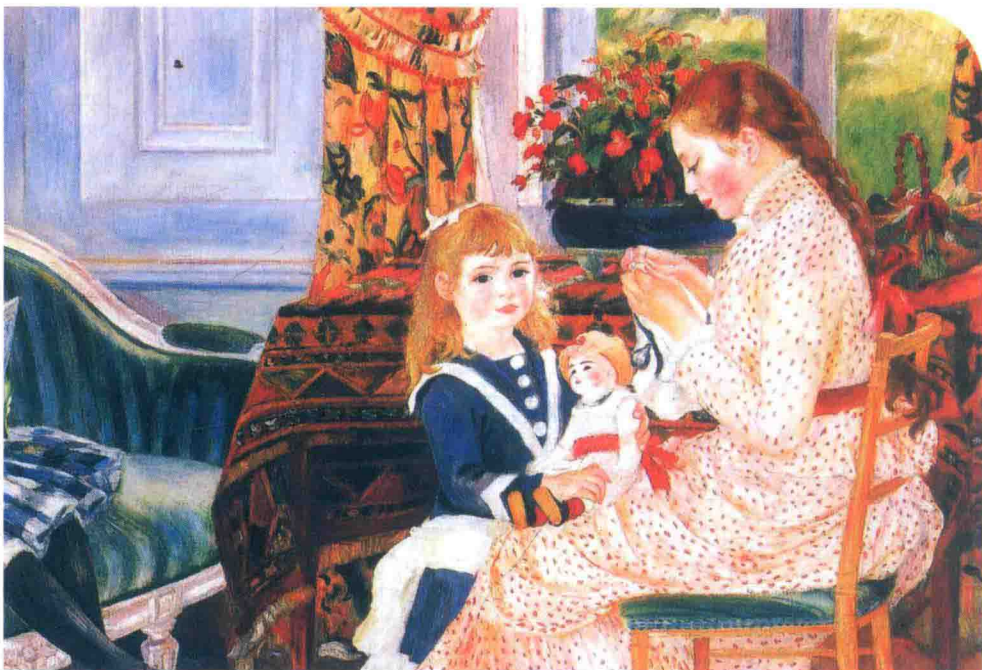




21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材

数字图像处理与分析 (第2版)

◎ 李新胜 主编



清华大学出版社





21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材



数字图像处理与分析

(第2版)

© 李新胜 主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在第一版的基础上丰富了示例和编程练习,对较难的理论公式进行了简化和说明,并编写了关于新知识点的扩展阅读。

全书共分为9章,分别讲解数字图像处理基础、图像信息的基本知识和基本运算、图像变换、图像增强、图像复原、图像压缩编码、图像分割、图像分析与描述以及形态学图像处理。

本书既可作为高等学校理工类专业的本科生教材,也可供相关技术人员、普通读者作为自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理与分析/李新胜主编.—2版.—北京:清华大学出版社,2018

(21世纪高等学校计算机专业实用规划教材)

ISBN 978-7-302-48403-5

I. ①数… II. ①李… III. ①数字图像处理—高等学校—教材 IV. ①TN911.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第216416号

责任编辑:付弘宇 张爱华

封面设计:刘 键

责任校对:梁 毅

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.5 彩 插:1 字 数:425千字

版 次:2006年8月第1版 2018年5月第2版 印 次:2018年5月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.80元

产品编号:069646-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要真实实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

数字图像处理技术随着摄像机等数字图像设备的普及而具有了广阔的市场需求。《数字图像处理与分析》第一版已使用多年,虽取得了良好的教学效果,但教学中仍发现有部分知识不够细化、示例还不够丰富、部分知识理论性太强等问题,数学知识掌握较少或缺少相关行业背景的读者使用起来不够得心应手。本次再版考虑了这些因素,力求使讲解的内容更加清晰易懂,让读者用更少的时间就能理解,从而更好地掌握数字图像处理技术的基本知识,为此后深入地研究或应用相关内容打下良好的基础。

