

普通高等学校“十三五”规划教材
广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目精品教材

多媒体技术与应用

Multimedia Technology & Application

主 编 姜永生
副主编 姜艳芳 毕伟宏 梁绍敏

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校“十三五”规划教材
广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目精品教材

多媒体技术与应用

Multimedia Technology & Application

主 编 姜永生

副主编 姜艳芳 毕伟宏 梁绍敏

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书从应用的角度出发,对多媒体技术、多媒体计算机关键技术及多媒体应用系统进行全面描述。全书共分6章,主要内容包括多媒体技术概述、数字图像编辑、数字音频编辑、数字视频编辑、计算机二维动画制作、多媒体作品创作。涉及的软件包括Photoshop CS6、Adobe Audition CS6、会声会影X7、Flash CS6、Authorware 7.02,同时介绍简易实用的电子杂志、电子相册制作工具、音频视频格式转换工具。每章都设计有若干实例,引导读者学习。

本书难易适中,既涵盖多媒体技术的基本知识,又介绍多媒体技术相关理论和实用方法,可作为普通高等院校计算机公共基础课及相关专业本科、专升本的教材,也可作为多媒体应用与开发技术人员的岗位培训和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

多媒体技术与应用 / 姜永生主编. —北京:中国铁道出版社, 2017.2

普通高等学校“十三五”规划教材

ISBN 978-7-113-22660-2

I. ①多… II. ①姜… 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317659号

书 名:多媒体技术与应用

作 者:姜永生 主编

策 划:唐 旭

读者热线:(010) 63550836

责任编辑:陆慧萍 冯彩茹

封面设计:刘 颖

封面制作:白 雪

责任校对:张玉华

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:北京市燕鑫印刷有限公司

版 次:2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:21.5 字数:525千

印 数:1~2000册

书 号:ISBN 978-7-113-22660-2

定 价:49.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

本书在总结多年教学实践经验、吸取最新多媒体技术成果的基础上,全面系统地介绍多媒体技术的基础知识及具体应用;既重视理论、方法和标准的介绍,又兼顾实际应用和操作技能的培养;既注重描述成熟的理论和技术,又介绍多媒体技术相关领域的最新发展。

全书分为6章,第1章主要介绍多媒体技术的含义与关键技术、多媒体计算机的层次结构、多媒体技术的应用与发展、媒体素材分类等基础理论知识,同时介绍电子杂志的基本制作方法;第2章主要介绍平面设计的构图原理,使用 Photoshop CS6 编辑数字图像的方法与技巧;第3章主要介绍音频数字化的原理与特点、使用 Adobe Audition CS6 处理音频的基本方法与技巧;第4章主要介绍非线性编辑的基本理论、数字视频编辑软件会声会影 X7、电子相册制作的基本方法与操作技巧;第5章主要介绍二维动画的制作方法。重点阐述 Flash CS6 的基本知识,Flash CS6 的动画制作方法与技巧;第6章主要介绍多媒体作品创作过程及 CAI 课件结构、CAI 课件制作流程、多媒体创作工具 Authorware 7.02 的具体操作方法。

本书以适应应用型本科教育为宗旨,内容组织上全面、实用,结构框架上条理清晰、逻辑性强,语言上通俗易懂、精练流畅。为使读者学以致用、触类旁通,书中特别编排了日常学习中具有代表性、实用性的实例,能让读者在较短的时间内学会各种工具软件的基本操作方法,掌握多媒体作品的设计过程和实际的开发方法。为了便于读者学习,本书配备相应的电子教案和素材资源等,网络下载地址为 www.51eds.com。

本书由姜永生任主编并负责总体策划,姜艳芳、毕伟宏、梁绍敏任副主编。其中,第1章、第3章、第4章、第5章由姜永生编写,第2章由梁绍敏、姜艳芳共同编写,第6章由毕伟宏、姜艳芳共同编写,姜永生负责统稿,姜艳芳负责校稿。

本书得到2015年广东省本科高校教学质量工程项目——精品教材项目(序号80)的资助。在编写过程中得到了中国铁道出版社的大力帮助,同时得到广东第二师范学院周如旗、邬依林、罗英辉的大力支持,在此,对他们辛勤的工作和无私的支持表示衷心的感谢!

鉴于多媒体技术发展迅速,新的思想、方法和技术不断出现,加之编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2016年11月

第 1 章 多媒体技术概述	1
1.1 媒体与多媒体技术	1
1.1.1 媒体的分类	1
1.1.2 多媒体技术的概念	2
1.1.3 多媒体技术的特性	3
1.1.4 多媒体技术的关键技术	3
1.1.5 多媒体技术的应用	11
1.2 多媒体计算机系统的层次结构	12
1.2.1 多媒体计算机硬件系统	12
1.2.2 多媒体计算机软件系统	13
1.2.3 多媒体应用程序接口	13
1.2.4 多媒体作品创作工具	14
1.2.5 多媒体应用系统	14
1.3 多媒体素材分类	15
1.3.1 文本	15
1.3.2 图形	15
1.3.3 图像	16
1.3.4 音频	17
1.3.5 视频	18
1.3.6 动画	21
1.4 简易多媒体工具应用——电子杂志制作	22
1.4.1 iebook 概述	22
1.4.2 创建电子杂志	25
习题 1	34
第 2 章 数字图像编辑	37
2.1 构图与色彩基础	37
2.1.1 构图基础	37
2.1.2 色彩基础	43
2.2 常见的数字图像编辑软件	46
2.2.1 Photoshop	46
2.2.2 CorelDRAW	46
2.3 使用 Photoshop CS6 编辑图像	46
2.3.1 Photoshop CS6 概述	46
2.3.2 文件新建、打开、导入与存储	49
2.3.3 常用工具应用	50

