



普通高等院校电子信息类应用型规划教材

数字图像处理

主 编 莫德举 梁光华
副主编 张秋菊 李 珊 吉建华

SHUZI
TUXIANG
CHULI



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校电子信息类应用型规划教材

数字图像处理

主 编 莫德举 梁光华
副主编 张秋菊 李 珊 吉建华

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书系统介绍了数字图像处理的基本理论、基本算法以及用 Visual Basic 6.0(简称 VB 6.0)进行图像处理、编程的方法。本书强调现代数字图像处理理论与应用的紧密结合。在阐述基本原理的基础上,力图通过习题、实验和计算机软件工具使学生掌握学习图像处理的基本方法。全书共分 10 章,包括图像数字化与显示、图像变换、图像增强、图像编码与压缩、图像复原、图像分割、彩色图像处理、数学形态学及数字图像处理的应用等内容。本书可做为理工院校电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术,以及自动化等专业高年级本科生的教材和供工程技术人员阅读,也可以作为相关专业本科教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理/莫德举,梁光华主编.--北京:北京邮电大学出版社,2010.1
ISBN 978-7-5635-1892-0

I. 数… II. ①莫…②梁… III. 数字图像处理 IV. TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 058797 号

书 名: 数字图像处理

主 编: 莫德举 梁光华

责任编辑: 孔 玥

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11

字 数: 264 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1892-0

定 价: 19.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

在人类获取外界信息的渠道中,用眼睛感受的视觉信息具有举足轻重的地位,除了自然景象外,大量由计算机处理和生成的图像丰富了视觉的范畴,成为多媒体世界最重要的成员之一。

图像处理技术发展到今天,许多技术已日趋成熟,在各个领域的应用取得了巨大的成功和显著的经济效益。如在工程领域、工业生产、军事、医学以及科学研究中的应用已十分普遍。通过分析资源卫星得到的照片可以获得地下矿藏资源的分布及埋藏量;利用红外线、微波遥感技术可侦查到隐蔽的军事设施;X射线CT已广泛应用于临床诊断,由于它可得到人体内部器官的断层图像,因此,可准确地确定病灶位置,为诊断和治疗疾病带来了极大的方便。在工业生产领域的设计自动化及产品质量检验中更是大有可为。在安全保障及监控方面、通信及多媒体技术中,图像处理技术更是重要的关键技术。因此,图像处理技术在国计民生中的重要意义是显而易见的。正因为如此,图像处理受到了各界的广泛重视,科学工作者经过不懈地努力,已取得了令人瞩目的成就,并正在向更加深入及更高的层次发展。本教材是为了更好地应对信息化、数字化社会的挑战,实现大学本科生和工程技术型人才培养的目标,并结合作者多年来的教学和研究实践编写而成。

本书共10章,内容包括数字图像处理基础知识、图像的数字化与显示、彩色图像处理、图像的几何变换、图像的增强、基于形态学的图像处理、图像分割、图像复原、图像特征与理解、图像编码。

本教材具有以下特色:

- (1) 内容系统、新颖。系统讲述了数字图像处理的基本理论和方法,以及数字图像处理的高新技术。
- (2) 重点突出。侧重数字图像处理思想和算法实现。
- (3) 实用性强。通过实例的分析和实现,使学生深刻理解和掌握图像处理的理论和方法。
- (4) 实践性强。以Visual Basic为编程工具,采用面向对象的程序设计思想,便于读者将学过的编程方法应用到实践中。
- (5) 附有习题。每章均给出一定的习题,帮助读者巩固所学知识点。

本书第1、2、4章由李珊编写,第3章由宋丽辉编写,第5、6、7章由张秋菊、吉建华编写,第8、10章以及前言由梁光华编写,第9章由张芳芳、梁光华编写。全书由莫德举统稿。

本书在编写和出版过程中,得到了北京邮电大学出版社支持,在此表示感谢。

在本书编写中,作者参考了大量书籍、资料和网络电子文献,同时也融入了作者在数字图像处理教学和研究中的经验。鉴于作者的学识水平,书中错误之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编 者