第2版力争为各类方法添加一些示例,补充一些习题,并为部分章节增加了扩展阅读内容,对理论公式部分尽可能地简化并给出更通俗的解释。

众所周知,计算机学科是实践性很强的学科,数字图像处理技术也不例外,一定量的编程小练习是十分必要的。编程练习既可以重复实现已有的算法,也可以调用现成的开源图像处理库函数实现特定的功能。希望读者在阅读本书后,花时间选做一些习题,或者自己查找一些感兴趣的问题进行实践;如果读者觉得小练习比较轻松,很容易处理并能得到理想图像,就可以尝试一些更复杂的项目,如复杂模糊图像的增强、复杂图像分割、车牌识别等。

扩展阅读部分对每一类较新的技术做了简要介绍,让读者能够了解传统的数字图像处理方法之外的其他方法,感兴趣的读者可以根据参考文献自行查找资料,进行扩展学习。

本书的教学或阅读顺序可以按照从第1章到最后一章的顺序来进行;也可以以图像分割为主线进行,即按照第1、2、4、7、8、9章的顺序进行,将第3、5、6章作为选读,因为这3章较为独立。

根据编者的教学体会,本书的教学可以安排为32~48学时。如果安排的学时数较少,可以根据学生的水平适当删减第3、5、6章的部分内容。如果有条件的话,也可以在教学中加入上机练习,让学生尝试完成几个图像处理的实验题目。

本书既可作为高等学校理工类专业的本科生教材,也可供相关技术人员、普通读者作为自学参考书。

编者从使用本书第1版的教师和学生中获得了很多宝贵建议,谨致谢意。编者也得到了清华大学出版社的大力协助,在此表示感谢。此外,本书还参考和引用了一些论文和资料,在此向这些论文和资料的作者表示由衷的感谢。

限于编者的水平和视野,书中难免有不妥之处,敬请读者指正。如有任何建议请发至邮箱 wiseimage@163.com,编者会根据读者的意见在适当时间对本书进行修订和补充。

编者

2018年1月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 图像处理概述	1
1.2 常见的数字图像种类	2
1.3 数字图像处理的目的、基本特点和优点	2
1.3.1 数字图像处理的目的	2
1.3.2 数字图像处理的基本特点	3
1.3.3 数字图像处理的优点	3
1.4 数字图像处理主要研究的内容	4
1.5 数字图像处理的发展和应用	5
1.5.1 数字图像处理的发展	5
1.5.2 数字图像处理的应用	5
1.6 数字图像处理的一般流程	6
扩展阅读	7
习题	7
第 2 章 图像信息的基本知识和基本运算	9
2.1 概述	9
2.2 数字图像的术语及表示方法	9
2.2.1 术语	9
2.2.2 数字图像的表示方法	11
2.2.3 采样点数和量化级数的选取	13
2.3 图像与视觉之间的关系	15
2.3.1 人眼与视觉信息	15
2.3.2 颜色视觉	17
2.4 图像像素间的关系	23
2.4.1 像素的邻域	23
2.4.2 连通性	23
2.4.3 距离量度	25
2.5 基本代数运算	26
2.5.1 基本代数运算基础	26

