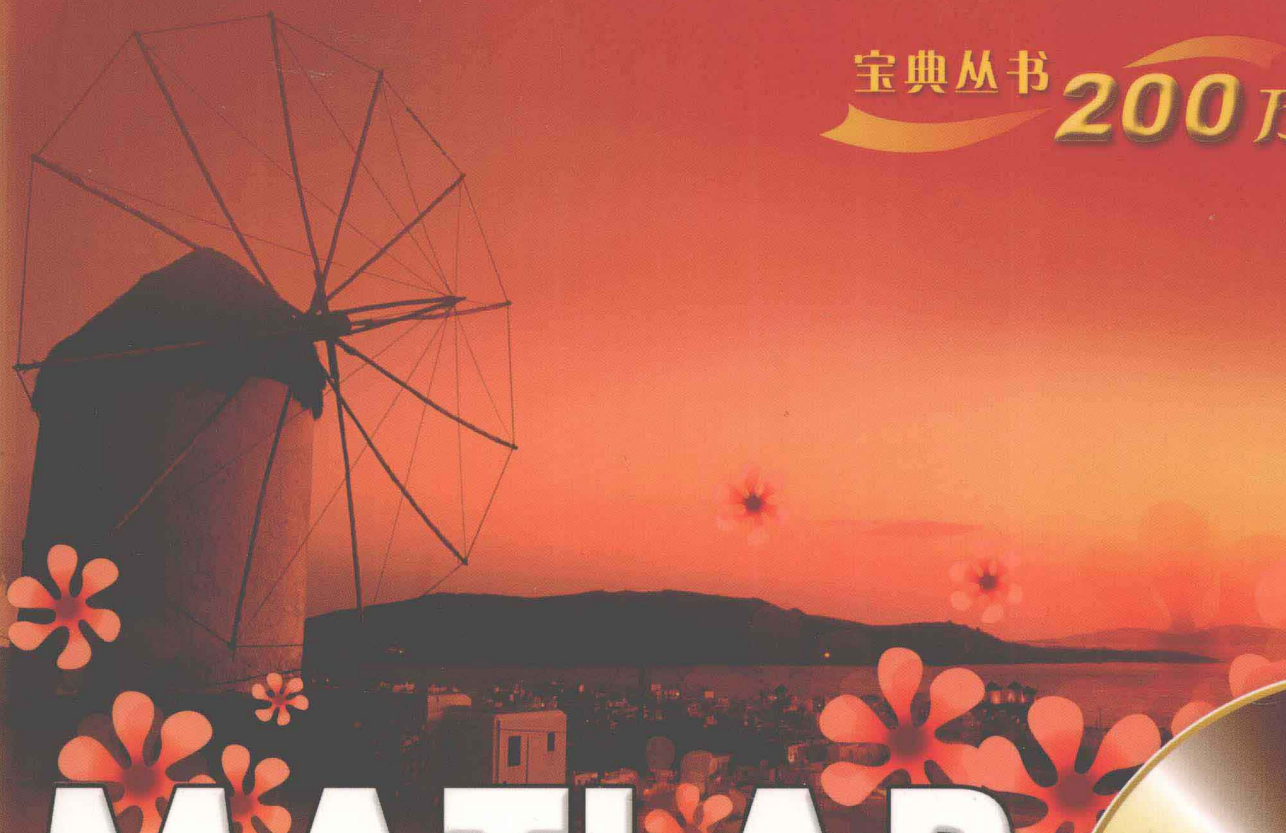


宝典丛书 **200万**



MATLAB

图像处理

宝典



MATLAB技术斑竹10年实战经验

配套代码与视频讲解光盘

www.matlabsky.com友情推荐

秦襄培 郑贤中 编著
道然科技 审校



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

宝 典 丛 书

MATLAB 图像处理宝典

秦襄培 郑贤中 编著

道然科技 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书全面而细致地讲解了 MATLAB 图像处理, 全书从内容上分为 3 部分, 共 19 章。第 1 部分“基础篇”, 包括第 1 章到第 8 章。首先讲解了 MATLAB 图像处理的特点及其学习方法、数字图像的基本知识, 随后介绍了 MATLAB 颜色和三维物体描述、光照与材质, 通过掌握这部分内容可以提高用户的三维表达能力, 最后介绍了科学计算可视化, 并以声学计算的 MATLAB 的图像表现为例进行了详细说明。第 2 部分“图像处理工具箱详解”, 包括第 9 章到第 13 章。本部分首先对图像处理工具箱的基础知识进行了概述, 随后介绍了图像处理工具箱的图像变换、数学形态学、图像增强和图像复原等功能。本部分是从基础知识到具体应用的桥梁, 是读者实现 MATLAB 图像处理必须熟悉和掌握的内容。第 3 部分“图像处理实务”, 包括第 14 章到第 19 章。本部分首先对小波变换进行了应用的介绍, 随后讲解了图像分割这个比较活跃的研究领域, 接着介绍了图像表示与描述、模式识别方面的内容, 这部分内容属于比较高级的图像应用, 最后结合实例讲解了基于图像的 MATLAB 摩擦学仿真。

本书写作结构明晰、图文并茂、案例丰富、具有很强的可操作性。实例的选取兼顾深度与广度, 对实际问题的现象、产生原因和相关原理进行了深入浅出的讲解。

本书是对图像处理有需求但对编程不熟悉的人士及 MATLAB 图像应用开发人员的参考指南。本书既可以作为学校或培训机构及企业的 MATLAB 图像处理教程, 也适合作为 MATLAB 图像开发的案头参考书, 也可以作为自学 MATLAB 的参考用书。

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

MATLAB 图像处理宝典 / 秦襄培, 郑贤中编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.9
(宝典丛书)
ISBN 978-7-121-14326-7

I. ①M… II. ①秦… ②郑… III. ①图象处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 163726 号

