

➤ 高等学校应用型本科“十三五”规划教材



HALCON 数字图像处理



刘国华 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

HALCON 数字图像处理

刘国华 编著



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书在讲述图像处理技术的基本原理和方法的基础上,全面、系统地介绍了 HALCON 软件在图像处理技术方面的应用,以 HALCON 作为编程工具,介绍了各种图像处理方法的理论和应用实例,使读者能更好地学习和掌握数字图像处理的 HALCON 程序实现方法。

全书分为 12 章,内容包括:HALCON 介绍、数字图像基础、HALCON 图像处理基础、HALCON 数据结构、图像运算、图像增强、图像分割、图像匹配、数学形态学、标定、HALCON 相关实例、HALCON 混合编程等。在每一章的结尾都附有本章小结和习题,提供教学或自学练习,以便加深读者对本书所述内容的理解。

本书深度适中,内容力求精练,可作为高等学校电子信息工程、通信与信息工程、计算机科学与技术、控制科学与技术等专业本科生与研究生的教学参考书,也可供图像处理、模式识别、遥感、生物工程、医学成像等相关领域的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

HALCON 数字图像处理/刘国华编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2018.5

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4874 - 3

I. ① H… II. ① 刘… III. ① 数字图像处理

IV. ① TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 037072 号

策划编辑 秦志峰

责任编辑 宁晓蓉

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21

字 数 499 千字

印 数 1~2000 册

定 价 49.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4874 - 3/TN

XDUP 5176001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

前言

QIANYAN

图像处理与机器视觉(Machine Vision)是当今计算机科学中的一个热门研究方向,它应用广泛,发展前景乐观。近年来,伴随着人工智能、模式识别学科的飞速发展,图像处理相关技术的研究正不断升温——从日常生活中与人类息息相关的光学字符识别(OCR)和汽车自动驾驶,到人机智能交互领域中的人脸识别等,机器视觉已成为许多机器和生产线的一部分。图像处理作为机器视觉研究中必不可少的预处理环节,是读者需要掌握的首要技术。

HALCON 作为逐渐被广泛使用的机器视觉软件,用户可以利用其开放式结构快速开发图像处理和机器视觉软件。它源自学术界,有别于市面一般的商用套装软件。事实上,它是一套图像处理库(Image Processing Library),由一千多个各自独立的函数以及底层的资料管理核心构成,其应用范围涵盖医学、遥感探测、监控以及工业上的各类自动化检测。近年来,机器视觉检测技术得到了迅速发展,这种技术具有可以“取代人眼”,对重复工作不会疲劳,精度高且稳定的特质,促成了高科技产业特别是电子业产能的大幅提升。

在撰写本书过程中,作者结合近年来教学实践及科研的心得体会,并参考大量相关文献,概况地描述了图像处理理论和技术所涉及的各个分支,内容包括:数字图像基础、图像运算、图像增强、图像分割、图像匹配、数学形态学、标定,同时从工程应用的角度,讲述了 HALCON 图像处理基础、HALCON 数据结构、HALCON 混合编程等技术和方法。在本书中,尽可能地给出了必要的基本知识,深入浅出,尽量定性地去描述;同时,重点给读者呈现了 HALCON 的编程技巧及突出 HALCON 数字图像处理技术的应用实践,并引导读者掌握 HALCON 的编程方法,培养读者的思维方法,在解决实际问题中能有自己的想法。

本书适用于大学二年级以上(具备必要的数学基础)相关专业的本科生、研究生,工作在图像处理和识别领域一线的工程技术人员,对于数字图像处理和机器视觉感兴趣的并且具备必要预备知识的所有读者。

本书由刘国华执笔，李涛、李金鑫、邓钊钊、孙宝佳参与编写工作进行程序实验，全书由刘国华负责统稿、定稿。在编写过程中，作者参考了大量书籍、资料、论文和网站文献，在此对原作者表示衷心的感谢。本书编写过程中，兰昕、冯郑舒怡、郑祥通、段建春等也参与了资料整理工作，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者
2017 年 11 月

