

21世纪高等学校数字媒体专业规划教材



多媒体原理与应用设计

(核心技术、开发平台、Win32 API应用)

◎ 黄东军 编著



深入分析核心原理
充分展示关键技术
详细指导应用开发



清华大学出版社

多媒体原理与应用设计

(核心技术、开发平台、Win32 API应用)

◎ 黄东军 编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统而又深入地介绍了现代多媒体核心技术及应用。全书共 12 章,主要内容有多媒体技术架构、开发平台、无损数据压缩算法、音频编码原理、音频数据处理方法、数字图像原理与格式、图像处理、数字视频原理与格式、视频编码、视频处理(视频播放、特效、捕获、转码)、运动对象检测与跟踪、网络多媒体协议、传输应用设计等。本书把原理阐述与底层应用设计紧密结合在一起,细致、充分地展现核心原理,注重应用能力培养,案例具有综合性、启发性、实用性,有较高的学习价值。

本书可作为本科计算机、自动化、电子信息、通信工程、数字媒体、物联网等专业的“多媒体技术”专业课教材,也适合关注和希望深入研究多媒体底层开发的读者阅读,还可供对多媒体有兴趣的读者自学。

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

多媒体原理与应用设计:核心技术、开发平台、Win32 API 应用/黄东军编著. —北京:清华大学出版社,2017

(21 世纪高等学校数字媒体专业规划教材)

ISBN 978-7-302-46795-3

I. ①多… II. ①黄… III. ①多媒体技术—研究 IV. ①TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 052766 号

责任编辑:刘 星 战晓雷

封面设计:刘 键

责任校对:焦丽丽

责任印制:沈 露

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:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.75