CONTENTS

第 1 章 数字图像处理基础知识	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 像素与图像	1
1.1.2 数字图像处理	2
1.1.3 常用图像处理应用软件及文件格式	4
1.2 视觉原理	6
1.2.1 人眼的构造	6
1.2.2 图像在眼睛中的形成过程	8
1.3 数字图像处理的目的及特点	8
1.3.1 数字图像处理的目的	8
1.3.2 数字图像处理的特点	9
1.4 本章小结	10
习题	10
第 2 章 图像的数字化的与显示	11
2.1 图像的输入	11
2.2 图像的采样和量化	14
2.2.1 图像采样	15
2.2.2 图像量化	15
2.3 连续图像的数学描述	17
2.4 图像的输出生	18
2.4.1 暂时显示设备	18
2.4.2 永久显示设备	20
2.5 本章小结	23
习题	23

第 3 章 彩色图像处理	24
3.1 彩色基础	24
3.2 彩色模型	25
3.2.1 RGB 彩色模型	25
3.2.2 HSI 彩色模型	26
3.2.3 RGB 彩色模型和 HSI 彩色模型的转换	27
3.3 彩色变换	28
3.3.1 公式	28
3.3.2 补色	28
3.3.3 彩色分层	29
3.4 彩色图像平滑和锐化	29
3.5 本章小结	30
习题	30
第 4 章 图像的几何变换	31
4.1 平移	31
4.2 旋转	32
4.2.1 直角坐标系中的图像旋转	32
4.2.2 极坐标系中的图像旋转	35
4.3 镜像	35
4.4 缩放	36
4.4.1 图像的缩小	37
4.4.2 图像的放大	38
4.5 本章小结	41
习题	41
第 5 章 图像的增强	42
5.1 空间域图像增强	43
5.1.1 灰度变换	43
5.1.2 直方图修正	48
5.1.3 平滑滤波	53
5.1.4 中值滤波	56
5.1.5 锐化滤波	58
5.2 频率域图像增强	59
5.2.1 基本概念	59
5.2.2 低通滤波	62
5.2.3 高通滤波	64

5.3 彩色图像增强	64
5.3.1 伪彩色增强	64
5.3.2 假彩色图像增强	65
5.4 代数运算增强	65
5.5 本章小结	66
习题	66
第6章 基于形态学的图像处理	68
6.1 基本概念	69
6.2 二值形态学	71
6.2.1 膨胀	71
6.2.2 腐蚀	72
6.3 开运算和闭运算	73
6.3.1 开运算	73
6.3.2 闭运算	74
6.3.3 开运算和闭运算应用举例	74
6.4 腐蚀和膨胀的变体	75
6.4.1 细化	75
6.4.2 剪枝和粗化	76
6.5 灰度形态学	76
6.5.1 灰度膨胀	77
6.5.2 灰度腐蚀	78
6.5.3 灰度开运算和灰度闭运算	79
6.5.4 灰度值形态学的一些应用	81
6.6 本章小结	83
习题	83
第7章 图像分割	84
7.1 区域分割	85
7.2 边缘间断检测	87
7.2.1 点检测	88
7.2.2 线检测	89
7.2.3 边缘检测	90
7.3 投影法与差影法	97
7.3.1 投影法	97
7.3.2 差影法	97
7.4 本章小结	98
习题	99

第 8 章 图像复原	100
8.1 图像退化与复原	100
8.1.1 图像降质的数学模型	101
8.1.2 离散图像退化的数学模型	103
8.2 非约束复原	105
8.2.1 逆滤波	106
8.2.2 非约束图像复原的病态性质	106
8.3 最小二乘类约束复原	108
8.3.1 维纳滤波	108
8.3.2 约束最小平方滤波	110
8.4 非线性复原方法	111
8.4.1 最大后验复原	111
8.4.2 最大熵复原	112
8.4.3 投影复原	113
8.5 其他图像复原技术	114
8.5.1 几何畸变校正	114
8.5.2 盲图像复原	115
8.6 本章小结	116
习题	116
第 9 章 图像特征与描述	117
9.1 图像的几何特征	117
9.1.1 周长与面积	117
9.1.2 位置与方向	119
9.1.3 最小外接矩形、长轴和短轴	120
9.1.4 距离	121
9.1.5 邻接与连通	121
9.2 形状特征描述	122
9.2.1 圆形度	122
9.2.2 矩形度	123
9.2.3 球状性	123
9.2.4 偏心率	123
9.2.5 矩特征	124
9.2.6 边缘描述	126
9.3 纹理特征描述	129
9.3.1 灰度差分统计法	129
9.3.2 用空间自相关函数作纹理测度	130