策划编辑: 张月萍

责任编辑: 付 睿

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 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: 30 字数: 871 千字

印 次: 2011 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 66.00 元 (含光盘 1 张)

凡所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, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

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

服务热线: (010) 88258888。

前 言

MATLAB R2010b 于 2010 年 9 月正式发布，它所带的图像处理工具箱版本为 Version 7.1 (R2010b)。7.1 版图像处理工具箱的新特性有：新的 corner 函数探测图像中的角点处；imtool 中有效显示和导航任意格式的超大图像；当使用 blockproc 函数时可以控制填充动作；blockproc 函数支持 JPEG2000 文件格式写入；dicomread 函数功能增强；nitinfo 函数的图像放大区域现在返回一个数值；增加新的 Demos，并对原有的 Demos 进行了更新。

MATLAB 是一款适合专业人士解决专业问题的软件，其最大的特色在于其不断扩充的工具箱，即使不是专业软件开发人士，也可以使用 MATLAB 自带的图像软件工具箱进行图像处理编程，并利用 MATLAB 的 GUI 工具进行界面开发，最后形成自己的图像处理软件。

近年来，随着对图像处理和图像分析的要求提高，现有的图像软件由于采购成本和功能的限制，往往不能完全满足专业人士的需要，这时需要专业人士编写自己的图像处理软件。但是由于专业和时间限制，专业人士不一定有大量的时间来完成编程工作。这就需要有一个编程简单，功能强大的图像处理软件开发平台，MATLAB 的开放性和专业性恰恰可以满足这种需要。

MATLAB 软件以其操作上手易、背景知识精通难而出名，这样使得许多人知道 MATLAB 软件可以用来进行高级图像处理，但面对众多的函数和功能选项却找不到一条适合的学习道路。编写本书的目的就是力求降低学习难度，通过丰富的实践例子来引导学习。本书是一本介绍 MATLAB 软件操作的实用教程，内容覆盖了图像处理相关函数，同时又对图像处理的相关背景知识做了详细介绍。本书的内容和范例设计得深入浅出，由简单到复杂，对命令格式、参数说明、显示输出等进行了细致的解说，并且还通过大量丰富的图形来说明问题，降低阅读的难度。