目录 MULU

第 1 章 绪论	1	2.1.1 图像采样	26
1.1 图像和图像处理	1	2.1.2 图像量化	28
1.1.1 图像	1	2.1.3 抽样与量化参数的选择	29
1.1.2 数字图像	2	2.1.4 压缩编码	31
1.1.3 图像处理及其发展过程	3	2.2 数字图像的数值描述	31
1.2 数字图像处理的步骤和方法	5	2.3 直方图	33
1.3 数字图像处理系统的硬件组成	5	2.3.1 直方图的性质	33
1.4 数字图像处理技术的研究内容与应用领域	7	2.3.2 直方图的应用	34
1.4.1 数字图像处理技术的研究内容	7	2.4 数字图像的文件格式及参数	36
1.4.2 数字图像处理的主要应用领域	8	2.5 灰度图像的灰度级分辨率	37
1.4.3 数字图像处理技术的发展方向	11	2.6 图像像素间的关系	38
1.5 相关学科和领域	12	2.6.1 相邻像素	38
1.5.1 数字信号处理	12	2.6.2 邻接性、连通性、区域和边界	38
1.5.2 计算机图形学	12	2.6.3 像素间距测量	39
1.5.3 计算机视觉	12	2.7 线性与非线性的计算	40
1.6 HALCON 概述	13	本章小结	41
1.6.1 HDevelop 简介	13	习题	41
1.6.2 HALCON 功能及应用简介	14	第 3 章 HALCON 图像处理基础	42
1.6.3 HDevelop 图形组件	15	3.1 HALCON 控制语句	42
本章小结	22	3.1.1 条件语句	42
习题	23	3.1.2 循环控制语句	44
第 2 章 数字图像基础	24	3.1.3 中断语句	45
2.1 图像的数字化	24	3.2 算子	46
		3.2.1 算子及算子编辑窗口	46
		3.2.2 算子查询	48

3.2.3 算子编辑	48	5.1.5 图像逻辑运算(位操作)	118
3.2.4 算子更改	50	5.2 图像的几何变换	119
3.2.5 算子运行	50	5.2.1 图像几何变换的一般表达式	119
3.3 HALCON 图像处理入门	50	5.2.2 图像变换之仿射变换	121
3.3.1 HALCON 图像读取	50	5.2.3 投影变换	125
3.3.2 HALCON 图像显示	56	5.2.4 灰度插值	126
3.3.3 HALCON 图像转换	58	5.3 基于 HALCON 的图像校正	128
本章小结	60	本章小结	131
习题	60	习题	131
第 4 章 HALCON 数据结构	61	第 6 章 图像增强	132
4.1 HALCON Image 图像	61	6.1 图像增强的概念和分类	132
4.1.1 Image 的分类	61	6.2 灰度变换	133
4.1.2 Image 的通道	61	6.2.1 灰度变换的基础知识	133
4.2 HALCON Region 区域	66	6.2.2 线性灰度变换	134
4.2.1 Region 的初步介绍	66	6.2.3 分段线性灰度变换	136
4.2.2 Region 的点线	73	6.2.4 非线性灰度变换	138
4.2.3 Region 的行程	82	6.3 直方图处理	141
4.2.4 Region 的区域特征	85	6.3.1 灰度直方图的定义和性质	141
4.3 HALCON XLD 轮廓	93	6.3.2 直方图均衡化	144
4.3.1 XLD 的初步介绍	93	6.3.3 直方图规定化	148
4.3.2 XLD 的数据结构分析	95	6.4 图像的平滑	149
4.3.3 XLD 的特征分析	99	6.4.1 图像噪声	149
4.3.4 XLD 的回归参数	104	6.4.2 局部统计法	150
4.4 Handle 句柄	106	6.4.3 空域平滑法	151
4.5 Tuple 数组	107	6.4.4 中值滤波	153
本章小结	110	6.4.5 频域低通滤波	155
习题	110	6.5 图像的锐化	159
第 5 章 图像运算	111	6.5.1 一阶微分算子法	160
5.1 图像的代数运算	111	6.5.2 拉普拉斯算子法	163
5.1.1 图像加法	112	6.5.3 高通滤波法	165
5.1.2 图像减法	114	6.6 图像的彩色增强	168
5.1.3 图像乘法	116	6.6.1 真彩色增强	169
5.1.4 图像除法	116	6.6.2 伪彩色增强	169

