

SHUZI TUXIANG CHULI JIAOCHENG



数字图像 处理教程

常 青 ◎ 编 著



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

数字图像处理教程

常 青 编著



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理教程/常青编著. —上海:华东理工大学出版社, 2009. 11

ISBN 978-7-5628-2650-7

I. 数… II. 常… III. 数字图像处理-教材
IV. TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 185925 号

数字图像处理教程

编 著 / 常 青

责任编辑 / 徐知今

责任校对 / 李 晔

封面设计 / 陆丽君

出版发行 / 华东理工大学出版社

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: (021)64250306(营销部)

传真: (021)64252707

网址: press.ecust.edu.cn

印 刷 / 常熟华顺印刷有限公司

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 446 千字

版 次 / 2009 年 11 月第 1 版

印 次 / 2009 年 11 月第 1 次

印 数 / 1—2000 册

书 号 / ISBN 978-7-5628-2650-7/TP·169

定 价 / 36.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换。)

前言

FOREWORD

数字图像处理是随着计算机技术的飞速发展而开拓出的一个新的计算机应用学科,是一个应用面极为广泛的多学科交叉渗透的领域,是多媒体信息处理的一个重要分支。数字图像处理集合了光学、数学、计算机科学、电子学、信息论、控制论、物理学、心理学和生理学等多门学科。在科学研究、工农业生产、军事、公安、医疗卫生、教育等许多领域得到了广泛的应用,产生了巨大的经济效益和社会效益,对推动社会发展、改善人们生活水平起到了重要的作用。

针对目前实用化教育和职业化教育的特色和需要,本书对数字图像处理领域的基础理论和常用技术进行了适当的选择,突出了图像处理的实用性和工程应用性。在着重介绍必要的数字图像处理经典理论的基础上,结合与日常生活和工程实际密切相关的实用技术,列举了大量的实例,使数字图像处理的原理和概念具体化,引导读者将基本的理论和概念应用到实际中。

与侧重于理论推导和注重学科宽度、广度的数字图像处理书籍不同,本书对阅读者的理论起点和技术基础做了充分的考虑,并针对职业化教育学习目的和应用需要,关注于数字图像处理的知识与实际生活中的应用相结合,把重点放在了图形制作、疑难解释、实例操作等方面,详细介绍了数字图像处理的相关概念、数字图像的获得、数字化设备的使用与选择要点等较为实用的技术和技巧,可以使学生对数字图像处理的兴趣与生活中的实践操作尽快地结合,使其既具备相关的专业知识,又可以掌握扎实的实用技能。通过本书的学习,学生可以较为直观地掌握基本的概念和理论,同时可以学习到具体的操作方法和手段,直接面向工作或工程实际,具有较好的实用性和针对性。

本书的内容主要包括两大部分内容,第一部分是数字图像处理的基本概念和基本理论,主要介绍数字图像处理的一些相关知识,目前数字图像处理的基本应用以及图像、数字图像及处理技术的一些基本概念,接着介绍了一些比较基础也是重要的图像处理技术,包括图像增强、图



像恢复、图像压缩等内容。第二部分主要介绍几类常见的数字化设备的使用及选择要点、数字图像的实例化处理及相关软件技术的介绍。

本书既可以作为本科高年级学生和高职高专学生的学习教材,也可以作为相关专业研究生的参考教材,同时也可以供相关领域的技术人员和兴趣爱好者参考。

本书在编写的过程中,参阅了国内外出版的大量书籍和论文,编者对本书中所引用论文和书籍的作者深表感谢。很多同学也为本书的实例和图片做了大量的工作,尤其是在数码相片和 photoshop 处理的章节中,其中大部分图片和实例都是由严计超同学和张斌同学提供的,张嫣同学和殷杰同学参与了书稿部分录入和校对工作,在此对以上人员表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免有不足和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像的基本概念	1
1.1.1 什么是图像	1
1.1.2 什么是数字图像	3
1.1.3 相关概念介绍	9
1.2 数字图像处理技术	14
1.2.1 什么是数字图像处理	14
1.2.2 数字图像处理的主要内容	16
1.2.3 数字图像处理系统的基本构成	18
1.3 数字图像处理的发展	21
1.4 数字图像处理技术应用实例	24
第 2 章 数字图像的获取	36
2.1 图像的感知与获取	36
2.1.1 视觉感知生理基础	36
2.1.2 有趣的视觉现象	39
2.2 图像数字化过程	42
2.2.1 图像采样和量化	43
2.2.2 非均匀采样和量化	46
2.2.3 数字图像表示	47
2.3 图像数字化设备	50
2.3.1 图像数字化设备的类型	51
2.3.2 图像数字化设备性能指标	51
第 3 章 数字图像处理的基本理论	53
3.1 色度学基础知识	53
3.1.1 颜色的基本特性	53
3.1.2 三基色原理	54
3.1.3 颜色模型	55
3.2 图像增强	58
3.2.1 空间域图像增强	59
3.2.2 频域图像增强	74
3.3 图像压缩	78
3.3.1 图像压缩的基本原理	79
3.3.2 图像压缩编码技术	81