MATLAB 是一门实践技术，希望读者在阅读本书之后安装好 MATLAB 软件并设置好实验环境，然后参考本书的内容来实践，边做边学习。为了提高学习效率，本书还随书附送一张光盘，对 MATLAB 界面和使用进行了简单的视频介绍，另外，还包含配套的 MATLAB 代码和命令，这样可以免除烦琐的输入，也为这些代码和命令实现高效率复用提供了条件。

主要内容

本书全面而细致地讲解了 MATLAB 图像处理，全书从内容上分为 3 部分，共 19 章。具体内容如下。

第 1 部分“基础篇”，包括第 1 章到第 8 章，本部分首先对 MATLAB 安装使用的基本问题、MATLAB 图像处理的特点及其学习方法、数字图像的基本知识进行了介绍。对于新手而言，掌握一定的学习方法和基本知识是很有必要的。接着讲解了 MATLAB 中的基本绘图功能，这部分的内容初学者使用得比较多。随后介绍了 MATLAB 三维绘图相关知识，包括颜色和三维物体描述、光照与材质，这部分内容的掌握可以提高用户的三维表达能力。最后介绍了科学计算可视化，并以声学

计算的 MATLAB 的图像表现为例进行了详细说明。MATLAB 是具体实现科学计算可视化的工具，了解这部分的内容对于理解 MATLAB 的框架体系构建有帮助。本部分是 MATLAB 图像处理的基础知识，是读者学习 MATLAB 图像处理必须熟悉和掌握的内容。

第 2 部分“图像处理工具箱详解”，包括第 9 章到第 13 章。本部分首先对图像处理工具箱的基础知识进行了概述，这部分内容是图像处理工具箱的基础内容，是图像处理工具箱高级应用的前期准备。随后介绍了图像处理工具箱的一些高级应用功能，如图像变换、数学形态学、图像增强和图像复原。对于图像处理的高级应用功能，除了需要掌握相关的 MATLAB 函数，还需要掌握相关的图像处理知识，否则就难以灵活应用 MATLAB 图像处理工具箱的相关函数。本部分是关于 MATLAB 图像处理的具体实现，是从基础知识到具体应用的桥梁，是读者实现 MATLAB 图像处理必须熟悉和掌握的内容。

第 3 部分“图像处理实务”，包括第 14 章到第 19 章。本部分首先对小波变换进行了介绍，小波变换在图像处理的很多方面都得到了应用，是图像处理中比较重要的研究课题。随后介绍了图像分割这个比较活跃的研究领域，接着介绍了图像表示与描述、模式识别方面的内容，这部分内容属于比较高级的图像应用。最后讲解了几个图像应用实例，并讲解了基于图像的 MATLAB 摩擦学仿真。本部分介绍了图像处理如何在实际中解决具体问题，是读者提高 MATLAB 图像处理技术所必须熟悉和掌握的内容。

本书特色

本书是 MATLAB 专业论坛版主 10 年实战经验的总结。

全程实例解说 MATLAB 图像处理和开发技术，目标更加明确，学习效率更高。

本书重点剖析了 MATLAB R2010b 的最新图像处理功能与特性，全面讲解了 MATLAB R2010b 图像处理原理及方法，打造高可用性的图像处理软件。

本书内容丰富且翔实，一书在手，图像处理和图像分析无忧。

本书点面兼顾，目录分类细致而科学，方便不同类型读者的快速查阅。

配套的代码光盘，免去输入代码的烦琐工作，提高学习效率。

配套视频多媒体讲解，细致讲解了 MATLAB 开发基础，实现快速入门。

读者对象

本书是对图像高级处理有需求但对编程不熟悉的人士及 MATLAB 图像应用开发人员的参考指南。本书既可以作为学校或培训机构及企业的 MATLAB 图像处理的教程，也适合作为 MATLAB 图像开发的案头参考书，还可以作为自学 MATLAB 的参考用书。