6.6.3 假彩色增强	171	8.2.1 不变矩匹配法	210
本章小结	172	8.2.2 距离变换匹配法	212
习题	172	8.2.3 最小均方误差匹配法	214
第7章 图像分割	173	8.3 图像金字塔	218
7.1 阈值分割	173	8.4 Matching 助手	222
7.1.1 实验法	173	本章小结	227
7.1.2 根据直方图谷底确定阈值法	174	习题	227
7.1.3 迭代选择阈值法	175	第9章 数学形态学在图像处理中的应用	228
7.1.4 最小均方误差法	176	9.1 数学形态学预备知识	228
7.1.5 最大类间方差法	178	9.2 二值图像的基本形态学运算	229
7.2 边缘检测	180	9.2.1 腐蚀	229
7.2.1 边缘检测概述	180	9.2.2 膨胀	232
7.2.2 边缘检测原理	180	9.2.3 开、闭运算	233
7.2.3 边缘检测方法的分类	181	9.2.4 击中击不中变换	237
7.2.4 典型算子	181	9.3 二值图像的形态学应用	238
7.3 区域分割	189	9.3.1 边界提取	238
7.3.1 区域生长法	189	9.3.2 孔洞填充	240
7.3.2 分裂合并法	191	9.3.3 骨架	241
7.4 Hough 变换	193	9.3.4 Blob 分析	243
7.4.1 直线检测	193	9.4 灰度图像形态学	246
7.4.2 曲线检测	195	9.4.1 灰度腐蚀	246
7.4.3 任意形状的检测	195	9.4.2 灰度膨胀	248
7.5 动态聚类分割	197	9.4.3 灰度开、闭运算	249
7.5.1 K-均值聚类	198	9.4.4 顶帽变换与底帽变换	252
7.5.2 模糊 C-均值聚类	199	本章小结	254
7.6 分水岭算法	200	习题	254
本章小结	202	第10章 HALCON 相关实例和算法	255
习题	202	10.1 字符分割识别	255
第8章 图像匹配	203	10.2 条形码识别	257
8.1 基于像素的匹配	203	10.2.1 一维条形码识别及实例	258
8.1.1 归一化积相关灰度匹配	203	10.2.2 二维条形码识别及实例	261
8.1.2 序贯相似性检测算法匹配	205	10.3 去雾算法	264
8.2 基于特征的匹配	210		

10.3.1 去雾算法的概述	264	11.2.2 标定的内外参数	290
10.3.2 去雾算法的理论推导	265	11.3 HALCON 标定流程	291
10.4 三维匹配	269	11.4 HALCON 标定助手	296
10.4.1 基于形状的三维匹配	269	11.5 标定应用例程之二维测量	300
10.4.2 基于表面的三维匹配	272	本章小结	308
10.5 图像拼接	277	习题	308
10.6 创建新算子	282	第 12 章 HALCON 混合编程	309
本章小结	285	12.1 HALCON 与 VB 混合编程	309
习题	285	12.2 HALCON 与 .NET 混合编程	316
第 11 章 标定	286	12.3 HALCON 与 VC 混合编程	322
11.1 标定的目的	286	本章小结	326
11.2 标定理论	287	习题	326
11.2.1 坐标系的转换	287	参考文献	327

第1章 绪 论

1.1 图像和图像处理

1.1.1 图像

客观世界的景物在空间上经常是三维的,而一般情况下从客观世界获得的景物图像是二维的,因此一幅静态图像可用一个二维数组来描述。二维数组中的一个元素,表示的是二维空间中的一个坐标点,表示该点形成的影像的某种性质。图像既反映物体的客观存在,又体现人的心理因素;图像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。

图像与其他的信息形式相比,具有直观、具体、生动等诸多显著的优点,可以按照图像的存在形式、亮度等级和图像的光谱等对其进行分类。

1. 按照图像的存在形式分类

按照图像的存在形式分为可见图像和不可见图像,其中可见图像包括照片、形状线条图片等和透镜、光栅等成像的光图像;不可见图像包括红外、微波成像的不可见光成像和温度、压力等按数学模型生成的图像。

