



Digital Image Processing
and Application in
Engineering

数字图像处理及
在工程中的应用

姚峰林 著

数字图像处理及在工程中的应用

姚峰林 著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要内容包括数字图像处理概述、数字图像处理系统、图像频域变换、图像增强、图像分割、图像特征提取与分析、Matlab 图像处理在工程中的应用等内容。书中使用理论与实践相结合的方法,先介绍理论基础知识再使用 Matlab 语言来实现数字图像处理,使人更容易理解数字图像处理方法和理论,不用投入更多的精力在数字图像处理中大量的数据输入、输出问题,书中加入了大量的实验实例,以及实验结果图片,使读者对理论和方法的理解有很大的帮助。全书深入浅出、图文并茂,文字描述简单易懂。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理及在工程中的应用 / 姚峰林著. —北京: 北京理工大学出版社,
2014.4

ISBN 978-7-5640-7897-3

I. ①数… II. ①姚… III. ①数字图像处理—Matlab 软件 IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 149080 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州皇家印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 10.5

字 数 / 244 千字

版 次 / 2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 48.00 元



责任编辑 / 杨 倩

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

序 言

随着世界经济全球化进程的明显加快,经济的迅猛发展已刻不容缓。有专家预言,21 世纪初将是国际跨国大公司大踏步进入经济市场的时期。计算机数字艺术作为人类创意与科技相结合的数字内容已经成为 21 世纪知识经济的核心产业。

图像是人类获取和交换信息的主要来源,因此,图像处理的应用领域必然涉及到人类生活和工作的方方面面。随着人类活动范围的不断扩大,图像处理的应用领域也将随之不断扩大。

随着计算机技术的发展,软硬件的进步使得数字图像处理成为可能,随着离散数学、人工智能、思维科学研究的迅速发展,使得数字图像处理向着更高、更深层次发展。

进入 21 世纪,数字图像处理技术在航空航天、生物医学、工业检测、机器人视觉、公安司法、军事制导、文化艺术等应用领域受到广泛重视并取得了重大的开拓性成就,使得数字图像处理成为一门引人注目、前景远大的新型学科。

本书主要内容包括数字图像处理概述、数字图像处理系统、图像频域变换、图像增强、图像分割、图像特征提取与分析、Matlab 图像处理在工程中的应用等内容。书中使用理论与实践相结合的方法,先介绍理论知识再使用 Matlab 语言来实现数字图像处理,使人更容易理解数字图像处理方法和理论,不用投入更多的精力在数字图像处理中大量的数据输入、输出问题,书中加入了大量的实验实例,以及实验结果图片,使读者对理论和方法的理解有很大的帮助。全书深入浅出、图文并茂,文字描述简单易懂。

本书在编写过程中,参考了国内外出版的大量文献及网站资料(这些资料在本书的参考文献中尽量列出,若有遗漏深表歉意),在此对本书所引用的文献的作者深表感谢。本书的内容也融入了作者在北京理工大学机电学院高世桥教授课题组所参与的科研成果和经验,这里对课题组的全体人员表示感谢。另外,本书的出版也得到了太原科技大学各位领导的支持和帮助,太原大学的赵婕老师帮助编写了第五章和完成部分程序的调试,西安交通大学的乔莎硕士帮助完成了第四章的编写,在此一并表示感谢。

最近几年,我有幸使用数字图像处理解决了工程应用中的一些问题,书中把我使用的方法写出来与大家分享,书中方法可能存在问题或不足,权当抛砖引玉。本书的读者对象主要是那些对数字图像处理技术进行研究或产品开发的技术人员。也可作为初学者提供一定的基础。

作 者

第 1 章 数字图像处理概述	(1)
1.1 图像和图像处理的基本概念	(1)
1.2 数字图像处理的发展	(2)
1.2.1 20 世纪 20 年代的数字传输	(2)
1.2.2 20 世纪 60 年代的数字计算机时代	(3)
1.2.3 20 世纪 60 年代至 80 年代	(3)
1.2.4 20 世纪 90 年代	(4)
1.3 数字图像处理模型及特点	(4)
1.3.1 数字图像处理的数学模型	(4)
1.3.2 数字图像处理的特点	(5)
1.4 数字图像处理的应用领域	(7)
1.5 图像处理的任务	(8)
1.6 数字图像处理的主要内容	(8)
1.6.1 图像数字化	(9)
1.6.2 图像增强	(9)
1.6.3 图像几何变换	(9)
1.6.4 图像复原	(9)
1.6.5 图像重建	(9)
1.6.6 图像隐藏	(10)
1.6.7 图像变换	(10)
1.6.8 图像编码	(10)
1.6.9 图像分析	(10)
第 2 章 数字图像处理系统	(12)
2.1 图像处理系统构成	(12)
2.1.1 图像处理系统构成	(12)
2.1.2 图像处理系统性能主要衡量指标	(13)
2.2 图像获取技术	(14)
2.2.1 图像采集系统	(14)
2.2.2 数字照相机	(15)
2.2.3 数字摄像机	(16)