彩 插:2

字 数:559 千字

版 次:2017 年 9 月第 1 版

印 次:2017 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00 元

产品编号:073037-01

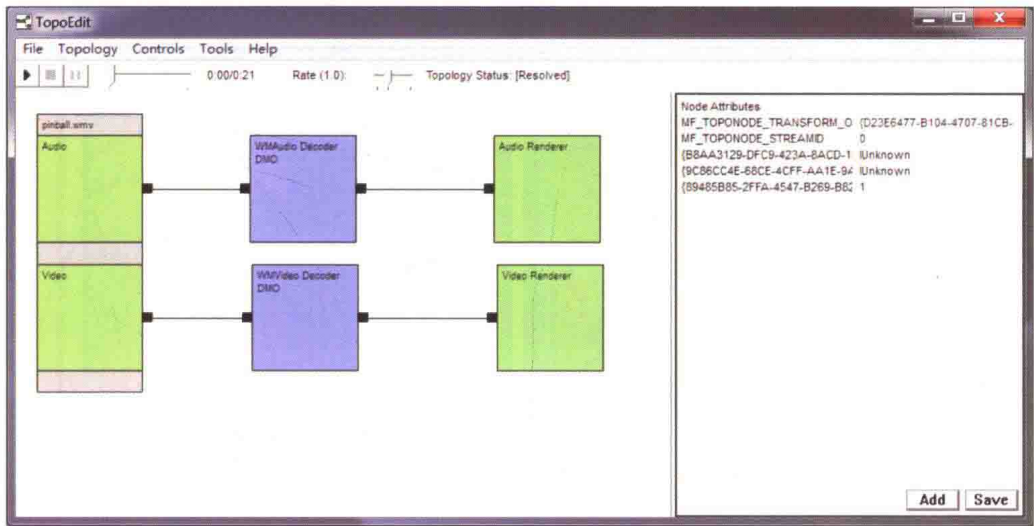


图 4-21 通过 Media Foundation TopoEdit.exe 生成的多媒体应用拓扑

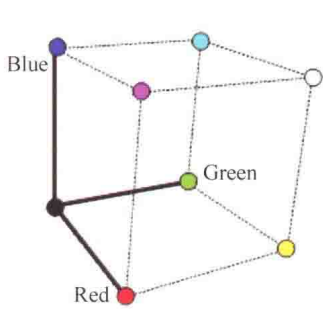


图 6-4 RGB 彩色空间

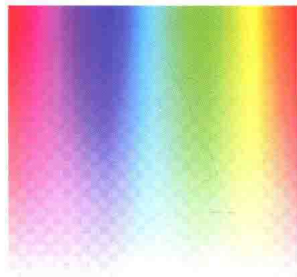


图 6-6 RGBA 颜色空间示例

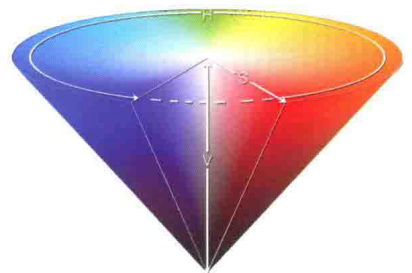


图 6-8 HSV 颜色模型的圆锥体表示



图 7-7 利用 SetPixel 函数显示 3 个分量图像

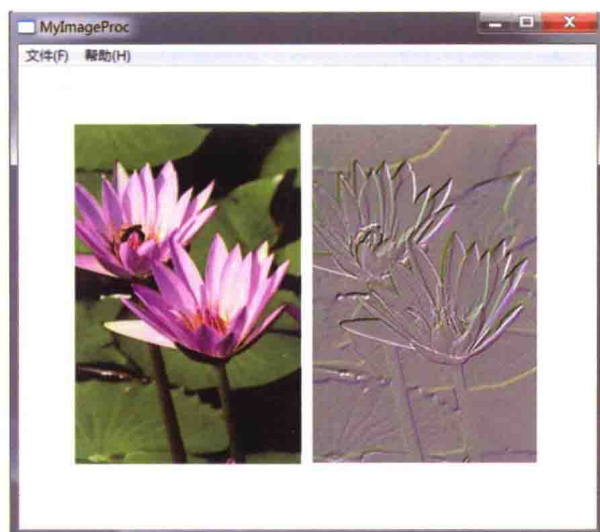


图 7-13 原图像(左)与浮雕滤镜效果(右)



图 7-14 两幅位图的合成(透明与可见水印)

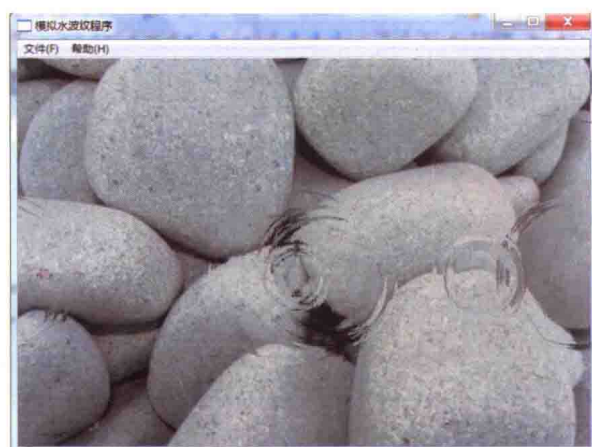


图 7-15 水波纹模拟程序运行效果



图 8-22 foreman.yuv 视频文件的第 21 帧



图 9-4 覆盖了字幕和图标的第 100 帧



(a) 第100帧



(b) 第180帧



(c) 第230帧

图 9-5 淡入淡出效果



(a) t_1



(b) t_2



(c) t_3



(d) t_4

图 9-9 运动对象检测与跟踪系统运行结果

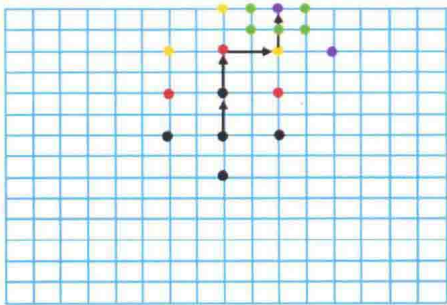


图 10-5 二维对数搜索算法过程示意



图 11-30 Expression Encoder 4 启动后的用户界面



图 12-4 客户端接收到的服务器捕获图像(窗口内)

