

宝典丛书

100万

# MATLAB

## 图像处理与界面编程

# 宝典

MATLAB技术版版主10年实战经验的总结

全程实例完全解说MATLAB图像处理和开发技术

配套代码+视频多媒体讲解, 快速提高学习效率

MATLAB中文论坛 ([www.iLoveMatlab.cn](http://www.iLoveMatlab.cn))

推荐书籍



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry  
<http://www.phei.com.cn>

秦襄培 编著

宝典丛书

# MATLAB 图像处理与界面编程宝典

秦襄培 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书分为 4 部分, 共 29 章, 详细讲解了 MATLAB 的结构和功能, 以及 MATLAB 图像处理工具箱。针对制作完整的图像处理软件的需要, 本书还讲解了 MATLAB 界面编程。

本书第 1 部分“基础篇”, 包括第 1~第 10 章, 对 MATLAB 安装试验基本问题、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概述。从图形绘制开始, 层层深入 MATLAB 的二维和三维图像绘制功能, 此外还介绍了科学计算可视化的相关知识。第 2 部分“图像处理工具箱详解”, 包括第 11~第 19 章, 详细讲解了图像处理工具的各项功能及相关函数, 并对有关的图像知识(如图像变换、数学形态学、图像增强和图像复原)进行了介绍。第 3 部分“图像处理实务”, 包括第 20~第 26 章, 介绍了小波分析、分形、图像压缩、图像分割、图像表示与描述、模式识别方面的知识, 并给出了图像应用的实例。第 4 部分“GUI 界面编程”, 包括第 27~第 29 章, 从程序设计、图形用户界面设计入手讲解了软件编程方面的问题, 最后给出了图像处理软件及界面编程的实际例子。

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、产生原因和相关的原理进行了深入浅出的讲解。

本书是对图像高级处理有需求但对编程不熟悉的人士以及 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, 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 图像处理与界面编程宝典 / 秦襄培编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.3

(宝典丛书)

ISBN 978-7-121-08131-6

I. M… II. 秦… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 006529 号

责任编辑: 郝志恒 项 红

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

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: 39.5 字数: 1138

印 次: 2009年3月第1次印刷

定 价: 88.00元(含光盘一张)

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 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



# 前 言

MATLAB R2008a 在 2008 年 3 月正式发布,它所带的图像处理工具箱版本为 Version 6.1 (R2008a)。6.1 版图像处理工具箱的新特性有:可以生成高动态范围(HDR)图像并写入文件;区域测量属性可以用于灰度图像;通过二次抽样可以显示特别大的图像;增强了 ROI 工具的功能;增强了色彩功能;cp2tform 函数支持新的变换功能;hough 函数使用特定的 RhoResolution 值;增强了交互工具的功能;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的限制,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 是一门实践的技术,希望读者在阅读本书之后安装好 MATLAB 软件并设置好试验环境,然后参考本书的内容来实践,边做边学习。为了提高学习的效率,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,这样可以免除繁琐的输入,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 MATLAB 图像处理与界面编程功能,全书分为 4 部分,共 29 章。具体内容如下:

第 1 部分“基础篇”,包括第 1~第 10 章,本篇首先对 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 中的基本绘图和矩阵运算功能,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、透明度及纹理贴图、交互操作，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，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 11~第 19 章。本部分首先对图像处理工具箱的基础知识进行了概述，对 MATLAB 图像处理工具箱的功能（如显示图像、图像运算、邻域和块处理、基于区域的处理）进行了详细介绍。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 21~第 26 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。接着介绍了分形相关知识，分形是比较有趣的图像方面的课题，代表了另一种不同的思路。随后介绍了图像压缩和图像分割这两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。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。

第 4 部分“GUI 界面编程”，包括第 27~第 29 章。本部分首先介绍了 MATLAB 中程序设计的相关规范，对于提高程序代码的质量很有帮助。随后介绍了 MATLAB 图形用户界面设计的相关问题，这部分是 MATLAB 的 GUI 编程的核心内容，需要详细掌握。最后讲解了如何进行图像处理的界面编程实际问题，给出了具体的例子作为参考。本部分介绍的 GUI 编程是完成完整 MATLAB 图像处理程序所必不可少的内容，是 MATLAB 图像处理软件编程的有机组成部分。本部分是 MATLAB 的 GUI 编程基础知识，是读者完成独立完整的 MATLAB 图像处理软件必须熟悉和掌握的内容。

