



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编电气与电子信息类本科规划教材

数字图像处理

胡学龙 许开宇 编著 章毓晋 主审

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编电气与电子信息类本科规划教材

数字图像处理

胡学龙 许开宇 编 著
章毓晋 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书强调现代数字图像处理理论与应用的紧密结合。在阐述基本原理的基础上,力图通过习题、实验和计算机软件工具掌握学习图像处理的基本方法。全书共分10章,包括绪论、图像数字化与显示、图像变换、图像增强、图像编码与压缩、图像复原、图像分割、彩色图像处理、数学形态学及其应用数字图像处理的应用等内容。本书配有相应的免费电子课件。

本书可作为理工院校电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术,以及自动化等专业高年级本科生的教材和工程技术人员阅读,也可以作为相关专业研究生教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理/胡学龙编著. —北京:电子工业出版社,2006.9

新编电气与电子信息类本科规划教材

ISBN 7-121-03179-5

I. 数… II. 胡… III. 数字图像处理—高等学校—教材 IV. TN919.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 110619 号

责任编辑:姚晓竞

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:390.5 千字

印 次:2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:21.00 元

凡购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010)68279077;邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010)88254396;(010)88258888

传 真:(010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编:100036

前 言

在人类获取外界信息的渠道中,用眼睛感受的视觉信息具有举足轻重的地位。除了自然景观外,大量由计算机处理和生成的图像丰富了视觉的范畴,成为多媒体世界最重要的成员之一。在 21 世纪到来之际,数字图像处理正以强劲的发展势态,朝着智能化、网络化、个人化、实时化等方向发展。

在本科阶段作为电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、自动化等专业的专业课,数字图像处理对提高学生认识和改造世界的能力无疑有很大的益处。虽然各个专业对图像信号的获取、变换、压缩、硬件和软件的实现要求不同,兴趣点也有差异,但其基本理论、基础知识、基本技能对于不同专业都是不可缺少的。

图像处理具有鲜明的学科交叉性。学习图像处理涉及众多的知识领域。获取图像,要了解光传感器的机构和成像机理,这涉及光学和电子学基础;为了表示图像要用到数学分析、矩阵论、随机过程;对图像进行增强,要了解视觉的生理和心理特点;对图像进行压缩,必须了解信息论和编码的基本理论和方法;在计算机上实际进行图像处理过程,对编程语言和软件工具 MATLAB、C++ 和 Photoshop 等也应该熟悉。现代图像处理技术更是将最新的理论和方法与本学科紧密结合,如数学形态学、人工神经网络(ANN)、模糊逻辑等,这些技术的引入使图像处理更加智能化。

本课程作为专业课,学时较少,但承接前面课程的概念多,新概念也较多。如何有效地组织教材,使之成为一个有机的整体,是摆在我们面前的难题。二十年来对图像处理技术的研究,使我们感到图像处理技术博大精深。尽管国内外类似的教材较多,但我们在立足于吸收众多专家成果的基础上,反映我们对图像处理学习、讲授、指导研究生和从事科研实践的体会和感受,将教材编写视为创新性的工作。严谨、求实、创新是我们编写本教材的基本原则。

目前,国内外关于图像处理的教材大致有三类:

一类是偏重理论的,以追求严谨、学科的完整性为主,相应概念的阐述比较抽象,数学公式较多,但实用性不够。这类教材对研究生比较适宜。

第二类是应用型教材,讲清基本理论、基本知识,结合具体工具软件验证相应的理论和算法,培养图像处理的基本技能,进一步指导读者自己设计图像处理软件或硬件系统。这对工科大学生比较适宜。

还有一类教材偏重工具在图像处理中的作用,以 MATLAB、C++ 和 Photoshop 等图像处理为主要内容,实用性强但缺少系统性。这对于艺术类、工业设计类专业比较适宜。