特别说明

本书的插图和运行结果可能会与读者实例环境中的操作界面或结果略有差别，这可能是由于操作系统平台、MATLAB 版本不同而导致的，在此特别说明，一切以实际环境为准。

分工与致谢

本书由秦襄培、郑贤中编著，其中第8章由郑贤中编写，其余章节由秦襄培编写。“长颈鹿”先生负责前期的策划与后期的质量监控，审校工作由成都道然科技有限责任公司（www.dozan.cn）完成。感谢湖北省教育厅科研项目（Q20081507）的支持。感谢武汉工程大学优秀学术著作出版资助项目的支持。感谢武汉工程大学机电工程学院杨侠、陈汉新、吴艳阳、陈绪兵、曹鹏彬的帮助。感谢武汉工程大学2008届材控2班江慧的帮助。参与具体工作的同志有：黄中林、张赛桥、张强林、王晓、王斌、万雷、刘军华、虞志勇、张建义、陶林、赵会春、余松、赵腾伦、吴艳、李晓宁、王呼佳和夏慧军等。在此要特别感谢家人对编者工作的大力支持，没有他们的支持，本书不可能那么快与读者见面。

由于时间有限，加之水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第 1 部分 基础篇	1
第 1 章 MATLAB 图像处理工具与安装设置	2
1.1 MATLAB 的版本	2
1.2 7.1 版图像处理工具箱的新特性	3
1.2.1 新的 corner 函数探测图像中的角点处	3
1.2.2 imtool 中有效显示和导航任意格式的超大图像	4
1.2.3 使用 blockproc 函数控制填充动作	5
1.2.4 blockproc 函数支持 JPEG2000 文件格式写入	5
1.2.5 dicomread 函数功能增强	5
1.2.6 nitfinfo 函数的图像放大区域现在返回一个数值	6
1.2.7 新版本中性能提升的函数	6
1.2.8 被移除的函数和函数元素	6
1.3 4.0 版图像获取工具箱的新特性	6
1.3.1 支持 GigE Vision	7
1.3.2 支持 Linux 操作系统	7
1.3.3 视频装置信号获取模块的展开代码生成	8
1.3.4 支持苹果操作系统	8
1.3.5 支持新 Matrox 硬件	8
1.3.6 新版的图像相关工具箱个人评价	8
1.4 MATLAB 安装问题	9
1.4.1 MATLAB 和硬件的冲突问题	9
1.4.2 将 MATLAB 安装在中文目录下引起的问题	10
1.4.3 License 冲突问题	11
1.4.4 MATLAB 和 Windows Vista 操作系统的兼容性问题	11
1.4.5 安装 MATLAB 的其他相关问题	11
1.5 MATLAB R2010b 安装指导	12
1.6 小结	16
第 2 章 MATLAB 图像处理的特点及学习方法	17
2.1 MATLAB 与其他图像处理软件的比较	17
2.2 MATLAB 图像处理程序的开发特点	19
2.3 MATLAB 图像处理适用人员	19