2.5.2	几种代数运算的应用	26
2.6	基本几何运算	29
2.6.1	几何运算的定义	29
2.6.2	几种基本的几何运算	30
2.6.3	几何运算的应用	34
扩展阅读	36
习题	36
第3章	图像变换	38
3.1	概述	38
3.2	图像的线性运算	38
3.3	傅里叶变换	40
3.3.1	一维连续傅里叶变换	40
3.3.2	二维连续傅里叶变换	43
3.3.3	离散傅里叶变换	44
3.3.4	二维离散傅里叶变换的性质	47
3.3.5	快速傅里叶变换	52
3.4	离散余弦变换	54
3.4.1	离散余弦变换的定义	54
3.4.2	离散余弦变换的计算	56
3.5	离散 K-L 变换	57
3.5.1	K-L 变换的概念	57
3.5.2	K-L 变换的实施	58
3.5.3	K-L 变换的性质与特点	59
3.5.4	K-L 变换示例	61
3.6	小波变换	64
3.6.1	概述	64
3.6.2	小波变换	65
3.6.3	小波变换在图像处理中的应用	72
扩展阅读	74
习题	74
第4章	图像增强	76
4.1	概述和分类	76
4.2	基于点运算的增强	78
4.2.1	直接的灰度变换	78
4.2.2	灰度直方图的处理	81
4.2.3	图像之间的运算	91
4.3	基于空间域滤波的增强	93

4.3.1	背景和原理	93
4.3.2	图像平滑滤波	94
4.3.3	图像锐化滤波	101
4.4	基于频域变换的增强	110
4.4.1	概述	110
4.4.2	频域图像平滑滤波	110
4.4.3	频域图像锐化滤波	113
4.4.4	图像的同态滤波	116
4.5	其他方面的增强	118
4.5.1	局部增强	118
4.5.2	光照一致性处理增强	119
4.6	彩色图像增强	119
4.6.1	伪彩色图像增强	120
4.6.2	真彩色图像增强	122
	扩展阅读	123
	习题	123
第5章	图像的复原	125
5.1	概述和分类	125
5.2	图像的退化模型	126
5.2.1	图像降质因素	126
5.2.2	图像退化模型	126
5.2.3	图像退化模型的离散形式	127
5.2.4	运动模糊的退化模型	130
5.3	图像的代数复原法	130
5.3.1	无约束代数复原方法	130
5.3.2	有约束代数复原方法	131
5.4	图像的频域复原法	133
5.4.1	逆滤波	133
5.4.2	最小二乘滤波	134
5.5	其他的图像复原法	136
5.5.1	人机交互式复原法	136
5.5.2	几何畸变校正	138
	习题	141
第6章	图像压缩编码	142
6.1	概述和分类	142
6.2	数据压缩与信息论基础	143
6.2.1	数据冗余	143

6.2.2	图像保真度	146
6.2.3	图像编码模型	147
6.2.4	信息论基础	148
6.3	部分经典图像压缩编码方法	150
6.3.1	哈夫曼编码	150
6.3.2	算术编码	152
6.3.3	行程编码	153
6.3.4	预测编码	154
6.3.5	向量量化编码	160
6.4	变换域压缩方法	162
6.4.1	正交变换	162
6.4.2	正交变换实现压缩	163
6.4.3	离散余弦变换编码	164
6.5	图像压缩编码主要国际标准	168
6.5.1	静止图像压缩标准	168
6.5.2	MPEG 系列压缩标准	170
6.5.3	H.26X 系列压缩标准	172
6.5.4	中国的音视频编解码标准 AVS	174
	扩展阅读	174
	习题	175
第7章	图像分割	176
7.1	概述和分类	176
7.2	基于阈值的分割	177
7.2.1	直方图阈值分割	178
7.2.2	类间方差阈值分割	182
7.2.3	最大熵阈值分割	184
7.2.4	模糊阈值分割	187
7.3	基于边缘的分割	189
7.3.1	点检测	189
7.3.2	线检测	190
7.3.3	边缘检测	193
7.4	基于区域的分割	199
7.4.1	区域增长	199
7.4.2	区域分裂-合并	204
7.5	基于运动的分割	207
7.5.1	差分法运动分割	207
7.5.2	光流场运动分割	209
7.5.3	基于块的运动分析	210