显然,作为电气与电子信息类的理工科教材,我们立足于编写第二种类型的教材。为了便于教学,我们将在双语教学实践中选取的图像处理的专业英文词汇和 MATLAB 图像处理工具箱的使用列在书后。本书配有相应的免费课件。

本书由扬州大学胡学龙教授担任主编。上海海事大学许开宇同志编写了第 2 章第 1~3 节、第 3、4、7 章,胡学龙同志编写了其余各章并负责统稿。最后由清华大学博士生导师章毓晋教授在百忙之中悉心审稿,提出了不少宝贵的意见。本书的编著工作得到扬州大学信息工程学院陈峻教授、殷新春教授的大力支持。扬州大学研究生高燕、邓小颖、程茜、唐艳、王志坚等在收集素材、校稿、制作电子课件等方面提供了有益的帮助。书中还参考了大量国内外的期

刊、专著、教材和图片,在此一并表示衷心的感谢。本书的编著工作得到扬州大学出版基金和江苏省计算机信息处理技术重点实验室开放研究课题(KJS01023)、江苏省高校自然科学研究指导性计划项目(03KJD460259);扬州大学科研基金项目(F0011119、U0211097)等科研项目的资助。

由于我们的教学和科研水平有限,书中难免有不当之处,敬请同行专家和读者不吝指正。同行专家、读者的宝贵意见将会给作者更大的激励,使以后的版本更有助于提高该课程的教学质量和学生研发图像处理系统的实际能力。本书的读者意见反馈信箱:yzudsp@126.com

编著者
2006年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像处理及发展简史	2
1.1.1 数字图像与像素	2
1.1.2 图像处理的发展简史	2
1.2 图像处理的目的、任务与特点	4
1.2.1 图像处理的目的	4
1.2.2 图像处理的任务	5
1.2.3 数字图像处理的特点	7
1.3 基本的图像处理系统	9
1.3.1 图像处理硬件	9
1.3.2 图像处理软件	12
1.4 数字图像处理的应用与发展趋势	14
1.4.1 数字图像处理的应用	14
1.4.2 数字图像处理的发展趋势	16
1.5 实验:计算图像的基本统计指标	17
本章小结	19
思考题与习题	19
第 2 章 图像的数字化与显示	21
2.1 连续图像的数学描述	22
2.2 图像场取样	22
2.2.1 取样和量化的基本概念	22
2.2.2 二维采样	24
2.3 图像的量化	25
2.3.1 标量量化	26
2.3.2 矢量量化	27
2.4 图像输入/输出设备	29
2.4.1 图像输入设备	29
2.4.2 图像输出设备	32
2.5 实验:图像的数字化	33
本章小结	35
思考题与习题	35
第 3 章 图像变换	37
3.1 二维离散傅里叶变换(DFT)	38
3.1.1 二维连续傅里叶变换	38
3.1.2 二维离散傅里叶变换	39

3.1.3	二维离散傅里叶变换的性质	39
3.2	二维离散余弦变换(DCT)	44
3.2.1	一维离散余弦变换	44
3.2.2	二维离散余弦变换	45
3.3	二维离散沃尔什-哈达玛变换(DHT)	46
3.3.1	哈达玛变换	46
3.3.2	沃尔什变换	47
3.4	卡胡南-列夫变换(K-L变换)	48
3.5	二维离散小波变换	49
3.5.1	小波分析的思想来源	49
3.5.2	连续小波变换	50
3.5.3	离散小波变换	51
3.5.4	二维小波变换	51
3.6	实验:图像的离散余弦变换	53
	本章小结	54
	思考题与习题	54
第4章	图像增强	55
4.1	图像增强概述	56
4.1.1	图像增强的定义	56
4.1.2	图像增强研究的内容	56
4.2	空间域单点增强	56
4.2.1	灰度级校正	57
4.2.2	灰度变换	57
4.2.3	灰度直方图变换	60
4.3	平滑	63
4.3.1	邻域平均法	63
4.3.2	中值滤波	65
4.3.3	边界保持类滤波	66
4.4	锐化	68
4.4.1	梯度锐化法	68
4.4.2	拉普拉斯算子(Laplacian)	71
4.4.3	高通滤波	72
4.4.4	其他锐化算子	72
4.5	实验:图像增强	73
	本章小结	75
	思考题与习题	75
第5章	图像编码与压缩	77
5.1	概述	78
5.1.1	数据压缩的基本概念	78
5.1.2	图像编码压缩的必要性	79