2.4	从图像入手学习 MATLAB	21
2.4.1	视觉图像和 MATLAB 的联系	21
2.4.2	图像在 MATLAB 中的处理	22
2.4.3	MATLAB 中的三维数据场处理	23
2.5	MATLAB 图像处理研究的基本问题	24
2.6	MATLAB 图像处理新功能的相关函数	25
2.6.1	函数命令 corner	25
2.6.2	函数命令 rsetwrite	27
2.6.3	函数命令 blockproc	29
2.7	更新的 Demos	32
2.7.1	对大图像进行块处理	33
2.7.2	计算大图像的统计数据	36
2.7.3	并行批处理多个图像文件	41
2.7.4	视频和图像处理模块库部分新 Demo 简介	45
2.8	小结	46
第 3 章	数字图像基础	47
3.1	数字图像	47
3.1.1	图像的概念	47
3.1.2	图像信息的重要性	49
3.2	图像采集基本知识	50
3.2.1	电视摄像机	50
3.2.2	电荷-耦合装置	50
3.2.3	分辨率	51
3.2.4	图像采集卡基本知识	52
3.3	图像处理和分析	52
3.3.1	图像处理和图像分析问题	52
3.3.2	图像变换	55
3.4	数字图像技术应用	56
3.4.1	材料科学研究中的计算机图像分析与处理	56
3.4.2	MATLAB 材料科学的相关处理	57
3.4.3	医学图像	62
3.4.4	MATLAB 医学图像的相关处理	64
3.4.5	使用 MATLAB 查找地震中心	67
3.4.6	常见数字图像行业应用	71
3.5	MATLAB 可读的图像及视频的格式	72
3.5.1	图像格式	72
3.5.2	视频格式	76
3.6	小结	78

第 4 章	MATLAB 图形绘制	79
4.1	基本二维图形的绘制	79
4.1.1	创建简单的二维图形	79
4.1.2	精确绘图	83
4.1.3	二维图形修饰	85
4.1.4	多幅图形共用图形窗口	86
4.2	特殊二维图形的绘制	87
4.2.1	直方图	87
4.2.2	条形图	88
4.2.3	饼图	90
4.2.4	柄图	91
4.2.5	阶梯图	92
4.2.6	面积图	93
4.2.7	彗星图	94
4.2.8	帕累托图	94
4.2.9	散点图	95
4.2.10	散点矩阵图	96
4.2.11	极坐标图	97
4.2.12	等高线图	98
4.3	三维图形的绘制	99
4.3.1	创建简单的三维图形	99
4.3.2	三维线性图形	99
4.3.3	平面网格点的生成	100
4.3.4	曲面网格图和网面图	101
4.4	应用实例	102
4.4.1	三维绘图程序编译实例	102
4.4.2	Excel 调用 MATLAB 三维绘图	103
4.4.3	凸轮绘制	105
4.5	小结	106
第 5 章	颜色和三维物体描述	107
5.1	颜色模型分类	107
5.1.1	颜色的混色表示法	108
5.1.2	颜色的显色表示法	109
5.2	颜色的相关知识	109
5.2.1	色度学相关知识	109
5.2.2	CIE 色度图	112
5.3	常用的颜色模型——彩色图像模式	115
5.3.1	RGB 模式	115



5.3.2	CMYK 模式	116
5.3.3	Lab 模式	116
5.3.4	HSV 模式	116
5.3.5	HSL 模式	117
5.3.6	YUV 模式	117
5.3.7	YCbCr 模式	118
5.3.8	YIQ 模式	118
5.4	MATLAB 颜色空间转换	118
5.4.1	YIQ 空间与 RGB 空间转换	118
5.4.2	HSV 空间与 RGB 空间转换	120
5.4.3	YCbCr 空间与 RGB 空间的转换	122
5.5	常用视频色彩编码	124
5.5.1	YUV	124
5.5.2	YCbCr	124
5.6	三维物体描述	125
5.6.1	二维笛卡儿坐标系统	125
5.6.2	三维笛卡儿坐标系统	125
5.6.3	绘制三角形	126
5.6.4	三维图元	126
5.6.5	表面和顶点法向量	127
5.7	小结	128
第 6 章	MATLAB 的光照与材质	129
6.1	OpenGL 基础知识	129
6.1.1	OpenGL 基本理解	129
6.1.2	OpenGL 工作流程	130
6.1.3	OpenGL 图形操作步骤	131
6.1.4	OpenGL 基本功能	131
6.1.5	真实感图形基本概念	132
6.1.6	光照模型	132
6.1.7	明暗处理	133
6.1.8	材质	134
6.2	MATLAB 图像渲染实例	135
6.2.1	公式生成数据图像渲染	135
6.2.2	球体的不同渲染效果	136
6.3	Light 对象	137
6.3.1	光照命令	137
6.3.2	给场景添加光照	138
6.3.3	影响光照效果的属性	138



