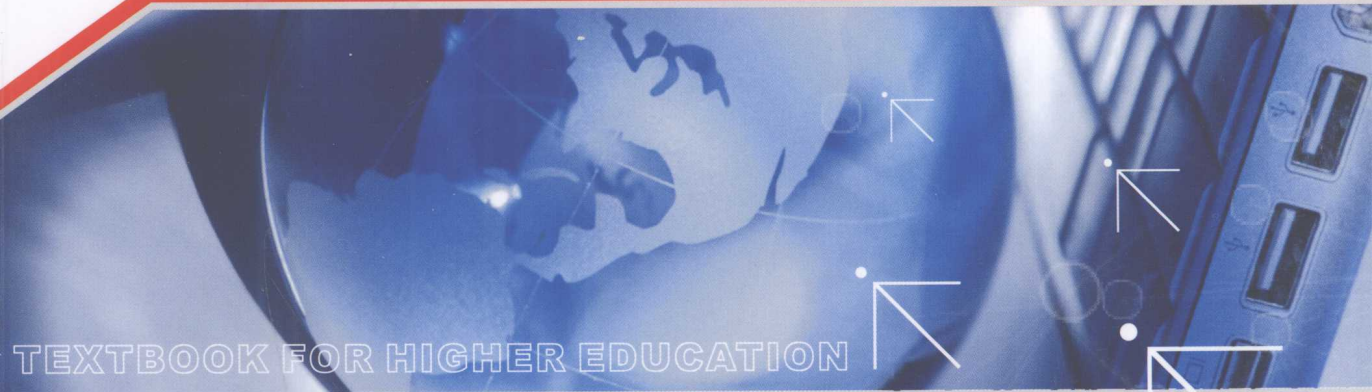




»»»»»»»» 高等学校教材

图像技术

韩培友 董桂云 编著



TEXTBOOK FOR HIGHER EDUCATION



西北工业大学出版社

NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

高等学校教材

图 像 技 术

韩培友 董桂云 编著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书以图像的处理与分析理论为基础,以图像的实用技术和实现方法为目的,系统、全面地阐述了图像技术的基本原理、基本技术、实用技术和实现方法。全书共 16 章,主要包括:图像技术概述、图像语言工具、图形图像系统、图像数字化与图像信息、图像读写与显示、图像运算与变换、图像捕捉与裁剪、图像填充与标注、图像分解与合并、图像增强与滤波、图像分割、图像贴图与区域分析、图像形态分析、图像合成与智能分析、图像数据库与图像重建、图像分析系统等。

本书内容丰富、结构严谨,以化难为易,化繁为简的理念构造了大量取材新颖的实用性强的例题、习题和微型系统;在理论内容上力争做到具有一定的深度和广度,在实用技术上力争做到实用、好用、会用和够用。

本书可作为高等学校信号与信息处理、模式识别与智能系统、计算机科学与技术、软件工程、计算机网络、信息管理与信息系统、计算机视觉等相关专业图像处理与分析课程的教材,也可供从事图像技术、电子科学与技术、遥感、测绘和生物医学工程等领域工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

图像技术/韩培友,董桂云编著. —西安:西北工业大学出版社,2009.12
ISBN 978-7-5612-2591-2

I. 图… II. ①韩… ②董… III. 图像处理 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 241669 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:24.25

字 数:752 千字

版 次:2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

定 价:36.00 元

前 言

随着计算机技术的快速发展,图像已经成为人类获取信息的重要手段,图像技术得到了极大重视和快速发展,出现了很多新方法、新理论、新算法、新手段和新设备,并在军事技术、航空、航天、航海、工农业生产、医学、气象和天文等各个领域得到了广泛的应用,人们也越来越多地利用图像技术来解决实际问题,从而使图像技术发展成为进行图像处理、图像分析和图像理解的新学科。

图像技术是应用性很强的技术,学习图像技术的最终目的是学以致用。图像处理与分析理论是图像技术的基础,而图像的实用技术和实现方法则是图像技术的最终目的。

基于 Eclipse 平台的可视交互数据语言 IDL 是 ITT VIS 提供的语法简单、跨平台(Unix, Windows, Macintosh)、面向对象、支持 ODBC 的快速数据可视分析语言。IDL 内嵌了多维大数据的可视引擎和数据分析引擎 IMSL(International Mathematical & Statistical Library),使得图像分析更加简单、灵活、方便、快捷、高效。IDL 作为图像技术的理想工具,已经广泛应用在科学计算、信息处理、空间科学、气象、图像处理、天文等领域。

本书以图像的处理与分析理论为基础,以图像的实用技术和实现方法为目的,系统、全面地阐述了图像技术的基本理论、实用技术和实现方法;以 IDL 为工具,以化难为易、化繁为简为理念,通过构造大量取材新颖的实用性强的例题、习题和微型系统,详细介绍了实用技术的具体实现方法。

本书不仅可以作为高等学校信号与信息处理、模式识别与智能系统、计算机科学与技术、软件工程、计算机网络、信息管理与信息系统、计算机视觉等相关专业图像处理与分析课程的教材,而且可以作为从事图像技术、电子科学与技术、遥感、测绘和生物医学工程等领域工作的人员进行研究、开发和应用的参考资料。

