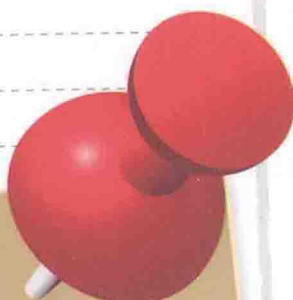


21
世纪

高等学校计算机
系列规划教材



数字图像处理 与分析 (第2版)



龚声蓉 刘纯平 等 编著
赵勋杰 蒋德茂



清华大学出版社

21 世纪高等学校计算机系列规划教材

数字图像处理与分析

(第 2 版)

龚声蓉 刘纯平 赵勋杰 蒋德茂 等编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书从基本概念入手,采用理论与实践相结合的方式,全面地介绍了图像处理与分析的基本问题、主要研究成果以及具体实例开发过程。内容系统、完整,讲解深入浅出,并配有习题指导和实验,全书配有电子教案和书中实例的完整程序。

本书可作为高校计算机科学、电子工程、自动化、生物医学、遥感、地质、矿业、通信、气象、农业等相关专业高年级本科生教材,也可供相关领域的大学教师、科研人员和工程技术人员参考。

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/龚声蓉等编著.--2版.--北京:清华大学出版社,2014

21世纪高等学校计算机系列规划教材

ISBN 978-7-302-34944-0

I. ①数… II. ①龚… 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(2013)第321328号

责任编辑:索梅 王冰飞

封面设计:杨兮

责任校对:焦丽丽

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 刷 者:北京季蜂印刷有限公司

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23 字 数:562千字

版 次:2006年7月第1版 2014年5月第2版 印 次:2014年5月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50元

产品编号:037710-01

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公共课程领域,以公共基础课为主、专业基础课为辅,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) 面向多层次、多学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映各层次对基本理论和原理的需求,同时加强实践和应用环节。

(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,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生的知识、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。基础课和专业基础课教材配套,同一门课程可以有针对不同层次、面向不同专业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。书稿完成后要认真实行审稿程序,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系列规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

《数字图像处理与分析》(书号: 978-7-302-12649-2)一书是国家级“十一五”规划教材,自 2006 年由清华大学出版社出版以来,已多次印刷。该书深入浅出,理论与实践相结合,因而被数十所高校选作教材,深受师生喜爱。

通过对读者的跟踪调查,读者选择《数字图像处理与分析》一书作为教材或参考资料大体有以下原因:

(1) 通俗易懂。作者在参加各类学术会议时,经常会碰到使用过该教材的老师,他们认为该教材通俗易懂,特别适合选作本科生教材。不少读者网评也认为,该教材“讲得非常详细”,“概念性的介绍比较清晰”。

(2) 系统全面。不少读者反映,该教材“比较系统,可以系统地学习”,“内容比较新、比较全”。

(3) 理论与实践相结合。不少读者认为,该教材理论和实践相结合,除了可了解图像处理的基本概念,掌握各种算法原理外,还有助于掌握完整图像系统设计能力,直接将所学知识用于工程实践。

七年来,许多读者纷纷向编辑部或者作者发来 E-mail 或者打来电话,建议该书修订再版,并提出了十分中肯的意见。针对读者的意见以及使用过程的学生反馈,再版后的《数字图像处理与分析》有以下几个显著特点。

(1) 强调基础,培养素质,突出“兴趣”。

再版后的教材强调数字图像处理与分析基础知识的学习,以基础知识的学习奠定扎实的数字图像分析技术应用能力和灵活扩展应用能力的培养。力求做到层次分明、条理清晰、难易适度,体现培养学生素质,突出兴趣,有利于学生自主学习的特点。为便于自学,修订后的教材除提供多媒体教案以及部分源程序外,还提供了大量扩展阅读资源,如开源代码、研究机构与论坛链接等。

(2) 理论适度,重实践,体现工程性。

本书基于理论教学够用为度,注重能力培养的原则,把学生需要掌握的基本数字图像处理技术作为实例贯串全书,力求重点培养学生数字图像处理与分析技术的应用能力。在系统介绍基础知识的同时,特别突出了实际动手能力的培养,通过典型实例、综合实例和实训的方式来强化学生的动手能力。