9.3.3	纹理的功率谱分析	130
9.3.4	灰度共生矩阵法	132
9.3.5	纹理的结构分析	133
9.3.6	直方图统计特征	135
9.4	图像的其他特征或描述	138
9.4.1	中轴变换(骨架提取)	138
9.4.2	曲线与表面的拟合	139
9.4.3	四叉树表达	142
9.5	编程实例	143
9.6	本章小结	147
	习题	147
第 10 章	图像编码	149
10.1	图像编码概述	149
10.1.1	图像压缩的必要性	149
10.1.2	图像压缩的可能性	149
10.1.3	图像压缩的技术指标	150
10.2	编码方法	152
10.2.1	霍夫曼编码	152
10.2.2	费诺编码	155
10.2.3	香农编码	156
10.2.4	算术编码	157
10.3	JPEG 编码	159
10.3.1	JPEG 基本系统编码	159
10.3.2	JPEG 编码	162
10.4	图像编码新技术	163
10.5	本章小结	164
	习题	164
参考文献		165



数字图像处理基础知识

1.1 基本概念

1.1.1 像素与图像

像素(Pixel)由图像(Picture)和元素(Element)这两个单词的字母所组成。一个像素通常被视为图像的最小的完整采样。整个屏幕上画面的每一个点称为一个像素。像素是离散的点,像素点按行列排列的方式构成一个图片区域。显然,一幅图像的像素点数目由图像的大小和水平、垂直方向上单位长度(如英寸)的像素点数目决定。若把影像放大数倍,会发现这些连续色调其实是由许多色彩相近的小方点所组成,这些小方点就是构成影像的最小单位“像素”,如图 1-1 所示。

图像(Image)中的“图”是物体透射或反射光的分布,是客观存在的,“像”是人的视觉系统对图在大脑中形成的印象或认识,是人的感觉。图像是图和像的有机结合,既反映物体的客观存在,又体现人的心理因素,是客观对象的一种可视表示,它包含了被描述对象的有关信息。

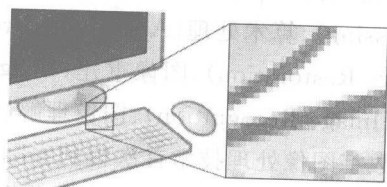


图 1-1 像素

根据图像空间坐标和幅度(亮度或色彩)的连续性,图像可分为模拟(连续)图像和数字图像。模拟图像是空间坐标和幅度都连续变化的图像,而数字图像是空间坐标和幅度均用离散的数字(一般是整数)表示的图像,如图 1-2 所示。

一幅单色图像是一个二维的光强函数 $f(x, y)$, 其中 x 和 y 是空间坐标, 在任意一对空间坐标 (x, y) 上的幅值 f 称为该点图像的强度或灰度。如果是一幅彩色图像, 则是一个向

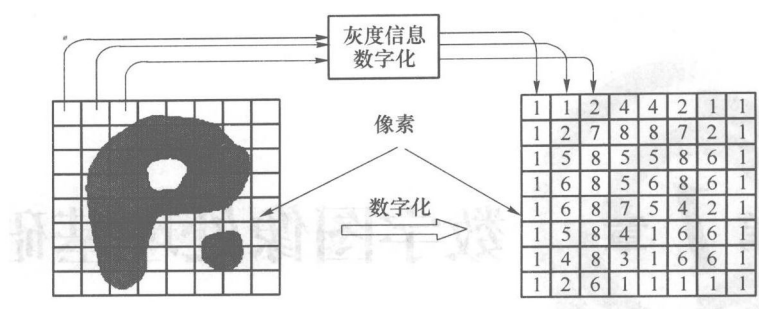


图 1-2 数字图像

量,它的每一个分量代表图像在该点相应颜色通道的亮度值。
数字图像可以用一个二维的整数数组来表示,或者一系列的二维数组来表示,每一个二维数组代表一个颜色通道。一幅数字图像通常具有如下的形式:

$$f(x,y)=\begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (1-1-1)$$

其中, $0 \leq f(x,y) \leq G-1$, 这里 N 和 G 通常用 2 的整数幂来表示。

1.1.2 数字图像处理

与图像处理相关的研究领域,包括数字图像处理、计算机视觉、计算机图形学等。这 3 个研究领域所研究的内容有一定的交叉和覆盖。但是,它们各自又有不同的侧重点。

数字图像处理(Digital Image Processing)又称为计算机图像处理,它是指将图像信号转换成数字信号并利用计算机对其进行处理的过程。在数字图像处理中,输入的是质量低的图像,输出的是改善质量后的图像。数字图像处理的主要内容包括:几何处理(Geometrical Processing)、算术处理(Arithmetic Processing)、图像增强(Image Enhancement)、图像复原(Image Restoration)、图像重建(Image Reconstruction)、图像编码(Image Encoding)、图像识别(Image Recognition)、图像理解(Image Understanding)。

数字图像处理技术首次得到实际应用是在美国喷气推进实验室(JPL)对航天探测器“徘徊者 7 号”于 1964 年发回的几千张月球照片使用时,应用几何校正、灰度变换、去除噪声等方法进行处理,并考虑了太阳位置和月球环境的影响,由计算机成功地绘制出月球表面地图。随后又对探测飞船发回的近十万张照片进行更为复杂的图像处理,获得了月球的地形图、彩色图及全景镶嵌图,取得了非凡的成果,为人类登月创举奠定了坚实的基础,也推动了数字图像处理这门学科的诞生。在以后的宇航空间技术中,数字图像处理技术都发挥了巨大的作用,如图 1-3 所示。数字图像处理取得巨大成就的另一个领域是医学领域,1972 年英国 EMI 公司工程师 Hounsfield 发明了用于头颅诊断的 X 射线计算机断层摄影装置,也就是通常所说的 CT(Computer Tomography)。1975 年 EMI 公司又成功研制出诊断全身用的

CT 装置,获得了人体各部位鲜明清晰的断层图像,如图 1-4 所示。1979 年,这项无损伤诊断技术获得了诺贝尔奖,说明它为人类做出了划时代的贡献。与此同时,数字图像处理技术在许多应用领域都受到了广泛重视并取得了开拓性成就,包括航空航天、生物医学工程、工业检测、机器人视觉、公安司法、军事制导、文化艺术等领域。

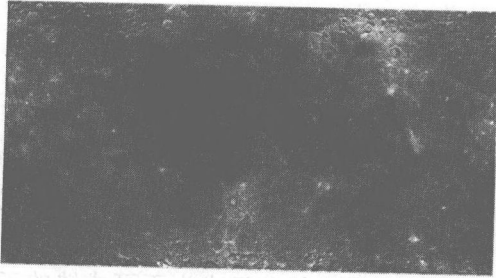


图 1-3 嫦娥一号卫星拍摄数据制作的中国第一幅全地球影像图

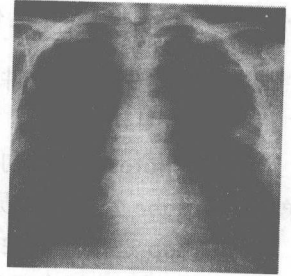


图 1-4 胸部 X 光片图像

计算机视觉(Computer Vision)是用各种成像系统代替视觉器官做为输入敏感手段,由计算机来代替大脑完成处理和解释。计算机视觉的最终研究目标就是使计算机能够像人一样通过视觉观察和了解世界,具有自主适应环境的能力。计算机视觉是一门综合性的学科,其中包括计算机科学和工程、信号处理、物理学、应用数学和统计学,神经生理学和认知科学等。