7.5.4 基于混合高斯模型的分割·····	212
7.6 分水岭分割·····	214
7.7 彩色图像分割·····	216
扩展阅读·····	217
习题·····	218
第8章 图像分析与描述 ·····	220
8.1 概述和分类·····	220
8.2 图像目标特征·····	221
8.2.1 幅度特征·····	221
8.2.2 统计特征·····	221
8.3 图像目标表达·····	223
8.3.1 边界表达·····	223
8.3.2 区域表达·····	226
8.4 图像目标描述·····	229
8.4.1 边界描述·····	229
8.4.2 区域描述·····	233
扩展阅读·····	243
习题·····	244
第9章 形态学图像处理 ·····	245
9.1 数学形态学的基本概念和运算·····	245
9.1.1 腐蚀·····	245
9.1.2 膨胀·····	246
9.1.3 开运算和闭运算·····	247
9.1.4 击中击不中·····	249
9.2 二值图像的形态学处理·····	250
9.2.1 边缘提取·····	250
9.2.2 区域填充·····	251
9.2.3 连通分量的提取·····	251
9.2.4 凸壳·····	252
9.2.5 细化·····	253
9.3 灰度图像的形态学处理·····	255
9.3.1 灰度图像腐蚀和膨胀·····	255
9.3.2 灰度图像开和闭运算·····	256
9.3.3 灰度图像形态学平滑·····	258
9.3.4 灰度图像形态学梯度·····	258
9.3.5 灰度图像形态学顶帽变换·····	258
习题·····	261
参考文献 ·····	262

本章主要介绍有关数字图像处理(Digital Image Processing)的基本概念,其中包括图像处理概述,常见的数字图像种类,数字图像处理的目的、基本特点、优点,主要研究的内容以及一些重要应用等。

1.1 图像处理概述

图像处理就是对图像信息进行加工处理,以满足人的视觉心理和实际应用的要求。人类获取外界信息可通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等多种方法,但绝大部分是来自视觉所接收的图像信息。作为传递信息最多的媒体之一,它比其他任何媒体显得更为重要,所谓“百闻不如一见”就是最好的说明。因此,图像处理技术的广泛研究和应用是必然趋势。

数字图像处理又称计算机图像处理,它是指将模拟的图像信号转换成离散的数字信号并利用计算机对其进行处理的过程,其输入是原图,输出则是改善后的图像或者是从图像中提取出的一些特征,以提高图像的实用性,从而达到人们所要求的预期结果。与人类对视觉机理着迷的历史相比,数字图像处理还是一门相对年轻的学科,但在其短短的发展历史中,它不同程度地被成功应用于几乎所有与成像有关的领域。由于其表现方式所固有的魅力,它引起了很多人的注意。

数字图像处理技术最早出现于 20 世纪 20 年代,但直到 20 世纪 50 年代,电子计算机发展到了一定水平,人们才开始利用计算机来处理图形和图像信息。随着图像处理技术的深入发展,从 20 世纪 70 年代开始,计算机技术、人工智能和思维科学研究迅速发展,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,开发类似人类视觉的系统来理解外部世界,这种处理技术称为图像理解或计算机视觉。很多国家,特别是发达国家投入了大量的人力、物力到这项研究中,取得了不少重要的研究成果。其中有代表性的成果是 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。图像分析和理解在理论方法研究上已取得了不小的进展,但它本身是一个比较难的研究领域,仍然存在不少难题,因为人类本身对自身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。

随着计算机软件、硬件技术日新月异的发展和普及,人类已经进入一个高速发展的信息化时代。据统计,人类大概有 80% 的信息来自图像。在科学研究、技术应用中,图像处理技术越来越成为不可缺少的手段。图像处理所涉及的领域也越来越广泛,如军事应用、医学诊断、工业监控、物体的自动分拣识别系统等,这些系统都需要计算机提供实时动态、效果逼真的图像。