6.3.4 光照算法.....	139
6.4 图形对象的反射特性——材质.....	140
6.4.1 镜面反射和漫反射.....	140
6.4.2 环境灯光.....	140
6.4.3 镜面指数.....	141
6.4.4 镜面颜色反射系数.....	141
6.4.5 背面灯光.....	141
6.4.6 数据空间中的灯光配置.....	142
6.5 小结.....	143
第 7 章 科学计算可视化.....	145
7.1 科学计算可视化基础.....	145
7.1.1 科学计算可视化的重要意义.....	145
7.1.2 应用领域.....	146
7.1.3 应用实例.....	149
7.2 科学计算可视化的常用方法.....	149
7.2.1 二维平面数据场的可视化方法.....	149
7.2.2 三维空间数据场的方法.....	150
7.2.3 向量场可视化方法.....	152
7.3 二维平面数据场可视化.....	153
7.4 三维流场绘图.....	154
7.4.1 流锥图——coneplot 函数.....	154
7.4.2 流线图——streamline 函数.....	155
7.4.3 流管图——streamtube 函数.....	156
7.4.4 流带图——streamribbons 函数.....	157
7.4.5 带圆锥图的向量场.....	159
7.5 小结.....	161
第 8 章 声学计算的 MATLAB 的图像表现.....	162
8.1 声场分布状态.....	162
8.1.1 脉动球点声源声场.....	163
8.1.2 两个同相小球源的辐射声场.....	167
8.1.3 无限大障板上圆形活塞的辐射.....	174
8.2 声学发射阵的指向性.....	186
8.2.1 阵的指向性.....	186
8.2.2 换能器阵.....	189
8.3 本章小结.....	202

第 2 部分 图像处理工具箱详解	203
第 9 章 图像处理工具箱基础	204
9.1 图像处理的基本操作	204
9.2 图像处理的高级应用	206
9.3 图像处理工具箱支持的基本图像类型	211
9.3.1 索引色图像	211
9.3.2 灰度图像	212
9.3.3 RGB 图像	212
9.3.4 二值图像	213
9.3.5 多帧图像	213
9.4 图像类型转换	214
9.4.1 抖动算法图像转换	214
9.4.2 RGB 图像转换为灰度图像	215
9.4.3 RGB 图像转换为索引图像	216
9.4.4 灰度图像转换为索引图像	217
9.4.5 索引图像转换为灰度图像	218
9.4.6 索引图像转换为 RGB 图像	219
9.4.7 阈值法图像转换为二值图像	219
9.4.8 将值法灰度图像转换为索引图像	220
9.4.9 矩阵转换为图像	221
9.5 小结	221
第 10 章 图像变换	222
10.1 图像变换概述	222
10.2 傅里叶变换	223
10.2.1 一维连续傅里叶变换	223
10.2.2 一维离散傅里叶变换	223
10.2.3 二维连续傅里叶变换	224
10.2.4 二维离散傅里叶变换	224
10.2.5 MATLAB 中的快速傅里叶变换函数	226
10.3 离散傅里叶变换的性质	228
10.3.1 可分离性	228
10.3.2 平移性	229
10.3.3 周期性及其共轭对称性	231
10.3.4 旋转性质	231
10.3.5 线性性质	231
10.3.6 $F(0,0)$ 与图像均值的关系	232
10.3.7 图像拉普拉斯算子处理后的傅里叶变换	232
10.3.8 卷积与相关定理	232

