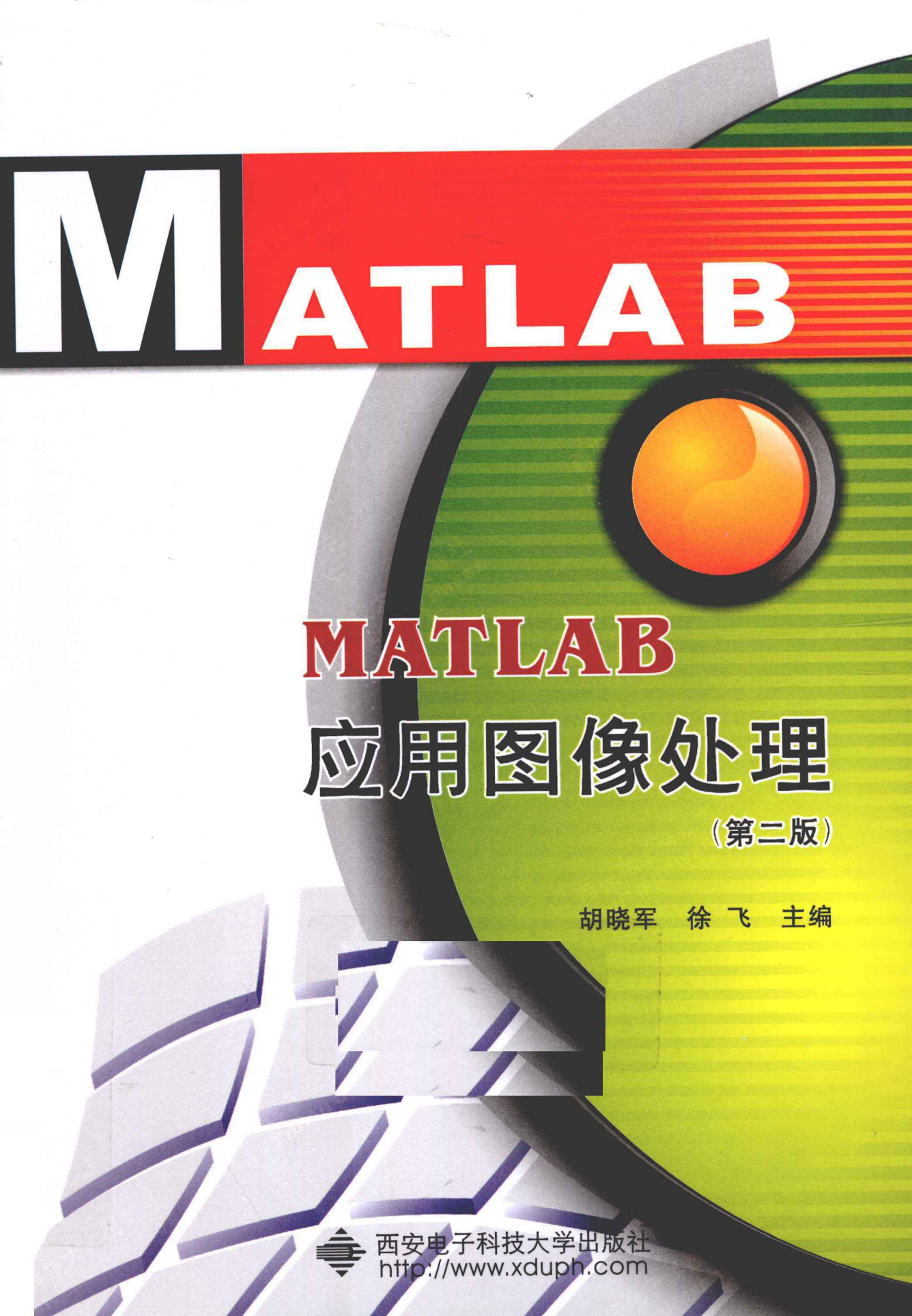


The background of the cover features a large, stylized MATLAB logo. The 'M' is white on a black background, and 'ATLAB' is white on a red background. Below this, the word 'MATLAB' is written in red with a white outline. The Chinese title '应用图像处理' is in black with a white outline, and '(第二版)' is in black. The authors' names '胡晓军 徐飞 主编' are in black. The publisher's name '西安电子科技大学出版社' and the website 'http://www.xduph.com' are at the bottom. The background also includes a green and yellow circular graphic with a black ring and a small orange circle, and a purple and white geometric pattern at the bottom left.