计算机视觉的一个重要应用领域是自主车辆的视觉导航,目前人们的研究目标是实现在高速公路上具有道路跟踪能力,可避免与前方车辆碰撞的视觉辅助驾驶系统。这里需指出的一点是,在计算机视觉系统中,计算机代替人脑,但并不意味着计算机必须按人类视觉的方法完成视觉信息的处理。

计算机图形学(Computer Graphics)是一种使用数学算法将二维或三维图形转化为计算机显示器的栅格形式的科学。在计算机图形学中,输入的是数据,输出的是图形,计算机图形学的主要研究内容是如何在计算机中表示图形,利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法,如图形硬件、图形标准、图形交互技术、光栅图形生成算法、曲线曲面造型、实体造型、真实感图形计算与显示算法、非真实感绘制,以及科学计算可视化、计算机动画、自然景物仿真、虚拟现实等。

图形通常由点、线、面、体等几何元素和灰度、色彩、线型、线宽等非几何属性组成。从处理技术上来看,图形主要分为两类:一类是基于线条信息表示的,如工程图、等高线地图、曲面的线框图等;另一类是明暗图,也就是通常所说的真实感图形。

计算机图形学研究的主要目的是利用计算机产生令人赏心悦目的真实感图形。为此,必须建立图形所描述的场景的几何表示,再用某种光照模型,计算在假想的光源、纹理、材质属性下的光照效果。所以,计算机图形学与计算机辅助几何设计、图像处理有着密切的关系。其主要研究领域包括计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机辅助教学(CAI)、计算机动画、管理和办公自动化、国土信息和自然资源显示与绘制、科学计算可视化等。

图形与图像两个概念间的区别在于:图像单纯指计算机内以位图形式存在的灰度信息,而图形含有几何属性,或者说更强调场景的几何表示,由场景的几何模型和景物的物理属性

共同组成。

1.1.3 常用图像处理应用软件及文件格式

1. 常用图像处理应用软件

常用图像处理应用软件有:Photoshop 和 CorelDraw。

(1) Photoshop

Adobe Photoshop 最初的程序是由 Michigan 大学的研究生 Thomas 创建,后经 Knoll 兄弟以及 Adobe 公司程序员的努力,Adobe Photoshop 一举成为优秀的平面设计编辑软件。

Photoshop 是世界顶尖级的图像设计与制作工具软件。无论是平面广告设计、室内装潢、影像特效及广告创意设计,还是处理个人照片,Photoshop 都已经成为不可或缺的工具。Photoshop 的一些实用功能包括:图像合成、色彩校正、图层调板、通道使用、动作调板、路径工具、滤镜等图像处理功能。

(2) CorelDraw

CorelDraw 是加拿大 Corel 软件公司的产品。它是一个基于矢量图的绘图与排版软件,广泛应用于商标设计、标志制作、模型绘制、插图描画、排版及分色输出等诸多领域。

CorelDraw 界面设计友好,操作精微细致。向设计者提供了一整套绘图工具,包括圆形、矩形、多边形、方格、螺旋线,并配合塑形工具对各种基本图形作出更多的变化,如圆角矩形、弧、扇形、星形等。同时也提供了特殊笔刷,如压力笔、书写笔、喷洒器等。

为便于设计需要,CorelDraw 还提供了一整套的图形精确定位和变形控制方案。给商标、标志等需要准确尺寸的设计带来极大的便利。

CorelDraw 的实色填充提供了各种模式的调色方案以及专色的应用、渐变、位图、底纹的填充,颜色变化与操作方式更是别的软件所不能及的。CorelDraw 的颜色管理方案让显示、打印和印刷时达到颜色的一致。

CorelDraw 的文字处理与图像的输入/输出构成了排版功能。其文字处理功能强大,支持了大部分图像格式的输入与输出,可以与其他软件自由地交换共享文件。

2. 常用图像文件格式

常用图像文件格式有 BMP 格式、GIF 格式、JPEG 格式、JPEG 2000 格式、PSD 格式、PNG 格式、SVG 格式、CDR 格式。

(1) BMP 格式

BMP 格式是位图(Bitmap)的简写,是 Windows 操作系统中标准的图像文件格式,能够被多种 Windows 应用程序所支持。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,也由此导致了它与生俱来的一个缺点,即占用磁盘空间过大。所以,目前 BMP 格式在单片机上比较流行。