2.2.4	图像采集卡	(16)
2.2.5	扫描仪	(16)
2.3	数字图像处理的其他设备	(17)
2.3.1	数字图像处理的存储设备	(17)
2.3.2	数字图像处理设备	(18)
2.3.3	数字图像处理输出设备	(18)
2.4	图像处理软件	(18)
2.5	常见图像存储格式	(19)
2.5.1	BMP 格式	(19)
2.5.2	PCX 图像格式	(20)
2.5.3	TIFF 图像格式	(20)
2.5.4	GIF 图像格式	(21)
2.5.5	JPEG 格式	(21)
2.6	Matlab 在图像处理中的应用	(22)
2.6.1	Matlab 图像处理工具箱	(22)
2.6.2	Matlab 图像处理初步	(23)
2.6.3	Matlab 图像类型	(24)
2.6.4	Matlab 图像类型转换	(26)
2.7	Matlab 图像的显示	(31)
2.7.1	标准图像显示技术	(32)
2.7.2	显示索引图像	(32)
2.7.3	显示灰度图像	(33)
2.7.4	显示二进制位图	(33)
2.7.5	显示 RGB 图像	(33)
2.7.6	显示图形文件中的图像	(34)
2.7.7	特殊图像显示技术	(34)
2.7.8	图像显示中的常见问题	(38)
第 3 章	图像频域变换	(39)
3.1	傅立叶变换	(39)
3.1.1	连续函数的傅立叶变换	(39)
3.1.2	离散函数的傅立叶变换	(40)
3.2	二维离散傅立叶变换 (DFT)	(41)
3.2.1	二维连续傅立叶变换	(41)
3.2.2	二维离散傅立叶变换	(41)
3.2.3	二维离散傅立叶变换的性质	(42)
3.2.4	数字图像的二维傅立叶变换	(44)
3.2.5	快速傅立叶变换的应用	(46)
3.3	二维离散余弦变换 (DCT)	(48)
3.3.1	一维离散余弦变换	(48)
3.3.2	二维离散余弦变换	(49)



3.3.3 离散余弦变换的 Matlab 实例	(50)
3.4 二维离散沃尔什-哈达玛变换 (DWT-DHT)	(51)
3.4.1 一维离散沃尔什变换	(52)
3.4.2 二维离散沃尔什变换	(53)
3.4.3 哈达玛变换	(54)
3.5 卡胡南-列夫变换 (K-L 变换)	(57)
3.5.1 K-L 变换的定义	(57)
3.5.2 K-L 变换的性质	(58)
3.6 Radon 变换	(58)
3.6.1 Radon 变换原理	(58)
3.6.2 Matlab 提供的 Radon 变换函数	(59)
3.7 小波变换	(61)
3.7.1 传统变换方法的局限性	(61)
3.7.2 连续小波变换	(62)
3.7.3 小波变换在图像处理方面的应用及实现	(66)
第 4 章 图像增强	(69)
4.1 图像增强概述	(69)
4.2 空间域单点增强	(70)
4.2.1 灰度级校正	(70)
4.2.2 灰度变换	(71)
4.2.3 灰度直方图变换	(73)
4.3 平滑	(74)
4.3.1 图像中的噪声模型	(75)
4.3.2 邻域平均法	(76)
4.3.3 中值滤波	(78)
4.3.4 边界保持类滤波	(80)
4.4 锐化	(81)
4.4.1 梯度锐化法	(81)
4.4.2 拉普拉斯算子 (Laplacian) 法	(83)
4.4.3 高通滤波	(85)
4.4.4 其他锐化算子	(87)
第 5 章 图像分割	(89)
5.1 概述	(89)
5.2 像素的邻域和连通性	(90)
5.3 灰度阈值分割法	(91)
5.3.1 全局阈值分割	(93)
5.3.2 自适应阈值分割	(95)
5.4 边缘检测算子	(96)
5.4.1 Roberts 算子	(97)
5.4.2 Prewitt 算子	(97)