3.3.3	图像压缩的评价标准	95
3.3.4	图像压缩标准	96
3.4	图像复原	108
3.4.1	退化模型	109
3.4.2	估计退化参数	115
3.4.3	无约束复原	117
3.4.4	有约束复原	118
3.5	图像边缘提取	122
3.5.1	边缘提取的基本概念	123
3.5.2	拉普拉斯高斯(LOG)算子法	128
3.5.3	Canny 法提取图像边缘	133
3.5.4	图像边缘检测中的几个相关问题	135
第4章	数码扫描图像处理	137
4.1	扫描仪的发展	137
4.1.1	概述	138
4.1.2	市场趋势	139
4.1.3	扫描图像文件格式	141
4.1.4	热点技术	141
4.1.5	多元化的竞争	142
4.2	扫描仪的器件组成	143
4.2.1	光电转换部件	143
4.2.2	扫描仪的光源	146
4.2.3	A/D 转换器	146
4.2.4	扫描仪主板	147
4.2.5	机械传动部分	147
4.3	扫描仪工作原理	148
4.4	如何选择合适的扫描设备	151
4.5	扫描仪的操作注意事项	159
4.6	扫描仪的安装	162
4.7	扫描成像实例	164
第5章	数码相机成像	171
5.1	数码相机的发展	171
5.2	数码相机与传统相机比较	175
5.2.1	数码相机与传统相机的构成器件区别	176
5.2.2	数码相机与传统相机在功能操作上的区别	177
5.2.3	数码相机的技术缺陷	178
5.2.4	数码相机与传统相机优缺点比较	179
5.3	数码相机的成像工作原理	181
5.4	数码相机成像关键技术	186



5.5 数码相机图像常用文件格式	191
第6章 三维图像处理技术	195
6.1 三维图像	195
6.2 制作三维图像的软件	195
6.2.1 3D MAX 简介	196
6.2.2 3D MAX 软硬件要求	198
6.2.3 三维图像创建基本流程	198
6.3 3D 动画制作基本概念	199
6.3.1 关键帧与时间	200
6.3.2 动画控制	200
6.3.3 路径控制	203
6.3.4 层级	205
6.3.5 使用虚拟对象	207
6.3.6 运动控制器使用	211
6.3.7 轨迹视图	215
6.4 3D MAX 图像制作实例	221
第7章 Photoshop CS 与数码相片处理	229
7.1 Photoshop CS 基础知识	229
7.1.1 Photoshop CS 概述	229
7.1.2 Photoshop CS 的工作环境	231
7.1.3 Photoshop CS 图像编辑操作	234
7.1.4 Photoshop CS 图像处理中的基本概念	240
7.2 数码照片处理及 Photoshop 的基本操作	241
7.2.1 数码相片处理介绍	241
7.2.2 使用 Photoshop CS 处理数码照片	242
7.2.3 数码照片处理特点	251
7.3 数码照片简单处理技术	251
7.3.1 数码照片的修剪	251
7.3.2 数码照片背景更换	253
7.3.3 数码照片色彩调整	258
7.4 数码照片高级处理技术	260
7.4.1 修复模糊的照片画面	260
7.4.2 曝光不足和过度的照片修复	263
7.4.3 校正偏色	269
参考文献	285



第1章

绪论

数字图像处理是随着计算机技术的飞速发展而开拓出的一个新的计算机应用学科,是一个应用面极为广泛的多学科交叉渗透的领域,是多媒体信息处理的一个重要分支。

图像是人们从客观世界获取信息的重要来源,同时也是人类视觉延伸的重要手段。人们通过感觉器官日常收集到的各种信息中,最主要的是视觉信息和听觉信息。据一些学者估计,视觉约占全部信息的60%,听觉占20%,触觉占15%,味觉占3%,嗅觉占2%。可见,视觉信息占据了人们收集的信息中的大部分。

和听觉信息相比,视觉信息即图像信息,具有一系列的优点。确切性:同样的内容由听觉和视觉两种不同方式获取信息其效果是不同的。后者显然比前者更容易确认,不易发生错误,这一特点在军事、工业指挥等重要通信中具有重要意义,人们常说的“百闻不如一见”也正是基于此特点而言的;直观性:同样的内容,看图显然比听声音更为形象直观,印象深刻,易于理解,也就是说,视觉信息产生的效果更好;高效率:由于视觉器官具有较高的图案识别能力,人们可以在很短的时间内,通过视觉接收到比声音信息多得多的大量信息。例如用语言解释某种设备的内部构造,可能需要相当长的时间和篇幅,而阅读者的理解程度也会有所差异,但是如果能够直观地看一下实物结构,往往花较短的时间就可以较容易了解清楚,这说明了视觉信息的高效性;多种业务的适应性:随着生产力的发展和提高,对通信、传输等业务将提出多样化的要求,而利用视觉得到的图像信息易于满足信息检索、生活指南、遥感图像、气象预报等各种各样的业务要求,同时也可满足人们日益丰富的物质文化生活的需要。

