相关内容;(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,但以后可能会有变化。

二、教材修改的内容

在第2版教材基础上,第3版教材做了如下修改:

(1)考虑到视像压缩技术在多媒体产品和各种服务中的重要性,因此增加了一章专门用来介绍MPEG-4 AVC/H.264。此外,考虑到光盘存储器在多媒体存储方面的重要性,因此增加了HD DVD和Blu-ray Disc的内容。

(2)考虑到网上多媒体应用如火如荼,如IP电视、IP电话、即时通信和多媒体会议,因此重写了第三部分(第17~20章),突出了多媒体传输或称多媒体通信技术。

(3)考虑到20世纪90年代末期开展的内容处理已成为重要的研究方向,因此在第22章(XML语言)中增加了XML新版本的内容。HTML和XML等标准已经并将继续对日益增长的包括移动通信在内的多媒体网络应用和多媒体电子出版业等行业产生深远的影响。

(4)为降低教材篇幅,第2版中的部分内容没有保留,如MIDI系统。

(5) XHTML 是用 XML 重写的 HTML 版本,2008 年 1 月介绍的 HTML 5(也称 XHTML 5)也是用 XML 编写的。因此本版教材没有保留第 2 版中的第 23 章(XHTML 语言)。

三、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年,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。对于不作为重点的教学内容,如果有需要,学生自己就会主动去钻研。

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。

本教材共 22 章,比较系统地介绍多媒体技术。笔者有意使本教材覆盖多方面的重要技术,努力选取相对比较新的和实用的技术,力图对多媒体技术原理解释清楚和准确。因此可把本教材作为多媒体技术课程的起点,在此基础上教授最新的技术。

3. 用课程设计驱动

凡任课教师都很清楚,教一本书不等于开设一门课程。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实际使用的《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。

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四个部分：(1)练习与思考题参考答案；(2)课程设计参考答案；(3)正式出版的本教材中的插图，为制作电子版讲课提纲提供方便；(4)讲课提纲(PPT 格式)。这些材料可在清华大学出版社的网站上下载，也可在 <http://www.csai.tsinghua.edu.cn/linfzmmc/> 上下载。

四、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)不论什么场合，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 15~20 000Hz。(3)“分组交换(packet switching)”是一个不确切的中文术语。“packet”的含义是一个由收、发送地址和实际数据组成的“数据包”，确切的术语应该是“包交换”。(4)“组播(multicast)”是一个容易被误认为“收发关系颠倒”的术语，本教材使用“多目标广播”。尽管我们习惯使用 2~3 个字构成的术语，但“多目标广播”是顾名思义的术语，即一个发送者向多个接收者(多目标)传送(广播)数据的意思。

五、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做的贡献；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提出的宝贵建议。

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 10 月 15 日

目 录

第 1 章 多媒体技术概要	1
1.1 多媒体系统的概念	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	3
1.1.4 多媒体的层次结构	3
1.1.5 多媒体的系统结构	4
1.2 多媒体数据压缩与编码	5
1.2.1 为什么要压缩	5
1.2.2 两种类型的压缩	6
1.2.3 三种类型的编码	6
1.2.4 压缩与编码	6
1.3 多媒体与光盘存储器	7
1.4 多媒体与网络	8
1.4.1 因特网是什么	8
1.4.2 万维网是什么	8
1.5 多媒体标准与国际标准组织	9
1.5.1 ITU(国际电信联盟)	9
1.5.2 ISO/IEC(国际标准化组织/国际电工技术委员会)	11
1.5.3 IEEE(电气和电子工程师学会)	12
1.5.4 ISOC(因特网协会)	12
1.5.5 W3C(万维网协会)	13
1.5.6 ETSI(欧洲电信标准学会)及其他组织	15
1.6 多媒体内容处理	15
1.6.1 内容是什么	16
1.6.2 内容处理是什么	18
1.6.3 内容标记语言	19
1.6.4 多媒体内容检索	21
练习与思考题	22
参考文献和站点	23