5.1.3	图像编码压缩的可能性	79
5.1.4	图像编码压缩的技术指标	80
5.1.5	数据压缩方法的分类	82
5.2	统计编码	83
5.2.1	Huffman 编码	83
5.2.2	Shannon 编码与 Pano 编码	85
5.2.3	算术编码	86
5.3	预测编码	88
5.3.1	预测编码基本原理	89
5.3.2	线性预测编码	89
5.3.3	自适应预测编码	90
5.4	变换编码	91
5.4.1	变换编码的基本原理	91
5.4.2	变换编码的系统结构	92
5.4.3	变换编码方案的选取	92
5.4.4	整数小波变换与图像压缩	93
5.5	二值图像编码	97
5.5.1	跳跃空白编码	97
5.5.2	游程长度编码	97
5.6	新型的图像压缩编码方法	98
5.6.1	分形的基本概念	99
5.6.2	分形压缩的基本方法	99
5.6.3	分形压缩的步骤	100
5.6.4	分形编码的特点	101
5.7	图像压缩编码标准	101
5.7.1	彩色与灰度图像压缩标准 JPEG	101
5.7.2	二值图像压缩标准 JBIG	103
5.7.3	JPEG2000 静态图像压缩标准	105
5.8	实验:图像编码与压缩	106
	本章小结	108
	思考题与习题	108
第 6 章	图像复原	111
6.1	图像退化原因与复原技术分类	112
6.1.1	连续图像退化的数学模型	112
6.1.2	离散图像退化的数学模型	114
6.2	逆滤波复原	115
6.3	约束复原	116
6.3.1	约束复原的基本原理	116
6.3.2	维纳滤波方法	116
6.3.3	平滑度约束最小平方滤波	119

6.4	非线性复原方法	121
6.4.1	最大后验复原	121
6.4.2	最大熵复原	122
6.4.3	投影复原	123
6.4.4	同态滤波复原	124
6.5	盲图像复原	125
6.5.1	直接测量法	125
6.5.2	间接估计法	125
6.6	几何失真校正	128
6.6.1	典型的几何失真	128
6.6.2	空间几何坐标变换	128
6.6.3	校正空间像素点灰度值的确定	129
6.7	实验:图像复原	130
	本章小结	131
	思考题与习题	132
第7章	图像分割	133
7.1	概述	134
7.2	像素的邻域和连通性	135
7.2.1	4邻域	135
7.2.2	8邻域	136
7.3	图像的阈值分割技术	137
7.3.1	全局阈值分割	138
7.3.2	自适应阈值的选取	139
7.4	图像的边缘检测	139
7.4.1	梯度算子	140
7.4.2	拉普拉斯算子	141
7.4.3	方向算子	141
7.4.4	Canny 边缘检测算子	141
7.4.5	边缘跟踪	142
7.5	霍夫变换	144
7.5.1	基本原理	144
7.5.2	霍夫变换的实现	145
7.6	区域生长法	145
7.6.1	原理和步骤	145
7.6.2	生长准则和过程	146
7.7	实验:图像的边缘检测	147
	本章小结	149
	思考题和习题	149
第8章	彩色图像处理	151
8.1	人类视觉与色度学基础	152