10.4	快速傅里叶变换的应用.....	233
10.4.1	滤波器频率响应.....	233
10.4.2	快速卷积.....	233
10.4.3	图像特征识别.....	235
10.5	离散余弦变换.....	236
10.5.1	连续实偶函数的傅里叶变换.....	236
10.5.2	离散余弦变换.....	237
10.6	MATLAB 中的离散余弦变换函数.....	238
10.6.1	离散二维余弦变换.....	238
10.6.2	二维离散余弦逆变换.....	239
10.7	离散余弦变换和图像压缩.....	240
10.8	radon 变换.....	241
10.8.1	图像在指定方向上的 radon 变换.....	242
10.8.2	利用 radon 变换检测直线.....	243
10.8.3	radon 逆变换及应用.....	244
10.9	小结.....	247
第 11 章	数学形态学.....	248
11.1	数学形态学基础.....	248
11.1.1	数学形态学的概念.....	248
11.1.2	数学形态学的应用.....	249
11.1.3	MATLAB 中的常用数学形态学函数.....	250
11.1.4	数学形态学的一般应用步骤.....	250
11.2	数学形态学基本运算.....	252
11.2.1	膨胀和腐蚀.....	252
11.2.2	数学形态学重建.....	258
11.2.3	距离变换.....	259
11.2.4	对象、区域和特征度量.....	261
11.2.5	查找表.....	262
11.2.6	基于数学形态学的数字识别例子.....	263
11.2.7	MATLAB 数学形态学函数在工作中的应用.....	265
11.3	小结.....	265
第 12 章	图像增强.....	266
12.1	图像增强概述.....	266
12.1.1	空域变换增强.....	266
12.1.2	空域滤波增强.....	267
12.1.3	频域增强.....	267
12.2	点运算.....	268
12.2.1	灰度级修正.....	268

12.2.2	灰度变换	269
12.2.3	直方图修正	270
12.3	MATLAB 灰度变换	271
12.3.1	imadjust 函数	271
12.3.2	动态范围压缩	274
12.4	MATLAB 直方图修正	274
12.4.1	直方图均衡化	275
12.4.2	直方图匹配	276
12.5	平滑滤波器	277
12.5.1	掩模消噪法	279
12.5.2	邻域平均法	281
12.5.3	多图像平均法	283
12.6	中值滤波器	283
12.7	锐化滤波器	285
12.7.1	空域高通滤波	286
12.7.2	梯度图像输出方法	287
12.8	频域增强	289
12.8.1	布特沃斯低通滤波器实例	289
12.8.2	同态滤波	291
12.9	伪彩色处理	293
12.9.1	彩色图像的伪彩色处理	294
12.9.2	灰度分层法伪彩色处理	295
12.9.3	灰度变换法的彩色处理	295
12.9.4	频域伪彩色处理	296
12.9.5	多光谱图像的伪彩色处理——在遥感学中常用	296
12.10	小结	297
第 13 章	图像复原	298
13.1	理解图像复原	298
13.1.1	图像模糊的起因	298
13.1.2	复原模型	299
13.1.3	PSF 的重要性	299
13.2	模糊与噪声	300
13.3	使用维纳滤波器进行图像复原	302
13.4	使用常规滤波器进行图像复原	306
13.5	使用 Lucy-Richardson 算法进行图像复原	310
13.6	使用盲解卷积算法进行图像复原	316
13.7	小结	320