2. 按照图像的亮度等级分类

(1) 二值图像——只有黑白两种亮度等级的图像。

(2) 灰度图像——有多种亮度等级的图像。

按照图像的亮度等级分类如图 1-1 所示。



(a) 二值图像



(b) 灰度图像

图 1-1 按照图像的亮度等级分类

3. 按照图像的光谱分类

(1) 彩色图像——图像上的每个像素点有多于一个的局部特性。

(2) 黑白图像——每个像素点只有一个亮度值分量，如黑白照片、黑白电视画面等。按照图像的光谱分类如图 1-2 所示。



(a) 彩色图像



(b) 黑白图像

图 1-2 按照图像的光谱分类

4. 按照图像是否随时间变换分类

- (1) 静态图像——不随时间而变换的图像，如各种图片等。
- (2) 活动图像——随时间而变换的图像，如电影和电视画面等。

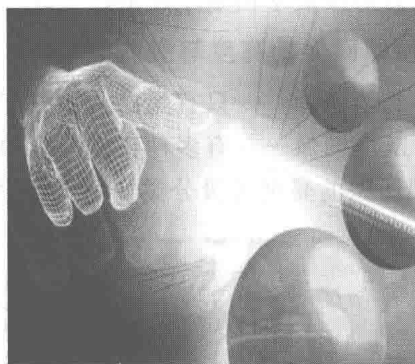
5. 按照图像所占空间和维数分类

- (1) 二维图像——平面图像，如照片等。
- (2) 三维图像——空间分布的图像，一般使用两个或者多个摄像头得到。

按照图像所占空间和维数分类如图 1-3 所示。



(a) 二维图像



(b) 三维图像

图 1-3 按照图像所占空间和维数分类

6. 按图像空间坐标和亮度(或色彩)的连续性分类

- (1) 模拟图像——空间坐标和亮度(或色彩)都是连续变化的图像。
- (2) 数字图像——空间坐标和亮度均不连续的、用离散数字(一般用整数)表示的图像。

1.1.2 数字图像

为了能够使用计算机与数字通信系统对图像进行加工处理，需要把连续的模拟图像信

号进行离散化(数字化),这种离散化包括坐标空间上的离散化(对 (x, y) 的值进行离散)和性质空间上的离散化(对图像灰度值 $f(x, y)$ 进行离散)。离散化后的图像就是数字图像。

1. 彩色图像

彩色图像是指由多种颜色组成的图像。任何彩色图像都可由红(Red, R)、绿(Green, G)、蓝(Blue, B)三种基本原色组成,通过三种颜色的不同组合,可以形成各种各样的颜色。

2. 灰度图像

灰度图像是指只有亮度差别,而没有颜色差别的图像,例如我们拍摄的黑白照片。当然,也可将一幅彩色图像转换为灰度图像,用 Y 代表亮度大小,则其转换式如下:

$$Y=0.229R+0.587G+0.114B$$

3. 二值图像

当灰度图像的灰度只有两个等级时,这种图像就叫做二值图像。可以只用“全黑”与“全白”两种方式对图像进行描述和记录。

二值图像所含的信息往往较少,占用存储空间也相应较少。但是,二值图像往往能够排除干扰,并获得对象的最突出点,如指纹图像的识别、文字的自动识别等。

1.1.3 图像处理及其发展过程

图像处理(Image Processing)就是对图像信息进行加工处理和分析,以满足人的视觉心理需要和实际应用或某种目的(如压缩编码或机器识别)的要求。图像处理可分为以下三类:模拟图像处理、数字图像处理、光电结合处理。其中,数字图像处理学科包含的内容是相当丰富的。根据抽象程度不同,数字图像处理可分为三个层次:图像处理、图像分析和图像理解,如图1-4所示。

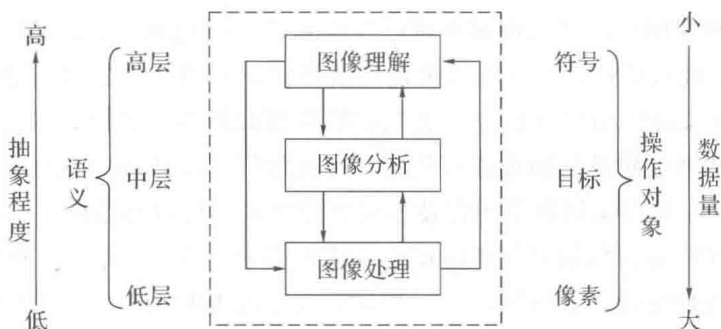


图 1-4 数字图像处理

数字图像处理最早出现于20世纪50年代,当时的电子计算机已经发展到一定水平,人们开始利用计算机来处理图形和图像信息。数字图像处理作为一门学科大约形成于20世纪60年代初期。早期的图像处理的目的是改善图像的质量,它以人为对象,以改善人的视觉效果为目的。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,常用的图像处理方法有图像增强、复原、编码、压缩等。首次成功获得实际应用是在1964年,