8.1.1	人类的基本视觉特性	152
8.1.2	三基色原理	152
8.1.3	光度学基本知识	153
8.2	颜色空间的表示及其转换	154
8.2.1	RGB 模型	154
8.2.2	Munsell 模型	155
8.2.3	HSV 模型	155
8.2.4	HSI 模型	156
8.2.5	YUV 模型	156
8.2.6	RGB 与 HSV 空间的相互转换	157
8.2.7	RGB 与 YUV 空间的相互转换	159
8.2.8	RGB 与 HSI 空间的相互转换	159
8.3	颜色空间的量化	161
8.4	抖动技术	162
8.5	假彩色处理	163
8.6	彩色图像增强	163
8.6.1	真彩色增强	163
8.6.2	伪彩色增强	165
8.7	实验:彩色空间的表示和转换	166
	本章小结	168
	思考题和习题	168
第 9 章	数学形态学及其应用	169
9.1	概述	170
9.1.1	数学形态学的发展简史及基本思想	170
9.1.2	几个基本概念	171
9.2	二值形态学	171
9.2.1	二值腐蚀	172
9.2.2	二值膨胀	172
9.2.3	二值开运算	173
9.2.4	二值闭运算	173
9.3	灰值形态学	174
9.3.1	灰值腐蚀	174
9.3.2	灰值膨胀	174
9.3.3	灰值开运算	175
9.3.4	灰值闭运算	176
9.3.5	灰值形态学梯度	177
9.3.6	高帽变换和低帽变换	177
9.3.7	开-闭运算和闭-开运算	178
9.4	彩色形态学	178
9.4.1	彩色形态学的基本方法	179

9.4.2	基于数学形态学的彩色图像滤波	179
9.5	实验:数学形态学及其应用	182
	本章小结	184
	思考题与习题	184
第 10 章	数字图像处理的应用	185
10.1	图像处理在数字水印上的应用	186
10.1.1	概述	186
10.1.2	数字水印的衡量标准	186
10.1.3	数字水印的分类	186
10.1.4	实现数字水印的一般步骤	187
10.1.5	图像水印举例	187
10.2	基于数学形态学的图像颗粒度分析系统	188
10.2.1	概述	188
10.2.2	求图像中目标的面积和颗粒度	189
10.2.3	实验结果与分析	190
10.2.4	小结	191
10.3	基于内容的图像检索(CBIR)	192
10.3.1	概述	192
10.3.2	基于内容图像检索的发展	192
10.3.3	图像特征的概念	193
10.3.4	基于内容图像检索系统的框架	193
10.3.5	相似度测量公式	196
10.3.6	基于内容的图像检索系统简介	197
10.3.7	基于内容图像检索技术的研究热点	198
10.3.8	一种基于颜色和纹理特征的彩色图像检索算法	198
10.4	数字化医院中的图像存档与通信系统(PACS)	201
10.4.1	概述	201
10.4.2	国内外发展现状	202
10.4.3	主要解决的问题和技术要点	203
10.4.4	DICOM 图像格式	205
10.4.5	DICOM 3.0 标准及其面向对象的实现	206
10.4.6	小结	209
10.5	Photoshop 图像处理软件简介	209
10.6	实验:Photoshop 图像处理	214
	本章小结	216
	思考题与习题	216
附录 A	常用词汇中英文对照表	217
附录 B	常用 MATLAB 图像处理 Toolbox 函数	227
参考文献	231

第 1 章 绪 论

内容提要

本章介绍数字图像处理的发展简史、图像处理的任务、基本的图像处理系统、图像各种形式的表示、MATLAB 图像处理工具箱简介。

知识要点

- 图像、数字图像、像素
- 图像处理、数字图像处理
- 数字图像处理的目的、任务与特点
- 典型的数字图像处理系统
- 图像的基本统计特征

教学建议

- 本章教学安排 2 学时,对全书的学习有一定的导读作用。
- 学习本课程的先修知识主要包括线性代数、矩阵的表示与运算、随机过程、数字信号处理、计算机原理、软件技术基础等。
- 重点让读者了解图像处理的任务、基本的图像处理系统、计算机图像处理系统、数字图像的表示、MATLAB 图像处理工具箱的初步使用。