(3) 增加案例,与社会需求紧密结合,体现实用性。

读者提出“要是这本书再加一些程序语言就好了”,再版的教材重点丰富了第 10 章和第 11 章内容,增加了大量图像系统设计案例。针对读者提出的“对一些比较理论推导的东西阐述缺少案例,如傅里叶变换案例、小波变换等”,考虑作为本科生教材,篇幅不宜太大,因此,通过出版配套《数字图像处理分析学习与实验指导》来弥补这一缺陷。配套《数字图像处理分析学习与实验指导》包含两大部分:①学习指导,对读者反馈的

问题进行重点阐述;②图像处理实验指导,由演示性实验(Photoshop 平台)、验证性实验(MATLAB 平台)、综合实验(OpenCV 平台)和创新性实验(LibSVM 及其他开源代码)四部分组成。

本书主要包括三部分内容,共 11 章。第一部分是数字图像处理的基础,包括绪论、数字图像表示及其处理、图像增强、图像编码与压缩、图像复原、图像重建 6 章。第二部分是图像特征提取与分析的理论、方法和实例,包括图像分割技术、图像特征提取与分析、图像匹配与识别 3 章。第三部分为图像系统设计实例,包括基于 MATLAB 图像处理应用实例和基于 C++ 的图像系统设计两部分,为体现实用性,还增加了有关光源、镜头及相机选择的基本知识。

本书由苏州大学的龚声蓉教授、刘纯平副教授、赵勋杰教授和蒋德茂老师共同编写。其中,第 1~4 章、第 11 章由龚声蓉编写;第 5 章及 7.6 节、7.7 节由蒋德茂编写;第 6 章及第 7 章其余部分由赵勋杰编写,第 8~10 章由刘纯平编写,全书由龚声蓉统稿。

再版过程中,受到了国家自然科学基金“基于二型模糊概率图模型的多摄像头目标跟踪研究(61170124)”和“基于显著性和信任传递的动态场景主题发现(61272258)”的资助,苏州大学计算机科学与技术学院也给予了大力支持,在此一并表示感谢!同时,也参考了国内出版的大量书籍和论文,对本书中所引用论文和书籍的作者深表感谢!

多年来,本书的出版和修订工作一直得到广大教师和学生的支持,希望在使用本书过程中继续提出更多的宝贵意见,以便进一步修订完善。

由于编者水平有限,书中不足和不当之处恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 1 月于苏州大学

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像处理的发展	1
1.2 数字图像处理的相关概念	2
1.2.1 数字图像及其组成要素	2
1.2.2 图像处理	2
1.2.3 图像分析	3
1.2.4 图像理解	4
1.2.5 与相关学科的关系	4
1.3 数字图像处理方法	5
1.3.1 空域处理方法	5
1.3.2 变换域处理方法	5
1.4 数字图像处理的主要研究内容	6
1.5 数字图像处理的应用实例	7
1.5.1 生物医学中的应用	7
1.5.2 遥感领域中的应用	8
1.5.3 工业方面的应用	9
1.5.4 军事公安领域的应用	10
1.5.5 通信中的应用	11
1.5.6 交通中的应用	12
1.5.7 其他应用	13
1.6 小结	14
习题	15
第 2 章 数字图像表示及其处理	16
2.1 人眼成像及视觉信息的产生	16
2.2 简单的图像形成模型	17
2.2.1 亮度成像模型	17
2.2.2 颜色成像模型	18
2.2.3 颜色空间	19
2.3 图像的数字化	22
2.3.1 采样	22
2.3.2 量化	23