1.2 常见的数字图像种类

数字图像的分类可以按照光源或生成的原理来区分,也可以按照图像的应用领域来区分。

如果按光源或生成的原理来区分,有普通的彩色数字图像、红外图像、X射线图像、超声图像、微波图像和可视化数字图像等。它们的来源不同,如普通的彩色数字图像是由人眼可见光部分成像形成的,波长范围为 $0.45\sim 0.69\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$);红外图像是由红外光成像形成的,波长范围为 $0.76\sim 12.5\mu\text{m}$;X射线图像是记录穿透物体的X射线形成的;超声图像是由声波形成的;微波图像一般指微波雷达成像,是由雷达发出微波并记录其反射形成的;还有一些科学数据也可以形成可视化的图像,如交通流量数据、网络流量数据、密度图、物质能量图等。

如果按应用领域来区分,可以有医学图像、遥感图像、数码合成图像和分子显微图像等。医学中的正电子放射断层PET图像、细胞显微图像、核磁共振图像和CT图像都属于数字图像的研究范畴。用数码图片处理软件合成的数字图像、遥感图像中不同的波段的卫星图片、天文学中的星空图像等也用到了大量的数字图像处理技术。

1.3 数字图像处理的目的、基本特点和优点

1.3.1 数字图像处理的目的

为什么要对数字图像进行处理?当图像被采集并显示时,通常需要改善图像,以便观察者更容易理解,同时达到赏心悦目的目的。特别是要突出感兴趣的目标或者增强图像各部位之间的对比度来达到所需要的视觉效果时也需要进行图像处理。另外,为了使一些日常的或烦琐的工作自动化,减少工作量,节省人力、物力和财力的开销,也需要进行图像处理。

总的来说,图像处理的主要目的包括以下几点。

1. 存储和传输

为了节省存储容量和快速传输图像,很多情况下需要将图像进行压缩处理,这时就需要用到图像编码的相关算法。例如将图像存储到数码相机,将太空图像传送到地球等。

2. 显示和打印

有时为了合理、完整地显示和打印一幅图像,需要调整图像的大小、色调等,这时可能要将图像旋转、缩放、改变颜色和调节亮度等。

3. 增强和恢复

为了突出感兴趣目标的信息,需要对图像进行增强和恢复等处理。例如从老的、发黄的照片中还原影像,在X照片中提高肿瘤的可视性等,这时就需要对相关图像进行增强和恢复等基本处理。

4. 提取有用信息

在很多情况下,图像中的某部分信息对我们而言是重要的,这时就需要对图像进行处

理,提取图像中所包含的某些特征或特殊信息,以便于计算机分析。例如从信封上自动获取邮政编码,从航空影像上测量水的污染等。

1.3.2 数字图像处理的基本特点

数字图像处理的基本特点主要表现在以下几个方面。

1. 信息量大

目前,数字图像处理的信息基本上是二维信息,信息量很大。如一幅 256×256 低分辨率灰度图像,要求约 64KB 的数据量;对高分辨率彩色 512×512 图像,则要求 768KB 数据量;如果要处理 30f/s 的电视图像序列,则每秒要求 500KB~22.5MB 数据量;一幅遥感图像大约要求 30MB 数据量。而图像的处理方式经常是每个像素均需要处理计算至少一次,所以,数字图像处理对计算机的计算速度、存储容量等要求较高。

2. 综合性强

数字图像处理中所涉及的基础知识和专业技术相当广泛。一般来说涉及通信技术、计算机技术、电子技术、光电技术、心理学、生理学等,而数学、物理学等方面的知识则是图像处理中的基础知识。

3. 相关性大

数字图像中像素一般是不相互独立的,在一定范围内存在相关性,即在一幅图像中,相邻像素之间一般都有相同或接近的灰度,所以一个像素的信息往往可以由周围像素推导出一部分。对电视画面而言,同一行中相邻两个像素或相邻两行间的像素,它们之间的相关系数可达 0.9 左右,而相邻两帧之间的相关性比帧内相关性还要大些。因此,图像处理中信息压缩的潜力很大。