1.1 数字图像的基本概念

图像会以各种各样的形式出现,可视的和非可视的;抽象的和实际的;适合和不适合计算机处理的。因此对不同种类的图像进行区别也是有必要的,不然有可能引起一些混淆和误解。尤其是如果相互交流的双方有着不同的概念时,也许误解会更严重。

由于图像是我们自出生以来的体验中最重要和最丰富的部分,所以很容易认为它是不言而明的,因此,在做正式的研究和介绍之前,需要对图像的相关概念做一些简单的定义和统一,这样可以保证我们在本书的阅读中保持前后一致,不至于引发很多的误解和误读。首先我们来明确一下图像的概念。

1.1.1 什么是图像

图像是物件或事物的一种表示、写真或临摹。一幅图像包含了某一物体的直观信息,它可以看成某一事物信息的显示方式;是物体的一种不完全、不精确、但在某种意义上是适当



的表示。

如果我们把客观世界的所有物体视为一个大的集合,图像则是该集合的一个子集,并且在该子集中的每幅图像都和它所表示的物体存在对应关系。在图像集合中,我们常常只注意到可见图像这一子集,可能会忽略掉隐含图像的数据图像部分,即数学函数表示的抽象图像形式以及不可见的图像,详见图 1-1。

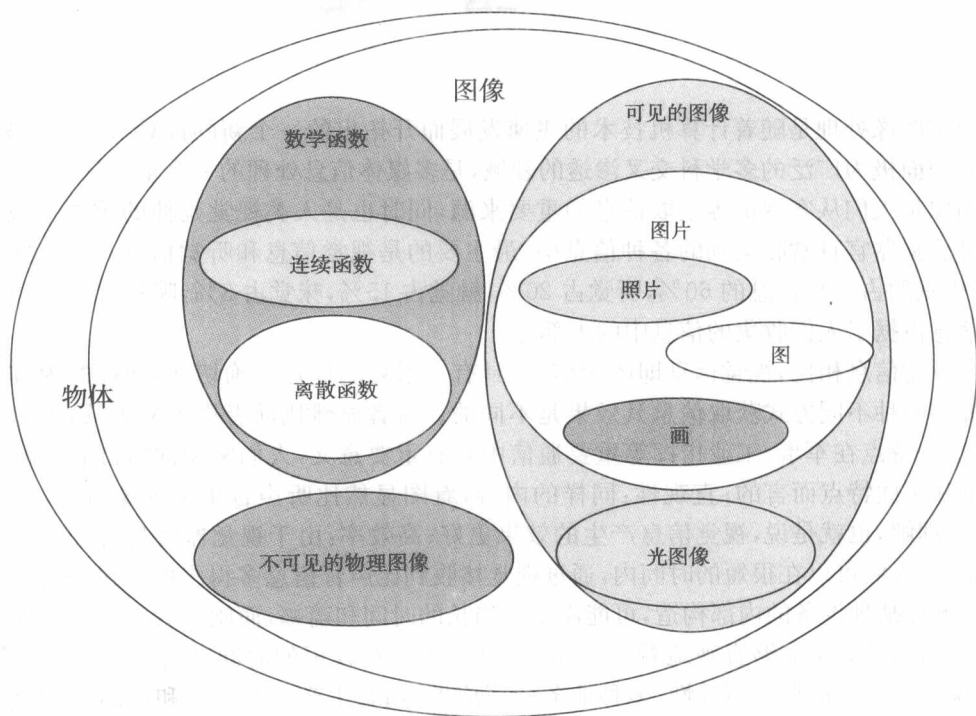


图 1-1 图像的类型

与图像有关的英文表示大致有: picture、image、pattern。其中 picture 可以译为画、图画、图片、电影等,一般指用手工描绘的任务或景物,侧重于手工描绘的一类“画”; image 译为像、图像、景象、映象、反射、映射等,指用镜头等科技手段得到的视觉形象,一般可以定义为“以某种技术手段被再现于二维画面上的视觉信息”,通俗地说就是指那些用技术手段把目标(object)原封不动地再现的图像,它包含用计算机等机器生成的景物;而 pattern 可译为模型、式样、样本、图案等,在拉丁语中指的是裁衣服的纸样,主要指图案、曲线、式样。我们这里讲的图像主要是指属于照片、复印图、电视、传真或是计算机显示的一类图像,所以一般用 image 来表示。按照不同的分类形式,图像可以有不同的分类描述,下面我们简单地加以介绍。