2.4	数字图像的基本类型	26
2.4.1	二值图像	26
2.4.2	灰度图像	27
2.4.3	RGB 图像	27
2.4.4	索引图像	27
2.5	数字图像的基本文件格式	28
2.5.1	BMP 文件格式	28
2.5.2	TIFF 文件格式	30
2.5.3	GIF 文件格式	31
2.5.4	PCX 文件格式	32
2.5.5	JPEG 文件格式	32
2.5.6	用 VC++ 实现 BMP 图像文件的显示	32
2.6	小结	45
	习题	46
第3章	图像增强	47
3.1	概述	47
3.2	空域增强	49
3.2.1	灰度变换增强	49
3.2.2	直方图变换增强	52
3.2.3	空间平滑滤波增强	62
3.3	频域增强	67
3.3.1	傅里叶变换	67
3.3.2	频域滤波增强	71
3.4	图像的锐化	79
3.4.1	基于一阶微分的图像增强——梯度算子	79
3.4.2	基于二阶微分的图像增强——拉普拉斯算子	82
3.5	彩色图像增强	83
3.5.1	伪彩色增强	83
3.5.2	假彩色增强	85
3.5.3	真彩色增强	85
3.6	小结	86
	习题	87
第4章	图像编码与压缩	89
4.1	图像编码的必要性与可能性	89
4.1.1	图像编码的必要性	89
4.1.2	图像编码的可能性	90
4.2	图像编码分类	91

4.3	图像编码评价准则	91
4.3.1	客观保真度准则	91
4.3.2	主观保真度准则	92
4.4	图像编码模型	93
4.4.1	信源编码器和信源解码器	93
4.4.2	信道编码器和信道解码器	94
4.5	无损压缩	95
4.5.1	霍夫曼编码	95
4.5.2	费诺—香农编码	98
4.5.3	算术编码	98
4.5.4	游程编码	101
4.5.5	无损预测编码	102
4.6	有损压缩	103
4.6.1	有损预测编码	103
4.6.2	变换编码	104
4.7	JPEG 图像编码压缩标准	109
4.7.1	JPEG 的工作模式	109
4.7.2	基本工作模式	110
4.7.3	JPEG 文件格式	117
4.8	MPEG 视频编码压缩标准	121
4.9	小结	122
	习题	124
第5章	图像复原	125
5.1	基本概念	125
5.1.1	图像退化一般模型	125
5.1.2	成像系统的基本定义	126
5.1.3	连续函数的退化模型	127
5.1.4	离散函数的退化模型	128
5.2	图像噪声与只存在噪声的空域滤波复原	130
5.2.1	常见的噪声及其概率密度函数	130
5.2.2	只存在噪声的空域滤波复原	133
5.3	无约束复原	135
5.3.1	无约束复原的代数方法	135
5.3.2	退化函数 $H(u, v)$ 的估计	136
5.3.3	逆滤波	136
5.3.4	去除由匀速运动引起的模糊	138
5.4	有约束复原	140
5.4.1	约束最小二乘方复原	140

5.4.2	维纳滤波	141
5.4.3	有约束最小平方滤波	142
5.5	非线性复原方法	146
5.5.1	最大后验复原	146
5.5.2	最大熵复原	146
5.5.3	投影复原方法	147
5.6	几种其他图像复原技术	149
5.6.1	几何畸变校正	149
5.6.2	盲目图像复原	151
5.7	小结	152
	习题	153

第6章 图像重建 154

6.1	概述	154
6.2	图像重建原理	155
6.3	傅里叶反投影重建	157
6.3.1	重建公式的推导	157
6.3.2	重建公式的实用化	158
6.4	卷积法重建	161
6.5	代数重建	161
6.6	重建图像的显示	165
6.6.1	三维图像重建的体绘制	165
6.6.2	三维图像重建的面绘制	167
6.7	小结	168
	习题	168

第7章 图像分割技术 169

7.1	图像分割概述	169
7.2	基于边缘的分割	170
7.2.1	边缘检测概述	170
7.2.2	边缘检测方法	172
7.2.3	边界跟踪	174
7.3	基于阈值的分割	176
7.3.1	阈值分割原理及分类	176
7.3.2	全局阈值	178
7.3.3	局部阈值	178
7.3.4	阈值选取方法	179
7.4	基于熵的分割方法	182
7.4.1	一维最大熵分割方法	183