全书共 16 章,第 1 章介绍图像技术的发展、特点、内容和应用;第 2 章介绍图像语言工具的数据表达和程序设计方法;第 3 章介绍图形图像系统的使用方法,包括图形图像设备的设置、图像显示模式、窗口系统和 GUI 设计等内容;第 4 章介绍图像数字化方法和图像信息管理以及图像信息系统的实现方法。第 5 章介绍图像的读取、显示和存储方法以及快乐看图系统的实现方法;第 6 章介绍图像的算术运算和逻辑运算、图像几何变换(平移、旋转、放缩、镜像、转置)、图像空间变换、图像连通和插值技术以及图像变换系统的实现方法;第 7 章介绍图像捕捉以及图像捕捉系统的实现方法,图像裁剪以及图像裁剪系统的实现方法;第 8 章介绍图像填充以及图像填充系统的实现方法,图像标注以及图像标注系统的实现方法;第 9 章介绍图像分解以及图像分解系统的实现方法,图像合并以及图像合并系统的实现方法;第 10 章介绍图像增强(反向增强、字节拉伸增强、窗宽窗位增强、局部增强、直方图增强、模糊增强)以及图像增强系统的实现方法;图像滤波(低通滤波与平滑、高通滤波与锐化、百分比与中值滤波、拉普拉斯滤波、定向滤波、Hanning 滤波、Lee 滤波、快速傅里叶滤波、小波滤波、Radon 与 Hough 滤波)以及图像滤波系统的实现方法;第 11 章介绍图像分割的概念、内容、方法、分类、研究方向和评价方法,图像阈值分割(半阈值分割、单阈值分割、双阈值分割、多阈值分割、直方图阈值分割、Huang 模糊阈值分割、Kapur 最大熵阈值分割、Pal 模糊熵阈值分割、Otsu 阈值分割、Cheng 模糊熵阈值分割、粗糙约简分割、静态与动态阈值分割)以及图像阈值分割系统的实现方法,图像边界(Canny 边界、Roberts 边界、Sobel 边界、Prewitt 边界、Laplacian 边界、Robinsou 边界、Kirsch 边界、DOG 边界、Shift_Diff 边界、Emboss 浮雕边界、广义模糊边界、粗糙边界)检测以及图像边界检测系统的实现方法;第 12 章介绍对象图像系统(类、对象、属性、消息、事件、方法、类的封装、结构与用法、显示模式和颜色表、窗口系统、视图对象、模型对象),图像贴图(曲面贴图、球面贴图),图像贴图系统的实现方法,图像区域分析(ROI 的定义、显示、分析、分割、重建);第 13 章介绍图像的形态分析方法(腐蚀、扩张、开、闭、梯度边界、分水岭边界、峰值检测、赛拉变换、图像识别、

细化、分割)以及图像形态分析系统的实现方法;第 14 章介绍图像合成以及图像合成系统的实现方法,图像水印和信息隐藏以及图像水印系统的实现方法,视频文件的创建方法以及视频播放器的实现方法,图像变形以及图像变形系统的实现方法,图像智能分析以及图像智能分析系统的实现方法,图像报表以及图像表报系统的实现方法;第 15 章介绍图像数据库(用户定义图像数据库、SQL 图像数据库)以及图像数据库系统的实现方法,图像检索数据库系统,2D 图像恢复和 3D 图像重建,图像漫游分析系统的实现方法;第 16 章介绍图像分析系统的设计与实现方法,图像分析系统的发布方法。

为了便于读者使用本书,笔者提供了配套资料和程序源代码,需要者可以登录西北工业大学出版社网站(<http://www.nwpup.com>)下载。

本书是笔者多年从事图像技术教学和科研的经验和总结。第 1~10 章由浙江工商大学计算机与信息工程学院韩培友编写,第 11~16 章由浙江工商大学统计与数学学院董桂云编写。

在本书的编写过程中,有关单位的同志给予了大力支持,在此一并向他们表示诚挚的感谢!

鉴于水平有限,疏漏与不妥之处在所难免,敬请专家和读者提出宝贵建议。

韩培友
2009 年 6 月

目 录

第 1 章 图像技术概述	1
1.1 图像技术发展	1
1.2 图像技术特点	9
1.3 图像技术内容	12
1.4 图像技术应用	22
习题 1	24
第 2 章 图像语言工具	25
2.1 图像语言工具概述	25
2.2 数据表达	34
2.3 程序设计	46
习题 2	64
第 3 章 图形图像系统	68
3.1 图形图像系统	68
3.2 图形用户界面	76
习题 3	103
第 4 章 图像数字化与图像信息	105
4.1 图像数字化	105
4.2 图像信息与查询	116
4.3 图像信息系统	119
习题 4	122
第 5 章 图像读写与显示	124
5.1 图像读取	124
5.2 图像显示	128
5.3 图像写入	141
5.4 图像类型转换	144
5.5 快乐看图系统	147
习题 5	148
第 6 章 图像运算与变换	150
6.1 图像运算	150
6.2 图像空间与变换	156
6.3 图像连通与插值	158
6.4 图像平移	161

6.5	图像旋转	164
6.6	图像放缩	167
6.7	图像镜像与转置	169
习题 6		172
第 7 章	图像捕捉与裁剪	173
7.1	图像捕捉	173
7.2	图像裁剪	175
习题 7		179
第 8 章	图像填充与标注	180
8.1	图像填充	180
8.2	图像标注	182
习题 8		191
第 9 章	图像分解与合并	192
9.1	图像分解	192
9.2	图像合并	194
习题 9		197
第 10 章	图像增强与滤波	198
10.1	图像增强	198
10.2	图像滤波	215
习题 10		241
第 11 章	图像分割	243
11.1	图像分割	243
11.2	图像阈值分割	245
11.3	图像边界检测	265
11.4	图像分割评价	277
习题 11		279
第 12 章	图像贴图与区域分析	280
12.1	对象图形系统	280
12.2	图像贴图	290
12.3	图像区域分析	294
习题 12		301
第 13 章	图像形态分析	303
13.1	腐蚀与膨胀	303
13.2	开与闭	307
13.3	图像形态边界	311
13.4	峰值谷值检测	314