1. 按照图像的存在形式分

(1) 物理图像(Physical Images): 物质或能量的实际分布。又可以细分成可视图像(Visible Image)以及不可视图像(Non-visible Image)。如一棵树的图片是物质的分布,能够被肉眼所看到,所以也是可见图像;而温度是能量的分布,但不可见。



(2) 抽象图像(Abstract Images)即“数学图像”,根据表达图像的函数性质不同,又可以分为连续函数图像和离散函数图像。

2. 按照图像的色彩特性分

(1) 彩色图像,又称“多光谱图像”,表示图像上的每个点有多于一个的局部特征。如果图像的每一种成分在可见光谱之外,如红外线、X射线、微波等形成的图像则称为多光谱图像(Multi-spectral Image),彩色图像是多光谱图像的特例。彩色图像在每个像素点具有红、绿、蓝三个亮度值。这三个值表示在不同光波段上的强度,从人眼看来就是不同的颜色。

(2) 灰阶图像,又称“灰度图像”、“亮度图像”、“单色图像”等,即每个像素点上只有一个亮度值。

3. 按照图像的光谱特性分

将光谱波段根据光子能量进行分组,可以将图像在电磁波谱辐射的基础上进行分类,得到从伽马射线到无线电波的光谱图像,其中包括X射线图像、紫外光图像、可见光图像、红外光图像、微波图像。

4. 按照图像的时间特性分

(1) 动态图像:随时间变化的图像,如电视和电影画面。

(2) 静止图像:不随时间变化的图像,如各类图片、相机拍摄的照片。

当用数学方法描述图像信息时,通常着重于考虑它的点的性质。例如,一幅图像可以被看做是空间各个坐标点上强度的集合,它的最通用的表达式为 $I=f(x,y,z,\lambda,t)$,其中 x,y,z 是空间坐标、 λ 是波长、 t 是时间、 I 是图像的强度,这样的表达式可以代表一幅活动的、彩色的立体图像。当我们研究的是静止的图像(still image)时,则上式与时间 t 无关;当研究的是单色图像时,则显然与波长 λ 无关。对于平面图像来说,则与坐标 z 无关,所以,对于静止的、平面的、单色的图像来说,其数学表达式可简化为 $I=f(x,y)$,其中, x,y 是空间坐标,在 (x,y) 坐标点处的函数 $f(x,y)$ 的幅值称为图像在该点的强度或灰度级。上式说明,一幅平面图像可以用二维亮度函数来表示,因为光也是能量的一种表现形式,所以 $0 < f(x,y) < \infty$ 。

1.1.2 什么是数字图像

数字图像是物体图像的数字表示,它是时间和空间的非连续函数(信号),是为了便于计算机处理的一种图像表示形式。因此它是离散单元、量化的灰度(整数)一像素(Pix)的集合。也就是说当上式的 x,y,f 均为有限的、离散的数值时,该图像称为数字图像。数字一词与采用数字方法或离散单元进行的计算有关。如果我们定义数字图像为一个物体的数字表示,则像素就是离散的单元,量化的灰度(整数)就是数字量值。

1. 数字图像类型

在计算机中,按照颜色和灰度的多少可以将图像分为二值图像、灰度图像、索引图像和真彩色的RGB图像四种基本类型。目前,大多数图像处理软件都支持这四种类型的图像。

(1) 二值图像 图1-2是一幅二值黑白图像,表示其的二维数字矩阵仅由0、1两个值构成,“1”代表白色,“0”代表黑色。由于每一像素(矩阵中的每一元素)取值仅有0、1两种可能,所以计算机中二值图像的数据类型通常为一个二进制位。二值图像通常用于文字、线条图的扫描识别(OCR)和掩模图像的存储。



图 1-2 二值图像

(2) 灰度图像 图 1-3 是一幅 256 级灰度图像,其矩阵元素的取值范围通常为 $(0, 255)$ 。因此其数据类型一般为 8 位无符号整数(Unit 8),这就是人们经常提到的 256 级灰度图像。“255”表示纯白色,“0”表示纯黑色,中间的数字从小到大表示由黑到白的过渡色。在某些软件中,灰度图像也可由双精度数据类型表示,像素的值域为 $(0, 1)$,0 代表白色,1 代表黑色,0~1 之间的小数表示不同的灰度等级。二值图像可以看成是灰度图像的一个特例。



图 1-3 灰度图像

(3) 索引图像 图 1-4 是一幅 256 色索引图像。索引图像的文件结构比较复杂,除了存放图像数据的二维矩阵外,还包括一个称之为颜色索引矩阵(COLORMAP)的二维数。COLORMAP 的大小由存放图像的矩阵元素的值域决定,如矩阵元素值域为 $(0, 255)$,则 COLORMAP 矩阵的大小为 $256 \times 3\text{Byte}$,用 $\text{COLORMAP} = [\text{RGB}]$ 表示。COLORMAP 中每一行的三个元素分别指定表示该行颜色的 RGB 组合的红、绿、蓝单色值。COLORMAP