第一部分 多媒体压缩和编码

第 2 章 字符编码与字体	27
2.1 数的表示法	27
2.1.1 记数法	27

2.1.2	计量单位	28
2.2	英文字符编码	28
2.2.1	英文字符	28
2.2.2	标准 ASCII	29
2.2.3	扩展 ASCII	31
2.3	汉字字符编码	31
2.3.1	汉字字符编码介绍	31
2.3.2	GB 2312 标准	32
2.3.3	GB 18030-2005 标准	35
2.3.4	ISO/IEC 10646 标准	37
2.3.5	Unicode 标准	39
2.3.6	Unicode 中的 CJK 汉字编码	40
2.3.7	UTF 编码	42
2.4	字符显示	45
2.4.1	点阵字符	45
2.4.2	矢量字符	46
2.5	数字字体的概念	46
2.5.1	字体和字样	46
2.5.2	字体类型	47
2.5.3	贝塞尔曲线	49
2.6	字体的规范与标准	51
2.6.1	字体规范与标准概述	51
2.6.2	PostScript 字体	51
2.6.3	TrueType	53
2.6.4	OpenType	53
2.6.5	ISO/IEC OFF 标准	53
2.7	字符的度量	54
2.7.1	字符的度量方法	54
2.7.2	字符的度量单位	55
2.7.3	字号与磅值	55
2.8	字体管理与制作工具	55
2.8.1	字体管理工具	56
2.8.2	字体制作工具	56
2.8.3	其他字体工具	57
	练习与思考题	57
	参考文献和站点	58

第 3 章	数据无损压缩	60
3.1	数据冗余	60

3.1.1	冗余概念	60
3.1.2	决策量	61
3.1.3	信息量	61
3.1.4	信息的熵	61
3.1.5	数据冗余量	62
3.2	统计编码	62
3.2.1	香农-范诺编码	62
3.2.2	霍夫曼编码	63
3.2.3	算术编码	64
3.3	RLE 编码	67
3.4	词典编码	68
3.4.1	词典编码的思想	68
3.4.2	LZ77 算法	69
3.4.3	LZSS 算法	70
3.4.4	LZ78 算法	71
3.4.5	LZW 算法	73
	练习与思考题	78
	参考文献和站点	79

第 4 章	数字语音编码	80
4.1	声音信号数字化	80
4.1.1	声音是什么	80
4.1.2	声音的频率	81
4.1.3	从模拟过渡到数字	81
4.1.4	模拟信号与数字信号	82
4.1.5	声音信号数字化方法	82
4.1.6	声音质量与数据率	83
4.1.7	声音质量的 MOS 评分标准	84
4.2	语音编码介绍	85
4.2.1	语音编码方法	85
4.2.2	语音编码质量	86
4.2.3	语音编码标准	86
4.3	波形编码	88
4.3.1	PCM 编码(G. 711)	88
4.3.2	增量调制(DM)	93
4.3.3	ADPCM 编码(G. 726)	94
4.3.4	SB-ADPCM 编码(G. 722)	97
4.4	参数编码	99
4.4.1	参数编码是什么	99

4.4.2	数字滤波器简介	100
4.4.3	线性预测编码(LPC)	103
4.4.4	语音生成模型	106
4.4.5	LPC 声码器	107
4.4.6	混合激励线性预测(MELP)	110
4.5	混合编码	111
4.5.1	混合编码是什么	111
4.5.2	自适应预测编码(APC)	111
4.5.3	语音分析合成法(AbS)	113
4.5.4	码激励线性预测(CELP)	114
4.5.5	代数码激励线性预测(ACELP)	117
4.5.6	典型的混合算法和应用	118
	练习与思考题	119
	参考文献和站点	120

第 5 章	彩色数字图像基础	122
5.1	视觉系统对颜色的感知	122
5.2	图像的颜色模型	122
5.2.1	显示彩色图像用 RGB 相加混色模型	123
5.2.2	打印彩色图像用 CMY 相减混色模型	125
5.3	图像的三个基本属性	126
5.3.1	图像分辨率	126
5.3.2	像素深度与阿尔法(α)通道	127
5.3.3	真伪彩色和直接色	128
5.4	图像的种类	128
5.4.1	矢量图与位图	128
5.4.2	灰度图与彩色图	129
5.5	伽马(γ)校正	130
5.5.1	γ 的概念	130
5.5.2	γ 校正	131
5.6	JPEG 压缩编码	131
5.6.1	JPEG 是什么	131
5.6.2	JPEG 算法概要	132
5.6.3	JPEG 算法的计算步骤	133
5.6.4	JPEG 压缩和编码举例	139
5.7	可缩放矢量图形(SVG)	141
5.7.1	SVG 是什么	141
5.7.2	SVG 文档结构	141
5.7.3	SVG 图形功能	143