2.3.4	图像颜色修改	59
2.3.5	图层样式应用	62
2.3.6	滤镜应用	71
2.3.7	人物照片处理	78
2.3.8	综合应用实例	85
2.3.9	图像批量处理	97
2.3.10	平面设计应用	101
2.4	使用 Photoshop CS6 制作动画	106
2.4.1	帧动画	106
2.4.2	视频时间轴	110
习题 2		113
第 3 章	数字音频编辑	117
3.1	数字音频基础	117
3.1.1	音频的基本概念	117
3.1.2	数字化音频	118
3.2	常见的音频编辑软件	120
3.2.1	GoldWave	120
3.2.2	CoolEdit Pro	120
3.2.3	Adobe Audition	120
3.3	使用 Adobe Audition CS6 编辑音频	121
3.3.1	Adobe Audition CS6 概述	121
3.3.2	新建、打开与保存文件	124
3.3.3	选择、复制和删除音频	128
3.3.4	音量大小与淡化	129
3.3.5	音频混缩输出	131
3.3.6	录音、降噪与添加音效	133
3.3.7	消除人声	140
3.3.8	制作 5.1 声道音频文件	143
3.4	音频视频格式转换	144
3.4.1	狸窝 4.2 概述	144
3.4.2	使用狸窝编辑音频	146
3.4.3	使用狸窝编辑视频	149
习题 3		153
第 4 章	数字视频编辑	157
4.1	非线性编辑基础	157
4.1.1	非线性编辑的概念	157
4.1.2	非线性编辑流程	157
4.1.3	镜头组接原则	158
4.1.4	镜头组接方法	159

4.2 常用的非线性视频编辑软件	160
4.2.1 Adobe Premiere.....	160
4.2.2 Edius	160
4.2.3 Corel Video Studio Pro.....	160
4.3 使用会声会影 X7 编辑视频.....	161
4.3.1 会声会影 X7 概述	161
4.3.2 新建、保存与打开项目	166
4.3.3 编辑视频、图像和色彩素材	170
4.3.4 转场与滤镜特效	185
4.3.5 编辑标题字幕	188
4.3.6 应用路径.....	192
4.3.7 编辑音频素材	192
4.3.8 绘制图形和动画	196
4.3.9 视频输出	199
4.4 电子相册制作	204
4.4.1 常见的电子相册制作软件	204
4.4.2 用影音快手制作电子相册	205
4.4.3 用知羽 ilife3.0 制作电子相册	207
习题 4	210
第 5 章 计算机二维动画制作	215
5.1 计算机动画概述	215
5.2 常见的二维动画制作软件	216
5.2.1 Flash 系列软件.....	216
5.2.2 Toon Boom Studio.....	216
5.2.3 USAnimation 二维动画制作系统.....	216
5.3 用 Flash CS6 制作动画.....	217
5.3.1 Flash CS6 概述	217
5.3.2 文件新建、打开与保存	221
5.3.3 时间轴与帧应用	224
5.3.4 绘图工具与图形绘制	226
5.3.5 图层应用	233
5.3.6 文本创建和编辑	235
5.3.7 逐帧动画制作	238
5.3.8 运动渐变动画制作.....	239
5.3.9 形状渐变动画制作.....	242
5.3.10 引导线动画制作.....	245
5.3.11 遮罩动画制作	248
5.3.12 反向运动动画制作	250
5.3.13 3D 动画制作.....	255

5.3.14	音频导入	256
5.3.15	视频导入	258
5.3.16	按钮制作	260
5.3.17	ActionScript 语句应用	262
习题 5		276
第 6 章	多媒体作品创作	281
6.1	多媒体作品创作基础	281
6.1.1	多媒体作品的创作过程	281
6.1.2	CAI 课件的构成	282
6.1.3	CAI 课件制作流程	283
6.2	使用 Authorware 7.02 创建多媒体作品	284
6.2.1	Authorware 7.02 概述	284
6.2.2	“显示”图标	289
6.2.3	“擦除”图标	292
6.2.4	“等待”图标	293
6.2.5	“计算”图标	294
6.2.6	“群组”图标	295
6.2.7	“移动”图标	295
6.2.8	“交互”图标	299
6.2.9	“声音”图标	310
6.2.10	“数字电影”图标	312
6.2.11	“判断”图标	312
6.2.12	“框架”图标和“导航”图标	315
6.2.13	知识对象	319
6.2.14	作品打包和发布	325
习题 6		327
附录 A	“多媒体技术与应用”课程作品考核与评价标准	330
附录 B	习题参考答案	334
参考文献		336