1.1 数字图像处理及发展简史

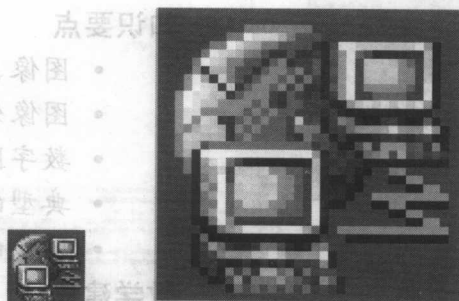
1.1.1 数字图像与像素

图像是自然界景物的客观反映。自然界的图像(image)无论在亮度、色彩,还是在空间分布上都是以模拟函数的形式出现的。现行的电视系统传输、显示的图像是模拟图像,无法采用数字计算机进行处理、传输和存储。图 1.1 是用照相机摄取的自然景物图像。

在数字图像领域,我们将图像看成由许多大小相同、形状一致的像素(pixel)组成。因此,一幅图像可以用二维矩阵加以表示。图 1.2 表示一个小图标放大 4 倍后显现出方形像素。这样,数字图像可以用矩阵表示。图像数字化包括取样和量化两个主要步骤。在空间将连续坐标离散化的过程称为取样,而进一步将图像的幅度值(可能是灰度或色彩)整量化的过程称为量化。



图 1.1 自然景物图像



(a) 原图

(b) 将原图放大 4 倍

图 1.2 像素

1.1.2 图像处理的发展简史

从远古时代开始,人们对外界的感受是直观的,象形文字就是用视觉印象表达抽象意义的一种表达形式。望远镜延伸了人的视觉客观范围,而显微镜则使人们能够洞察微观世界。照相机使人们对图像的印象成为永恒的记录。

20 世纪 20 年代,图像处理首次采用压缩技术应用于改善伦敦和纽约之间海底电缆发送的图片质量。离散数学的创立和完善,为数字图像处理奠定了理论基础。1946 年数字计算机的出现使图像的获取、处理、传输和存储产生了质的飞跃,也使“数字图像处理”几乎成了“计算机图像处理”的代名词,成了当代图像处理的主流。以下如不加特别说明,所指的“图像处理”一般均指“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。早期的计算机在计算速度、存储容量和软件处理功能等主要方面,难以满足对图像数据进行实时处理的要求。随着计算机软硬件技术的迅速发展,计算机处理图像的性能有了大幅度的提高。过去只能用大型计算机完成的处理功能,现在在 PC 上就能够方便地实现。

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

提高图像的质量以改善人的视觉效果为目的。常用的图像处理方法有图像增强、复原、编码、压缩等。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,并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。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,获得了月球的地形图、彩色图及全景镶嵌图,为人类登月创举奠定了坚实的基础。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。直到现在图像处理在航天技术领域更是不可缺少的重要手段。2005 年 1 月 14 日,“惠更斯”探测器拍摄了土星卫星“土卫六”的图像。通过图像,我们可以清楚看到 35 亿公里以外土卫六的地貌,发现它与 40 亿年前的地球环境十分相似。这块平原可能由液态甲烷和碳氢化合物构成。这是一幅对相关数据进行处理加上反射光谱数据以后获得的彩色图。在这张“橙色”照片中,“惠更斯”前方的物体应该是岩石或是冰块,它们大多呈现鹅卵石的形状。图片中央下方有两个石块状物体,左边一块大约 15 厘米宽,中间一块大约 4 厘米宽,距离“惠更斯”探测器大约 85 厘米。科学家还从照片中物体的底部发现了侵蚀的痕迹,这表明它们此前可能遭到过河流的冲刷(见图 1.3)。高达 500 公里的哈勃太空望远镜能辨别 140 亿光年以外的物体,人们甚至通过它观察到由于大爆炸形成时宇宙初期的奇形怪状的星体。