图 1-4 索引图像



中每一行对应图像矩阵中的一个灰度值。图 1-4 给出了图 1-3 所示的索引图像的索引矩阵的一部分(0~14)行。如某一像素的灰度值为 2,则该像素就与 COLORMAP 中的第 2 行建立了映射关系,该像素在屏幕上的实际颜色由第 2 行的 RGB 组合决定。由于(255,0,255)组合为紫色,所以凡是灰度值为 2 的像素均显为紫色。

换言之,图像在屏幕上显示时,每一像素的颜色由存放在矩阵中该像素的灰度值作为索引通过检索颜色索引矩阵 COLORMAP 得到。索引图像矩阵的数据类型一般为 8 位无符号整型(Unit 8),相应索引矩阵 COLORMAP 的大小为 $256 \times 3 \text{ Byte}$,因此一般索引图像只能同时显示 256 种颜色,但通过改变索引矩阵,颜色的类型可以调整。索引图像的数据类型也可采用双精度浮点型(double)。索引图像一般用于存放色彩要求比较简单的图像,如 Windows 中色彩构成比较简单的壁纸一般采用索引图像存放。如果图像的色彩比较复杂,就要用到 RGB 真彩色图像。

(4) RGB 彩色图像 RGB 图像与索引图像一样都可以用来表示彩色图像。与索引图像一样,它分别用红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色的组合来表示每个像素的颜色。但与索引图像不同的是,RGB 图像每一个像素的颜色值(由 RGB 三原色表示)直接存放在图像矩阵中。由于每一像素的颜色需要由 R、G、B 三个分量来表示,因此 RGB 图像的图像矩阵与其他类型不同,是一个三维矩阵,可用 $M \times N \times 3$ 来表示。 M 、 N 分别表示图像的行列数,3 个 $M \times N$ 的二维矩阵分别表示各个像素的 R、G、B 三个颜色分量。一幅彩色图像的 R、G、B 分量图像分别如图 1-5 所示,RGB 图像的数据类型一般为 8 位无符号整型,通常用于表示和存放真彩色图像,当然也可以存放灰度图像。存放灰度图像时,3 个二维矩阵同一位置处的元素的取值完全相同。

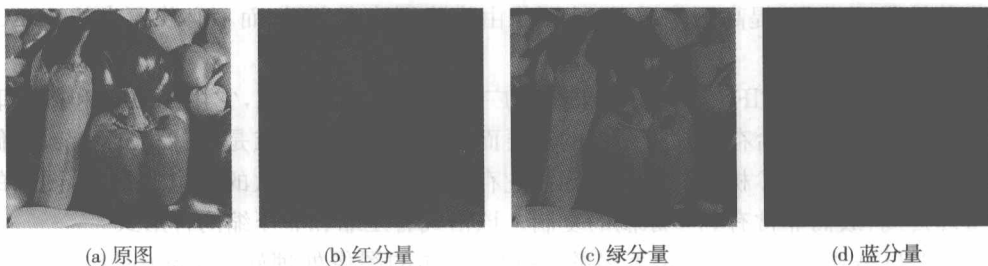


图 1-5 彩色图像及其分量

2. 图像格式

图像格式指的是存储图像采用的文件格式。不同的操作系统,不同的图像处理软件所支持的图像文件格式都有可能不同。在数字图像信息处理/传输系统中,了解这些数字化的图像数据是以什么格式在系统中存储、传输和处理的是非常重要的。实际应用中经常会见到以下几种图像文件格式。

(1) BMP 格式 BMP 格式是 Windows 操作系统中的标准图像文件格式,能够被多种 Windows 应用程序所支持,并被广泛应用。这种格式的特点是包含的图像信息较丰富,几乎不进行压缩,但由此导致了它与生俱来的缺点——占用磁盘空间过大。它有这样一些特点:该结构只能存放一幅图像;只能存储四种图像数据:单色、16 色、256 色和真彩色;图像数据有压缩或不压缩两种处理方式;调色板的数据存储结构较为特殊,其存储格式不是固定的,而是与文件头的某些具体参数密切相关。BMP 图像文件的文件结构可分为三部分:表头、