7.4.2	二维最大熵分割方法	184
7.5	基于区域的分割	185
7.5.1	区域生长法	186
7.5.2	区域分裂与合并法	187
7.6	基于形态学分水岭的分割	188
7.6.1	形态学图像处理基本概念和运算	188
7.6.2	基于分水岭的分割	192
7.7	基于聚类的分割	193
7.7.1	C-均值聚类方法	193
7.7.2	模糊 C-均值聚类方法	194
7.8	彩色图像分割	194
7.8.1	直方图阈值法	195
7.8.2	彩色空间聚类法	196
7.8.3	区域生长法	196
7.9	小结	197
	习题	198
第 8 章	图像特征提取与分析	199
8.1	概述	199
8.1.1	图像内容	200
8.1.2	图像特征	200
8.1.3	特征选择	201
8.2	颜色特征描述	202
8.2.1	符合视觉感知的颜色空间	202
8.2.2	颜色直方图	204
8.2.3	颜色矩	204
8.2.4	颜色集	205
8.2.5	颜色相关矢量	206
8.3	形状特征描述	206
8.3.1	几个基本概念	206
8.3.2	区域内部空间域分析	208
8.3.3	区域内部变换分析	211
8.3.4	区域边界的形状特征描述	213
8.4	图像的纹理分析技术	221
8.4.1	纹理分析概念	221
8.4.2	空间灰度共生矩阵	222
8.4.3	纹理能量测量	225
8.4.4	纹理的结构分析方法和纹理梯度	225
8.5	局部特征描述	227

8.5.1 概述	227
8.5.2 角点检测	227
8.5.3 区域描述子	231
8.6 小结	236
习题	237
第9章 图像匹配与识别	239
9.1 图像识别的基本概念	239
9.2 图像识别方法分类	240
9.3 基于匹配的图像识别	241
9.3.1 全局模板匹配	241
9.3.2 模板矢量匹配	242
9.4 统计识别方法	243
9.5 人工神经网络识别方法	244
9.5.1 BP神经网络图像识别	245
9.5.2 自组织神经网络识别方法	248
9.6 支持矢量机识别方法	251
9.6.1 SVM算法的基本思想	251
9.6.2 SVM算法的分类过程	252
9.6.3 人脸识别应用	253
9.7 模糊识别方法	255
9.8 句法识别方法	256
9.9 小结	257
习题	259
第10章 基于MATLAB图像处理应用实例	260
10.1 MATLAB简介	260
10.1.1 MATLAB基础	260
10.1.2 MATLAB的运行	261
10.1.3 MATLAB图像处理功能	264
10.2 案例一:数字水印嵌入与提取	267
10.2.1 数字水印的相关概念	267
10.2.2 数字水印的分类	268
10.2.3 数字水印系统的组成	268
10.2.4 水印系统设计	270
10.3 案例二:图像配准	280
10.3.1 图像配准概述	280
10.3.2 基于RANSAC算法的Harris角点配准	282
10.4 案例三:图像融合	292

10.4.1	图像融合概述	292
10.4.2	图像融合分类	292
10.4.3	像素域图像融合实现	293
10.5	案例四：图像修复	295
10.5.1	图像修复概述	295
10.5.2	图像修复的数学模型	297
10.5.3	基于样本的图像修复算法	298
10.6	小结	302
习题		304
第 11 章	基于 C++ 的图像系统设计	305
11.1	概述	305
11.1.1	工业光源的选择	305
11.1.2	工业相机的选择	306
11.1.3	工业镜头的选择	309
11.1.4	图像系统实验平台案例	310
11.2	基于 OpenCV 的棋盘格摄像机标定	312
11.2.1	OpenCV 简介	312
11.2.2	棋盘格摄像机标定	322
11.2.3	摄像机标定的步骤	330
11.3	车牌识别系统设计	336
11.3.1	彩色图像转换为灰度图像	336
11.3.2	图像灰度拉伸	337
11.3.3	图像的二值化	338
11.3.4	图像的梯度锐化	340
11.3.5	图像的中值滤波	341
11.3.6	车牌牌照区域的定位	342
11.3.7	确定牌照区域的 4 个坐标值	344
11.3.8	车牌区域截取	345
11.3.9	牌照几何位置的调整	346
11.3.10	牌照区域的二值化	346
11.3.11	牌照字符的切分	346
11.3.12	牌照字符的识别	347
11.4	小结	350
习题		350
参考文献		351