13.5 赛拉变换与图像识别	315
13.6 图像细化	317
13.7 图像形态分割	319
13.8 图像形态分析系统	321
习题 13	322
第 14 章 图像合成与智能分析	324
14.1 图像合成	324
14.2 图像水印	326
14.3 图像序列与视频文件	332
14.4 图像变形	336
14.5 图像智能分析	340
14.6 图像报表	342
习题 14	345
第 15 章 图像数据库与图像重建	346
15.1 图像数据库	346
15.2 图像重建	352
习题 15	367
第 16 章 图像分析系统	369
16.1 图像分析系统设计	369
16.2 图像分析系统实现	376
习题 16	378
参考文献	380

第 1 章 图像技术概述

在飞速发展的信息时代,人类认识和改造世界需要获得信息,而图像(Image)是人类获取信息的重要手段。随着计算机技术的发展,图像技术得到了极大重视和快速发展,出现了很多新方法、新理论、新算法、新手段和新设备,并且在科学研究、军事技术、航空航天航海、工农业生产、医学、气象及天文学等各个领域得到了广泛的应用,人们也越来越多地利用图像来解决实际问题,从而使图像技术发展成为进行图像处理、图像分析和图像理解的新学科。

1.1 图像技术发展

图像是使用绘图系统(或者人工)绘制的、使用观测系统摄制的或者使用印刷设备印制的用于模仿、表达或者表述事物的具体形象,并且可以直接或者间接作用于视觉系统的视觉实体。

图像技术(Image Technology)是对图像进行采样、量化、编码、存储、传输、增强、边界检测、分割、形态分析、目标识别、目标表达等一系列加工处理、分析和理解的综合技术。

图像技术已经发展成为计算机技术和信息技术(Information Technology, IT)的重要组成部分,并给信息技术赋予了新的内涵。图像技术是多媒体管理信息系统(Multimedia Management Information System, MMIS)的基础和核心。图像技术作为计算机技术的关键技术,促进了计算机技术的快速发展。

图像技术的发展可以分为模拟图像、数字图像、图像处理、图像分析和图像理解等五个阶段。

1.1.1 模拟图像

模拟图像(Analogue Image)是指通过人工绘制、机器印刷或者使用光学照相系统拍摄实体到胶片等媒介得到的连续图像。模拟图像一旦生成,其质量一般不能再改变,不便于图像的储存、传输、处理、分析和理解,已经不能适应利用计算机进行高效图像处理的需要。

捕捉模拟图像的设备是老式的胶卷光学照相机(例如:120 和 135 等型号)。记录和显示模拟图像的载体是感光胶片或者纸张等,即通过感光胶片,利用定影和显影技术把模拟图像显示在相纸上。光学技术是图像技术的起源,采用光学技术的模拟图像的缺点是灵活性差,器件具有专用性,并且缺乏分析能力。图像的发展趋势是通过光学技术和计算机技术的相互结合而生成的数字图像。

模拟图像可以表示为

$$I = \{f(x, y) \mid x \in [0, W], y \in [0, H]\}$$

其中, $f(x, y)$ 为图像数据, W 是图像宽度, H 是图像高度, x 和 y 为实数。

例如:蒙娜丽莎(见图 1.1)、印刷图像(见图 1.2)和普通照片(见图 1.3)均为模拟图像。

1.1.2 数字图像

为了实现快速高效的图像处理与分析,需要把模拟图像转化为数字图像,即模拟图像的数字化是图像处理、图像分析和图像理解的基础,亦即图像的预处理。

数字图像(Digital Image)是指利用数字捕捉系统,通过采样、量化、编码和存储等过程得到的信息量大、分辨率高、成本低、可分析能力强、能够实现快速处理的离散图像。

采样是指把模拟图像(或者景物) I 分割成 N 行 M 列(M, N 为非零正整数)的图形区域 R_{ij} ,根据 R_{ij} 的图像特征,使用一个数据点 x_{ij} 代替 R_{ij} ,从而把模拟图像转化成为数据集 $\{x_{ij}\}$,最终把连续图像转变成

为可以存储到计算机内的离散图像数据。数据点 x_{ij} 称为像素(Pixel)。数据集合 $\{x_{ij}\}$ 中元素的个数 $N \times M$ 称为图像的分辨率,显然,同一个图像采样点越多,分辨率越高,图像就越清晰。图像采样后会丢失一定的图像信息。图像分辨率的单位为 PPI(Pixel Per Inch) 或者 DPI(Dot Per Inch),PPI 一般用于显示领域,DPI 一般用于打印和印刷领域。



图 1.1 蒙娜丽莎



图 1.2 印刷图像

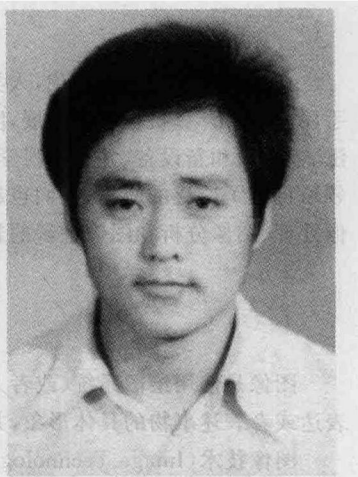


图 1.3 普通照片

图像的分辨率也常用某一面积上横、纵方向的总像素点数来表示。例如,图像的常用分辨率为 800×600 , $1\,024 \times 768$, $1\,280 \times 1\,024$, $1\,440 \times 900$ 等。又如,200 万像素的数码相机,最大分辨率是 $1\,600 \times 1\,200$ (192 万像素),即实际的有效像素是 192 万。300 万像素的数码相机,最大分辨率是 $2\,048 \times 1\,536$ (3 145 728 像素),即有效像素约为 314 万。