(2) GIF 格式

GIF 格式是图形交换格式(Graphics Interchange Format)的英文缩写。顾名思义,这种

格式是用来交换图片的。20 世纪 80 年代,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,开发了 GIF 图像格式。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。目前 Internet 上大量采用的彩色动画文件多为这种格式的文件。

GIF 格式只能保存最大 8 位色深的数码图像,所以它最多只能用 256 色来表现物体,对于色彩复杂的物体就力不从心了。但是,这种格式仍在网络上广泛应用,这和 GIF 图像文件短小、下载速度快、可用许多同样大小的图像文件组成动画等优势是分不开的。

(3) JPEG 格式

JPEG 格式由联合照片专家组 (Joint Photographic Experts Group) 开发并命名为“ISO 10918-1”,JPEG 仅仅是一种俗称而已。JPEG 文件的扩展名为 .jpg 或 .jpeg,其压缩技术十分先进,它用有损压缩方式去除冗余的图像和彩色数据,获取极高的压缩率的同时能展现十分丰富生动的图像,换句话说,就是可以用最少的磁盘空间得到较好的图像质量。由于 JPEG 格式的压缩算法是采用平衡像素之间的亮度色彩来压缩的,因而更有利于表现带有渐变色彩且没有清晰轮廓的图像。

同时 JPEG 格式还是一种很灵活的格式,具有调节图像质量的功能,允许用不同的压缩比例对同一文件压缩,如最高可以把 1.37 MB 的 BMP 位图文件压缩至 20.3 KB。当然,完全可以在图像质量和文件尺寸之间找到平衡点。

基于 JPEG 格式的优点,其应用非常广泛,特别是在网络和光盘读物上。目前各类浏览器均支持 JPEG 这种图像格式,主要是因为 JPEG 格式的文件尺寸较小,下载速度快,使得 Web 页有可能以较短的下载时间提供大量美观的图像。

(4) JPEG 2000 格式

JPEG 2000 格式同样是由 JPEG 组织负责制定的,正式名称叫做“ISO 15444”,与 JPEG 格式相比,它是具备更高压缩率以及更多新功能的新一代静态影像压缩技术。

JPEG 2000 格式做为 JPEG 的升级版,其压缩率比 JPEG 高约 30%。与 JPEG 格式不同的是,JPEG 2000 格式同时支持有损和无损压缩,而 JPEG 格式只能支持有损压缩。无损压缩对保存一些重要图片十分有用。JPEG 2000 格式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 格式的“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,而不像 JPEG 格式,由上到下慢慢显示。

此外,JPEG 2000 格式还支持所谓的“感兴趣区域”特性,用户可以任意指定影像上感兴趣区域的压缩质量,还可以选择指定的部分先解压缩。JPEG 2000 格式和 JPEG 格式相比优势明显,且向下兼容,因此取代传统的 JPEG 格式指日可待。

JPEG 2000 格式可应用于传统的 JPEG 市场,如扫描仪、数码相机等,亦可应用于新兴领域,如网路传输、无线通信等。

(5) PSD 格式

PSD 格式是 Photoshop 的专用格式 (Photoshop Document)。PSD 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、遮罩等多种设计的样稿,以便于下次打开文件时可以修改上一次的設計。在 Photoshop 所支持的各种图像格式中,PSD 格式的存取速度比其他格式快很多,功能也很强大。

(6) PNG 格式

PNG(Portable Network Graphics)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 软件的作者须缴纳一定费用,由此促使免费的 PNG 图像格式的诞生。PNG 格式一开始便汲取 GIF 及 JPEG 两家之长,打算一举取代这两种格式。1996 年 10 月 1 日,由 PNG 向国际网络联盟提出,并得到推荐认可标准,而且大部分绘图软件和浏览器开始支持 PNG 图像浏览,从此 PNG 图像格式焕发生机。