MATLAB

MATLAB

应用图像处理

(第二版)

胡晓军 徐飞 主编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

MATLAB 应用图像处理

(第二版)

胡晓军 徐 飞 主 编

焦长君 白江坡 施晓红 等编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍了 MATLAB 语言在图像处理技术方面的应用,以 MATLAB 中的图像处理工具箱为中心,重点介绍了各种图像处理方法的理论和应用实例。书中给出了大量的 MATLAB 程序实例和图像处理效果,使读者可以轻松的理解和掌握使用 MATLAB 图像处理工具箱函数进行图像处理的方法。

本书共 11 章,内容包括图像的显示与运算、图像变换和图像滤波、图像空间变换和图像配准、图像增强与复原、图像编码与压缩、图像形态学处理、图像 GUI 以及小波分析在图像处理中的应用。

本书简明扼要、通俗易懂,同时兼有一定的深度和广度。本书适用于对 MATLAB 图像处理技术感兴趣的读者,也可作为本科生、研究生学习使用 MATLAB 进行图像处理的参考书以及科研与工程技术人员工具书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 应用图像处理 / 胡晓军, 徐飞主编. —2 版. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2011.3

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2504 - 1

I. M... II. ①胡... ②徐... III. ①图像处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB
IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 235444 号

责任编辑 毛红兵

加工编辑 李新燕 毛红兵

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 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2011 年 3 月第 2 版 2010 年 3 月第 4 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18.25

字 数 423 千字

印 数 10 001~13 000 册

定 价 28.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2504 - 1/TP · 1248

XDUP 2796002-4

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

数字图像处理(Digital Image Processing)又称为计算机图像处理,是指将图像信号转换成数字信号并利用计算机对其进行处理的过程。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。从 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,这被称为图像理解或计算机视觉。很多国家,特别是发达国家投入了更多的人力、物力到这项研究中,并取得了不少重要的研究成果。图像处理的应用领域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。

MATLAB 是近年来在国内外广泛流行的一种科学计算软件,其语法结构简单,并具有极强的数值计算、图文处理、数据分析、图形绘制以及数字图像处理功能。MATLAB 中含有专门支持数字图像处理的图像处理工具箱,可以方便快捷地实现各种图像处理算法,无论对于图像处理的初学者还是研究图像处理的专家都具有很强的应用价值。

本书主要介绍了数字图像处理的基础知识、基本方法、程序范例等。在上一版《MATLAB 数字图像处理》的基础上,对内容进行了更新,加入了更多的程序实例并且引入了新的内容,比如图像配准、图像 GUI 编程和小波图像融合等。全书共分 11 章,其中第 1 章为图像处理的概述,第 2~5 章介绍数字图像处理的基础知识,包括图像的显示、运算、滤波和图像变换,主要由徐飞、施晓红、焦长君编写;第 6~8 章分别介绍图像配准、图像增强和复原以及图像编码和压缩技术,主要由焦长君和白江坡编写;第 9 章介绍图像形态学以及二值图像形态学处理,第 10 章介绍图像 GUI 应用和编程,第 11 章详细介绍小波分析图像处理技术,主要由胡晓军编写。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程、电气工程及其自动化等相关专业本科生的教材,以及信息与通信工程、控制科学与工程、计算机科学与技术、生物医学工程、光学工程和电子科学与技术等专业的研究生教材,也可作为从事图像处理与分析、模式识别、人工智能和计算机应用研究与开发的工程技术人员参考书。

直接参与本书编写工作的还有张一鸣、于学祥、严日村、罗廷芳、张恒、司超、许亮、王同业、杨珏、刘景琳等。

由于笔者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2010 年 12 月

第一版前言

图像是一种重要的信息源，图像处理的最终目的就是要帮助人类理解信息的内涵。数字图像处理技术的研究内容涉及光学系统、微电子技术、计算机科学、数学分析等领域，是一门综合性很强的边缘学科。随着计算机技术的迅猛发展，图像处理技术已经广泛应用于各个领域。近 30 年来该技术取得了令人瞩目的成就。

随着科技的发展，许多高新知识都已经在图像处理上得到了广泛应用，并取得了较好的效果，但是，一些经典的图像处理方法仍然有其生命力，实际应用中还是离不开一些基本的技术。因此，本书详细介绍了一些图像处理的经典方法，例如，图像运算、图像滤波、图像变换以及二进制形态操作等，同时还介绍了这些技术的 MATLAB 实现方法，最后在此基础上介绍了一些先进的图像处理技术，例如小波变换等。MATLAB 是一种高效的工程计算语言，在数值计算、数据处理、自动控制、图像处理、神经网络、小波分析、金融分析等方面有着广泛的应用。MATLAB 是一种向量语言，它非常适合于进行图像处理。