5.4.3	Sobel 算子	(97)
5.4.4	Laplacian of Gaussian 算子 (LOG)	(99)
5.5	方向算子	(100)
5.5.1	Kirsch 算子	(100)
5.5.2	Canny 算子	(101)
5.5.3	边缘跟踪	(102)
5.6	霍夫变换	(103)
5.6.1	基本原理	(103)
5.6.2	实现步骤	(104)
5.7	区域分割	(106)
5.7.1	区域生长	(106)
5.7.2	分裂合并算法	(108)
第 6 章	图像特征提取与分析	(110)
6.1	概述	(110)
6.2	颜色视觉和色度图	(111)
6.2.1	三基色	(111)
6.2.2	颜色模型	(113)
6.2.3	颜色模型转换	(116)
6.3	颜色特征描述	(117)
6.3.1	简单灰度特征	(118)
6.3.2	颜色直方图	(118)
6.3.3	颜色矩特征	(118)
6.3.4	颜色集	(119)
6.3.5	颜色相关矢量	(119)
6.4	形状特征描述	(120)
6.4.1	几个基本概念	(120)
6.4.2	区域内部空间域分析	(122)
6.5	区域内部空间域分析	(125)
6.5.1	区域的测量	(125)
6.5.2	区域内部变换分析的矩分析法	(125)
6.5.3	区域边界的形状特征链码描述	(127)
6.5.4	区域边界的形状特征描述	(129)
6.6	图像的纹理分析技术	(132)
6.6.1	纹理分析概念	(132)
6.6.2	空间灰度共生矩阵	(133)
6.6.3	熵和能量	(134)
6.6.4	纹理分析的自相关函数法	(135)
第 7 章	数字图像处理在工程中的应用	(136)
7.1	基于图像处理的塔式起重机振动测试	(136)
7.1.1	工程应用背景	(136)



7.1.2 塔式起重机的振动·····	(137)
7.1.3 基于图像处理的振动测量架构·····	(137)
7.1.4 图像处理算法·····	(138)
7.1.5 数据的处理·····	(139)
7.1.6 实验结果与有限元结果对比·····	(142)
7.2 基于灰度特征和高速摄影的微陀螺振动的动态测试·····	(143)
7.2.1 工程应用背景·····	(143)
7.2.2 基于高速摄影的 MEMS 振动动态测试系统·····	(144)
7.2.3 检测系统关键算法·····	(144)
7.2.4 频域算法·····	(146)
7.2.5 实验结果·····	(147)
7.3 基于 SURF 和高速摄影的微陀螺振动的动态测试·····	(148)
7.3.1 可用的检测算法·····	(148)
7.3.2 Mean Shift 算法·····	(149)
7.3.3 SURF 算法·····	(150)
7.3.4 微陀螺振动模态的时域解·····	(152)
7.3.5 频域算法·····	(152)
7.3.6 实验结果·····	(152)
参考文献·····	(154)

第1章

数字图像处理概述

随着人类社会的进步和科学技术的发展，人们对信息处理和信息交流的要求越来越高。图像信息具有直观、形象、易懂和信息量大等特点，因此，它是人们日常生活中接触最多的信息种类之一。在现代社会生活中人类已经离不开图像。另外，随着计算机技术和互联网的发展，图像技术已经渗透到各个科技领域。近年来，图像信息处理已经得到一定的发展，但随着对图像处理要求的不断提高，应用领域不断扩大，图像理论也在不断提高、补充和发展。图像的处理已经从可见光谱扩展到红外、紫外等非可见光谱；从静止图像发展到运动图像；从物体的外部延伸到物体的内部，以及进行人工智能化的图像处理等。

1.1 图像和图像处理的基本概念

所谓“图”是物体投射或反射光的分布，“像”是人的视觉系统对图的接受在大脑中形成的印象或反映。因此，图像是客观和主观的结合。图像是客观对象的一种相似性的、生动性的描述或写真，是人类社会活动中最主要的信息源，或者说图像是客观对象的一种表示，它包含了被描述对象的有关信息。它是人们最主要的信息源，据统计，一个人获取的信息大约有 75% 来自视觉。俗话说“百闻不如一见”“一目了然”便是非常形象的例子，都反映了图像在信息传递中的独特效果。