量化是指将采样后图像的每个采样点的取值分成 G 个数量级,并且依次使用数值 $g(g \in \{0, 1, \dots, G-1\})$ 作为第 g 级像素的值。其中 G 是像素的量化级别,通常把 G 取为 2^k , k 为图像的量化深度。图像量化后会丢失一定的图像信息。

伪彩数字图像的默认级别为 256 级(即 $g \in \{0, 1, \dots, 255\}$),量化深度为 8 位(即 $G = 2^8$)。因此,量化深度为 8 位的伪彩图像称为 8 位伪彩图像。

真彩数字图像的默认级别为 $256 \times 256 \times 256$ 级,即每一个像素的颜色是由红(Red, $R \in \{0, 1, \dots, 255\}$)、绿(Green, $G \in \{0, 1, \dots, 255\}$)、蓝(Blue, $B \in \{0, 1, \dots, 255\}$)三个颜色分量混合而成。量化深度为 24 位(即 $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 2^{24}$)。因此,量化深度为 24 位的真彩图像称为 24 位真彩图像。

编码是指根据实际需要,在确保指定图像质量的前提下,使用尽量少的数据表示图像信息的技术。其基本思想是利用数据压缩算法和技术,压缩图像中的冗余数据。图像编码后可能会丢失一定的图像信息(例如:有损压缩算法)。

图像压缩的常用方法主要包括预测编码、变换编码和混合编码等。不同的压缩方法生成不同格式的图像。常用的图像格式为 BMP(BitMaP, 位图), GIF(Graphics Interchange Format, 图像互换格式), JPEG(Joint Photographic Expert Group, 联合照片专家组), JPEG 2000, TIFF(Tag Image File Format, TIF), PSD(PhotoShop Document), PNG(Portable Network Graphics), PCX, TGA(Tagged Graphics)等。

存储是指把编码后的图像数据,按照指定的格式以图像文件的形式存储到 U 盘、磁盘、磁带和光盘等存储介质上。根据不同的压缩算法生成的图像文件的扩展名主要包括: .bmp, .gif, .jpeg, .jpg, .jp2, .tiff, .tif, .psd, .png, .pcx, .tga 等。

捕捉数字图像的设备是融合光学技术和计算机技术的数码捕捉设备(例如,数码照相机、扫描仪和数码摄像机等)。记录和显示数字图像的载体是 U 盘、磁盘、磁带和光盘等大容量数字存储介质,从而使数

字图像具有精度高、信息量大、灵活、通用、可分析能力强等优点。数字图像已经成为图像发展的必然趋势。目前所说的图像处理和分析一般均是指数字图像的处理和分析。

数字图像可以表示为

$$I = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} = \{f(i,j) \mid i = 0,1,\cdots,M-1; j = 0,1,\cdots,N-1\}$$

式中, $f(i,j)$ 为图像像素的值, N 是图像宽度, M 是图像高度, i 和 j 为自然数。

例如:小猫(见图 1.4)、摩托车(见图 1.5)、飞行汽车(见图 1.6)均为数字图像。



图 1.4 小猫

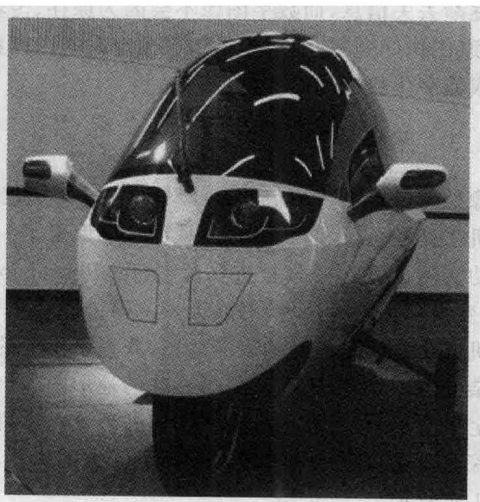


图 1.5 摩托车

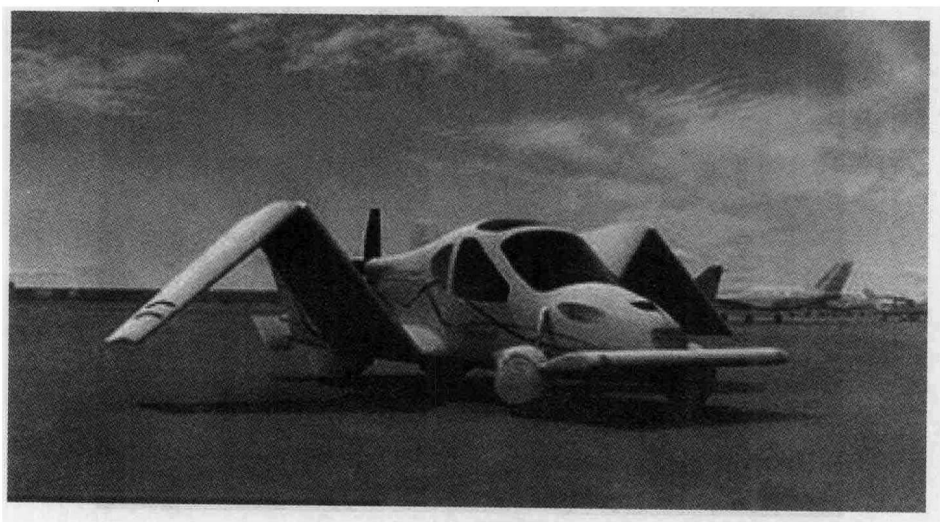


图 1.6 飞行汽车

模拟图像和数字图像的捕捉速度区别主要表现在如下方面:

捕捉速度:模拟图像较快(例如,拍照),而数字图像相对较慢(例如,扫描)。

处理速度:模拟图像的处理速度较慢(例如,冲洗),而数字图像相对较快(例如,计算机处理)。

灵活性:模拟图像的灵活性较差(通常能够采用的处理方式很少,只能进行放大、缩小等),而数字图像比较灵活(由于数字图像的结构就是相对独立的数据集,因此可以非常精确地、灵活多样地以任意的方式进行图像处理和分析)。

精度:虽然数字图像在采样时其精度可能亚于模拟图像,但是如果把图像的分辨率提高(例如, $5\,000 \times 5\,000$),那么数字图像的精度基本上可以达到模拟图像(例如,彩色照片)的精度。

传输:由于数字图像以数字信息为载体,模拟图像多以物质为载体,因此显然数字图像的传输优于、快于模拟图像的传输。

保存(再现):模拟图像(例如,相片)的保存性较差,无论是胶片还是印制好的照片,随时间和环境的改变会逐渐丢失信息,而数字图像不会因为保存、传输或者复制而产生图像质量上的变化。

视频(图像序列)的数字化是指在预定时间内以预定速度对视频信号进行捕获并加以采样、量化和编码后形成数字化数据的处理过程。

1.1.3 图像处理

图像处理(Image Processing)最早出现于 20 世纪 50 年代,随着计算机技术的快速发展,人们开始利用计算机来处理图形和图像信息,从而逐渐形成了一门新的学科。

成功实例 1:美国喷气推进实验室(Jet Propulsion Laboratory, JPL)使用图像处理技术(例如,几何校正、灰度变换和去除噪声等)对航天探测器徘徊者 7 号在 1964 年发回的几千张月球照片进行处理,最终由计算机成功地绘制出月球表面地图,获得了巨大的成功。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,进而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,也推动了图像处理这门学科的诞生。针对宇宙空间技术(例如,对火星和土星等星球的探测研究),图像处理技术发挥了巨大的作用。美国国家航空航天局(NASA)公布的月球数字照片如图 1.7 所示。



图 1.7 NASA 公布的月球数字照片

成功实例2:医学上获得的巨大成果。1972年,英国EMI公司工程师 Housfield 发明了用于头颅诊断的X射线计算机断层摄影装置CT(Computer Tomograph)。CT的基本原理是根据人的头部截面的投影,经计算机处理来重建截面图像(即图像重建)。1975年,EMI公司又成功研制出全身用的CT装置,获得了人体各个部位鲜明清晰的断层图像。1979年,这项无损伤诊断技术获得了诺贝尔奖,说明它对人类作出了划时代的贡献。手部的CT图像如图1.8所示。与此同时,图像处理技术在许多应用领域受到广泛重视并取得了重大的开拓性成就,属于这些领域的有航空航天、生物医学工程、工业检测、机器人视觉、公安司法、武器制导、文化艺术等,使图像处理成为一门引人注目、前景远大的新型学科。美国科学家获得的首张宫颈癌活细胞三维图像如图1.9所示。

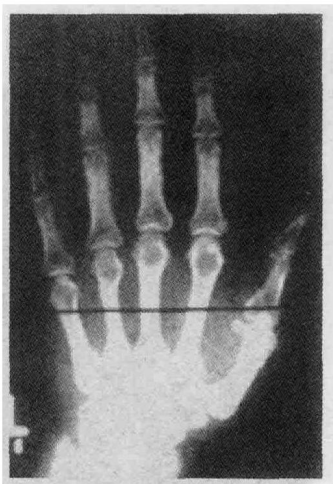


图1.8 手部的CT图像

成功实例3:中国利用嫦娥1号月球探测器首次成功地进行了探月工程。在这次探月工程中,获得了大量科学探测数据,科研人员利用星载CCD立体相机获取的探测数据,利用图像技术制作完成了我国首幅全月球影像图。中国首次探月工程的成功,为实施探月的第二期工程“落”——月面软着陆与月面巡视勘察,以及第三期探月工程“回”——月面巡视勘察与采样返回,打下了坚实的基础。我国发布的高清月球照片如图1.10所示。

图像处理是指将模拟图像通过采样、量化和编码转换成数字信号并利用计算机对其进行加工处理的过程。

图像处理是以像素为操作对象,主要研究图像之间的相互变换以改善图像的视觉效果,因此图像处理的目的是改善图像质量和视觉效果。图像处理是图像技术的像素级的低层操作,数据处理量庞大。