调色板和图像数据,表头固定 54 字节,只有真彩色 BMP 图像文件内没有调色板数据,其余不超过 256 种颜色的图像文件都必须设定调色板信息。

(2) GIF 格式 GIF 格式是美国一家著名的在线信息服务机构 CompuServe 针对当时网络传输带宽的限制,开发出的一种图像格式。它的特点是压缩比高、磁盘空间占用较少,所以这种图像格式迅速得到了广泛的应用。最初的 GIF 只是简单地用来存储单幅静止图像(称为 GIF87a),后来随着技术发展,可以同时存储若干幅静止图像进而形成连续的动画,使之成为当时支持 2D 动画为数不多的格式之一(称为 GIF89a),而在 GIF89a 图像中可指定透明区域,使图像具有非同一般的显示效果,这更使 GIF 风光十足。但 GIF 有个小小的缺点,即不能存储超过 256 色的图像。此外,考虑到网络传输中的实际情况,GIF 图像格式还增加了渐显方式,即在图像传输过程中,用户可以先看到图像的大致轮廓,然后随着传输过程的继续而逐步看清图像中的细节部分,从而适应了用户的“从朦胧到清楚”的观赏心理。

(3) JPEG 格式与 JPEG2000 格式 JPEG 格式也是常见的一种图像格式,由联合图像专家小组开发。它用有损压缩方式去除冗余的图像和彩色数据,在得到极高的压缩率的同时能展现十分丰富生动的图像,即可以用最少的磁盘空间得到较好的图像质量。同时, JPEG 格式具有调节图像质量的功能,允许用不同的压缩比例对这种文件压缩,比如我们最高可以把 1.37MB 的 BMP 位图文件压缩至 20.3KB。实际使用中,需要我们在图像质量和文件尺寸之间找到平衡点。

JPEG2000 格式作为 JPEG 格式的升级版,其压缩率比 JPEG 高约 30% 左右。与 JPEG 不同的是, JPEG2000 同时支持有损和无损压缩。此外, JPEG2000 的一个极其重要的特征在于它能实现渐进传输,这一点与 GIF 的“渐显”有异曲同工之妙,即先传输图像的轮廓,然后逐步传输数据,不断提高图像质量,让图像由朦胧到清晰显示,而不必像原来的 JPEG 一样,由上到下慢慢显示。

(4) TIFF 格式 TIFF 格式是苹果机中广泛使用的图像格式,它由 Aldus 和微软联合开发,最初是出于跨平台存储扫描图像的需要而设计的。它的特点是图像格式复杂、存储信息多、便于在 Mac 和 PC 机上移植。正因为它存储的图像细微层次的信息非常多,图像的质量也得以提高,故而非常有利于原稿的复制。该格式有压缩和非压缩两种形式。

(5) PSD 格式 PSD 格式是著名的 Adobe 公司的图像处理软件 Photoshop 的专用格式。它其实是 Photoshop 进行平面设计的一张“草稿图”,它里面包含有各种图层、通道和遮罩等多种设计的样稿,以便于每次打开文件时可以修改前一次的设计。在 Photoshop 所支持的各种图像格式中, PSD 的存取速度比其他格式快很多,功能也很强大。

(6) PNG 格式 PNG 格式是一种新兴的网络图像格式。在 1994 年底,由于 Unysis 公司宣布 GIF 拥有专利的压缩方法,要求开发 GIF 软件的作者须缴交一定费用,由此促使免费的 PNG 图像格式的诞生。1996 年由 PNG 向国际网络联盟提出并得到推荐认可标准,目前大部分绘图软件和浏览器开始支持 PNG 格式图像浏览。

PNG 格式是目前保证最不失真的格式,它汲取了 GIF 和 JPG 两者的优点,存储形式丰富,兼有 GIF 和 JPG 的色彩模式;能把图像文件压缩到极限以利于网络传输,但又能保留所有与图像品质有关的信息,因为 PNG 格式是采用无损压缩方式来减少文件的大小,这一点与牺牲图像品质以换取格式高压压缩率的 JPG 格式有所不同;它显示速度很快,只需下载 1/64 的图像信息就可以显示出低分辨率的预览图像; PNG 格式同样支持透明图像的制作,



让图像和网页背景很和谐地融合在一起。PNG 的缺点是不支持动画应用效果,如果在这方面能有所加强,简直就可以完全替代 GIF 和 JPEG 了。Macromedia 公司的 Fireworks 软件的默认格式就是 PNG。

(7) SVG 格式 SVG 格式是基于 XML,由 World Wide Web Consortium(W3C)联盟进行开发的。严格来说应该是一种开放标准的矢量图形语言,用户可以直接用代码来描绘图像,可以用任何文字处理工具打开 SVG 图像,通过改变部分代码来使图像具有交互功能,并可以随时插入到 HTML 中通过浏览器来观看。它提供了目前网络流行格式 GIF 和 JPEG 无法具备的优势:可以任意放大图形显示,但绝不会以牺牲图像质量为代价;文字在 SVG 图像中保留可编辑和可搜寻的状态;SVG 文件比 JPEG 和 GIF 格式的文件要小很多,因而下载更快。