图像从视觉特点来区分，分为：可见光图像和不可见光图像，如图 1.1 所示。其中可见光图像中包括照片、几何线条图、画和光学器件产生的图像。不可见光图像如红外成像、微波成像、X 光成像、超声波成像、 γ 射线成像和数学物理模型生成的图像，如温度、压力等的分布变化图。

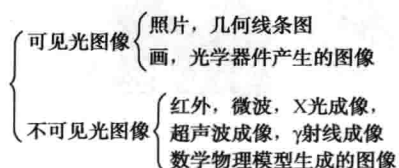


图 1.1 图像的种类



图像从图像空间坐标和明暗程度的连续性来区分,可分为:模拟图像、数字图像。模拟图像:图像是连续的,即用函数 $f(x,y)$ 表示的图像。其中 x,y 表示空间坐标点的位置, f 表示图像在点 (x,y) 的某种性质的数值,如:亮度、灰度、色度等。 $f(x,y)$ 可以是任意实数,用连续函数来描述。

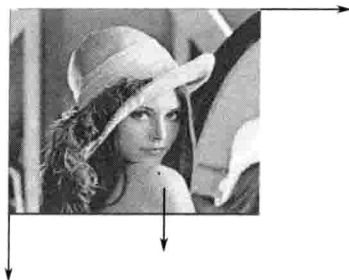


图 1.2 图像坐标系统示例

$I(r,c)$ 是对 $f(x,y)$ 离散化后的结果。 r 表示图像的行 (row), c 表示图像的列 (column); I 表示离散后的 f ; I 、 r 、 c 的值只能是整数。数字图像可用矩阵或数组进行描述。

图像处理可以分为模拟图像处理和数字图像处理。模拟图像处理是指实时光学 (实时、速度快) 但只是有限处理。例如:望远镜、显微镜、哈哈镜、透镜、胶片合成照相、凸透镜等这种光学变换相当于对图像的一种实时 FFT 变换。图像处理技术是随着计算机的处理速度和数据量增加发展起来的。数字图像处理就是利用计算机系统对数字图像进行各种目的的处理。

1.2 数字图像处理的发展

1.2.1 20 世纪 20 年代的数字传输

在人类发明计算机之前,由于通信和电子技术的限制,图像技术的发展较为缓慢,传输的图像大小和清晰度都受到了极大的限制。1921 年第一次通过海底电缆传输图像,用电报打印机采用特殊字符在编码纸带中产生的图像如图 1.3 (a); 1922 年在信号两次穿越大西洋后,从穿孔纸带得到的数字图像如图 1.3 (b); 1929 年从伦敦到纽约使用 15 吨色调设备传送的照片如图 1.3 (c),可以发现随着数字通信技术的进步,传送的图像质量越来越高。

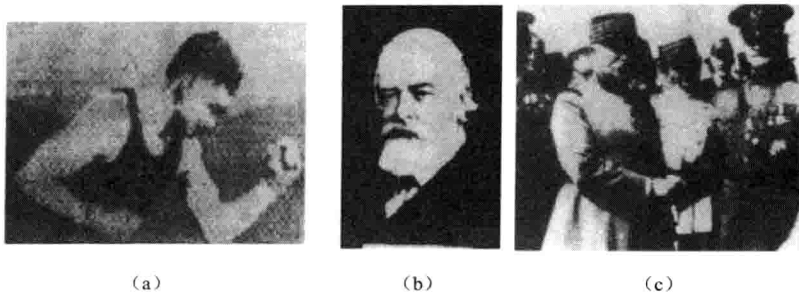


图 1.3 数字传输时代传送的图像

1.2.2 20 世纪 60 年代的数字计算机时代

1946 年第一台电子计算机自诞生后很长一段时间，由于速度慢、容量小，不能满足处理大数据量的图像处理技术，而主要用于数值计算。20 世纪 60 年代，由于第三代计算机的研制成功，以及快速傅立叶变换算法的发现与应用，才使得计算机在数字图像处理领域的某些应用得以实现。数字图像处理最早应用于航空和航天科技，也最先应用于空间探索。数字图像处理首次成功地应用在 1964 年美国宇航局喷气推进实验室（NASA JPL）对“徘徊者 7 号”探测器发来的几千张月球照片进行几何校正、灰度变换、去除噪声等处理，考虑了太阳位置和月球环境的影响，用计算机绘制了月球表面的照片。美国喷气推进实验室用计算机处理了美国航天器传送的第一张月球照片，摄取的图像如图 1.4 所示。