图像处理技术从航天技术推广到遥感遥测、生物医学、军事和公安、工业机器人、人民生活等许多方面。陆地卫星 5 号 TM(thematic mapper) 图像,从可见光到红外线一共七个光谱波段。所采用的全球参考系统是以轨道号(PATH/ROW)来确定每一幅图像的位置。每一幅图像实际覆盖地面的面积为 $185\text{km} \times 185\text{km}$,图 1.4 是轨道 120/38 采用 321 波段组合获取的遥感图像。

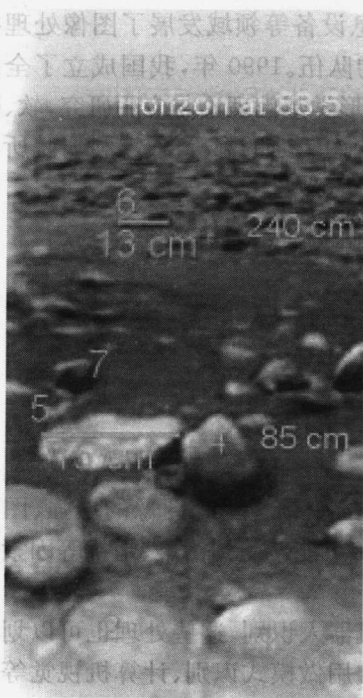


图 1.3 土卫六的地貌

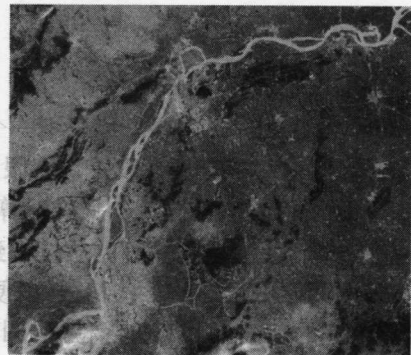


图 1.4 陆地卫星 5 号获取的遥感图像

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CT(Computer Tomograph)装置。这种无损伤诊断技术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,这项技术获得了诺贝尔生物学奖。

20世纪70年代,个人机(PC)和各种图像输入、输出设备的大众化的出现为图像处理技术的普及铺平了道路。短短的三四十年来,航天、军事、医学和工业等方面应用需求的不断增长使数字图像处理技术发生了日新月异的变化,完成从科学研究领域到工程应用的转变,进入普及实用阶段,已经发展成具有强大生命力的学科和产业。特别是VCD、DVD、多媒体计算机、数码摄像机、数码相机等信息产品的出现和普及给图像处理技术带来了无限的生机。新的数字电视制式将会取代现行的电视制式。数字图像处理理论、技术与设备已经成为当代信息技术重要的组成部分。

随着图像处理技术的深入发展,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,数字图像处理已向更高、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,这被称为图像理解。很多国家,特别是发达国家投入更多的人力、物力到这类研究中,取得了不少重要的研究成果。

在图像处理的理论和方法上,1965年快速傅里叶变换(FFT)的出现是一个具有代表性的成果,它为图像处理提供了一种高效率的处理工具。在图像处理基础上,人们进一步开展了图像分析和图像理解的研究和应用工作。这些工作需要人类的视觉过程有进一步的理解甚至需要建立视觉的数学模型,以计算机视觉(机器视觉)仿真人类视觉。一个具有代表性的成果是20世纪70年代末美国麻省理工学院(MIT)的Marr教授提出的视觉计算理论。该理论成为计算机视觉领域其后十多年的主导思想。

随着科学技术的发展,我国在航天、医学、工业、家用信息设备等领域发展了图像处理技术。同时,我国已经有一支较强的从事图像工程研究和应用的队伍。1990年,我国成立了全国性学术团体——中国图像图形学学会。它由中国从事图像图形学基础理论与应用研究,软、硬件技术开发及应用推广的专家学者和相关科技工作者组成。国内著名的高等学校、科研院所及IT企业都是本学会重要成员单位。