5.8 图像文件格式	145
5.8.1 BMP 文件格式	146
5.8.2 GIF 文件格式	146
5.8.3 JPEG 文件格式	147
5.8.4 PNG 文件格式	149
练习与思考题	150
参考文献和站点	151
第 6 章 小波与小波变换	153
6.1 小波介绍	153
6.1.1 小波是什么	153
6.1.2 著名小波	153
6.1.3 小波简史	154
6.2 小波变换	156
6.2.1 小波变换是什么	156
6.2.2 连续小波变换	156
6.2.3 小波基函数	159
6.2.4 离散小波变换	160
6.2.5 小波重构	161
6.3 哈尔小波变换	163
6.3.1 哈尔小波基函数	163
6.3.2 一维哈尔小波变换	163
6.3.3 规范化算法	165
6.4 二维哈尔小波变换	166
6.4.1 二维哈尔小波变换举例	167
6.4.2 二维哈尔小波变换方法	172
练习与思考题	173
参考文献和站点	174
第 7 章 小波图像编码	175
7.1 小波图像分解	175
7.1.1 小波变换与子带编码	175
7.1.2 小波分解图像方法	177
7.2 图像失真度量法	177
7.3 EZW 编码	178
7.3.1 EZW 介绍	178
7.3.2 EZW 算法	179
7.3.3 EZW 算法举例	182
7.3.4 SPIHT 简介	190

7.4 EBCOT 编码简介	190
7.5 JPEG 2000 简介	191
7.5.1 JPEG 2000 是什么	191
7.5.2 基本结构	191
7.5.3 主要特性	192
7.5.4 标准文档	193
练习与思考题	194
参考文献和站点	194

第 8 章 颜色度量体系

8.1 颜色科学简史	196
8.2 描述颜色的几个术语	197
8.2.1 什么是颜色	197
8.2.2 色调	198
8.2.3 饱和度	198
8.2.4 亮度	198
8.2.5 颜色空间	200
8.3 颜色的度量体系简介	201
8.4 Munsell 颜色系统	201
8.5 Ostwald 颜色系统	202
8.6 CIE 颜色系统	203
8.6.1 颜色科学史上的两次重要会议	203
8.6.2 CIE 1931 RGB	204
8.6.3 CIE 1931 XYZ	205
8.6.4 CIE 1931 xyY	207
8.6.5 CIE 1960 YUV 和 CIE $YU'V'$	210
8.6.6 CIE 1976 LUV	211
8.6.7 CIE 1976 LAB	212
8.6.8 CIELUV LCh 和 CIELAB LCh	214
练习与思考题	215
参考文献和站点	215

第 9 章 颜色空间转换

9.1 颜色空间转换的概念	216
9.1.1 颜色空间的分类问题	216
9.1.2 颜色空间的转换问题	217
9.2 用于显示和打印的颜色空间	217
9.2.1 RGB 与 CMY	217
9.2.2 sRGB 颜色空间	218

9.3	用于计算机图形的颜色空间	219
9.3.1	HSV 和 RGB	219
9.3.2	HSL/HSB 和 RGB	222
9.3.3	HSI 和 RGB	223
9.4	与设备无关的 CIE 颜色空间	224
9.4.1	CIE XYZ 和 CIELAB	224
9.4.2	CIE XYZ 和 CIELUV	225
9.4.3	CIE XYZ 和 RGB,BT.601,BT.709	225
9.5	用于电视系统的颜色空间	228
9.5.1	电视系统的颜色空间	228
9.5.2	European $Y'U'V'$	229
9.5.3	American $Y'I'Q'$	230
9.5.4	SMPTE-C RGB	232
9.5.5	ITU-R BT.601 $Y'CbCr$	234
9.5.6	ITU-R BT.709 $Y'CbCr$	236
9.5.7	SMPTE-240M $Y'PbPr$	239
9.5.8	YCgCo 颜色空间	240
	练习与思考题	240
	参考文献和站点	241
第 10 章	数字电视基础	242
10.1	模拟彩色电视制	242
10.1.1	电视与电视制	242
10.1.2	重现彩色图像的过程	242
10.1.3	彩色电视制	243
10.1.4	国际彩色电视标准	244
10.2	电视扫描和同步	245
10.2.1	电视的扫描方式	245
10.2.2	PAL 制的扫描特性	246
10.2.3	NTSC 制的扫描特性	247
10.2.4	SECAM 制的扫描特性	247
10.3	彩色电视信号的类型	247
10.3.1	复合电视信号	247
10.3.2	分量电视信号	248
10.3.3	S-Video 信号	248
10.4	电视图像数字化	249
10.4.1	数字化方法	249
10.4.2	BT.601 数字化标准	249
10.4.3	CIF 电视图像格式	251