PNG 格式是目前保证最不失真的格式,它汲取了 GIF 和 JPEG 二者的优点,存储形式丰富,兼有 GIF 和 JPEG 的色彩模式;它的另一个特点是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高压缩率的 JPEG 格式有所不同;它的第三个特点是显示速度很快,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;第四个特点是,PNG 同样支持透明图像的制作。透明图像在制作网页图像时很有用,可以把图像背景设为透明,用网页本身的颜色信息来代替设为透明的色彩,这样可使图像和网页背景很和谐地融合在一起。

PNG 格式的缺点是不支持动画效果,如果在这方面能有所加强,便可以完全替代 GIF 格式和 JPEG 格式。Macromedia 公司的 Fireworks 软件默认格式就是 PNG 格式。现在,越来越多的软件开始支持这一格式,而且在网络上也越来越流行。

(7) SVG 格式

SVG 格式是目前最流行的图像文件格式,它的英文全称为 Scalable Vector Graphics,意思为可缩放的矢量图形。是基于 XML(Extensible Markup Language),由 World Wide Web Consortium(W3C)联盟开发的。严格地说是一种开放标准的矢量图形语言,用于设计高分辨率的 Web 图形页面。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。

SVG 格式提供了目前网络流行的 GIF 格式和 JPEG 格式无法具备的优势: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;平均来说,SVG 格式的文件比 JPEG 格式和 GIF 格式的文件要小很多,因而下载速度也很快。

(8) CDR 格式

CDR 格式是著名绘图软件 CorelDraw 的专用图形文件格式。由于 CorelDraw 是矢量图形绘制软件,所以 CDR 可以记录文件的属性、位置和分页等。但它在兼容度上比较差,所以 CorelDraw 应用程序中能够使用,但其他图像编辑软件打不开此类文件。