本书从结构上可以分为两部分，第一部分是基础部分，包括第 1~6 章内容，主要介绍了图像处理的基本理论和方法以及 MATLAB 的基本图像处理方法；第二部分是应用部分，包括从第 7~12 章的内容，主要介绍基本理论和方法的实际应用。本书中每一章都配有习题，主要是希望读者能在学习之后进行动手实践，本书的最后附有习题答案以供参考。

基础部分分为图像处理概述、图像显示、图像运算、图像变换、图像滤波和二值形态学操作等六个方面的内容。第 1 章主要介绍了数字图像及图像处理系统的概念，针对 MATLAB 应用介绍了 MATLAB 的图像类型；第 2 章主要介绍了 MATLAB 显示函数的使用方法，这一章是所有章节的基础，如果没有掌握好这一章的内容，那么在以后的学习中将会遇到一些不必要的麻烦；第 3 章介绍了图像的点运算、代数运算、几何运算和邻域操作等四个方面的内容，其中涉及图像的各种基本处理单位和方法；第 4 章介绍了图像处理技术中非常重要的几个概念，包括傅立叶变换、DCT 变换等；第 5 章介绍了图像的基本滤波方法和几种常用的滤波器；第 6 章则是图像分析中最常用到的形态学操作内容。

应用部分包括图像的空间变换、图像增强、图像复原、图像编码、图像分析和其他图像处理技术等部分。这几章的内容基本上是按照实际图像处理的顺序进行编排的，首先对图像进行位置矫正，然后增强图像的效果，去除噪声，到此一个图像才有编码价值，最后对处理过的图像进行分析和理解。图像的空间变换主要是利用了第 3 章中的几何变换技术；增强和复原主要是利用了滤波技术；编码利用了变换技术；而图像分析则大多是利用了图像的形态学操作。最后一章中介绍了小波变换、分形几何和神经网络等新技术在图像处理中的初步应用。

本书第 1~4 章由徐飞、施晓红、刘军、王刚等编写；第 5、6 章由刘涛、林峰、李凯等编写；第 7~9 章由徐飞、李稚锋、王华等编写；第 10、11 章由施晓红、李明、陈志强

编写。全书文字由李飞、张小龙输入，图像由李燕、胡利明编辑处理。全书由徐飞、施晓红、林哲辉审校。在本书的编写过程中还得到了王德军、赵文峰等人的大力帮助，毛红兵女士为本书的策划与编辑工作付出了大量的心血与汗水。另外还有很多同志在本书的排版、校对过程中付出了大量的劳动，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，错误或疏漏之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

编者

2002年3月

目 录

第 1 章 MATLAB 图像处理概述	1
1.1 数字图像处理及其特点	1
1.1.1 数字图像与数字图像处理	1
1.1.2 数字图像处理的特点	2
1.2 数字图像处理的主要内容	3
1.3 数字图像处理系统	5
1.3.1 硬件系统	5
1.3.2 软件系统	7
1.4 数字图像处理的历史与发展	8
1.5 数字图像处理的应用	10
1.5.1 通信领域	11
1.5.2 宇宙探测	11
1.5.3 遥感	11
1.5.4 生物医学领域	12
1.5.5 工业生产领域	14
1.5.6 军事、公安等领域	15
1.5.7 娱乐动画广告	16
1.6 数字图像处理的发展动向	17
习题	17
第 2 章 MATLAB 图像的显示与运算	18
2.1 数字图像	18
2.1.1 图像数字化	18
2.1.2 MATLAB 中的数字图像	19
2.2 MATLAB 图像文件格式	20
2.3 图像的读写	21
2.3.1 文件信息查询	21
2.3.2 图像文件读取	23
2.3.3 图像文件写入	24
2.3.4 图像文件格式转换	24
2.4 图像的显示	25
2.4.1 二值图像的显示	26
2.4.2 灰度图像的显示	27
2.4.3 索引图像的显示	28
2.4.4 真彩图像的显示	29