4. 受人的因素影响大

经过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,并且受环境条件、视觉性能、人的情绪、爱好以及知识状况的影响,因此,图像质量的评价具有主观性。另外,计算机视觉是模仿人的视觉,人的感知机理必然影响计算机视觉的研究,因此,要求图像处理系统与人的视觉系统有良好的“匹配”,这还是目前一个较难解决的问题。

1.3.3 数字图像处理的优点

与早期的模拟图像相比,数字图像处理有其自身的优点,具体表现在以下几个方面。

1. 再现能力强

与模拟图像处理的根本不同在于,经数字处理的图像不会因图像的存储、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图,则数字图像处理过程始终能保证图像的再现。

2. 处理精度高

按目前的处理技术,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级量化为 16 位甚至更高,这意味着图像的数字化精度可以满足任一应用需求。

3. 适用面宽

图像的获取可以来自多种信息源,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、 γ 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转换为数字编码形式后,均可用二维数组来表示,因而都适合计算机处理。

4. 灵活性高

数字图像处理基本上可分为图像预处理(即图像质量改善)、图像理解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,也就是说,凡是可以用数学公式或逻辑关系来表达的一切运算均可用于数字图像处理的实现。

1.4 数字图像处理主要研究的内容

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,如果直接在空间域中进行处理,则涉及的计算量很大。因此,往往采用各种图像变换的方法,如傅里叶变换、离散余弦变换、K-L 变换和小波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。

2. 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。图像增强主要是突出图像中感兴趣的目标部分,如强化图像高频分量,可使图像中的物体轮廓清晰,细节明显;而强化图像低频分量,可减少图像中噪声的影响等。图像复原则要求对图像降质的成因有一定的了解,根据降质过程建立降质模型,然后采用某种滤波方法,恢复或重建原来的图像。

3. 图像编码压缩

图像编码压缩技术主要是为了减少描述图像的数据量,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。目前还有专门的针对视频创建的国际编码标准。

4. 图像分割

图像分割是数字图像处理中的最关键技术之一。它是将图像中有意义的特征部分提取出来,如图像中的边缘、区域等,为进一步进行图像识别、分析和理解提供条件。

5. 图像分析和理解

图像分析和理解是图像处理技术的发展和深入,也是人工智能和模式识别的一个分支。在图像分析和理解中主要有图像的描述和图像分类识别。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,从而进行分类判决。

1.5 数字图像处理的发展和应用

1.5.1 数字图像处理的发展

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,输入的是质量较低的图像,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。

有几个因素表明数字图像处理领域将继续成长。一个主要的因素是图像处理所需的计算机设备的不断降价,高速处理器和大容量的存储器一年比一年便宜。第二个因素是图像数字化和图像显示设备越来越普及。同时一些新的技术发展趋势将进一步刺激此领域的成长,包括由低价位微处理器支持的并行处理技术,用于图像数字化的低成本的电荷耦合器件(CCD),用于大容量、低成本存储阵列的新存储技术,以及低成本、高分辨的彩色显示系统。

另一个推动力来自于不断涌现出的新应用。在商业、工业、医学应用中,数字成像技术的应用持续增长。目前,手机的照相、摄像功能已经广泛应用,城市的监控摄像机也广泛分布,各种海量的医学影像数据也在快速增加,这些都给数字图像处理提出了新的挑战和应用前景。又如遥感成像中越来越多地使用了数字图像处理技术。低成本的硬件加上正在兴起的非常重要的应用,数字图像处理已经在日常生活和生产中发挥出重要的作用。

1.5.2 数字图像处理的应用

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随之不断扩大。从首次在美国的喷气推进实验室(Jet Propulsion Laboratory, JPL)获得实际应用至今的二十多年的时间里,数字图像处理已迅速地发展成为一门独立且具有强大生命力的学科。