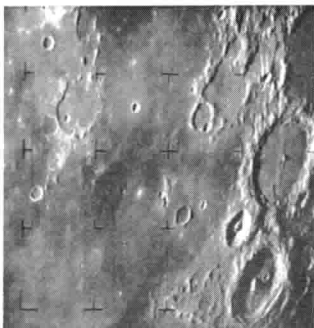


图 1.4 “旅行者 7 号”卫星摄取的图像

1.2.3 20 世纪 60 年代至 80 年代

随着离散数学理论的创立和完善，数字图像处理理论和方法进一步完善，数字图像处理应用范围更加广泛，开始用于医学图像、地球遥感、天文学等领域。图像处理技术在医学图像处理领域获得了极大的成功。Hounsfield 和 Cormack 因发明 CT（computed tomography，计算机 X 射线断层扫描技术）获得 1979 年诺贝尔医学和生理学奖。图 1.5 为螺旋锥形束 CT 和一幅心脏 CT 图像。

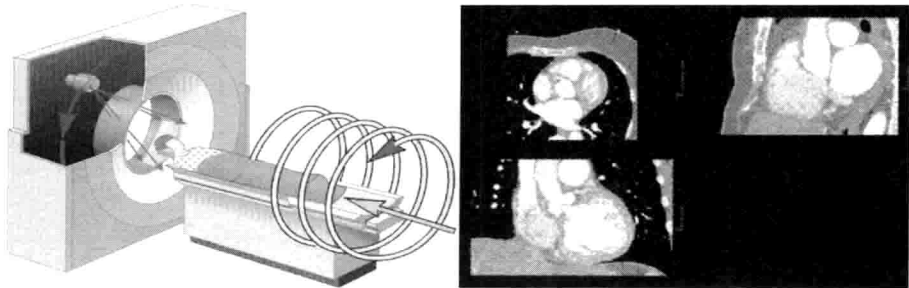


图 1.5 螺旋锥形束 CT 和心脏 CT 图像



1.2.4 20 世纪 90 年代

随着各种图像处理专用硬件迅速发展, 三维 (3D) 图像获取设备研制成功, 图像自动分析系统进入商业应用, 使得数字图像处理技术得到更为广泛的应用。90 年代以多媒体计算机技术为代表, 使图像处理出现了新的热点, 如图像信息的压缩、图像传输、图像数据库、虚拟现实等。总而言之, 经过几十年的发展, 数字图像处理技术不仅替代了人的部分工作, 而且延伸了人类的智能。目前在以下方面做出了显著的成绩。

(1) 从可见光谱扩展到各波段: 如遥感图像的多光谱处理、雷达波段的侧视雷达遥感图像处理、红外波段的图像处理 (如夜视仪、热像仪等)、超声图像处理等。

(2) 从静止图像到运动图像的处理: 如运动模糊图像的恢复、心脏搏动序列图像的处理、标的跟踪、巡航导弹的地形识别及瞄准等。

(3) 从物体的外部到物体的内部图像的处理: 如人体的无损检测设备 CT、MRI、宇航用密封零件的无损检测、海关用的集装箱不开箱检查等。

(4) 从整体到局部图像的处理 (AOI 技术): 有选择性地对人类感兴趣的局部图像进行处理, 灰度、颜色、频域都可以开窗口进行加工处理 (如放大、变换、校正等)。

(5) 提取图像特征的处理: 从图像中抽出感兴趣的区域、物体以特征的形式表现出来, 以识别、控制。

(6) 人工智能的图像处理: 用计算机去理解图像, 并进行景物分析, 即计算机视觉系统。如自动驾驶系统和机器人的视觉操纵系统等。

1.3 数字图像处理模型及特点

1.3.1 数字图像处理的数学模型

一幅数字图像可描述为如下模型: 在数字图像领域, 将图像看成是许多大小相同、形状一致的像素 (picture element, 简称 pixel) 组成, 如图 1.6 所示。一幅图像可以用二维矩阵加以表示, 如图 1.7 所示。