第 3 部分 图像处理实务	321
第 14 章 小波变换在图像中的应用	322
14.1 小波分析基础	322
14.2 小波分析技术	323
14.2.1 连续小波变换	323
14.2.2 离散小波变换	325
14.2.3 小波重构	327
14.3 小波图像压缩	328
14.4 小波图像消噪	332
14.4.1 基本原理	332
14.4.2 小波消噪的例子	332
14.5 小波图像增强	336
14.6 小波图像融合	337
14.7 小结	340
第 15 章 图像分割	341
15.1 图像分割基础	341
15.1.1 图像分割定义	341
15.1.2 边缘检测概述	342
15.2 边缘检测算子	343
15.2.1 罗伯特 (Roberts) 边缘算子	343
15.2.2 索贝尔 (Sobel) 边缘算子	344
15.2.3 Prewitt 边缘算子	344
15.2.4 拉普拉斯 (Laplacian) 边缘算子	345
15.2.5 坎尼 (Canny) 边缘算子	345
15.2.6 MATLAB 程序实现	346
15.3 直线提取	349
15.3.1 Hough 变换法	349
15.3.2 MATLAB 程序实现	350
15.4 阈值分割	353
15.4.1 人工选择法	354
15.4.2 自动阈值法	354
15.4.3 MATLAB 程序实现	357
15.5 分水岭算法	359
15.6 区域生长和分裂合并	361
15.6.1 区域生长法	361
15.6.2 区域分裂与合并	362
15.6.3 MATLAB 四叉树分解	363
15.7 其他分割方法	365

15.7.1	彩色图像分割	365
15.7.2	聚类算法	366
15.7.3	MATLAB 程序实现.....	366
15.8	小结	369
第 16 章	图像表示与描述	370
16.1	形状匹配的基本概念	370
16.2	形状表示	371
16.2.1	链码	371
16.2.2	样条	372
16.2.3	多边形近似	372
16.2.4	标记图	373
16.3	骨架描述	374
16.3.1	骨架表示	374
16.3.2	骨架、细化和中轴	375
16.3.3	骨架算法	375
16.3.4	骨架的 MATLAB 程序实现.....	375
16.4	基于几何特征的形状描述子	376
16.4.1	分散度	376
16.4.2	欧拉数	377
16.4.3	凹凸性	377
16.4.4	复杂性	378
16.4.5	偏心率	378
16.4.6	二值图像的欧拉数的 MATLAB 程序实现.....	378
16.5	边界描述子	379
16.6	区域描述	380
16.6.1	不变矩	381
16.6.2	形态学描述	381
16.6.3	MATLAB 程序实现.....	384
16.7	纹理	385
16.7.1	直方图统计特征	386
16.7.2	灰度差分统计法	387
16.7.3	图像灰度梯度方向矩阵	388
16.7.4	自相关函数法	388
16.7.5	傅里叶特征	389
16.7.6	纹理的结构分析	390
16.7.7	小波分析	390
16.8	形状识别的示例	391
16.9	小结	393

第 17 章 模式识别	394
17.1 模式识别	394
17.1.1 模式识别主要理论和方法	395
17.1.2 模式识别过程	397
17.2 统计模式识别	397
17.2.1 统计模式识别方法	397
17.2.2 特征分析	399
17.2.3 特征抽取	401
17.2.4 特征选择	402
17.2.5 Bayes 分类器	403
17.3 神经网络识别	403
17.3.1 神经元模型	403
17.3.2 网络结构	404
17.3.3 反向传播网络	406
17.3.4 图像识别的 MATLAB 程序实现	409
17.4 模糊识别	411
17.4.1 图像的模糊性	412
17.4.2 模糊子集的基本概念	412
17.4.3 基本术语与运算	413
17.4.4 模糊性的度量方法	414
17.4.5 模糊模式识别	414
17.5 小结	415
第 18 章 MATLAB 图像应用实例	416
18.1 图像应用领域	416
18.2 生物识别技术	417
18.2.1 指纹识别原理	417
18.2.2 面部识别原理	418
18.2.3 指纹识别的 MATLAB 程序实现	419
18.3 数字水印技术	426
18.3.1 数字水印应用领域	426
18.3.2 数字水印技术特点	427
18.3.3 数字图像水印算法	428
18.3.4 MATLAB 程序实现	430
18.4 遥感图像处理	432
18.4.1 多光谱图像的特征	433
18.4.2 MATLAB 程序实现	434
18.5 小结	439