第1章

多媒体技术概述

内容概要

信息技术的飞速发展促进新型多媒体技术的产生与迅速普及。本章系统阐述多媒体技术的基本概念和理论、多媒体素材的分类、多媒体数据处理的关键技术及应用等,使学习者能够从理论上把握多媒体的基本理论,初步形成应用多媒体技术的意识。

1.1 媒体与多媒体技术

自 20 世纪 80 年代以来,随着电子技术和大规模集成电路技术的发展,计算机技术、通信技术和广播电视技术这三大独立并得到极大发展的领域,相互渗透融合,形成一门崭新的技术——多媒体技术。使得多媒体与多媒体技术的含义得到丰富与发展。今天多媒体技术的应用已渗透到人们的日常生活,日益普及的智能手机、丰富多彩的网络信息都与多媒体及其技术有密切的关系。

1.1.1 媒体的分类

1. 媒体的概念

媒体 (Medium) 是指信息的载体。媒体通常包含两层含义:一是指存储信息的实体,如磁盘、光盘、U 盘等,中文常译作媒质;二是指传递信息的载体,如数字、文字、声音、图形等,中文译作媒介。因此,媒体是指信息表示和传输的载体,是人与人之间信息沟通的中介物。

2. 按国际电报电话咨询委员会标准分类

根据国际电信联盟 (ITU) 电信标准部 (TSS) 的 ITU-T I.374 建议,媒体可分为 6 类。

(1) 感觉媒体

感觉媒体是指直接作用于人的感官,使人产生感觉 (视、听、嗅、味、触觉) 的媒体,如语言、音乐、图形、动画,以及物体的质地、形状、温度等。

(2) 表示媒体

表示媒体是指为加工、处理和传输感觉媒体而人为研究构造的媒体,如语言编码、静止和

活动图像编码 (MP3、JPEG、MPEG 等)、文本编码 (ASCII 码、GB 2312 等)。表示媒体用以定义信息的特性。

(3) 显现媒体

显现媒体是指感觉媒体与电信号之间的转换媒体,即显现信息或获取信息的物理设备。显现媒体分两种:一是输入类显现媒体,如键盘、话筒、扫描仪、摄像机、光笔等;二是输出类显现媒体,如扬声器、显示器、投影仪、打印机等。

(4) 存储媒体

存储媒体是指存储表示媒体数据的物理设备,如磁盘、光盘、U 盘、纸张等。

(5) 传输媒体

传输媒体是指媒体传输用的物理载体,如同轴电缆、光纤、双绞线、电磁波等。

(6) 交换媒体

交换媒体是指在系统之间交换数据的方法与类型,它们可以是存储媒体、传输媒体或两者的某种结合。

3. 按人类感受信息的感觉器官角度分类

(1) 视觉媒体

视觉媒体是指通过视觉来感觉的媒体。视觉媒体包括离散型时基类视觉媒体 (动态图像与动态图形)、静止的视觉媒体 (静止的图形、图像、文字等) 两类媒体。

(2) 听觉媒体

听觉媒体是指客观世界中的声音信息。听觉媒体包括语音 (人类自然语言)、声响 (自然现象以及人为的响声) 和音乐 (乐器等规则震动发出的声音)。听觉媒体属于连续型时基类媒体。

(3) 触觉媒体

触觉媒体是指能引起人体感受本身特别是体表的机械接触 (或接触刺激) 感觉的媒体。触觉媒体包含压力、温度、湿度、运动、振动、旋转等,它描述了该环境中的一切特征和参数。

(4) 其他感觉类媒体,包括嗅觉、味觉等。

1.1.2 多媒体技术的概念

1. 多媒体

多媒体 (Multimedia) 是指多种媒体复合而形成的一种人机交互式的信息传播媒体。其中多种媒体包括文本、图形、图像、音频、视频、动画等。多媒体一词译自 20 世纪 80 年代初出现的英文单词 Multimedia,该词由 Mutiple 和 Media 复合而成。

2. 多媒体技术

多媒体技术 (Multimedia Technology) 的定义多种多样,可定义为“多媒体技术是一种把文字、图形、图像、视频、音频等运载信息的媒体结合在一起,并通过计算机进行综合处理和控制在屏幕上将多媒体各个要素进行有机组合,并完成一系列随机性交互式操作的信息技术”;也可定义为“多媒体技术是一种基于计算机科学的综合技术,它包括数字化信息处理技术、音频和视频技术、计算机软硬件技术、人工智能技术、通信和网络技术等。”

概括起来,多媒体技术是指利用计算机综合处理多种媒体信息 (文本、声音、图形、图像和视频),在多种媒体信息间建立逻辑连接,使其集成为一个实时交互式系统的技术。

多媒体技术的发展改变了计算机的应用领域,使计算机由办公室、实验室中的专用品变成

信息社会的普通工具,并广泛应用于工业生产管理、学校教育、公共信息咨询、商业广告、军事指挥与训练、家庭生活与娱乐等领域。

1.1.3 多媒体技术的特性

(1) 多样性

多样性即媒体信息的多样性,是指多媒体技术可综合处理文本、图形、图像、视频、音频、动画等多种信息媒体,使之成为一个统一的整体来表达信息。人类对于信息的接收主要来自视觉、听觉、嗅觉、味觉等多个感觉空间,其中 95% 以上的信息来自视觉、听觉与味觉,即人类获取信息的途径是多样、多维化的。以计算机为核心的多媒体技术处理信息的多样化与多维化,使信息的表达形式不再局限于文本。采用文本、图像、图形、音频、视频等多种媒体形式表达信息更符合人类获取信息的自然特性,使人的思维表达有更充分、更自由的拓展空间。