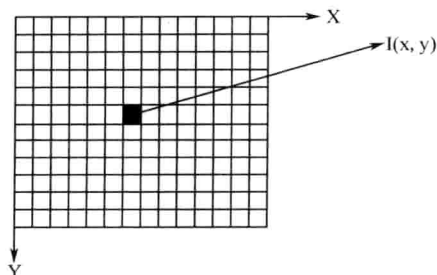


图 1.6 数字图像数学模型

数字矩阵中 f 代表该像素彩色或灰度值, 脚码代表像素的坐标位置, 与矩阵的定义相类似, 其中第一个脚标代表行 (row) 值, 第二个脚标代表列 (column) 值。

$$\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1N} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f_{M1} & f_{M2} & \cdots & f_{MN} \end{bmatrix}$$

图 1.7 数字图像的数字矩阵表示

举一个简单的例子来说,如图 1.8 所示的灰色图像可以用右边的矩阵的值来表示。也就是图像中第 1 行第 1 像素的灰度值为零,第 2 像素的灰度值为 150,第 3 像素的灰度值为 200, ...依此类推,可得到右边的矩阵。

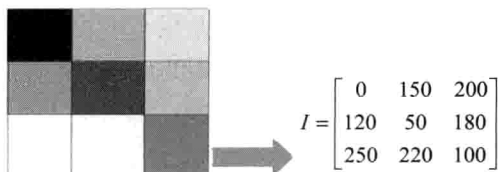


图 1.8 简单的灰色图像及其矩阵表示

但是当图像变得越大,这个矩阵就越复杂。如图 1.9 所示的一幅灰度图像,其内部一小部分的图像的矩阵就是一个 8×8 的矩阵,如果对整个图像来说,矩阵的数量就比较庞大了,所以数字图像处理中有大量的数据要进行计算和保存,对计算机的要求较高。

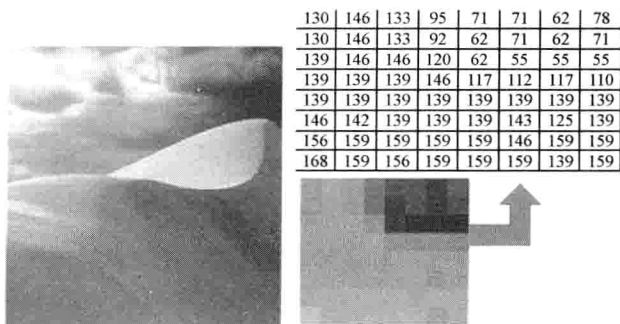


图 1.9 复杂的灰色图像及其矩阵表示

1.3.2 数字图像处理的特点

1. 数字信号处理技术的优势

数字图像处理由于其使用数字信号处理技术,可对图像进行“精细化”处理,达到像素级别的加工与再现,因而具有模拟信号所不能比拟的优势。主要体现在以下几个方面。

(1) 再现性好

数字图像处理与模拟图像处理的根本不同在于,它不会因图像的存储、传输或复制等一系列变换操作而导致图像质量的退化。只要图像在数字化时准确地表现了原稿,则数字图像处理过程始终能保持图像的再现。

(2) 精度高

按目前的技术,几乎可将一幅模拟图像数字化为任意大小的二维数组,这主要取决于图像数字化设备的能力。现代扫描仪可以把每个像素的灰度等级量化为 16 位甚至更高,这意味着



图像的数字化精度可以达到满足任一应用需求。对计算机而言,不论数组大小,也不论每个像素的位数多少,其处理程序几乎是一样的。换言之,从理论上讲不论图像的精度有多高,处理总是能实现的,只要在处理时改变程序中的数组参数就可以了。回想一下图像的模拟处理,为了要把处理精度提高一个数量级,就要大幅度地改进处理装置,这在经济上是极不合算的。

(3) 适用面宽

数字图像处理的图像可以来自多种信息源,它们可以是可见光图像,也可以是不可见的波谱图像(例如 X 射线图像、射线图像、超声波图像或红外图像等)。从图像反映的客观实体尺度看,可以小到电子显微镜图像,大到航空照片、遥感图像甚至天文望远镜图像。这些来自不同信息源的图像只要被变换为数字编码形式后,均是用二维数组表示的灰度图像组合而成(彩色图像也是由灰度图像组合成的,例如 RGB 图像由红、绿、蓝三个灰度图像组合而成),因而均可用计算机来处理。即只要针对不同的图像信息源,采取相应的图像信息采集措施,图像的数字处理方法适用于任何一种图像。