本书理念

多媒体是一门综合性学科,它研究在计算机与网络平台上进行音频、图像和视频等多种媒体的采集、编码、处理、集成、同步、传输和呈现的技术。多媒体的应用领域很广泛,最初是在视听娱乐和大众传媒领域兴起,随着计算机与互联网的快速发展,多媒体已经广泛渗透到工业、交通、通信、管理、军事和教育等众多领域。今天,无论是在 PC 平台、智能手机上分享图像与视频,还是利用增强虚拟现实系统(enhanced virtual real systems)进行军事模拟训练,或通过视频监控系统检测跟踪运动对象,人们都在充分享受着多媒体技术发展的成果。

作者在高等学校讲授专业多媒体课程有十多年了。在长期教学实践中,作者深切体会到,高校的多媒体技术教学一直受到理论与实践脱节的困扰。表现在教材上,就是大部分教科书都是从国外著作翻译或转述过来的,过于偏向理论描述。客观地讲,这些教材在教学中发挥了积极作用,然而,由于不提供系统的程序和应用设计方面的指导,对原理解释大多停留在抽象层面,学生虽然接触了很多概念和技术,但还是不能发展出工程实践能力。

当然,学校也不是没有实践性教学,然而无论是深度还是广度,都无法适应数字媒体技术本身的发展。究其原因,除了受实验设备繁多、技术繁杂以及开发工具难用等因素影响以外,作者认为教材与应用系统设计脱节是一个重要原因。

实际上,广大专业教师一直在设法解决上述脱节问题。一方面,一些教师试图在比较偏向原理的教科书中增加实践性内容来改善教材结构,但是这个做法效果有限,因为它没有从根本上改变传统教材以原理为主的特点。另一些长期从事多媒体技术专业教学的老师意识到偏向原理的教材和教学模式的弊端,因此推出了以培养实践能力为主要目标的教材,如《多媒体技术实验教程》《多媒体案例教程》等。这些教材试图大力培养学生的实践动手能力,这是值得称道的。但是,由于学时等条件限制,这些教材又无法系统地阐述原理,而且大都以传授多媒体工具软件(如 Photoshop)的使用方法为主,结果使得计算机专业类的多媒体技术教学演变成了技能教育。当然,熟练使用这些工具非常重要,但是,如果一所大学是以培养高级专业技术人才为目标的,就不能以工具性技能教育为主体,而应当构建一种融核心原理和关键技术于一体的教学框架。原理应当深入到核心,关键技术则是核心原理的直接体现,这完全不同于以传授多媒体工具软件使用为主体的教学。

一言以蔽之,作者希望建立一个以核心原理为主线,融知识、技术、标准、平台与应用设计于一体的新型多媒体技术阐述框架。

全书概览

基于上述理念,本教程把原理知识的阐述与更加底层的应用设计紧密结合在一起。基本上,每一个核心原理介绍都会有相关的应用设计与之配套。例如,在介绍了音频编码原理之后,会展示 PCM 样本合成、音频转码等音频数据处理的程序设计方法;在介绍了数字图像格式之后,会展示图像显示、滤波、融合、基于图像的自然现象模拟等像素级操作;在介绍了视频数据格式之后,会展示视频播放、视频特效、视频捕获、YUV 视频转码、视频对象检测与跟踪等内容;在介绍了网络多媒体技术之后,会展示流媒体应用系统搭建、基于套接字的远程桌面图像传输等。可以看出,这些训练不仅展现了核心原理,而且直接触及关键技术,具有综合性和启发性,有较高的学习价值,甚至对科学研究都具有一定的训练意义。只有这样,才能实现培养高级专业技术人才的目标。