2.5 特殊图像显示技术	30
2.5.1 同一窗口中显示多幅图像	30
2.5.2 显示多帧图像	31
2.6 图像类型转换	32
2.6.1 dither 函数	33
2.6.2 gray2ind 函数	34
2.6.3 grayslice 函数	34
2.6.4 im2bw 函数	35
2.6.5 ind2gray 函数	36
2.6.6 ind2rgb 函数	36
2.6.7 rgb2gray 函数	36
2.6.8 rgb2ind 函数	37
2.6.9 mat2gray 函数	38
2.7 图像的直方图	39
2.7.1 直方图的基本概念	39
2.7.2 直方图的性质	41
2.7.3 直方图的计算和 MATLAB 实现	42
2.8 图像的点运算	43
2.8.1 点运算的种类	43
2.8.2 MATLAB 实现	46
2.9 图像的代数运算	47
2.9.1 代数运算定义	47
2.9.2 MATLAB 实现	48
习题	51
第 3 章 MATLAB 图像变换	52
3.1 傅立叶变换	52
3.1.1 连续傅立叶变换	52
3.1.2 离散傅立叶变换(DFT)	53
3.1.3 二维傅立叶变换的性质	54
3.1.4 快速离散傅立叶变换	57
3.1.5 MATLAB 实现与举例	57
3.2 离散余弦变换(DCT)	59
3.2.1 一维离散余弦变换	59
3.2.2 二维离散余弦变换	60
3.2.3 MATLAB 实现函数	61
3.3 射线投影积分变换	63
3.3.1 平行线投影变换和逆变换	64
3.3.2 扇束变换和逆变换	71
习题	73

第 4 章 MATLAB 图像滤波	74
4.1 线性滤波器的空间域设计法	74
4.1.1 简介	74
4.1.2 卷积	74
4.1.3 相关	75
4.2 滤波器频域设计法	75
4.2.1 频率变换设计法	76
4.2.2 频域采样法	77
4.2.3 窗口法	78
4.3 图像滤波	80
4.4 典型滤波器介绍与设计	82
4.4.1 低通滤波器	82
4.4.2 高通滤波器	85
4.4.3 滤波器的 MATLAB 实现	87
习题	88
第 5 章 MATLAB 图像空间变换	89
5.1 概论	89
5.1.1 空间变换描述	89
5.1.2 主要问题	89
5.1.3 空间变换的应用	90
5.2 灰度插值	91
5.2.1 最接近点	92
5.2.2 双线性插值	93
5.2.3 高次插值	94
5.3 几何变换	94
5.3.1 齐次坐标	94
5.3.2 平移变换	96
5.3.3 图像旋转变换	97
5.3.4 图像缩放	98
5.3.5 图像剪切	98
5.3.6 复合变换	98
5.3.7 投影变换	100
5.3.8 高阶变换	101
5.4 空间变换的 MATLAB 实现	103
5.4.1 缩放变换函数 imresize	103
5.4.2 旋转变换函数 imrotate	105
5.4.3 tformfwd 和 tforminv	106
5.4.4 变换结构体构造函数 maketform	107
5.4.5 逆变换结构体产生函数 fliptform	109

5.4.6 二维变换函数 imtransform	110
5.5 空间变换演示	113
5.5.1 MATLAB 空间变换的基本步骤	113
5.5.2 图像的基本空间变换	113
5.5.3 图像的保形变换	122
习题	127
第 6 章 MATLAB 图像配准	128
6.1 图像配准概述	128
6.1.1 图像配准定义	128
6.1.2 图像配准的分类	128
6.2 图像配准方法	129
6.2.1 基于灰度信息的图像配准方法	130
6.2.2 基于变换域的图像配准方法	132
6.2.3 基于特征的图像配准方法	132
6.3 MATLAB 图像配准工具介绍	133
6.3.1 cp2tform	133
6.3.2 cpcorr	133
6.3.3 cpselect	134
6.3.4 cpstruct2pairs	136
6.3.5 normxcorr2	136
6.4 图像配准示例	137
6.4.1 图像配准一般流程	137
6.4.2 简单的图像配准	138
6.4.3 复杂的图像配准	139
习题	144
第 7 章 MATLAB 图像增强与复原	145
7.1 图像增强	145
7.1.1 灰度变换增强	145
7.1.2 空域滤波增强	156
7.1.3 频域增强	162
7.1.4 色彩增强	165
7.2 图像复原	167
7.2.1 模糊及噪声	167
7.2.2 MATLAB 复原函数简介	169
7.2.3 维纳滤波复原	170
7.2.4 约束最小二乘方滤波复原	173
7.2.5 Lucy-Richardson 复原	174
7.2.6 盲去卷积复原	176
习题	179