美国喷气推进实验室(JPL)对航天探测器徘徊者 7 号发回的几千张月球照片使用了几何校正、灰度变换、去除噪声等图像处理技术进行处理,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,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了更为复杂的图像处理,并获得了月球的地形图、彩色图及全景镶嵌图,获得了非凡的成果,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,如对火星、土星等星球的探测研究中,数字图像处理技术都发挥了巨大的作用。

数字图像处理取得的另一个巨大成就就是在医学上获得的成果。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,也就是我们通常所说的 CT(Computer Tomograph)。CT 的基本方法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,称为图像重建。

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,说明它对人类做出了划时代的贡献。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,如航空航天、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,图像处理成为一门引人注目、前景远大的新型学科。从 20 世纪 70 年代中期开始,随着计算机技术和人工智能、思维科学研究的迅速发展,数字图像处理向更高、更深层次发展。人们已开始研究如何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的过程,这被称为图像理解或计算机视觉。很多国家,特别是发达国家将更多的人力、物力投入这项研究,取得了不少重要的研究成果。其中代表性的成果是 20 世纪 70 年代末 MIT 的 Marr 提出的视觉计算理论,这个理论成为计算机视觉领域其后十多年的主导思想。图像理解虽然在理论方法研究上已取得不小的进展,但它本身是一个比较难的研究领域,存在不少困难,因为人类本身对自己的视觉过程还了解甚少,因此计算机视觉是一个有待人们进一步探索的新领域。

数字图像处理在国民经济的许多领域已经得到广泛的应用。农林部门通过遥感图像了解植物生长情况,进行估产,监视病虫害发展及治理;水利部门通过遥感图像分析获取水害灾情的变化;气象部门用以分析气象云图,提高预报的准确程度;国防及测绘部门使用航测或卫星获得地域地貌及地面设施等资料;机械部门可以使用图像处理技术自动进行金相图分析识别;医疗部门采用数字图像技术对各种疾病进行自动诊断。

数字图像处理在通信领域有特殊的用途及应用前景。传真通信、可视电话、会议电视、多媒体通信以及宽带综合业务数字网(B-ISDN)和高清晰度电视(HDTV)都采用了数字图像处理技术。

图像处理技术的应用与推广,使得为机器人配备视觉的科学预想转为现实,计算机视觉或机器视觉迅速发展。计算机视觉实际上就是图像处理加图像识别,要求采用十分复杂的处理技术,需要设计高速的专用硬件。

数字图像处理技术在国内外发展十分迅速,应用也非常广泛,但是就其学科建设来说还不成熟,还没有广泛适用的研究模型和齐全的质量评价体系指标,多数方法的适用性都随分析处理对象而各异。数字图像处理的研究方向是建立完整的理论体系。

1.2 数字图像处理的步骤和方法

1. 图像信息的获取

要获得能用计算机和数字系统处理的数字图像,其方法包括直接用数码相机、数码摄像机等输入设备来产生,以及利用扫描仪等转换设备将照片等模拟图像变成数字图像。

2. 图像信息的存储

无论是获取的数字图像,还是处理过程中的图像信息以及处理结果都要存储在计算机等数字系统里。按照存储信息的不同用途,可分为永久性存储和暂时性存储。

3. 图像信息的处理

图像信息的处理即数字图像处理,它是指用计算机或数字系统对数字图像进行的各种处理,以达到图像处理的目的。

4. 图像信息的传输

由于图像信息很大,图像信息传输中要解决的主要问题就是传输信道和数据量之间的矛盾。一方面要改善传输信道,提高传输速率;另一方面要对传输的图像信息进行压缩编码,以减少描述图像信息的数据量。