1.2 视觉原理

1.2.1 人眼的构造

图 1-5 是人眼横截面简图,人的眼睛近似球形,位于眼眶内。其平均直径大约为 20 mm。

最前端突出于眼眶外12~14 mm,受眼睑保护。眼睛包括眼球壁、眼内腔和内容物、神经、血管等组织。

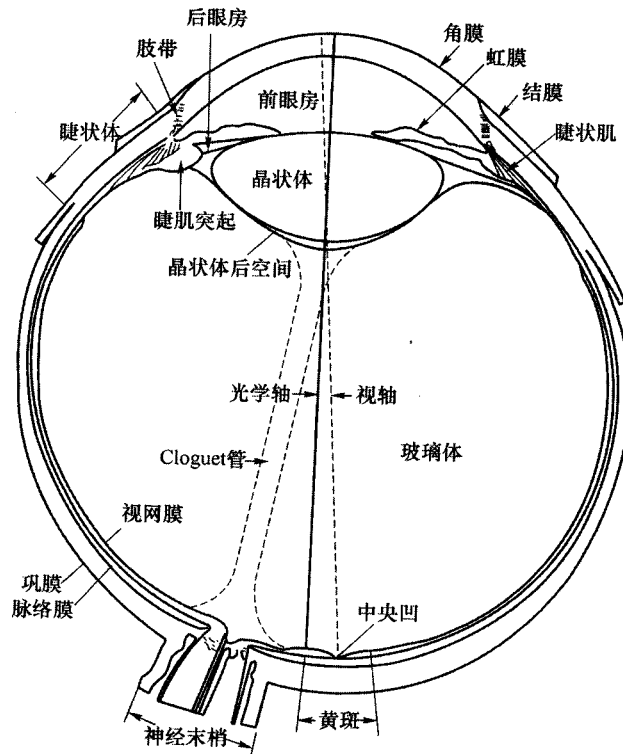


图 1-5 人眼横截面简图

眼球壁主要分为外、中、内 3 层。

外层由角膜、巩膜组成。角膜是一种硬而透明的组织,覆盖着眼睛的前表面。与角膜相连的巩膜是一层包围着眼球其余部分的不透明膜。

中间层又称葡萄膜、色素膜,具有丰富的色素和血管,包括虹膜、睫状体和脉络膜 3 部分。虹膜是环绕在瞳孔四周有色彩的部分,它的颜色完全由父母遗传而来,因人而异。虹膜的收缩和扩张控制着进入眼睛的光量。虹膜中间开口处(瞳孔)的直径是可变的,范围大约在 2~8 mm;睫状体是位于虹膜后方的环形增厚部分,通过晶状体悬韧带与晶状体相连,睫状体内含睫状肌,有调节晶状体曲度的作用;脉络膜位于巩膜的下面,这层膜包含有血管网,脉络膜外壳着色很重,因此有助于减少进入眼内的外来光和眼球内反向散射光的数量,主要功能是营养视网膜外层及玻璃体,并有遮光作用,使反射的物像清楚。同时对人的视觉系统起保护作用,对整个视觉神经有调节作用。

内层为视网膜,是一层透明的膜,它布满了整个后部的内壁。当眼球适当地聚焦时,来自眼睛外部的光在视网膜上成像。视网膜表面分布的感光细胞提供了图案视觉。感光细胞分为两类:锥状体和杆状体。每只眼睛包含的锥状体数目为 600 万~700 万,主要位于视网膜的中间部分,称之为中央凹,中央凹本身是在视网膜上直径约为 1.5 mm 的凹坑,对颜色灵敏度很高。每个锥状体都连接到自身的神经末端,人们可以利用这些锥状体充分地分辨

图像细节,锥状视觉称为白昼视觉和亮光视觉。杆状体较锥状体的数目更多,约有 7 500 万~15 000 万个分布在视网膜表面。由于分布面积较大而且几个杆状体连接到一个神经末端,因此减少了感光细胞感知细节的数量。杆状体用来给出视野内一般的总体图像,它们没有彩色感觉,而在低照明度下对图像较敏感。例如,在白天呈现鲜明色彩的物体,在月光下都没有颜色,因为此时只有杆状体受到刺激,这个现象就是众所周知的夜视觉,或称为暗视觉。

1.2.2 图像在眼睛中的形成过程

人类眼睛的成像原理与照相机类似,照相机有镜头、光圈、暗箱、底片和调节装置。在人类眼睛的结构上,角膜和晶状体相当于镜头,瞳孔相当于光圈,脉络膜相当于暗箱,视网膜相当于底片。

自然界各种物体在光线的照射下,不同颜色可以反射出明暗不同的光线,这些光线透过角膜、晶状体、玻璃体的折射,在视网膜上显出景物的影景象(倒立的像),构成光刺激。视网膜上的感光细胞(锥状体和杆状体)受光的刺激后,经过一系列的物理化学变化,转换成神经冲动,由视神经传入大脑层的视觉中枢,经过大脑皮层的综合分析,产生视觉。人们要看清景物(正立的立体像),需要通过睫状肌的收缩与松弛完成,就像相机要拍出清晰的照片,需要调节镜头的焦距一样。

1.3 数字图像处理的目 的 及 特 点

1.3.1 数字图像处理的目的

(1) 提高图像的视觉质量以提供给人眼主观满意或较满意的效果。例如去除图像中的噪声,改变图像的亮度、颜色,增强图像中的某些成分、抑制某些成分,对图像进行几何变换等,从而改善图像的质量,以达到或真实的、或清晰的、或色彩丰富的、或意想不到的艺术效果。使受到污染、干扰等因素影响,清晰度低、变形的图像的质量得到有效的改善。

(2) 提取图像中目标的某些特征,以便于计算机分析或机器人识别。这些特征包括很多方面,如频域特性、灰度/颜色特性、边缘/区域特性、纹理特性、形状/拓扑特性以及关系结构等。

(3) 为了存储和传输庞大的图像和视频信息,常常对这类数据进行有效的压缩。

(4) 信息的可视化。许多信息(如温度场、流速场、生物组织内部等)并非可视,但转化为视觉形式后可以充分利用人们对可视模式快速识别的自然能力,更便于人们观察、分析、研究、理解大规模数据和许多复杂现象。信息可视化结合了科学可视化、人机交互、数据挖掘、图像技术、图形学、认知科学等诸多学科的理论和方法,是研究人、计算机表示的信息,以