全书分为 12 章。

第 1 章 绪论,介绍多媒体技术的基本概念、应用和技术体系。

第 2 章 编程环境与平台,介绍 Win32 API 程序的特点和基本设计方法、COM 组件编程方法和 Microsoft Media Foundation。Microsoft Media Foundation 是新一代多媒体开发平台,以取代之前的 DirectShow。

第 3 章 数字音频基础,介绍数字音频的基本概念、各种数字音频编码算法及其国际标准。

第 4 章 音频应用程序设计,介绍波形音频文件的格式、音频播放程序设计(包括基于 PlaySound 函数的简单播放和基于 MF Media Session 的复杂播放程序设计)、音频转码程序设计和音频数据处理应用(如混声)。

第 5 章 无损数据压缩算法,介绍几种广泛应用的无损压缩编码算法,包括赫夫曼编码、算术编码、行程编码和词典编码算法。作者在这一章进行了一种新的写作尝试,即对这些算法给出了十分详尽的图形化过程说明,通过举例,将这些算法的循环过程进行了穷尽式描绘,最后还给出了这些算法的伪代码。这些举措的目的是希望为读者带来一种更加轻松的阅读体验,即只要阅读就可以理解内容。

第 6 章 数字图像基础,介绍数字图像的基本概念,包括图像模型、像素、色彩模型、图像分辨率、真彩图像、伪彩图像等。本章的重点是图像数据分析,解析了 BMP 和 GIF 两种数字图像格式文件,特别是对 BMP 格式图像,详尽描述了它的 1、4、8、16 和 24 位像素存储模式,并解释了整个位图在内存中的 Bottom-up(自底向上)放置情形。最后用一节介绍了 JPEG 静态图像压缩原理。

第 7 章 图像处理与应用程序设计,介绍 Windows 环境下最常用的图像开发工具 GDI 和典型的图像处理技术(如正立显示、倒立显示、图像滤波、灰度化、浮雕滤镜、图像融合等)。为了帮助读者进一步理解像素操作的意义,本章还介绍了基于图像的水波纹模拟,该示例展示了图像处理的妙用,并解释了动画原理,程序还揭示了双缓冲技术的应用。

第 8 章 数字视频基础,介绍模拟视频的基本概念、模拟视频到数字视频的转换,尤其是数字视频的采样格式。本章还详细介绍了几乎所有的数字视频格式,包括适用于存储场合的平面格式,以及适用于实时场合的紧凑格式。为了进一步帮助读者理解视频数据流的意

义,本章给出了一个解码并显示著名的 foreman.yuv 视频文件的程序,该程序在一定程度上揭示了解码器和视频播放器的工作原理。

第9章 视频应用程序设计,介绍几个典型的视频应用案例,包括视频播放、视频特效、字幕和图标添加、淡入淡出等。本章还详细介绍了基于 Media Foundation 的视频捕获程序设计,这是一个有很强实用性的应用。最后介绍运动对象检测与跟踪技术。

第10章 数字视频编码原理与标准,介绍视频压缩的一般原理、当前流行的 H.26x 和 MPEG 系列视频编码国际标准。

第11章 网络多媒体基础,介绍网络多媒体的概念和面临的主要挑战、网络多播技术、实时传输协议(RTP)和实时传输控制协议(RTCP)、流媒体技术和流媒体协议、典型视频服务系统的应用。本章还介绍了 Media Foundation 的网络源特性,这是利用 Media Foundation 开发桌面多媒体客户端的基础。最后介绍视频会议系统的概念、组件和系统结构。

第12章 网络多媒体应用程序设计,主要介绍基于 WinSock 的多媒体传输技术。首先介绍 WinSock 编程的基本方法。然后介绍一个基于屏幕捕获与 WinSock 的远程桌面图像传输与显示系统,该系统包括两部分,一是捕获并发送桌面图像的服务器,另一部分是接收并显示远程图像序列的客户端。该示例展现了较为底层的多媒体传输的基本原理。