5. 图像的输出和显示

必须通过可视的方法进行图像的输出和显示。

1.3 数字图像处理系统的硬件组成

一个基本的数字图像处理系统由图像输入、图像存储、图像输出、图像通信、图像处理与分析五个模块组成,如图1-5所示。

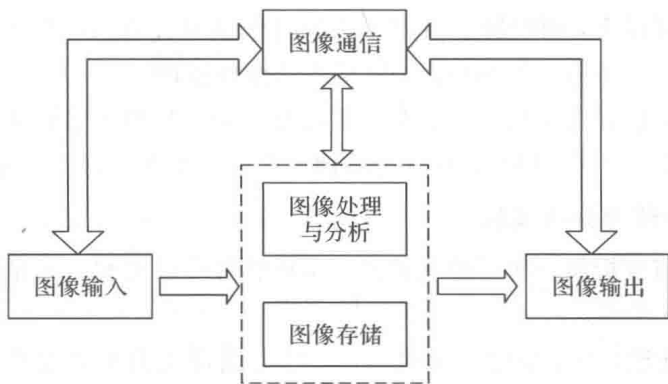


图 1-5 数字图像处理系统构成

1. 数字图像输入模块

图像输入也称图像采集或图像数字化,它是利用图像采集设备(如数码照相机、数码摄像机、工业相机等)来获取数字图像,或通过数字化设备将要处理的连续图像转换成适用于

计算机处理的数字图像。数字图像输入模块如图 1-6 所示。



图 1-6 数字图像输入模块

2. 数字图像存储模块

图像所包含的信息量非常大,因而存储图像也需要大量的空间。在计算机中,数据的最小单位是比特(bit),存储器的存储量常用字节(1 B=1 Byte=8 bit)、千字节(1 KB=1024 B)、兆字节(1 MB=1024 B×1024 B)、吉字节(1 G=1 MB×1024 B)等表示。

用于图像处理和数字图像存储器可分为三类:处理和分析过程中使用的快速存储器、在线或联机存储器、不经常使用的数据库(档案库)存储器。

3. 数字图像输出模块

在图像分析、识别和理解中,一般需要将处理前后的图像显示出来,以供分析、识别和理解,或将处理结果永久保存。图像的显示称为软拷贝或显示,使用的设备包括 CRT 显示器、液晶显示器和投影仪等;图像的永久保存称为硬拷贝,使用的设备包括照相机、激光拷贝和打印机等。

4. 数字图像通信模块

由于图像数据量很大,而能够提供通信的信道传输率又有限,这就要求在传输前必须对表示图像信息的数据进行压缩和编码,以减少图像数据量。

而实际的图像也包含大量的冗余信息,通过改变图像信息的表示形式,就可以达到消除冗余、减少数据量的目的。因此,在进行图像通信前要对图像进行压缩编码。

5. 数字图像处理与分析模块

数字图像处理与分析模块包括处理算法、实现软件和计算机,它是数字图像处理系统的核心,包括如下三种形式:

(1) 通用图像处理。对于功能要求灵活、图像数据量大但实时性要求不高的图像处理与分析算法可以在通用计算机上实现,也可以辅之以方便灵活的操作界面。

(2) 专用图像处理系统。对于 CT、核磁共振、彩色 B 超、机场安检等专用影像的处理,可采用能满足实际应用的专用计算机和专用图像处理算法等,来构成专用图像处理系统。

(3) 图像处理芯片。将许多图像处理功能集成在一个很小的芯片上,形成专用或通用的图像处理芯片。如富士通于 2006 年 8 月推出的 MB91683 图像处理芯片。

1.4 数字图像处理技术的研究内容与应用领域

1.4.1 数字图像处理技术的研究内容

数字图像处理主要研究的内容有以下几个方面。

1. 图像变换

由于图像阵列很大,直接在空间域中进行处理涉及的计算量很大。因此,往往采用各种图像变换的方法,如傅立叶变换、沃尔什变换、离散余弦变换等间接处理技术,将空间域的处理转换为变换域处理,这样不仅可减少计算量,而且可获得更有效的处理(如傅立叶变换可在频域中进行数字滤波处理)。

2. 图像编码压缩

图像编码压缩技术可减少描述图像的数据量(即比特数),以便节省图像传输、处理时间和减少所占用的存储器容量。压缩可以在不失真的前提下获得,也可以在允许的失真条件下进行。编码是压缩技术中最重要的方法,它是发展最早且比较成熟的图像处理技术。

3. 图像增强和复原

图像增强和复原的目的是为了提高图像的质量,如去除噪声、提高图像的清晰度等。图像增强不考虑图像降质的原因,突出图像中感兴趣的部分,如强化图像高频分量可使图像中物体轮廓清晰、细节明显;强化低频分量可减少图像中噪声影响。图像复原要求对图像降质的原因有一定的了解,一般应根据降质过程建立“降质模型”,再采用某种滤波方法恢复或重建原来的图像。