(4) 灵活性高

图像处理大体上可分为图像的像质改善、图像分析和图像重建三大部分,每一部分均包含丰富的内容。由于图像的光学处理从原理上讲只能进行线性运算,这极大地限制了光学图像处理能实现的目标。而数字图像处理不仅能完成线性运算,而且能实现非线性处理,即凡是可以数学公式或逻辑关系来表达的一切运算均可用数字图像处理实现。

2. 数字信号处理技术的劣势

由于数字图像处理加工和处理的是二维信息,由于信息量大,因此也有其局限性。主要体现在以下几个方面:

(1) 对硬件要求高

目前,数字图像处理的信息大多是二维信息,处理信息量很大。如一幅 256×256 低分辨率黑白图像,要求约 64kbit 的数据量;对高分辨率彩色 512×512 图像,则要求 768kbit 数据量;如果要处理 30 帧/秒的电视图像序列,则每秒要求 500kbit~22.5Mbit 数据量。因此,对计算机的计算速度、存储容量等要求较高。

(2) 数字图像处理占用的频带较宽

与语言信息相比,占用的频带要大几个数量级。如电视图像的带宽约 5.6MHz,而语音带宽仅为 4kHz 左右。所以在成像、传输、存储、处理、显示等各个环节的实现上,技术难度较大,成本亦高,这就对频带压缩技术提出了更高的要求。

在图像画面上,经常有很多像素有相同或接近的灰度。就电视画面而言,同一行中相邻两个像素或相邻两行间的像素,其相关系数可达 0.9 以上,而相邻两帧之间的相关性比帧内相关性一般说还要大些。因此,图像处理中信息压缩的潜力很大。

(3) 数字图像处理技术综合性强

由于图像是三维景物的二维投影,一幅图像本身不具备复现三维景物的全部几何信息的能力,很显然三维景物部分信息在二维图像画面上是反映不出来的。因此,要分析和理解三维景物必须作合适的假定或附加新的测量,例如,双目图像或多视点图像。在理解三维景物时需要知识导引,这也是人工智能中正在致力解决的知识工程问题。

数字图像处理后的图像一般是给人观察和评价的,因此受人的因素影响较大。由于人的视觉系统很复杂,受环境条件、视觉性能、人的情绪爱好以及知识状况影响很大,作为图像

质量的评价还有待进一步深入的研究。另一方面,计算机视觉是模仿人的视觉,人的感知机理必然影响着计算机视觉的研究。例如,什么是感知的初始基元,基元是如何组成的,局部与全局感知的关系,优先敏感的结构、属性和时间特征等,这些都是心理学和神经心理学正在着力研究的课题。

1.4 数字图像处理的应用领域

数字图像处理技术最早的目的是改善人类分析判断时采用的图像信息,随着计算机技术与人工智能技术的发展,主要目的演变为处理自动装置感受的景物数据,如图 1.10 所示。也就是计算机视觉技术和模式识别技术。数字图像处理技术已应用到生产和生活的方方面面。

1) 文字档案:文字识别、过期档案复原、邮件分拣、支票、签名辨伪、办公自动化;

2) 生物医学:红白血球计数、染色体分析、X 光、血管造影、B 超、CT、MRI (Magnetic Resonance Imaging, 磁共振成像)、PET 图像分析 (Positron Emission Tomography, 正电子发射型计算机断层技术)、显微病理、医学手术模拟规划、远程医疗、 γ 刀与 χ 刀、脑外科等也都离不开图像。

3) 遥感测绘:太空探测、航天器交会对接、矿藏勘探、资源探测、气象预报、自然灾害监测、农业普查、森林覆盖计算、水利工程等的客观估计、计算。

4) 工业生产:工业检测、工业探伤、自动生产流水线监控、移动机器人、无损探测、金相分析、印刷板质量检验、精细印刷品缺陷检测、X 线控探伤检查、三维测量(定位、尺寸和形状测量)。