第 8 章 MATLAB 图像编码与压缩	180
8.1 图像压缩和编码概述	180
8.2 无损图像压缩	181
8.2.1 行程编码	181
8.2.2 算术编码	183
8.2.3 哈夫曼编码	185
8.3 有损图像压缩	188
8.3.1 预测编码	188
8.3.2 变换编码	190
习题	199
第 9 章 数学形态学以及二值图像形态学处理	200
9.1 数学形态学概述	200
9.1.1 数学形态学简介	200
9.1.2 数学形态学的集合理论基础	201
9.2 数学形态学基本操作——腐蚀和膨胀	201
9.2.1 膨胀	202
9.2.2 腐蚀	205
9.2.3 膨胀和腐蚀的对偶性	205
9.3 数学形态学其它操作	205
9.3.1 开操作	206
9.3.2 闭操作	206
9.3.3 击中/击不中变换	207
9.4 二值图像的连通性	209
9.4.1 像素的连通性	209
9.4.2 二值图像的对象	209
9.5 查表操作	211
9.6 数学形态学在二值图像处理中的应用	213
9.6.1 噪声去除	213
9.6.2 图像细化和骨化	214
9.6.3 边界提取	215
9.6.4 区域填充	215
9.6.5 图像特征提取	217
习题	219
第 10 章 MATLAB 图像处理 GUI 介绍	220
10.1 图像处理 GUI 概述	220
10.2 图像处理 GUI 模块介绍	222
10.3 模块化图像处理 GUI 编程	225
10.3.1 位置控制	225
10.3.2 连接性回调 API 函数	226

10.3.3 自定义 GUI 模块	228
习题	232
第 11 章 MATLAB 小波分析在图像处理中的应用	233
11.1 小波和小波变换	233
11.2 离散小波变换和 Mallat 算法	236
11.3 MATLAB 小波分析在图像处理中的应用	240
11.3.1 小波图像分解与重构	240
11.3.2 小波图像压缩	251
11.3.3 小波图像去噪	255
11.3.4 小波图像融合	258
习题	261
附录 MATLAB 图像处理相关函数命令	262
参考文献	279

第1章 MATLAB 图像处理概述

1.1 数字图像处理及其特点

1.1.1 数字图像与数字图像处理

1. 数字图像

图像是客观世界中一个物体生动的图形表达形式，它包含了所描述物体的信息。图像可用二维函数 $f(x, y)$ 表示，其中 x, y 是空间坐标值， $f(x, y)$ 是点 (x, y) 的幅值。灰度图像可用一个二维灰度(或亮度)函数 $f(x, y)$ 来表示；彩色图像用三个(如 RGB、HSV)二维灰度(或亮度)函数 $f(x, y)$ 的组合来表示。

用计算机进行图像处理的前提是图像必须以数字格式存储。我们把以数字格式存储的图像称为数字图像。数字图像由二维元素组成，每一个元素具有一个特定的位置 (x, y) 和幅值 $f(x, y)$ ，这些元素就称为像素(Pixel)，图 1.1 是图像数字化示意图。像素组成的二维排列可以用矩阵表示。对于单色(灰度)图像而言，每个像素的亮度用一个数值来表示。通常数值范围为 $[0, 255]$ ，“0”表示黑、“255”表示白，其它值表示处于黑白之间的灰度。彩色图像可以用红、绿、蓝三元组的二维矩阵来表示。通常，三元组的每个数值也是在 $0 \sim 255$ 之间，“0”表示在该像素中没有相应的颜色，“255”则代表相应的基色在该像素中取得最大值。

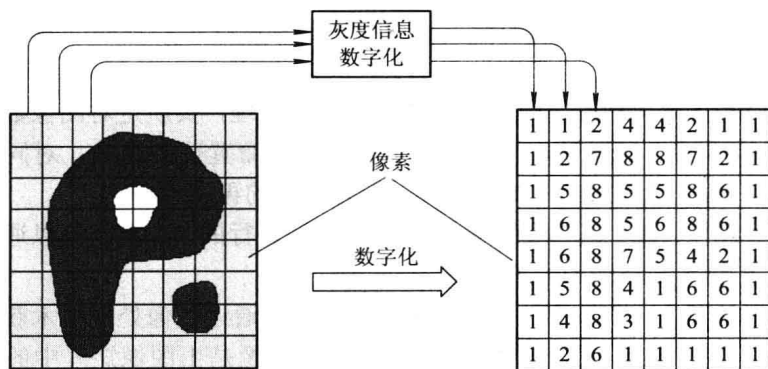


图 1.1 图像数字化示意图

2. 数字图像处理

数字计算机最擅长的是处理各种数据, 数字化后的图像可以看成是存储在计算机中的有序数据, 可以用计算机对数字图像进行处理。利用计算机对图像进行去噪、增强、复原、分割、特征提取等处理, 就称为数字图像处理。数字图像处理一般是用计算机和实时硬件实现的, 故也称为计算机图像处理。