4. 图像分割

图像分割是数字图像处理中的关键技术之一。图像分割是将图像中有意义的特征部分提取出来,其有意义的特征有图像中的边缘、区域等,这是进一步进行图像识别、分析和理解的基础。虽然目前已研究出不少边缘提取、区域分割的方法,但还没有一种普遍适用于各种图像的有效方法。因此,对图像分割的研究还在不断深入之中,是目前图像处理中研究的热点之一。

5. 图像描述

图像描述是图像识别和理解的必要前提。对于最简单的二值图像,可采用其几何特性描述物体的特性;对于一般图像采用二维形状描述,它有边界描述和区域描述两类方法;对于特殊的纹理图像可采用二维纹理特征描述。随着图像处理研究的深入发展,已经开始进行三维物体描述的研究,提出了体积描述、表面描述、广义圆柱体描述等方法。

6. 图像分类(识别)

图像分类(识别)属于模式识别的范畴,其主要内容是图像经过某些预处理(增强、复原、压缩)后,进行图像分割和特征提取,从而进行判决分类。图像分类常采用经典的模式识别方法,有统计模式分类和句法(结构)模式分类,近年来新发展起来的模糊模式识别和人工神经网络模式分类在图像识别中也越来越受到重视。

1.4.2 数字图像处理的主要应用领域

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不断扩大。

1. 航天和航空技术方面的应用

数字图像处理技术在航天和航空技术方面的应用，是在飞机遥感和卫星遥感技术中。人们应用数字图像处理技术对通过卫星或飞机摄取的遥感图像进行处理和分析，以获取其中的有用信息，包括地形、地质、资源的勘察，自然灾害监测、预报和调查，环境监测、调查等，如图 1-7 所示。

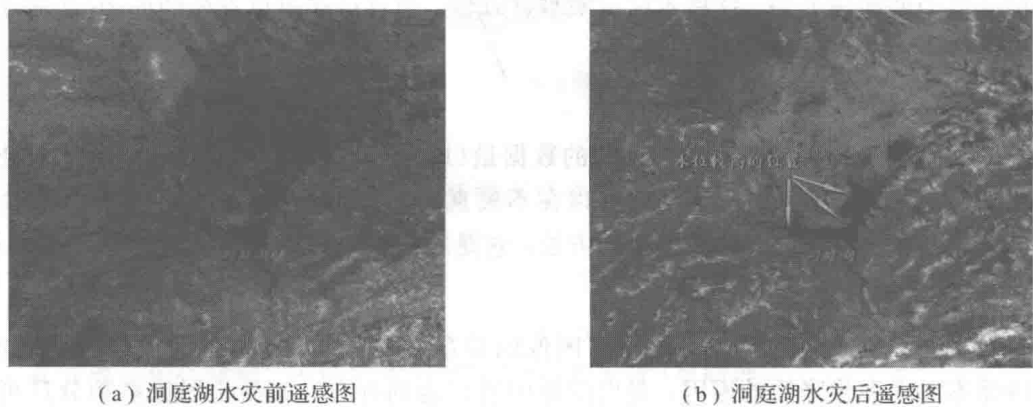


图 1-7 洞庭湖水灾前后遥感图

对由此得来的照片进行处理分析，以前需要雇用几千人，而现在改用配备有高级计算机的图像处理系统来判读分析，既节省人力，又加快了速度，还可以从照片中提取人工所不能发现的大量有用情报。现在世界各国都在利用陆地卫星所获取的图像进行资源调查（如森林调查、海洋泥沙和渔业调查、水资源调查等）、灾害检测（如病虫害检测、水火检测、环境污染检测等）、资源勘察（如石油勘查、矿产量探测、大型工程地理位置勘探分析等）、农业规划（如土壤营养、水分和农作物生长、产量的估算等）、城市规划（如地质结构、水源及环境分析等）。

在气象预报和对太空其他星球的研究方面，数字图像处理技术也发挥了相当大的作用。

在宇宙探测中，有许多星体的图片需要获取、传送和处理，这些都依赖于数字图像处理技术。图 1-8 为夜间的地球卫星照。

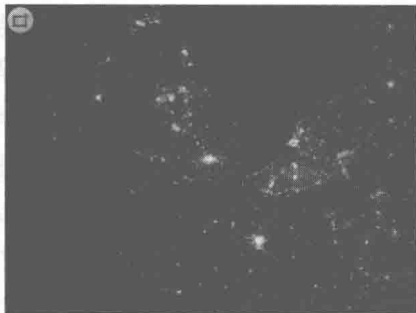


图 1-8 夜间的地球卫星照