(2) 集成性

集成性是指对多种信息媒体进行多通道统一获取、存储、组织与合成,使之成为统一的交互式信息媒体处理系统。集成性主要表现在两个方面:一是媒体的集成,即声音、文字、图像、音频、视频等多种媒体的集成。多媒体技术的集成性把信息看成一个有机的整体,通过多种途径获取信息媒体、统一格式存储信息媒体、统一组织与合成媒体等,对多种媒体进行集成化处理。二是媒体设备的集成。多媒体的硬件系统不仅包括计算机,同时还包括电视、音响、摄像机、DVD 播放机、传感器、网络等。多媒体技术把不同功能、不同种类的设备集成在一起,使其共同完成信息媒体处理。

(3) 交互性

交互性是指使用者和多媒体间信息控制与传递的双向性,是使用者通过多媒体系统与多种信息媒体进行交互操作,控制信息媒体的表达与传递的特性。其中,交互是指通过各种方式与媒体信息,使参与的各方(发送方、接收方)都可以对信息媒体进行编辑、控制和传递。交互性是多媒体技术有别于传统信息媒体的主要特点之一。传统信息交流媒体以单向、被动传播信息为主,而多媒体技术则可实现使用者对信息的主动选择和控制。

(4) 实时性

实时性是指当使用者给出操作命令时,相应的多媒体信息能够得到即时控制与反应。

1.1.4 多媒体技术的关键技术

由于多媒体系统需要将不同的媒体数据表示成统一的结构码流,并对其进行变换、重组和分析处理,以实现多媒体数据的存储、传送、输出和交互控制。所以,多媒体的传统关键技术主要集中在数据压缩技术、大规模集成电路制造技术、大容量的光盘存储技术、实时多任务操作系统技术 4 个方面。正是因为这些技术取得突破性进展,多媒体技术才得以迅速发展,成为具有综合处理声音、文字、图像、音频、视频等媒体信息的新技术。

同时,由于网络的迅速普及与技术的进步,当前用于互联网络的多媒体关键技术,可以按层次分为媒体处理与编码技术、多媒体系统技术、多媒体信息组织与管理技术、多媒体通信网络技术、多媒体人机接口与虚拟现实技术,以及多媒体应用技术 6 个方面。其中还包括多媒体同步技术、多媒体操作系统技术、多媒体中间件技术、多媒体交换技术、多媒体数据库技术、超媒体技术、基于内容检索技术、多媒体通信中的服务质量(Quality of Service, QoS)管理技术、多媒体会议系统技术、多媒体视频点播与交互电视技术、虚拟实景空间技术等。

1. 多媒体数据压缩技术

数据压缩是一个编码过程,即对原始数据进行编码压缩,压缩方法也称为编码方法。数据压缩分为有损压缩与无损压缩,目的是在媒体信息少失真或不失真的前提下,尽量设法减少媒体数据中的数据量,即减少数据冗余。

(1) 数据冗余

多媒体数据尤其是图像、音频和视频数据,其数据量相当大,但那么大的数据量并不是完全等于它们所携带的信息量,即数据量大于信息量,这就称为数据冗余。信息论之父 C.E. Shannon (香农)在 1948 年发表的论文《通信的数学理论》(*A Mathematical Theory of Communication*)中指出:任何信息都存在冗余,冗余大小与信息中每个符号(数字、字母或单词)的出现概率或者说不确定性有关。Shannon 借鉴了热力学的概念,把信息中排除了冗余后的平均信息量称为“信息熵”,并给出计算信息熵的数学表达式: $H(x)=E[I(x_i)]=E\{\log[1/p(x_i)]\}=-\sum p(x_i)\log[p(x_i)]$ ($i=1, 2, \dots, n$)。信息熵是信息论中用于度量信息量的一个概念。一个系统越有序,信息熵就越低;反之,一个系统越混乱,信息熵就越高。所以,信息熵也可以说是系统有序化程度的一个度量方式。

(2) 数据冗余的种类

空间冗余:多媒体数据(如图像)存在大量有规则的信息,如规则物体与规则背景的表面物理特性具有相关性,其大量相邻的像素相同或十分相近,这些相关的光成像结构在数字化图像中表现为数据冗余,相同或十分相近的数据可以压缩。