5) 军事公安:雷达图像分析、巡航导弹路径规划/制导、无人机飞行、炮弹弹末制导,使其精确打击目标;罪犯脸形合成、识别、指纹、掌纹、虹膜等识别;印章的鉴定识别等。

6) 交通管理:航空管理、公路交通管理、汽车牌照识别。

7) 生活和娱乐:可视电话、电视会议、远程教育、网络电视、视频点播、照片处理、网页动画制作等。

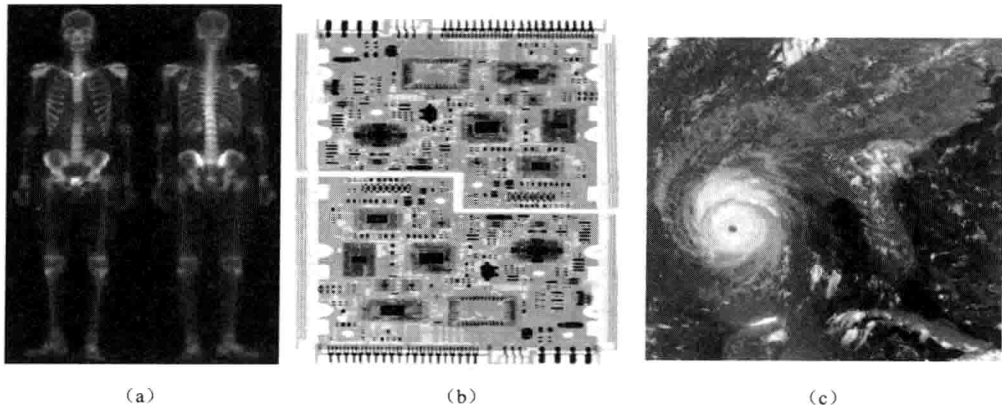


图 1.10 图像处理应用的实例

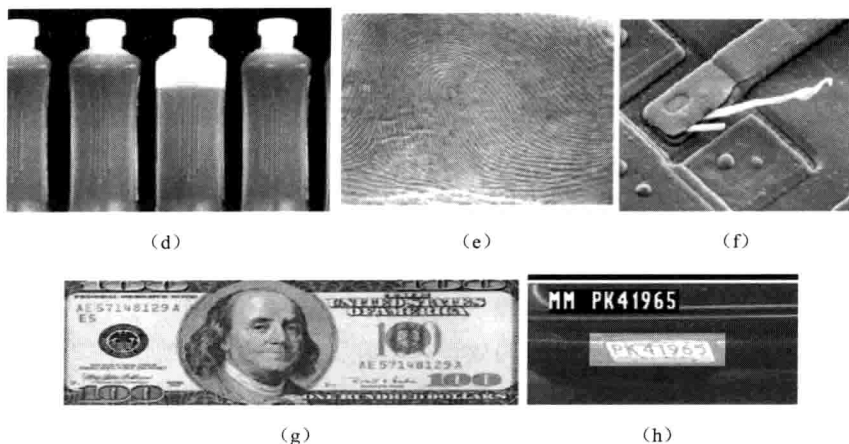


图 1.10 图像处理应用的实例（续）

(a) 胸部 X 射线图像；(b) 电路板；(c) 飓风图像；(d) 瓶子；(e) 指纹；(f) 损坏的集成电路放大 2500 倍；
(g) 纸币；(h) 车牌识别

1.5 图像处理的任务

一般地，图像处理中需要完成以下一个或几个任务：①提高图像的视觉质量以提供人眼主观满意或较满意的效果。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。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。⑤信息安全的需要。

数字图像处理的三个层次包括：

1) 图像处理：对图像进行各种加工，以改善图像的视觉效果；强调图像之间进行的变换；图像处理是一个从图像到图像的过程。

2) 图像分析：对图像中感兴趣的目标进行提取和分割，获得目标的客观信息（特点或性质），建立对图像的描述；以观察者为中心研究客观世界；图像分析是一个从图像到数据的过程。

3) 图像理解：研究图像中各目标的性质和它们之间的相互联系；得出对图像内容含义的理解及原来客观场景的解释；以客观世界为中心，借助知识、经验来推理、认识客观世界，属于高层操作（符号运算）。

可见，图像处理、图像分析和图像理解处在三个抽象程度和数据量各有特点的不同层次上。图像处理是比较低层的操作，它主要在图像像素级上进行处理，处理的数据量非常大。图像分析则进入了中层，分割和特征提取把原来以像素描述的图像转变成比较简洁的非图像形式的描述。图像理解主要是高层操作，基本上是对从描述中抽象出来的符号进行运算，其处理过程和方法与人类的思维推理有许多类似之处。

1.6 数字图像处理的主要内容

数字图像处理的主要研究内容，根据其主要的处理流程与处理目标大致可以分为图像信息的描述、图像信息的处理、图像信息的分析、图像信息的编码以及图像信息的显示等几个方面。