在日常生活中, 数字图像处理已经得到了广泛的应用。例如, 电脑人像艺术, 电视中的特殊效果, 自动售货机钞票的识别, 邮政编码的自动识别和利用指纹、虹膜、面部等特征进行的身份识别等。在医学领域, 很早以前就采用 X 射线透视、显微镜照片等来诊断疾病。现在, 数字图像处理已成为疾病诊断的重要手段, 用一般摄影方法不能获取的身体内部状况, 也能由特殊的图像处理装置获取, 最具有代表性的就是 X 射线 CT(Computed Tomography, 计算机断层摄像)。

数字图像处理的产生和迅速发展主要受如下三方面的影响:

(1) 计算机的发展。早期的计算机无论在计算速度还是存储容量方面, 都难于满足对庞大图像数据进行实时处理的要求。随着计算机硬件技术及数字化技术的发展, 计算机、内存及外围设备的价格急剧下降, 而其性能却有了大幅度的提高。过去只能用大型计算机完成的对庞大数据进行的处理工作, 现在在个人计算机(PC 机)上也能够轻而易举地实现。

(2) 数学的发展, 特别是离散数学理论的创立和不断完善, 为数字图像处理奠定了理论基础。

(3) 军事、医学和工业等方面应用需求的不断增长。自 20 世纪 20 年代, 图像处理首次应用于改善伦敦和纽约之间海底电缆发送的图片质量以来, 经过几十年的研究与发展, 数字图像处理的理论和方法进一步完善, 应用范围更加广阔, 已经成为一门新兴的学科, 并在向更高级的方向发展。比如, 在景物理解和计算机视觉(机器视觉)方面, 图像处理已由二维处理发展到三维理解或解释。近几年来, 随着计算机和各个相关领域研究的迅速发展, 科学计算可视化、多媒体技术等研究和应用的兴起, 数字图像处理从一个专门领域的学科, 变成了一种新型的科学研究和人机界面交互的工具。

1.1.2 数字图像处理的特点

数字图像处理可以利用计算机的计算实现与光学系统模拟处理相同效果的过程。数字图像处理具有如下特点:

(1) 处理精度高, 再现性好。利用计算机进行图像处理, 实质是对图像数据进行各种运算。由于计算机技术的飞速发展, 计算精度和正确性毋庸置疑; 另外, 对同一图像用相同的方法处理多次, 也可得到完全相同的效果, 具有良好的再现性。

(2) 处理的多样性。由于图像处理是通过运行程序进行的, 因此, 可以通过设计不同的图像处理程序, 实现各种不同的处理效果。

(3) 图像数据量庞大。图像中包含丰富的信息, 可以通过图像处理技术获取图像中的有用的信息, 但是, 数字图像的数据量庞大。一幅数字图像是由图像矩阵中的像素组成的, 通常每个像素用红、绿、蓝三种颜色表示, 每种颜色用 8 bit 表示灰度级。一幅 1024×1024 不经压缩的真彩色图像, 数据量达 3 MB。X 射线照片的数据量一般为 64~256 KB, 一幅遥

感图像为 $3240 \times 2340 \times 4 = 30$ MB。如此庞大的数据量给图像的存储、传输和处理都带来了巨大的困难。如果精度及分辨率再提高, 所需处理时间将大幅度增加。

(4) 图像处理技术综合性强。数学、物理学等是数字图像处理的基础, 此外, 数字图像处理涉及的技术领域广泛, 如通信技术、计算机技术、电子技术、电视技术等。

1.2 数字图像处理的主要内容

一般而言, 对图像进行加工和分析主要有如下三个方面的目的:

(1) 提高图像的视感质量, 以达到赏心悦目的效果。如去除图像中的噪声, 改变图像的亮度、颜色, 增强图像中的某些成分、抑制某些成分, 对图像进行几何变换等, 从而改善图像的质量, 以达到或真实、或清晰、或色彩丰富、或意想不到的艺术效果。

(2) 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, 模式识别、计算机视觉的预处理等。这些特征包括很多方面, 如频域特性、灰度/颜色特性、边界/区域特性、纹理特性、形状/拓扑特性以及关系结构等。

(3) 对图像数据进行变换、编码和压缩, 以便于图像的存储和传输。

不管图像处理是何种目的, 都需要用计算机图像处理系统对图像数据进行输入、加工和输出, 因此数字图像处理的主要研究内容有以下九个方面:

(1) 图像获取(Image Acquisition)、表示(Representation)和表现(Presentation)。该过程主要是把模拟图像信号转化为计算机所能接受的数字形式, 以及把数字图像显示和表现出来(如打印)。这一过程主要包括摄取图像、光电转换及数字化等几个步骤。

(2) 图像复原(Image Restoration)。当造成图像退化(图像品质下降)的原因已知时, 复原技术可以对图像进行校正。图像复原最关键的是对每种退化都建立一个合理的模型。例如, 掌握了聚焦不良成像系统的物理特性, 便可建立复原模型, 而且对获取图像的特定光学系统的直接测量也是可能的。退化模型和特定数据一起描述了图像的退化, 因此, 复原技术是基于模型和数据的图像恢复, 其目的是消除退化的影响, 从而产生一个等价于理想成像系统所获得的图像。

(3) 图像增强(Image Enhancement)。图像增强是对图像质量在一般意义上的改善。当无法知道图像退化有关的定量信息时, 可以使用图像增强技术较主观地改善图像的质量。所以, 图像增强技术是用于改善图像视感质量所采取的一种方法。因为增强技术并非是针对某种退化所采取的方法, 所以很难预测哪一种特定技术是最好的, 只能通过试验和分析误差来选择一种合适的方法。有时可能需要彻底改变图像的视觉效果, 以便突出重要特征的可观察性, 使人或计算机更易观察或检测。在这种情况下, 可以把增强理解为增强感兴趣特征的可检测性, 而非改善视感质量。电视节目片头或片尾处的颜色、轮廓等的变换, 其目的是得到一种特殊的艺术效果, 增强动感和力度。

(4) 图像分割(Image Segmentation)。把图像分成一些互不重叠的区域的过程就是图像分割。一幅图像中通常包含多个对象, 例如, 一幅医学图像中显示出正常的或有病变的各种器官和组织。图像处理为了达到识别和理解的目的, 几乎都必须按照一定的规则将图像分割成区域, 每个区域代表被成像的一个物体(或部分)。

图像自动分割是图像处理中最困难的问题之一。人类视觉系统的优越性,使得人类能够将所观察的对象从复杂场景中分开,并识别出每个物体。但对计算机来说,这却是一个难题。目前,大部分图像的自动分割还需要人工提供必需的信息来实现,只有一部分领域(如印刷字符自动识别(OCR)、指纹识别等)开始实际应用。由于解决与图像分割相关的基本问题是特定领域中图像分析实用化的关键一步,因此,如何将各种方法融合在一起,并使用有关知识来提高图像处理的可靠性和有效性是图像分割的研究热点。

(5) 图像分析。图像处理应用的目标几乎均涉及到图像分析,即对图像中的不同对象进行分割、特征提取和表示,从而有利于计算机对图像进行分类、识别和理解。在工业产品零件无缺陷装配检测中,图像分析是将图像中的像素转化成一个“合格”或“不合格”的判定。在某些应用领域中,如医学图像处理,不仅要检测出物体(如肿瘤)的存在,而且还要检查物体的大小。

(6) 图像重建。图像重建与上述的图像增强、图像复原等不同。图像增强、图像复原的输入是图像,处理后的输出结果也是图像,而图像重建是指从数据到图像的处理,即输入的是某种数据,而经过处理后得到的结果是图像,CT 就是图像重建的典型应用实例。目前,图像重建与计算机图形学相结合,把多个二维图像合成三维图像,并加以光照模型和各种渲染技术,能生成各种具有强烈真实感的高质量图像。

(7) 图像压缩编码(Image Encoding)。数字图像的特点之一是数据量庞大。尽管现在有大容量的存储器,但仍不能满足图像数据(尤其是动态图像、高分辨率图像)处理的需要,因此在实际应用中图像压缩是必需的。如果数据不压缩,则在存储和传输过程中就需要占很大的容量和带宽,从而增加成本。图像压缩的目的就是压缩图像数据量。

图像编码主要是利用图像信号的统计特性及人类视觉的生理和心理特性,对图像信号进行高效编码,即研究数据压缩技术,目的是在保证图像质量的前提下压缩数据,便于图像的存储和传输。一般来说,图像编码的目的有三个:① 减少数据存储量;② 降低数据率以减少传输带宽;③ 压缩信息量,便于特征提取,为后续识别做准备。