总体上,本教程试图系统地提供多媒体核心原理及其关键技术应用的内容。

本书适合的读者群

本书的主要目标是作为本科计算机科学与技术、自动化、电子信息、通信工程、信息安全、数字媒体、物联网工程、软件工程等专业的多媒体技术专业课程教材。

本书也适合关注和深入研究多媒体底层开发的读者阅读,特别适合对多媒体技术有兴趣的读者自学。

如果读者希望全面掌握本书内容,应当具备计算机程序设计、操作系统和计算机网络等方面的基础知识。此外,由于本书以 Windows 操作系统和 Visual Studio 平台的 C/C++ 为程序设计环境,因此也要求对 C/C++ 编程语言有基本的了解,并且理解基本的面向对象技术。此外,如果读者了解 Windows 程序设计方法,特别是对消息驱动机制、回调函数、窗口过程等概念有认识的话,自然是最好不过的事情。但是,即使读者没有这方面的知识也不要紧,因为本书的第2章会简明扼要地介绍 Windows 程序的基本结构和运行机制。

本书的代码

本书的源代码表现为完整的 VC++ 工程文件包,每一个实例程序都是从 Visual Studio 2010 自动生成的 Win32 API 应用框架开始,通过添加自定义功能实现的。此外,作者还力求将程序清单中的注释量降到最小,因为我们认为,编写规范、逻辑清晰的程序本身应当具

有良好的可读性。

读者可能要问,在众多的开发语言和模式中,为什么本书选择 Windows API 程序作为基本的实践平台?这当然是因为 Windows API 程序比较适合本书的需要。本书的主要目标是展示多媒体技术的核心原理,所以,偏向底层开发的 Win32 API 程序自然是最佳选择,如果进一步考虑到原生桌面应用的广泛性和更高性能的话更是如此。

本书的源程序均在清华大学出版社网站(www.tup.com.cn)本书页面中提供下载。当然,作者也并不打算更新这些源代码,因为这些程序都是易于理解和使用的,并且具有基础性和稳定性。

致使用本书的教师

随着信息技术与互联网技术的发展,高等教育正经历一场变革。就课堂教学而言,传统的以传授专业知识为主的教学模式正被以培养创新创业能力为核心的互动式、启发式教学所取代。本书所提倡的以核心原理为主线,融知识、技术、标准、平台与应用设计于一体的新型多媒体技术阐述框架,可以看成是顺应这一趋势的某种尝试。

第一,采用本书进行教学,最好要求学生把笔记本电脑带到课堂,教师边讲理论知识,边进行程序案例演示。还可以在课堂上组织小组讨论和协同应用设计。这其实就是一种“讲练结合”的互动课堂教学模式。当然,有些理论性较强的内容,如无损数据压缩算法、数字视频编码原理与标准、网络多媒体基础等,可能以讲授为主,但也需要结合实际应用加以解释。例如,在讲授字典编码算法的时候,可以用流行的压缩软件(如 WinRAR)作为实例,说明字典算法的重要应用(可以研究一下相关软件的配置页面信息)。

在课堂上进行多媒体应用设计是一个挑战。首先,教师需要做好充分的上课准备,对于计划解决的问题及其编程方案,自己都要事先做一遍,确保无误。因为一旦在课堂上陷入某种困局,不仅会让教师难堪,而且也浪费时间。当然,对于有些探索性课题(例如,学生在课堂上突然提出的问题),在恰当控制时间的前提下,教师可以当堂编写程序,或者组织学生尝试解决,并说明允许失败。其次,要注意把时间和精力用在核心技术上。就是说,对于一些比较复杂的应用系统设计,可以采取组装程序的办法,快速搭建应用系统框架,然后在关键部分采取现场编码的方式进行展示。例如,本书第7章介绍有若干典型图像处理算法,课堂演示或组织学生编程实践的时候,可以先把除关键代码以外的辅助性代码通过文本文件发给学生,然后从文本文件中复制各个模块的基本代码(如打开图像文件操作)以便搭建可运行的程序框架,最后集中力量编写核心算法实现代码。实践证明,这种方式能够有效平衡课堂时间限制与编程实践需要之间的矛盾。