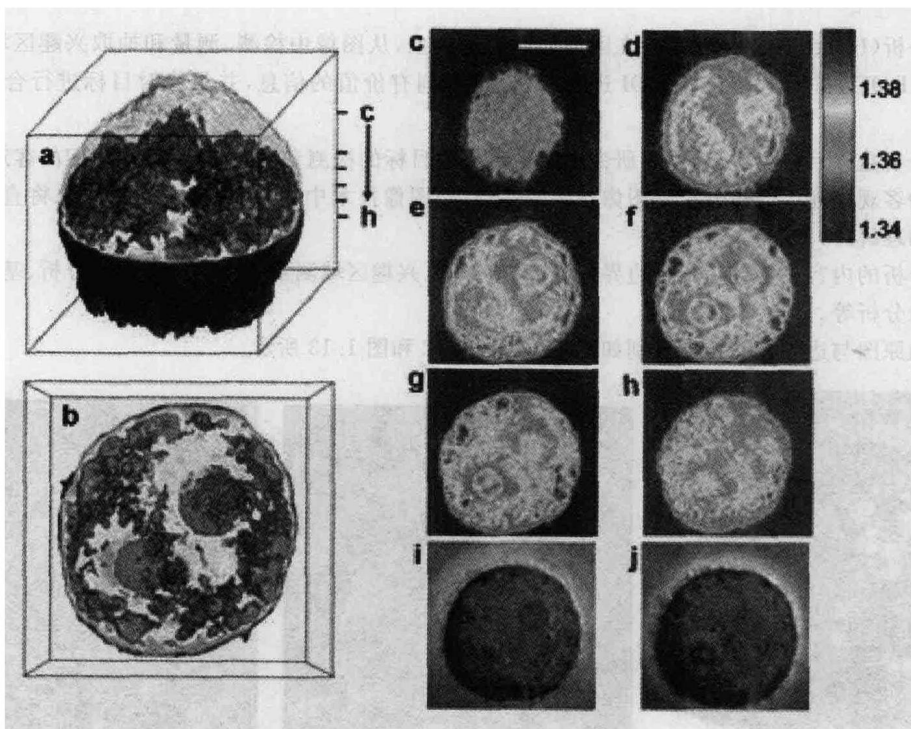


图1.9 美国科学家获得的首张宫颈癌活细胞三维图像

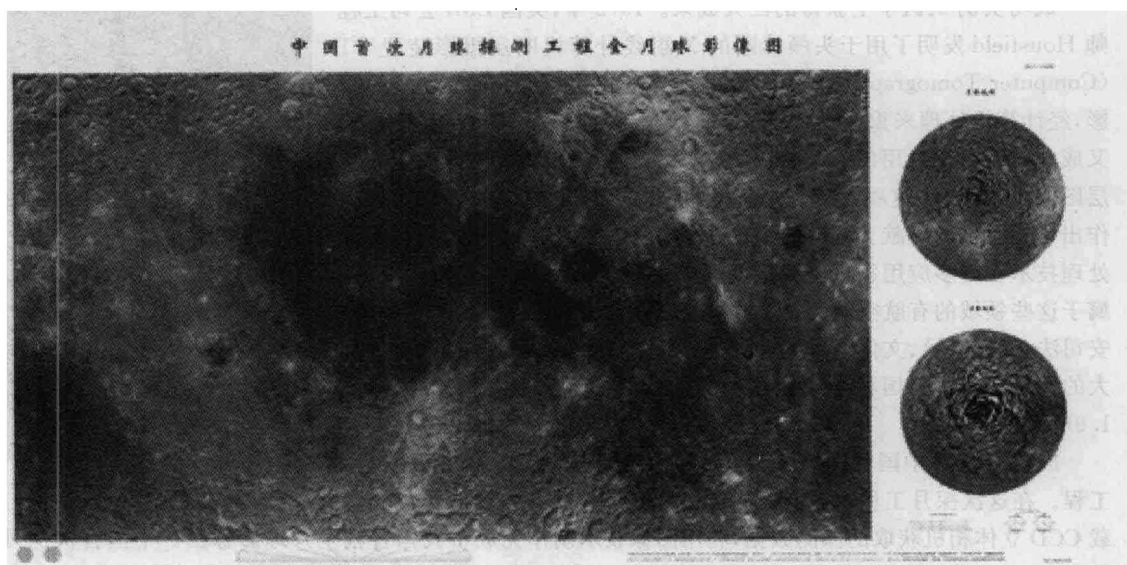


图 1.10 我国发布的高清月球照片

图像处理的内容主要包括图像编码、读取与显示、存储、变换(放大、缩小、旋转、平移)、增强、滤波、裁剪、填充、复原等。

1.1.4 图像分析

图像分析(Image Analysis)是指在图像处理的基础上,从图像中检测、测量和抽取感兴趣区域(Region of Interest, ROI),进而对获取的 ROI 进行分析,以得到有价值的信息,并最终对目标进行合理表达的过程。

图像分析是以目标为对象,主要研究图像中感兴趣目标的检测和测量,从而获得它们的客观信息,建立对图像的客观描述。图像分析是图像理解的基础,是图像技术中间层,图像分析的结果将直接影响最终对图像的理解。