从编码技术发展来看,Kunt 提出了第一代、第二代编码的概念。第一代编码是以去除冗余为基础的编码方法,如 PCM、 ΔM 、亚取样编码法、DFT、DCT、W-H 变换编码法以及以此为基础的混合编码法,第二代编码法大多在 20 世纪 80 年代以后提出,如金字塔编码法、Fractal 编码法、小波变换编码法、基于神经网络的编码法、模型基编码法等。这些编码方法有如下特点:① 充分考虑人的视觉特性;② 恰当地考虑对图像信号的分解与表述;③ 采用图像的合成与识别方案压缩数据。

(8) 模式识别(Pattern Recognition)。模式识别是数字图像处理的又一研究领域。当今,模式识别方法大致有三种:统计识别法;句法结构模式识别法;模糊识别法。

统计识别法侧重于特征;句法结构模式识别法侧重于结构和基元;模糊识别法是把模糊数学的一些概念和理论用于识别处理。在模糊识别处理中充分考虑人的主观概率,同时也考虑了人的非逻辑思维方法及人的生理、心理反应,这一独特性的识别方法目前尚未成熟,正处于研究阶段。

(9) 图像理解(Image Understanding)。图像理解是由模式识别发展起来的图像处理方法。该方法输入的是图像,输出的是一种描述。这种描述并不仅是单纯地用符号做出详细的描绘,而且要利用客观世界的知识使计算机进行联想、思考及推论,从而理解图像所表现的

内容。图像理解有时也叫景物理解,在这一领域还有相当多的问题需要深入研究。

以上所述的九项处理任务是图像处理所涉及到的主要内容。总的来说,经过多年的发展,图像处理经历了对从静止图像到活动图像、从单色图像到彩色图像、从客观图像到主观图像、从二维图像到三维图像处理的发展历程。特别是图像处理技术与计算机图形学的结合,已能产生高度逼真、非常纯净、更有创造性的图像。由此派生出来的虚拟现实技术的发展,或许将从根本上改变人们的学习、生产和生活方式。

1.3 数字图像处理系统

1.3.1 硬件系统

如图 1.2 所示,数字图像处理系统由图像数字化设备、图像处理计算机(通常将存储设备也包括在内)、图像输出和显示设备组成。

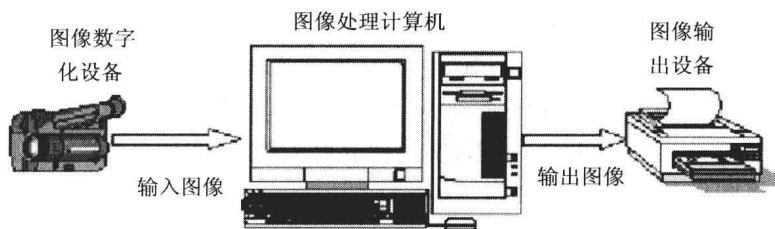


图 1.2 图像处理系统示意图

1. 图像数字化设备

图像数字化设备包括电视摄像机、扫描仪、数码相机、遥感仪与图像采集卡等。

(1) 电视摄像机(Video Camera)。电视摄像机是目前使用最广泛的图像获取设备,如图 1.3(a)所示。电视摄像机的核心部件是光电转换装置,也称为固态阵。目前大多数感光基元多为电荷耦合器件 CCD(Charge Coupled Device),CCD 可以将照射在其上的光信号转换为对应的电信号。该设备小巧、速度快、成本低、灵敏度高,多作为实时图像输入设备应用。但用该设备所获取的图像灰度层次较差、非线性失真较大、有黑斑效应,在使用中需要校正。

(2) 扫描仪(Scanner)。如图 1.3(b)所示,扫描仪是将各种形式的图像信息(如图片、照片、胶片及文稿资料等)输入到计算机的重要工具,特点是精度和分辨率高。由于扫描仪良好的精度和低廉的价格,已成为当今应用最为广泛的图像数字化设备。但用扫描仪获取图像信息的速度较慢,不能实现实时输入。

(3) 数码照相机(Digital Camera)。如图 1.3(c)所示,数码照相机也叫数字相机,是一种能够进行景物拍摄,并以数字格式存放拍摄图像的特殊照相机。它的核心部件是 CCD 图像传感器。CCD 可以对亮度进行分级,但并不能识别颜色。为此,数码照相机使用了红、绿、蓝三个彩色滤镜,当光线从红、绿、蓝滤镜中穿过时,就可以得到每种色光的反应值,再通过软件对得到的数据进行处理,从而确定每一个像素点的颜色。CCD 生成的数字图像被