第二,除课堂上的讲练结合教学以外,有些内容可以在讲解核心原理并进行展示的基础上,安排学生课后消化吸收。例如本书介绍的一些相对复杂的应用(音频转码、视频捕获、运动对象检测与跟踪等),可以由学生在课后进行深入研究。

第三,教师还需要根据具体学校的培养方案和教学大纲课时限制,合理安排教学进程,做到重点突出,难点讲透。重点和难点以外的其他内容可以安排课后自学。当然,具体教学还需要考虑学生的基础和条件。

下表是以 32 学时(其中 4 学时实验)为基准给出的一个教学进程参考。

序号	章 节	课堂讲授重点	难 点	学时	课外自学
1	第 1 章 绪论 第 2 章 编程环境与平台	多媒体的概念、多媒体应用、体系结构; Win32 API 程序基础; Microsoft Media Foundation 基础	Windows 程序运行机制	2	组件编程初步、多媒体应用系统设计面临的挑战、Microsoft Media Foundation 音视频管道
2	第 3 章 数字音频基础	声音及其属性、采样与量化; 数字音频编码; 数字音频编码国际标准	PCM 非线性编码、增量调制编码、自适应差分脉冲编码调制	2	
3	第 4 章 音频应用程序设计	波形音频文件分析; 音频播放程序; 音频转码程序概述、在转码程序中操作音频数据	波形音频文件分析; 在转码程序中操作音频数据	2	音频转码程序结构与函数分析
4	第 5 章 无损数据压缩算法	算术编码、行程编码; 词典编码算法基本思想、LZ77 算法、LZSS 算法、LZ78 算法、LZW 算法	算术编码; LZ78 算法、LZW 算法	2	信息熵编码的概念、香农-范诺编码、赫夫曼编码
5	第 6 章 数字图像基础	数字图像的基本概念; RGB、RGBA、HSV 和 YUV 彩色模型; 真彩图像、伪彩图像; BMP 图像格式	HSV 模型、YUV 模型; BMP 图像格式分析	2	CMYK 模型; GIF 图像格式分析; 图像压缩标准 JPEG
6	第 7 章 图像处理与应用程序设计	位图显示基本程序; 基于像素的位图操作, 倒立与正立显示、分量图像显示、灰度图像显示; 几个典型的图像处理算法, 滤波、浮雕滤镜、图像融合; 水波纹模拟程序实现	图像的倒立、正立显示; 高斯滤波; 水波纹模拟程序实现	4	相关数据结构; 图形图像开发包、SetPixel 函数、水波纹模拟算法原理
7	第 8 章 数字视频基础	模拟视频, 扫描、电视制式、模拟电视信号的类型; 模拟视频的数字化, 数字视频的采样格式; YUV 的取值、YCbCr 转 RGB; YUV 文件显示程序设计	数字视频的采样格式; YUV 的取值、YCbCr 转 RGB	2	YUV 视频的存储格式; 颜色空间和色差采样率的变换
8	第 9 章 视频应用程序设计	Media Foundation 视频播放程序设计; 基于 YUV 文件显示程序的淡入淡出特效; 字幕与图标添加		4	视频捕获程序; 运动对象检测与跟踪原理及应用程序设计
9	第 10 章 数字视频编码原理与标准	视频编码原理、编码算法的基本框架; 运动搜索算法, 搜索起点的选择、匹配准则; H. 261、MPEG-1、MPEG-4	运动搜索算法; MPEG-4	2	其他 H. 26x 系列标准、MPEG 系列标准; 视频编码标准的应用和性能比较