图像分析的内容主要包括图像边界检测、阈值分割、感兴趣区域测量、纹理分析、形状分析、基于数学形态学的图像分析等。

图像的原图与边界检测结果分别如图 1.11、图 1.12 和图 1.13 所示。

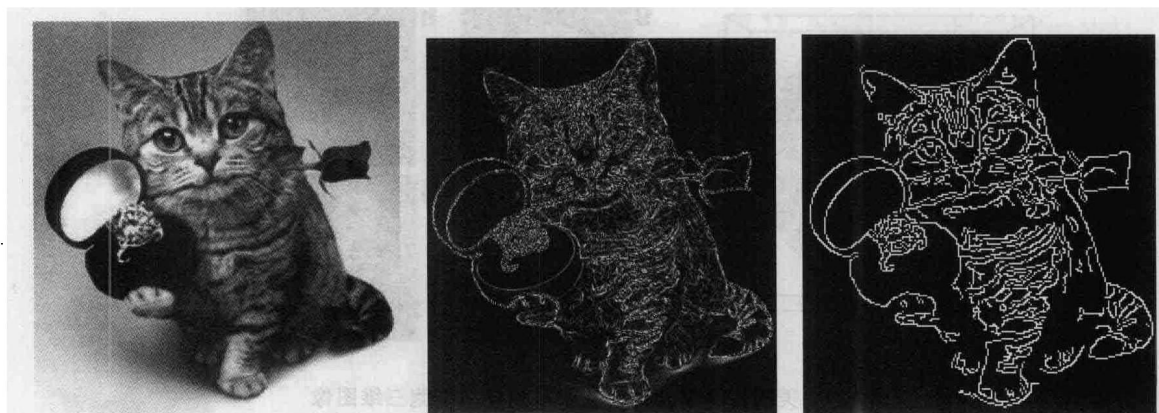


图 1.11 小猫原图

图 1.12 Prewitt 边界

图 1.13 Canny 边界

图像的 ROI、直方图和 ROI 分析分别如图 1.14、图 1.15 和图 1.16 所示。

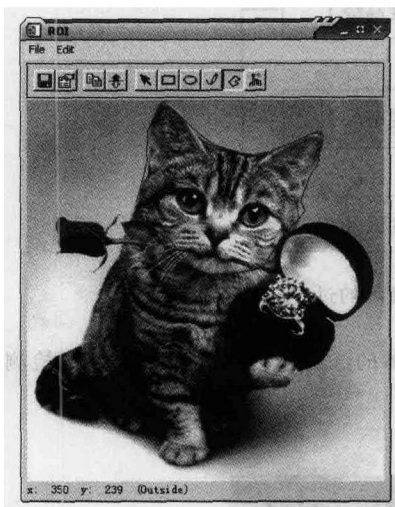


图 1.14 图像的 ROI

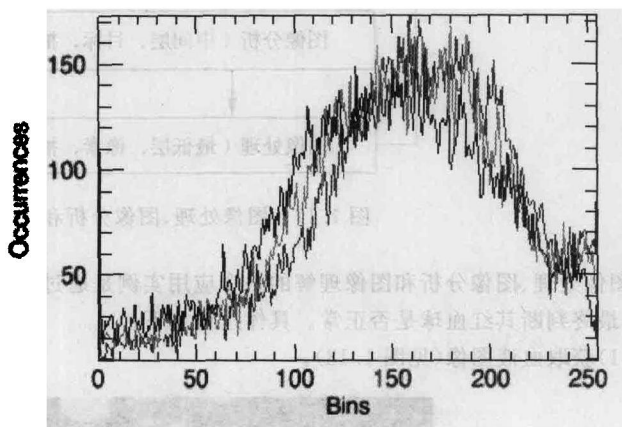


图 1.15 直方图

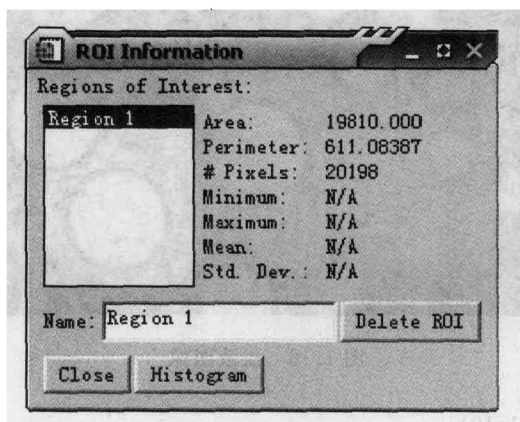


图 1.16 图像的 ROI 分析

1.1.5 图像理解

随着计算机技术、人工智能和思维科学研究的迅速发展,图像处理和图像分析快速向更高和更深的层次发展,并开始研究如何利用计算机系统解释图像,实现类似人类视觉系统理解外部世界,即图像理解(计算机视觉)。目前很多国家已经投入大量的人力和物力到图像理解的研究之中,并取得了许多重要的研究成果。

图像理解(Image Understanding)是指在图像处理和分析的基础上,分析研究图像中目标的特征以及目标之间的联系,从而做到对图像的正确理解,并最终作出合理的决策。

图像理解是以符号为操作对象,主要分析和理解图像处理和图像分析的结果,并且得出对原始图像的客观、正确、合理的理解和解释。图像理解是人们通过图像理解客观世界的理论保证和依据,是图像技术的最高层,对图像理解的程度将直接影响人们最终对客观世界的认识和理解,同时也直接影响着人们的决策。图像理解的研究内容主要是基于目标的图像检索、模式识别、知识的获取与表达等。

图像处理、图像分析和图像理解的过程如图 1.17 所示。

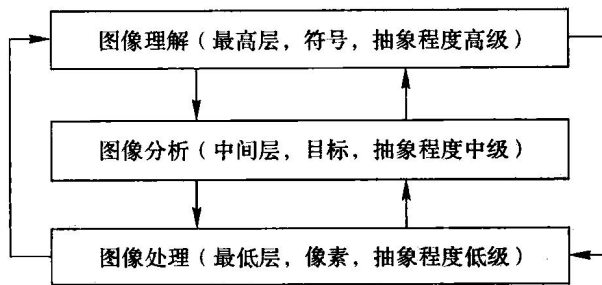


图 1.17 图像处理、图像分析和图像理解的过程

图像处理、图像分析和图像理解的一个应用实例是通过对人体的红血球数量、形状和大小的检测与分析,最终判断其红血球是否正常。具体过程如下:

(1)获取血液图像(见图 1.18)。

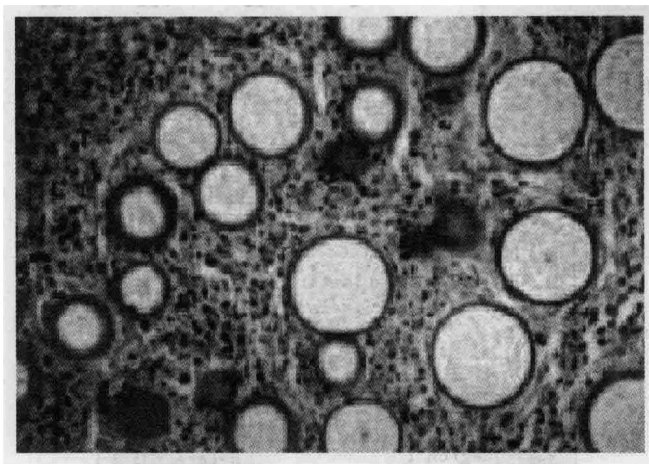


图 1.18 血液图像

(2)图像的二值化(见图 1.19)。

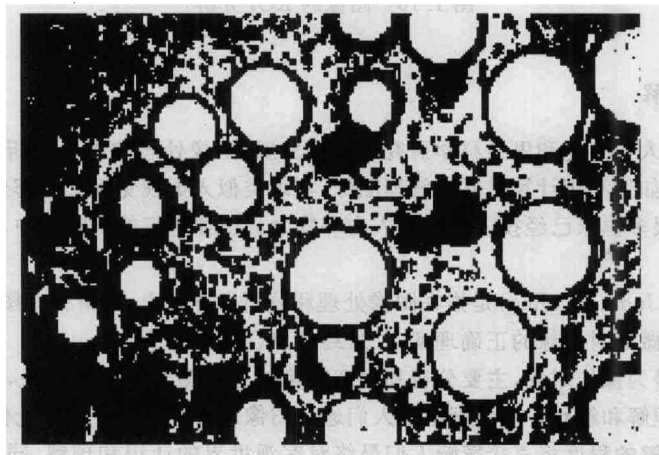


图 1.19 图像的二值化

(3)通过图像分割,获取红血球目标(见图 1.20)。

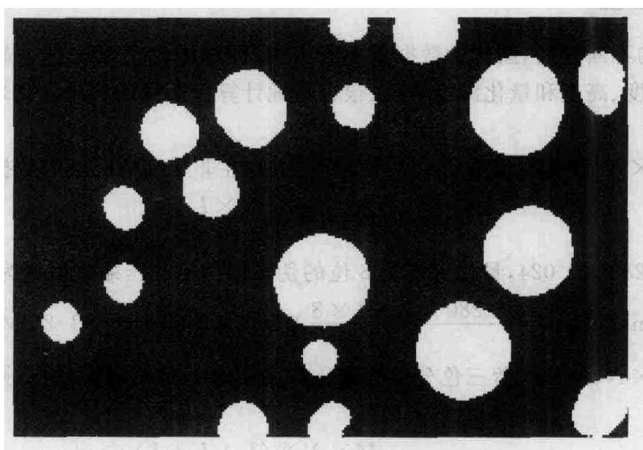


图 1.20 图像的分割

(4)对目标进行计数和 ROI 分析,得出目标的表达。

(5)把分析结果与正常红血球的指标(先验知识)进行对比。

(6)作出红血球是否正常的结论。

思考题:如果你看到马路上驶来了一辆悍马越野车,请利用图像处理、图像分析和图像理解技术,解释你是如何判断该汽车是“一辆‘悍马’越野车”的,并写出你的详细分析过程。

图像理解作为图像技术的最高层次,虽然在理论研究和应用技术上已经取得了可喜的进展,但是由于图像信息本身的随机性和复杂性,造成图像技术每前进一步均存在着很大的困难。再者,人类本身对自己的视觉系统还了解甚少,因此图像技术是有待人们进一步探索的新领域。

1.2 图像技术特点

图像技术的研究对象是图像,图像是景物(视觉实体、环境、情感)的再现,图像与文字相比更加直观(即百闻不如一见),因此图像技术的特点包括图像本身的特点以及对图像进行处理、分析和理解的技术特点,即精度高,信息量大,数据随机,方法灵活,内容丰富,工具齐全,学科融合,评价标准不统一。

1.2.1 图像精度

随着图像技术尤其是硬件技术的快速发展,图像的精度越来越高。在遥感图像技术逐渐成熟的今天,用于遥感(Remote Sensing, RS)、地理信息系统(Geography Information System, GIS)、全球定位系统(Global Position System, GPS)的合成孔径雷达技术(Synthetic Aperture Radar, SAR)可以获取较高分辨率的图像。

例如:一般图像的分辨率由 640×480 逐渐提高到 4096×2048 或者更高。SAR 图像的分辨率由 5000×5000 (参考图像 ImageAirField.jpg) 逐渐提高到 10000×10000 或者更高。

提示:SAR 图像的一个像素对应于地面的 $10\text{ M} \times 10\text{ M}$ 或者 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 等。

总之,图像的数字化精度基本上可以达到满足任意的应用需求。

思考题 1:在看电视时,有时会出现这样的画面:一个人物画面,它的面部出现了马赛克,请分析该画面所使用的图像处理技术。

思考题 2:对于同一幅数字图像,如果采用不同的分辨率(例如: 8×8 , 16×16 , 64×64 , 256×256),请对比其清晰程度。