绪 论

数字图像处理(Digital Image Processing)是指用计算机对数字图像进行的处理,因此也称为计算机图像处理(Computer Image Processing)。数字图像处理主要有 3 个目的:一是提高图像的视觉效果,以改善图像的质量;二是提取图像中所包含的某些特征或特殊信息,为计算机分析图像提供便利;三是图像数据的变换、编码和压缩,以便于图像的存储和传输。本章主要介绍以下几个方面的内容:简要介绍数字图像处理的发展过程;简要介绍数字图像处理中涉及的相关概念;对数字图像处理的方法和主要研究内容进行概括;通过数字图像处理的几个应用实例,介绍数字图像处理的主要应用领域。

1.1 数字图像处理的发展

图像是人类获取信息、表达信息和传递信息的重要手段。据统计,在人类接收的信息中,图像等视觉信息所占的比例达到 75%。因此,数字图像处理技术已经成为信息科学、计算机科学、工程科学、地球科学等诸多领域学者研究图像的有效工具。

数字图像处理技术起源于 20 世纪 20 年代。当时,人们通过 Bartlane 海底电缆图片传输系统,从伦敦到纽约传输了一幅经过数字压缩后的照片,从而把传输时间从一周多缩短至不到 3h。为了传输图片,该系统首先在传输端进行图像编码,然后在接收端用特殊打印设备重构该图片。尽管这一应用已经包含了数字图像处理的知识,但还称不上真正意义的数字图像处理,因为它没有涉及计算机。事实上,数字图像处理需要很大的存储空间和计算能力,其发展受到数字计算机和包括数据存储、显示和传输等相关技术发展制约。因此,数字图像处理的历史与计算机的发展密切相关,数字图像处理的真正历史是从数字计算机的出现开始的。

第一台可以执行有意义的图像处理任务的大型计算机出现在 20 世纪 60 年代早期。数字图像处理技术的诞生可追溯至这一时期计算机的使用和空间项目的开发。1964 年,位于加利福尼亚的美国喷气推进实验室(JPL 实验室)使用了图像处理技术,对太空船“徘徊者七号”发回的几千张月球照片进行了处理,如几何校正、灰度变换、去除噪声等,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,这标志着图像处理技术开始得到实际应用。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,从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,也推动了数字图像处理这门学科的诞生。

20世纪60年代末至70年代初,数字图像处理技术开始应用于医学图像、地球遥感监测和天文学等领域。其后军事、气象、医学等学科的发展也推动了图像处理技术迅速发展。此外,计算机硬件设备的不断降价,包括高速处理器、海量存储器、图像数字化和图像显示、打印等设备的不断降价成为推动数字图像处理技术发展的又一个动力。数字图像处理技术的迅速发展为人类带来了巨大的经济社会效益,大到应用卫星遥感进行的全球环境气候监测,小到指纹识别技术在安全领域的应用。可以说,数字图像处理技术已经融入到科学研究的各个领域。目前,数字图像处理技术已经成为工程学、计算机科学、信息科学、生物学及医学等各学科学习和研究的对象。

1.2 数字图像处理的相关概念

本节将主要介绍一些与数字图像处理相关的基本概念,包括图像、数字图像和数字图像处理等。最后,对数字图像的基本组成单元——像素、灰度——进行说明。

1.2.1 数字图像及其组成要素

图像是对客观对象的一种相似性的、生动的描述或表示。例如,人们描述一个场景可以通过文字、语言来描述,也可以通过绘画和照片等形式来描述,但无疑照片对场景能更真实地进行描述。

从人眼的视觉特点看,图像分为可见图像和不可见图像。其中,可见图像又包括生成图(通常称为图形或图片)和光图像两类。光图像侧重于用透镜、光栅和全息技术产生的图像。通常所说的图像就是指这一类图像。图形侧重于根据给定的物体描述模型、光照及想象中的摄像机的几何成像,生成一幅图或像的过程。不可见的图像包含不可见光成像和不可见量,如温度、压力及人口密度的分布图等。

按波段多少,图像可分为单波段、多波段和超波段图像。单波段图像在每个点只有一个亮度值;多波段图像上每一点不止一个特性。例如,红、绿、蓝3个波段光谱图像或彩色图像在每个点具有红、绿、蓝3个亮度值,这3个值表示在不同光波段上的强度,人眼看来就是不同的颜色;超波段图像上每个点具有几十或几百个特性,如遥感图像等。