续表

序号	章 节	课堂讲授重点	难 点	学时	课外自学
10	第 11 章 网络多媒体基础	计算机网络、分布式系统、分布式多媒体系统; IP 多播概述; RTP 协议、RTCP 协议; 流媒体技术的特点、典型流媒体协议分析; 主要流媒体系统简介、流媒体应用系统的组成	RTP、RTCP 协议; 流媒体协议分析	4	IGMP 协议、IP 多播路由协议; 流媒体系统应用举例; Media Foundation 的网络媒体源特性; 视频会议系统
11	第 12 章 网络多媒体应用程序设计	桌面屏幕图像捕获, 桌面图像的网络传输系统设计	桌面图像的网络传输系统设计	2	WinSock 编程基础, C/S 模型、客户端设计、服务器设计
12	实验 1 流媒体应用系统	视频点播系统, 视频广播系统	编码器与视频服务器的连接; 视频播放 HTML 页面设计; 编码器、Web 服务器配置	2	
13	实验 2 视频会议系统	视频会议终端、MCU 组网; 会议呼叫; 会议管理; 系统结构	会议管理、MCU 的应用	2	
合 计				32	

致谢

首先,作者要衷心感谢中南大学为本人提供的教学与科研平台。中南大学是一所重视科研与教学,并注意营造良好教学氛围的学校。通过“精品教材”“开放式精品示范课堂”“教育教学综合改革”等项目,学校为广大教师开展教学研究和开发教学资源创造了有利条件。

其次,作者要感谢本校 2012、2013 级计算机科学与技术、物联网工程、信息安全和 2013 级软件工程专业的大量本科生,本书的初稿首先在他们当中试用。在两年多的时间里,作者受到了很多学生的热情鼓励并获得了非常有帮助的意见,特别是一些学生帮助作者查找各类编写错误,使作者感受到一种十分有效的群智方法。

作者在创作本书的过程中,参考了一些国内外教材或专著。清华大学林福宗老师编写的《多媒体技术教程》被很多高校采用,本人实际上也是从采用林老师的教材开始多媒体技术专业课程教学的。在此,特别向林福宗老师致以敬意。本书的第 2 章引用了微软公司的相关技术资料,并且全部程序都是基于 Visual Studio 设计的。众所周知,微软公司是全球领先的信息技术公司,其致力于软件创新的精神值得钦佩。

最后,作者要衷心感谢清华大学出版社的工作人员,他们热情、周到和细致的工作确保了本书的编辑出版质量。

作者(Email: djhuang@csu.edu.cn)

2017 年 6 月于长沙

第 1 章 绪论	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 媒体及其分类	1
1.1.2 多媒体	3
1.2 多媒体的应用	6
1.2.1 大众传媒领域	6
1.2.2 消费电子领域	6
1.2.3 现代教育技术领域	7
1.2.4 多媒体通信领域	7
1.2.5 表演与会展	8
1.2.6 Web 应用	8
1.2.7 物联网领域	9
1.2.8 军事领域	9
1.2.9 游戏与软件	10
1.3 体系结构	11
1.3.1 硬件平台层	11
1.3.2 操作系统层	12
1.3.3 应用系统层	13
思考与练习	13
第 2 章 编程环境与平台	15
2.1 Win32 API 编程基础	15
2.1.1 概述	15
2.1.2 Windows 程序的运行机制	17
2.1.3 第一个 Win32 API 程序	18
2.1.4 编程实践：在窗口过程函数中添加代码	29
2.2 COM 组件编程初步	31
2.2.1 组件	31
2.2.2 COM 组件	33
2.3 多媒体应用设计面临的挑战	38