目前已有许多图像生成技术问世,但除图像复原技术外,图像处理技术在很大程度上与图像形成过程无关。一旦图像被采集并且已对获取过程中产生的失真进行了校正,本质上所有图像处理技术都是通用的。因此,图像处理是一种超越具体应用的过程,任何为解决某一特殊问题而开发的图像处理新技术或新方法,几乎肯定能找到其他完全不同的应用领域。

随着计算机技术和半导体工业的发展,数字图像处理技术的应用将更广泛,总结其应用领域,大致有以下几个方面。

1. 在航天、航空中的应用

数字图像处理技术在航天和航空中的应用,除了最早的JPL对月球、火星照片的处理之外,另一方面的应用是在飞机遥感和卫星遥感技术中。目前世界各国都在利用陆地卫星所获取的图像进行土地测绘,资源调查(如森林调查、水资源调查等),气象监测,灾害监测(如病虫害监测、水火灾情监测、环境污染监测等),资源勘察(如石油勘察、大型工程地理位

置勘探分析等),农业规划(如水分和农作物生长、产量的估算等),城市规划(如城市建筑物拆迁、地质结构、水源及环境分析等),军事侦察等。另外,在航空交通管制以及机场安检视频监控中图像处理也得到了广泛的应用。

2. 在生物医学中的应用

数字图像处理在生物医学中的应用十分广泛,无论是临床诊断还是病理研究都采用图像处理技术,而且很有成效。它的直观、无创伤、安全方便的优点已得到了普遍的认可。除了最成功的X射线、CT技术之外,还有一类是对医用显微图像的处理分析,即自动细胞分析仪,如红细胞、白细胞分类、染色体分析、癌细胞识别等。

3. 在通信和电子商务中的应用

当前通信的主要发展方向是声音、文字、图像和数据相结合的多媒体通信,也就是将电信网、广播电视网和互联网以三网合一的方式在数字通信网上传输。其中以图像通信最为复杂和困难,因图像的数据量十分巨大,如传送未压缩的彩色电视信号的速率达100Mb/s以上。要将这样高速率的数据实时传送出去,必须采用图像处理中的编码压缩技术来达到目的。在当前电子商务相关的应用中,图像处理技术也大有可为,如利用生物识别技术来实现身份认证、产品防伪、水印技术和办公自动化等。

4. 在工业和工程中的应用

在工业和工程中图像处理技术有着广泛的应用,如在生产线中对产品及部件进行无损检测并对其进行分类,公路路面破损图像的识别问题,在一些有毒、放射性环境内利用计算机自动识别工件及物体的形状和排列状态等,以及高速公路口的车牌识别和车辆跟踪和监控。

5. 在军事、公安中的应用

在军事方面主要用于导弹的精确制导、各种侦察照片的判读,具有图像传输、存储和显示的军事自动化指挥系统,飞机、坦克和军舰模拟训练系统等;在公安业务方面的应用有实时监控、案件侦破、指纹识别、人脸鉴别、虹膜识别以及交通流量监控、事故分析、银行防盗等。特别是目前已投入运行的高速公路不停车自动收费系统中的车辆和车牌的自动识别就是图像处理技术成功应用的例子。

6. 在文化艺术中的应用

这类应用有电视画面的数字编辑,动画的制作,电子图像游戏,远程培训教育,纺织工艺品设计,服装设计与管理,发型设计,文物资料照片的复制和修复,运动员动作分析和评分,虚拟城市,三维建模和计算机图形生成技术以及图像变形技术等。

总之,数字图像处理技术应用在很多的领域,它在国家安全、经济发展、日常生活中起着越来越重要的作用。

1.6 数字图像处理的一般流程

图1.1是数字图像处理的一般流程,其步骤一般都是获取图像、图像预处理、图像分割、图像表达与描述、图像识别与解释、输出处理结果。而在每一个步骤中,采用的技术与实现方法可以有所不同,都是根据具体的应用择优选取。以汽车车牌图像自动识别系统为例,获取图像步骤是指从摄像机中得到视频图像的每一帧;图像预处理指图像的去噪增强,如果