按图像空间坐标和明暗程度的连续性,图像可分为模拟图像和数字图像。模拟图像指空间坐标和明暗程度都是连续变化的、计算机无法直接处理的图像。数字图像是一种空间坐标和灰度均不连续的、用离散的数字表示的图像,这样的图像才能被计算机处理。因此,数字图像可以理解为图像的数字表示,是时间和空间的非连续函数(信号),是为了便于计算机处理的一种图像表示形式。它是由一系列离散单元经过量化后形成的灰度值的集合,即像素(Pixel)的集合。

1.2.2 图像处理

图像处理(Image Processing)是指对图像进行一系列的操作,以达到预期目的的技术,可分为模拟图像处理和数字图像处理两种方式。

利用光学、照相和电子学方法对模拟图像的处理称为模拟图像处理。人类最早的图像

处理是光学的处理,如利用放大镜和显微镜进行放大等就属于模拟图像处理。这种处理最明显的特点是处理速度快。目前,许多军用、宇航的处理仍采用光学模拟处理。尽管光学图像处理理论日臻完善,且处理速度快、信息容量大、分辨率高,又非常经济,但处理精度不高、稳定性差、设备笨重、操作不方便和工艺水平不高等原因限制了它的发展速度。此外,由于其处理过程采用光学器件,如镜头、棱镜等,它的不灵活性较为突出,而且一个光学器件从设计到加工直到成品需要很长时间,其加工过程也难以保证精度。

从20世纪60年代起,随着电子计算机技术的进步,数字图像处理获得了飞速发展。

数字图像处理就是利用计算机对数字图像进行一系列操作,从而获得某种预期结果的技术。数字图像处理离不开计算机,因此又称计算机图像处理。“计算机图像处理”与“数字图像处理”可视为同义语。通常,也将数字图像处理简称为图像处理。在本书中,如无特殊说明,“图像处理”即指“数字图像处理”。

图像处理的内容相当丰富,包括狭义的图像处理、图像分析与图像理解。狭义的图像处理着重强调在图像之间进行的变换,是一个从图像到图像的过程,是比较低层的操作。它主要在像素级进行处理,处理的数据量非常大。

设原图像用 $f(x, y)$ 表示,处理之后的图像用 $g(x, y)$ 表示, T 表示处理操作,则图像处理过程可描述为

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (1-1)$$

图1-1给出了一个利用图像处理技术实现图像增强的具体例子,其中图1-1(a)所示为原始图像,图1-1(b)所示为增强后的图像。从图1-1中可以看出,尽管处理前后都是图像,但处理后的视觉效果得到明显改善。因此,狭义的图像处理主要满足对图像进行各种加工的需求,以改善图像的视觉效果,并为自动识别打下基础,或对图像进行压缩编码,以减少所需存储空间或传输时间,达到传输通路的要求。

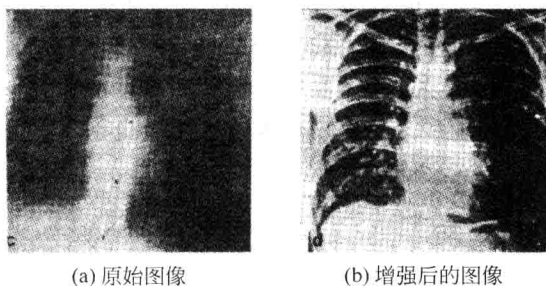


图1-1 图像处理实例

1.2.3 图像分析

图像分析(Image Analysis)主要是对图像中感兴趣的目标进行检测和测量,从而建立对图像的描述。图像分析是一个从图像到数值或符号的过程,主要研究用自动或半自动装置和系统,从图像中提取有用的测度、数据或信息,生成非图像的描述或者表示。图像分析并不仅仅是给景物中的各个区域进行分类,还要对千变万化和难以预测的复杂景物加以描述。因此,图像分析常常依靠某种知识来说明景物中物体与物体、物体与背景之间的关系。利用人工智能技术在分析系统中进行各层次控制和有效访问的知识库,正在被越来越普遍