2.4	Microsoft Media Foundation	39
2.4.1	基本概念	39
2.4.2	体系结构	41
2.4.3	音视频管道	43
2.5	本书资源的使用及问题解决办法	45
	思考与练习	46
第3章	数字音频基础	47
3.1	声音及其属性	47
3.1.1	声音的概念	47
3.1.2	声音的基本属性	47
3.2	从模拟到数字	48
3.2.1	采样	48
3.2.2	量化	49
3.2.3	编码	50
3.3	数字音频编码	50
3.3.1	PCM 编码	50
3.3.2	增量调制编码	52
3.3.3	自适应差分脉冲编码调制	54
3.3.4	子带自适应差分脉冲编码调制	58
3.3.5	基于参数的语音编码	61
3.4	数字音频编码国际标准	62
3.5	本章小结	63
	思考与练习	64
第4章	音频应用程序设计	66
4.1	波形音频文件分析	66
4.1.1	概述	66
4.1.2	RIFF WAVE Chunk	67
4.1.3	Format Chunk	67
4.1.4	Fact Chunk	68
4.1.5	Data Chunk	68
4.2	音频播放程序	69
4.2.1	利用 PlaySound 函数播放音频文件	70
4.2.2	基于 MF Media Session 的音频播放	77
4.3	音频转码程序	83
4.3.1	概述	83
4.3.2	函数分析	84
4.3.3	在转码程序中操作音频数据	101
4.4	本章小结	102

思考与练习	102
第 5 章 无损数据压缩算法	103
5.1 信息熵编码	103
5.1.1 预备知识	103
5.1.2 香农-范诺编码	104
5.1.3 赫夫曼编码	106
5.1.4 算术编码	108
5.2 行程编码	111
5.3 词典编码	112
5.3.1 基本思想	112
5.3.2 LZ77 算法	114
5.3.3 LZSS 算法	117
5.3.4 LZ78 算法	118
5.3.5 LZW 算法	122
5.4 本章小结	126
思考与练习	127
第 6 章 数字图像基础	128
6.1 数字图像的基本概念	128
6.1.1 图像的一般表示	128
6.1.2 采样与量化	129
6.1.3 像素与位深度	130
6.1.4 分辨率	130
6.2 颜色模型	131
6.2.1 RGB 模型	131
6.2.2 RGBA 模型	132
6.2.3 HSV 模型	133
6.2.4 CMYK 模型	134
6.2.5 YUV 模型	134
6.3 数字图像的像素格式	136
6.3.1 真彩图像	136
6.3.2 伪彩图像	138
6.4 图像文件格式分析	139
6.4.1 BMP 图像	139
6.4.2 GIF 图像	144
6.5 图像压缩标准 JPEG	146
6.5.1 JPEG 有损压缩技术概览	146
6.5.2 JPEG 算法的具体处理步骤	147

6.6 本章小结	150
思考与练习	151
第7章 图像处理与应用程序设计	152
7.1 图形图像开发包	152
7.1.1 GDI	152
7.1.2 Direct2D	153
7.1.3 Windows Imaging Component	153
7.2 位图的基本操作	153
7.2.1 数据结构	153
7.2.2 一个显示位图的基本程序	155
7.3 基于像素的位图操作	158
7.3.1 SetPixel 函数	158
7.3.2 图像的倒立显示	159
7.3.3 图像的正立显示	162
7.3.4 分量图像的正立显示	163
7.3.5 灰度图像的正立显示	164
7.4 几个典型的图像处理算法	166
7.4.1 图像滤波	166
7.4.2 浮雕滤镜	170
7.4.3 图像融合	172
7.5 水波纹模拟	175
7.5.1 水波纹模拟算法原理	175
7.5.2 水波纹模拟程序的实现	178
7.6 本章小结	185
思考与练习	186
第8章 数字视频基础	187
8.1 模拟视频	187
8.1.1 扫描	187
8.1.2 电视制式	188
8.1.3 模拟电视信号的类型	189
8.2 模拟视频的数字化的	192
8.2.1 概述	192
8.2.2 数字视频的分辨率格式	192
8.2.3 数字视频的采样格式	193
8.3 计算机系统中的数字视频数据	194
8.3.1 YUV 的取值问题	195
8.3.2 YUV 视频的存储格式	196