时间冗余:时基类媒体(如音频、视频等)前后的数据信息有很强的相关性,播放时出现的声音或画面,某些地方发生了变化,某些地方没有发生变化,便形成数据的时间冗余。

结构冗余:数字化图像中物体的表面纹理等结构,往往规则相同,在记录数据时这种冗余称为结构冗余。

信息熵冗余:指数据所携带的信息量少于数据本身而反映出来的数据冗余。

视觉冗余:人的视觉受生理特性的限制,对于图像场的变化并不都能感知。事实上,人的视觉系统一般的分辨能力约为 2^6 灰度等级,而图像的量化一般采用 2^8 灰度等级,这样的冗余就称为视觉冗余。

知识冗余:多媒体数据如图像,由信息(图像)的记录方式、人对信息(图像)知识之间的异同所产生的冗余称为知识冗余。

其他冗余:数据(如图像的空间)非定常特性所带来的冗余。

(3) 量化

量化是将具有连续幅度值的输入信号,转换为具有有限个幅度值输出信号的过程。即量化是将模拟信号转换为数字信号的过程。

量化的方法通常有标量量化和矢量量化两种。

标量量化:是对经过映射变换后的数据或脉冲编码调制(Pulse-Code Modulation, PCM)数据逐个进行量化,在量化过程中,所有采样使用同一个量化器进行,每个采样的量化都与其他采样无关。标量量化又分为均匀量化、非均匀量化、自适应量化。

矢量量化:又称分组量化,对 PCM 数据,若逐个进行量化,则称为标量量化;若将这些数据分成组,每组 K 个数据构成一个 K 维矢量,然后以矢量为单元逐个进行量化,称为矢量量化。

(4) 数据压缩算法的综合评价指标

数据压缩算法的综合评价指标主要是通过数据压缩倍数、图像质量、压缩和解压缩速度等方面来衡量。

① 数据压缩倍数（压缩率）。数据压缩倍数通常有两种表示方法，一是由数据压缩前与后的数据量之比来表示，压缩比=原始数据量/压缩后数据量，如一幅 1024×768 像素的图，每个像素占 8 bit，经过压缩后分辨率为 512×384 像素，且平均每个像素占 0.5 bit，压缩倍数为 64，则称其压缩比是 64 : 1；二是用压缩后的比特流中每个显示像素的平均比特数（bit/s）来表示。

② 图像质量。图像质量有两方面的评价指标。一是信噪比。重建图像质量通常用信噪比（Signal Noise Ratio, SNR）来评价，即重建图像中信息与噪声的占有比率。其中，信号是指来自设备外部、需要通过这台设备进行处理电子信号。噪声是指经过该设备后产生的原信号中并不存在的无规则的额外信号，且该种信号并不随原信号的变化而变化。信噪比越大，说明混在信号里的噪声越小，回放的质量越高，否则相反。信噪比的计量单位是 dB，其计算方法是 $10\log(P_s/P_n)$ ，其中 P_s 和 P_n 分别代表信号和噪声的有效功率。图像信噪比的典型值为 45~55 dB，若为 50 dB，则图像有少量噪声，但图像质量良好；若为 60 dB，则图像质量优良，不出现噪声。声音信噪比一般不应该低于 70 dB，高保真音箱的信噪比应达到 110 dB 以上。二是由若干人对所观测的重建图像质量按很好、好、尚可、不好、坏 5 个等级评分，然后按设定公式计算分数。

故数据压缩算法的质量评价可以使用信噪比 SNR 与主观评定的分数来评定。

③ 压缩和解压缩速度。依据数据压缩和解压缩速度，将数据压缩算法分为对称压缩与非对称压缩。

压缩算法分为编码部分和解码部分，如果两者的计算复杂度大至相当则算法称为对称，反之称为非对称。如电视会议的图像传输，压缩和解压缩都实时进行，计算复杂度大致相同，速度相同，属于对称压缩；又如 DVD 节目制作，只要求解压缩是实时的，而压缩是非实时的，其中 MPEG 压缩编码的数据计算复杂度约是解压缩的 4 倍，则属于非对称压缩。计算复杂度可以用算法处理一定量数据所需的基本运算次数来度量，如处理一帧有确定分辨率和颜色数的图像所需的加法次数和乘法次数。

通常在保证数据中信息质量的前提下，压缩与解压缩的计算复杂度越小越好。

（5）常用的数据压缩与解压缩算法

① 按压缩方法是否产生失真分类。按压缩方法是否产生失真可分为无失真编码和失真编码。

无失真编码也称无损压缩（可逆编码），数据在压缩与解压缩过程中不会改变或损失，解压缩产生的数据是对原始数据的完整复制，其编码可逆。

失真编码也称有损压缩（不可逆编码），数据在压缩与解压缩过程中会改变或损失，这种损失控制在一定的范围内不影响重现质量，解压缩产生的数据是对原始数据的部分复制与保留，其编码不可逆。