(8) 其他非主流图像格式

① PCX 格式 PCX 格式是 ZSOFT 公司在开发图像处理软件 Paintbrush 时开发的一种格式,这是一种经过压缩的格式,占用磁盘空间较少。由于该格式出现的时间较长,并且具有压缩及全彩色的能力,所以现在仍比较流行。

② DXF 格式 DXF 格式是 AutoCAD 中的矢量文件格式,它以 ASCII 码方式存储文件,在表现图形的大小方面十分精确。许多软件都支持 DXF 格式的输入与输出。

③ WMF 格式 WMF 是 Windows 中常见的一种图元文件格式,属于矢量文件格式。它具有文件短小、图案造型化的特点,整个图形常由各个独立的组成部分拼接而成,其图形往往较粗糙。

④ EMF 格式 EMF 是微软公司为了弥补使用 WMF 的不足而开发的一种 Windows 32 位扩展图元文件格式,也属于矢量文件格式,其目的是欲使图元文件更加容易接受。

⑤ EPS 格式 EPS 是苹果机用户用得较多的一种格式。它是用 PostScript 语言描述的一种 ASCII 码文件格式,主要用于排版、打印等输出工作。

⑥ TGA 格式 TGA 是由美国 Truevision 公司为其显示卡开发的一种图像文件格式,已被国际上的图形图像工业所接受。TGA 的结构比较简单,属于一种图形图像数据的通用格式,在多媒体领域有着很大影响,是计算机生成图像向电视转换的一种首选格式。

3. 图像显示与存储过程

(1) 显示过程 图像在计算机屏幕上的显示,实际上是从存有图像数据的图像文件中取出数据,再按计算机显示电路的要求送到显示存储器和调色板寄存器中的过程。从图像文件头中可取得图像的各种参数,这些参数用于控制图像的显示。256 色及以下模式还需去除调色板数据,文件中存放的调色板数据若与标准 VGA 不相同需进行转换。从文件的像素数据部分可得到图像的像素数据,像素数据若是经过压缩的,则需经过解压缩。如果文件中的数据存储形式与当时的显示模式不一致,则还需进行类型转换。通常只有低级类型(总位数较少)的图像才能在高级类型的显示模式下显示,例如二值图像和 16 色图像可以在 256 色下显示以及 256 色图像可在高、真彩色下显示等;反之则不行。但是有一个例外,真彩色图像文件也可在高彩色模式下显示,因为高彩色模式下有 3 个颜色分量,只是位数较少些,显示质量稍差。图像的显示通常是逐行进行的,即读入一行数据,显示一行。

(2) 存储过程 显示在屏幕上的图像,其调色板寄存器和显示存储器中的数据可用基本子程序读出。图像参数可由显示过程中得到。屏幕图像的存储过程按显示过程的相反方



向进行。

4. 图像文件的结构

存储在计算机中的图像文件一般由文件头、调色板数据和像素数据三部分组成。

(1) 文件头 文件头用于存放图像的各种特征参数、像素数据与调色板数据在文件中的存储位置和文件注解等。它有固定格式及灵活格式两大类。前者如 BMP、PCX 文件等, 它们存储规定的参数, 且数据在文件中的存储位置是固定的。后者如 TIFF 文件格式, 文件中除了规定的参数外, 还可自行定义特征参数, 数据在文件中的存储位置也不固定, 且同一文件中还可存放多幅图像。还有一些格式介于两者之间, 如 GIF、TGA 文件格式。图像文件中显示图像所必需的参数为图像的宽度、高度、每个像素的总位数、位平面数、压缩类型、像素数据的存储首址、图像类型、有无调色板数据和调色板数据的存储首址等。

(2) 调色板数据 调色板数据是指二值、16 色和 256 色彩色图像的色调数据, 真彩图像的像素数据中已有颜色分量, 故不需要调色板数据。有些图像文件格式中调色板数据放在文件头中。有的文件还有输入、输出设备及存储介质的光学特性曲线等, 根据不同场合而不同。

(3) 像素数据 像素数据以位图的形式存放、有压缩、不压缩之分, 压缩数据可以节省存储容量, 但在存取时需进行压缩和解压缩处理, 处理速度稍慢些。不压缩的像素数据在不同格式的图像文件中的存储结构基本相同, 与显示存储器中的存储形式相似。

5. 图像文件常用参数

在图像的显示控制中最为重要的参数为图像的宽度、高度、每个像素总位数、位平面数、图像类型、像素数据存储位置、调色板数据存储位置、压缩类型和图像扫描方向等。它们可分为图幅参数、图像类型参数、位置参数等。

(1) 图幅参数 图像的宽度和高度是图像的基本参数。通过图像宽度可以计算出每行字节数, 即由图像宽度乘上每像素字节数直接求得, 但有的图像格式要求每行字节数是 4 的倍数或者偶数, 计算时要求做出相应调整。