1.2 图像处理的目的是、任务与特点

1.2.1 图像处理的目的是

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。例如,图像的增强、图像的恢复、图像的几何变换、图像的代数运算、图像的滤波处理有可能使受到污染、干扰等因素影响产生的低清晰度、变形图像等的质量得到有效的改善。

(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。这些处理也可以划归于“图像分析”的范畴。例如,边缘检测、图像分割、纹理分析常用做模式识别、计算机视觉等高级处理的预处理。

(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。常用的方

法有统计编码、预测编码和正交变换等。

(4) 信息的可视化。许多信息(如温度场、流速场、生物组织内部等)并非可视,但转化为视觉形式后可以充分利用人们对可视模式快速识别的自然能力,更便于人们观察、分析、研究、理解大规模数据和许多复杂现象。信息可视化结合了科学可视化、人机交互、数据挖掘、图像技术、图形学、认知科学等诸多学科的理论和方法,是研究人、计算机表示的信息,以及它们相互影响的技术。

(5) 信息安全的需要,主要反映在数字图像水印和图像信息隐藏。这是图像工程出现的新热点之一。数字水印是利用多媒体数字产品中普遍存在的冗余数据与随机性,把水印信息可见或不可见地嵌入到数字作品中,以期达到保护数字产品的版权或完整性的一种技术。在计算机通信、密码学等学科也有其用武之地。

1.2.2 图像处理的任务

图像处理的任务是将客观世界的景象进行获取并转化为数字图像,进行增强、编码、恢复和压缩等处理,将一幅图像转化为另一幅具有新的意义的图像。有时称静止的图像为图片(picture)、活动的图像为视频(video)。

对“图像处理”的理解有广义与狭义之分。广义的“图像处理”,可以包含有些学者提出的“图像技术”、“图像工程”等概念,而狭义的“图像处理”重点讨论为改善视觉效果、存储或传输效率,在输入图像和输出图像之间进行的变换。广义的“图像处理”还可以包括“图像分析(image analysis)”和“图像理解(image understanding)”等。图像分析指对图像中感兴趣的目标进行检测和测量,图像理解指在图像分析的基础上,进一步研究图像中各目标的性质和它们之间的关系以得到对图像反映的场景的合理解释。从抽象程度看,图像处理处于低层,图像分析处于中层,而图像理解处于高层。本书中,“图像处理”指与图像有关的理论、技术和系统,主要介绍经典的图像处理理论和方法,对一些重要的图像分析内容和图像理解的技术热点也进行相应的介绍,以扩展读者的知识面,同时也使读者进一步感受三者的联系和差异。我们可将图像处理的主要任务分成以下几类。

1. 图像获取与数字化

将自然界的图像通过光学系统成像并由电子器件或系统转化为模拟图像信号,再由模拟/数字转换器(ADC)得到原始的数字图像信号。图像的获取也称图像的采集(acquisition)。图像的采集十分重要。原始的图像质量高会大大减轻后期处理的负担。虽然图像处理硬件和软件可以在一定程度上弥补采集过程中存在的缺陷,但保证高信噪比、高保真度的原始图像仍然是首先必须重视的问题。

2. 图像增强

图像增强(image enhancement)的作用在于是对视觉不满意的图像进行改善,突出图像中所感兴趣的部分。如强化图像高频分量,可使图像中物体轮廓清晰,细节明显,而强化低频分量可减少图像中噪声影响,即对高频噪声起平滑作用。可见,尽管人们并不一定知道图像降质(degrade)或退化的原因,但通过使用图像增强技术得到的新图像的质量在主观视觉上更为良好。通过图像增强,我们可以改变原来图像全部或局部的亮度、对比度、色彩分布等参数,使增强后的图像更加赏心悦目。对于图像分析和图像理解来说,图像增强往往作为这些过程的前期