② 按照压缩方法的原理来分类。按照压缩方法的原理可分为预测编码、变换编码、子带编码、信息熵编码和统计编码等。

预测编码是针对空间与时间冗余的压缩方法。其基本思想是利用已被编码点的数据值来预测邻近像素点的数据值。

变换编码是针对空间与时间冗余的压缩方法。其基本思想是将图像的光强矩阵（时域信号）变换到系数空间（频域信号），然后对系数进行编码；变换编码通常采用正交变换。

子带编码又称分频带编码，其基本思想是将图像数据变换到频域后，按频率分带，然后用不同的量化器进行量化，达到最优组合。

信息熵编码根据信息熵原理,对出现概率大的符号用短码字表示,反之用长码字来表示,其目的是减少符号序列中的冗余度,提高符号的平均信息量。

统计编码根据一幅图像像素值的统计情况进行编码压缩,也可先将图像按前述方法压缩,对所得的值加以统计,再进行压缩。

行程编码属于统计编码的一种,用一个符号值或串长代替具有相同值的连续符号(连续符号构成了一段连续的“行程”。行程编码因此而得名),使符号长度少于原始数据的长度。如1111110000011100001111111;行程编码为:(1,6)(0,5)(1,3)(0,4)(1,7)。可见,当数据排列有规律的情况下,行程编码的位数远远少于原始字符串的位数。行程编码分为定长行程编码和不定长行程编码两种类型。

算术编码属于统计编码的一种,其基本思想是将被编码的信息表示成 $[0, 1]$ 之间的一个间隔。信息越长,间隔就越小,编码所用的二进制位就越多。

哈夫曼(Huffman)编码属于统计编码的一种,1952年哈夫曼根据香农(Shannon)1948年和范若(Fano)1949年阐述的编码思想提出一种不定长编码的方法。哈夫曼编码的基本方法是先扫描一遍图像数据,计算出各种像素出现的概率,按概率的大小指定不同长度的唯一码字,由此得到一张该图像的哈夫曼码表。编码后的图像数据记录的是每个像素的码字,而码字与实际像素值的对应关系记录在码表。

定理:在变字长编码中,如果码字长度严格按照对应符号出现的概率大小逆序排列,则其平均码字长度为最小。

哈夫曼编码的具体方法:按出现概率大小排队;把两个最小的概率相加,作为新概率和剩余概率重新排队;再把最小的2个概率相加;重新排队,直到最后变成1。每次相加时都将“0”和“1”赋予相加的两个概率,读出时由该符号开始一直走到最后的“1”,将路线上所遇到的“0”和“1”按最低位到最高位的顺序排好,就是该符号的哈夫曼编码,如图1-1-1所示。

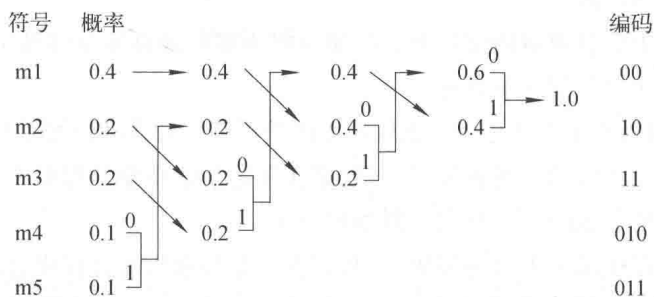


图 1-1-1 哈夫曼编码方法

2. 超大规模集成电路制造技术

超大规模集成电路(Very Large Scale Integration, VLSI)是指在一块芯片上集成的元件数超过10万个,或门电路数超过万门的集成电路。即在几毫米见方的硅片上集成上万至百万晶体管、线宽在 $1\mu\text{m}$ 以下的集成电路。VLSI及其相关技术作为前沿技术,具有普遍的影响和作用,对国防建设、社会经济和科学技术水平的发展起着巨大的推动作用。

超大规模集成电路于20世纪70年代后期研制成功,主要用于制造存储器和微处理机。64KB随机存储器是第一代超大规模集成电路,大约包含15万个元件,线宽为 $3\mu\text{m}$ 。由于VLSI集成度一直遵循“摩尔定律”以每18个月翻一番的速度急剧增加,目前一个芯片上集成的电路元件

数已超过一亿[1994 年由于集成 1 亿个元件的 1GB DRAM 的研制成功, 进入巨大规模集成电路 (Giga Scale Integration, GSI) 时代]。这种发展趋势正在使 VLSI 在电子设备中扮演的角色从器件芯片转变为系统芯片 (SOC); 与此同时, 深亚微米的 VLSI 工艺特征尺寸已达到 $0.18\mu\text{m}$ 以下, 在特征尺寸不断缩小、集成度和芯片面积及实际功耗不断增加的情况下, 物理极限的逼近使影响 VLSI 可靠性的各种失效机理效应敏感度增强, 设计和工艺中需要考虑和权衡的因素大大增加, 剩余可靠性容限趋于消失, 从而使 VLSI 可靠性的保证和提高面临巨大的挑战。因此, 国际上针对深亚微米 / 超深亚微米 VLSI 主要失效机理的可靠性研究一直在不断深入, 新的失效分析技术和设备不断出现, 世界上著名的集成电路制造厂商都建立了自己的 VLSI 质量与可靠性保证系统, 并且把针对 VLSI 主要失效机理的晶片级和封装级可靠性评价测试结构的开发和应用纳入其质量保证计划, 可靠性模拟在可靠性设计与评估中的应用也日益增多。在进一步完善晶片级可靠性 (WLR)、统计过程控制 (SPC) 和面向可靠性的实验设计方法 (DOE) 等可靠性技术的同时, 在 20 世纪 90 年代提出内建可靠性 (BIR) 的新概念, 把相关的各种可靠性技术有目标地、定量地综合运用于 VLSI 的研发和生产过程, 从技术和管理上构建 VLSI 质量与可靠性的保证体系, 以满足用户对降低 VLSI 失效率、提高其可靠性水平的越来越高的要求。