(2) 图像类型参数 图像的位平面数决定了图像的存储结构。显示存储器中的位平面是以整幅图像为单位排列的, 而图像文件中的位平面则是以行为单位排列的。

像素位数与位平面数相乘可得像素总位数, 由它可计算图像中用到的色彩数, 后者决定图像所需调色板单元的数量。得到了像素位数和位平面数后, 就可以确定图像的类型。

(3) 位置参数 像素数据和调色板数据的存储位置用于存数、取数指针的定位。由于文件不同, 它们的存储位置是可以固定的, 也可以是不固定的。

6. 图像数据量

在扫描生成一幅图像时, 实际上就是按一定的图像分辨率和一定的色彩深度对模拟图片或照片进行取样, 从而生成一幅数字化的图像。图像的分辨率越高、色彩深度越深, 则数字化的图像效果就越逼真、图像数据量也越大。如果是按照像素点及其深度映射的图像数据大小可用下面的公式来估算, 即

$$\begin{aligned} \text{图像数据量} &= \text{图像的总像素} \times \text{图像深度} \\ &= (\text{位, bit, 记为 } b) (\text{图像的总像素} \times \text{图像深度}) / 8 (\text{字节, Byte, 记为 } B) \end{aligned}$$

一幅 640×480 真彩色的图像, 其文件大小约为 $640 \times 480 \times 24 / 8 = 1\text{MB}$

通过以上的分析可知, 如果要求出一幅图像的参数, 要考虑的因素一是图像的容量, 二



是图像输出的效果。在多媒体应用中,更应考虑好图像容量与效果的关系。由于图像数据量很大,因此,数据的压缩就成为图像处理的重要内容之一。

1.1.3 相关概念介绍

在图像处理领域,有一些常用的概念需要事先了解,下面我们对一些基本概念作一下简单的介绍,希望能够帮助读者对这些概念有所掌握。

1. 分辨率

分辨率是和图像相关的一个重要概念,它是衡量图像细节表现力的技术参数。但分辨率的种类有很多,其含义也各不相同。正确理解分辨率在各种情况下的具体含义,弄清不同表示方法之间的相互关系,是至关重要的一步。

(1) 图像分辨率(Image Resolution)

图像分辨率指图像中存储的信息量。这种分辨率有多种衡量方法,典型的是以每英寸的像素数(ppi)来衡量。图像分辨率和图像尺寸(高宽)的值一起决定文件的大小及输出的质量,该值越大图形文件所占用的磁盘空间也就越多。

图像分辨率以比例关系影响着文件的大小,即文件大小与其图像分辨率的平方成正比。如果保持图像尺寸不变,将图像分辨率提高一倍,则其文件大小增大为原来的四倍。

ppi和dpi(每英寸点数)经常都会出现混用现象。从技术角度说,“像素”(p)只存在于计算机显示领域,而“点”(d)只出现于打印或印刷领域。请读者注意分辨。

(2) 图像的位分辨率(Bit Resolution)

图像的位分辨率(Bit Resolution)又称位深,是用来衡量每个像素储存信息的位数。这种分辨率决定可以标记为多少种色彩等级的可能性。一般常见的有8位、16位、24位或32位色彩。有时我们也将位分辨率称为颜色深度。所谓“位”,实际上是指“2”的平方次数,8位即是2的八次方,也就是8个2相乘等于256。所以,一幅8位色彩深度的图像,所能表现的色彩等级是256级。

(3) 图像输入分辨率

① 镜头分辨率 镜头分辨率又称为镜头解像力,指镜头分辨被摄景物细节的能力。镜头分辨率一般用焦平面上1mm范围内能分辨的线条对数(lp/mm)来表示。镜头分辨率的标准是根据允许分散圈的原理来计算,而允许分散圈的直径标准是镜头焦距长度的1/1000,对于不同焦距的镜头来讲,分辨率是不同的。由于镜头相对口径对衍射现象的影响,镜头的理论分辨率高低与其相对口径(光圈)大小有关,固有最佳光圈之说。不同品牌、规格、型号、档次的镜头的分辨率也不相同,镜头中心与边缘的分辨率也有差别。

② 数字相机分辨率 数字相机分辨率是指其所输出图像的分辨率,可由其输出图像的像素数表示。一般的,图像分辨率用水平和垂直有效像素数目 N 和 M 表示为 $M \times N$ 。例如,640×480表示图像像素阵列在水平方向有640个像素,而垂直方向有480个像素。

数字相机分辨率是由光学镜头的分辨率、分色方式和图像传感器成像区的感光单元数、模/数转换的参数(如取样频率和量化位数等)、压缩编码格式和编码参数等诸多因素决定的。目前,对于数字相机而言,上述因素中主要矛盾是图像传感器成像区的感光单元的数目。通常图像传感器的感光单元越多,数字相机的分辨率越高。

③ 扫描分辨率 扫描分辨率指在扫描一幅图像之前所设定的分辨率,是衡量扫描仪性