3. 大容量数据存储技术

(1) 光盘存储技术

光盘 (Compact Disc, CD) 是指用聚焦氢离子激光束处理记录介质方法存储和再生信息的光学存储介质, 又称激光光盘。

① 光盘存储器的分类。按照光盘性能的不同, 光盘存储器主要分为以下几类。

a. 只读型光盘 CD-ROM、DVD-ROM。CD-ROM 主要技术来源于激光唱盘, 可存储 650 MB 的数据。CD-ROM、DVD-ROM 盘片上的信息由厂家预先写入, 用户只能读取信息, 不能往盘片中写入信息。CD-ROM、DVD-ROM 可以大量复制, 且成本低廉。

b. 一次写入型光盘 WORM。一次性写入光盘 WORM 可一次写入, 多次读出。

c. 可擦除重写光盘 E-R/W。此类光盘可以像磁盘一样多次写入与读出。根据可擦写光盘的记录介质的读、写、擦原理来分类, 可分为相变型光盘 PCD 和磁光型光盘 MOD 两种类型。

d. 照片光盘 Photo CD。1989 年, KODAK 公司推出相片光盘的橘皮书标准, 可存 100 张具有 5 种格式的高分辨率照片。可加上相应的解说词和背景音乐或插曲, 成为有声电子图片集。Photo CD 分为印刷照片光盘 (Print CD) 和显示照片光盘 (Portfolio CD)。

e. 蓝光光盘。蓝光光盘 (Blu-ray Disc, BD) 是 DVD (Digital Versatile Disc, 数字通用光盘) 之后的下一代光盘格式之一, 用于存储高品质的影音以及高容量的数据存储。蓝光光盘的命名是由于其采用波长 405 nm 的蓝色激光光束进行读写操作 (DVD 采用 650 nm 波长的红光读写器, CD 则是采用 780 nm 波长)。一个单层蓝光光盘的容量为 25 GB 或 27 GB, 足够录制长达 4 小时的高解析度影片。2008 年 2 月 19 日, 随着 HD DVD 领导者东芝宣布在 3 月底退出所有 HD DVD 相关业务, 持续多年的下一代光盘格式之争正式划上句号, 最终由 SONY 主导的蓝光光盘胜出。

② 光盘存储器技术指标。光盘存储器技术指标主要体现在以下几方面。

a. 存储容量。CD 一般为 650 MB; DVD 有 4.7 GB (DVD-5)、8.5 GB (DVD-9)、9.4 GB (DVD-10) 和 17 GB (DVD-18)。单层的蓝光光盘的容量为 25 GB 或 27 GB, 双层可达到 46 GB 或 54 GB, 可存储长达 8 小时的高解析度影片, 而容量为 100 GB 或 200 GB 的, 分别是 4 层及 8 层。

b. 平均存取时间。平均存取时间指计算机向光盘发出指令,到光盘驱动器在光盘上找到读写信息位置所花的时间。将光头沿径向移动全程 $1/3$ 长度所用的时间称为平均寻道时间;盘片旋转一周所需时间的一半称为平均等待时间。

c. 平均寻道时间+平均等待时间+光头的稳定时间=平均存取时间。

d. 数据传输率。数据传输率指光头定位以后,单位时间内从光盘上读出的数据位数。数据传输率与光盘的转速、位密度和道密度密切相关。CD-ROM 的单倍速为 150 kbit/s, DVD 的单倍速为 1.35 Mbit/s, 差值约 $1/9$ 。

e. 误码率和平均无故障时间 (Mean Time Between Failure, MTBF)。一般未使用过的 CD-ROM 的原始误码率为 3×10^{-4} ; 有指纹的 CD-ROM 的误码率为 6×10^{-4} ; 有轻微划伤的 CD-ROM 的误码率为 5×10^{-3} ; 平均无故障时间 MTBF 一般可达到 25 000 小时。

(2) 数码存储卡技术

数码存储卡是指采用半导体“闪存”作为存储介质的数字存储卡片。尽管各种存储卡外形规格不同,其内部均采用半导体“闪存”(Flash Memory Chip)作为存储介质,并在数码存储卡中集成了一些控制器实现通信、读写、擦拭工作。数码存储卡具有体积小、携带方便、使用简单的优点。同时,由于数存储卡具有良好的兼容性,便于在不同数码产品间交换数据。随着技术的发展,数码存储卡存储容量读写速度不断提升,应用也快速普及,常用于手机、DC (数码相机)、DV、便携式计算机等数码产品的独立存储介质。

① 数码存储卡分类。常见的数码存储卡有 CF 卡、SD 卡、MMC 卡、SM 卡、记忆棒 (Memory Stick)、xD 卡等。

a. CF 卡。CF (Compact Flash) 卡是最早推出的数码存储卡,1994 年由 SanDisk 公司推出。CF 存储卡的部分结构采用强化玻璃及金属外壳。CF 存储卡采用 Standard ATA/IDE 接口界面,配备专门的 PCMCIA 适配器,具有 PCMCIA-ATA 功能,并与之兼容。CF 卡是一种固态产品,即工作时没有运动部件。CF 卡采用闪存 (Flash) 技术,是一种稳定的存储解决方案,不需要电池来维持其中存储的数据。对所保存的数据,CF 卡比磁盘驱动器安全性和保护性更高,可靠性提高 5 到 10 倍,而且 CF 卡的用电量仅为小型磁盘驱动器的 5%。多个 CF 卡合并到一起可形成 SSD 硬盘。与其他数码存储卡相比,CF 卡单位容量的存储成本更低,速度更快。CF 卡分为 CF Type I、CF Type II 两种类型。由于 CF 存储卡的插槽可以向下兼容,因此 TypeII 插槽可使用 CF TypeII 卡、CF Type I 卡,如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 CF 卡

b. MMC 卡。MMC 卡 (Multimedia Card, 多媒体卡) 是 Sandisk 和西门子于 1997 年联手推出的数码存储卡。MMC 卡主要由存储单元和智能控制器组成,设计为一种低成本的数据平台和通信介质,耐使用可反复进行读写 30 万次。MMC 存储卡可以分为 MMC 和 SPI 两种工作模式。

MMC 模式是默认的标准模式, 具有 MMC 的全部特性。SPI 模式是 MMC 协议的一个子集, 主要用于使用小数量卡 (通常是 1 个) 和低数据传输率 (和 MMC 协议相比) 的系统, 该模式把设计花费减到最小, 其性能不如 MMC 模式。MMC 卡接口设计为 7 针, 其中 3 针用于电源供应, 3 针用于数据操作 (SPI 模式加 1 针用于选择芯片)。近年来 MMC 卡技术已基本被 SD 卡代替。

c. SD 卡。SD (Secure Digital) 卡是日本松下公司、东芝公司、美国 SanDisk 公司共同开发的数码存储卡, 于 1999 年 8 月首次发布。SD 卡数据传送和物理规范由 MMC 发展而来, 读写速度比 MMC 卡快 4 倍。SD 接口保留 MMC 的 7 针接口, 另外在两边加 2 针, 作为数据线。SD 卡最大的特点是通过加密功能, 保证数据资料安全, 如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3 SD 卡

SD 的衍生产品主要有两种: MiniSD 卡与 MicroSD 卡。

- MiniSD 卡。MiniSD 由松下和 SanDisk 于 2003 年共同开发的。MiniSD 卡的设计初始是为拍照手机而作, 通过 SD 转接卡可作为一般 SD 卡使用。MiniSD 卡的容量由 16 MB 至 128 GB。
- MicroSD 卡。在超小型存储卡产品上, SD 协会率先将 T-Flash 纳入其家族并命名为 MicroSD, 用来替代 MiniSD 的地位。MicroSD 在 2005 年推出后令消费者惊艳不已, 到 2008 年手机已经普遍使用这种小存储卡。

e. MS 卡。即 Memory Stick 记忆棒, 采用精致醒目的蓝色或黑色外壳, 具有写保护开关, 主要运用于 SONY 产品。和很多 Flash Memory 存储卡不同, Memory Stick 规范是非公开的, 没有标准化组织。MS 卡采用 SONY 的外型、协议、物理格式和版权保护技术, 若使用该规范就必须和 SONY 谈判鉴定许可。Memory Stick 包括控制器在内, 采用 10 针接口, 数据总线为串行。SONY 独立针槽的接口易于从插槽中插入或抽出, 不轻易损坏; 针与针不会互相接触, 降低发生误差的可能性, 使资料传送更可靠; 同时比插针式存储卡更容易清洁。由 Memory Stick 所衍生出来的 Memory Stick Pro 和 Memory Stick Duo 是索尼记忆棒向高容量和小体积发展的产物。

f. SM 卡。SM 卡最早由东芝公司推出, 将存储芯片封装起来, 自身不包含控制电路, 所有的读写操作安全依赖于使用它的设备。由于结构简单可做得很薄, 便携性方面优于 CF 卡。但兼容性差是其最大的缺点, 一张 SM 卡若在 MP3 播放器使用过, 数码照相机有不能再读写的可能。

g. xD 图像卡。xD 图像卡是继上面几种存储卡而后生的存储卡产品, 是富士胶卷和奥林巴斯光学工业为 SM 卡开发的后续产品, 专为富士和奥林巴斯数码相机而设计。它的特点是集体积更小、容量更大。

② 数码存储卡的主要技术指标。数码存储卡的主要技术指标包括容量、数据读取速度、数据写入速度、接口针数、响应时间等。容量目前主要有 8 GB、32 GB、64 GB、128 GB 等类型。读取速度主要有 20 MB/s、30 MB/s、90 MB/s 等多种规格。接口针数主要有 MMC 卡 7 针、SD 卡 9 针、MS 卡 10 针、XD 卡 18 针、SM 卡 22 针、CF 卡 50 针, 如表 1-1-1 所示。