## 本书特色

本书是 MATLAB 技术版版主（[www.iLoveMatlab.cn](http://www.iLoveMatlab.cn)）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 R2008a 的最新图像处理功能与特性，全面讲解 MATLAB R2008a 图像处理原理及方法，打造高可用性的图像处理软件。

本书内容丰富而且翔实，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，免去输入代码的繁琐工作，提高学习效率。

配套视频多媒体讲解，细致讲解 MATLAB 开发基础与实战案例，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以及 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，也可以作为自学 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

本书由秦襄培博士编著，由姚新军负责前期的策划与后期质量监控，由成都易为科技有限责任公司审校。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 6.1 版图像处理工具箱的新特性                     | 3  |
| 1.2.1 生成高动态范围图像并写入文件                     | 3  |
| 1.2.2 灰度图像中区域测量属性                        | 5  |
| 1.2.3 二次采样显示特别大的图像                       | 5  |
| 1.2.4 ROI 工具的增强功能                        | 5  |
| 1.2.5 色彩功能的增强功能                          | 6  |
| 1.2.6 函数命令 cp2tform 支持新的转换类型             | 7  |
| 1.2.7 函数命令 hough 使用设定的 RhoResolution 参数值 | 7  |
| 1.2.8 交互工具的增强功能                          | 7  |
| 1.2.9 新的以及更新过的 Demos                     | 8  |
| 1.2.10 其他函数的增强功能                         | 8  |
| 1.3 6.1 版图像获取工具箱的新特性                     | 8  |
| 1.3.1 支持新的 Hamamatsu 公司硬件                | 8  |
| 1.3.2 支持 National Instruments 的同步总线      | 9  |
| 1.3.3 两个 QImaging 设备特定属性值进行了拼写修正         | 9  |
| 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             | 11 |
| 1.4.3 License 冲突问题                       | 11 |
| 1.4.4 MATLAB 和 Windows Vista 系统的兼容性问题    | 11 |
| 1.4.5 安装 MATLAB 的其他相关问题                  | 12 |
| 1.5 MATLAB R2008a 安装指导                   | 13 |
| 1.6 小结                                   | 19 |
| 第 2 章 MATLAB 图像处理的特点及学习方法                | 20 |
| 2.1 MATLAB 和其他图像处理软件的比较                  | 20 |
| 2.2 MATLAB 图像处理程序的开发特点                   | 22 |
| 2.3 MATLAB 图像处理适用人员                      | 22 |
| 2.4 从图像入手学习 MATLAB                       | 24 |
| 2.4.1 视觉图像和 MATLAB 的联系                   | 24 |
| 2.4.2 图像在 MATLAB 中的处理                    | 25 |
| 2.4.3 MATLAB 中的三维数据场处理                   | 26 |
| 2.5 MATLAB 图像处理研究的基本问题                   | 27 |
| 2.6 MATLAB 图像处理新功能的相关函数                  | 28 |
| 2.6.1 函数命令 makehdr                       | 28 |
| 2.6.2 函数命令 imshow                        | 31 |
| 2.6.3 函数命令 regionprops                   | 34 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 2.7 更新的 Demos .....            | 37 |
| 2.7.1 交通视频中的车辆检测 .....         | 37 |
| 2.7.2 灰度图像区域测量 .....           | 41 |
| 2.8 小结 .....                   | 45 |
| <b>第3章 数字图像基础</b> .....        | 46 |
| 3.1 数字图像 .....                 | 46 |
| 3.1.1 图像的概念 .....              | 46 |
| 3.1.2 图像信息的重要性 .....           | 48 |
| 3.2 图像采集基本知识 .....             | 49 |
| 3.2.1 电视摄像机 .....              | 49 |
| 3.2.2 电荷-耦合装置 .....            | 49 |
| 3.2.3 分辨率 .....                | 50 |
| 3.2.4 图像采集卡基本知识 .....          | 50 |
| 3.3 图像处理和分析 .....              | 51 |
| 3.3.1 图像处理和图像分析问题 .....        | 51 |
| 3.3.2 图像变换 .....               | 54 |
| 3.4 数字图像技术应用 .....             | 54 |
| 3.4.1 材料科学研究中的计算机图像分析与处理 ..... | 55 |
| 3.4.2 MATLAB 材料科学的相关处理 .....   | 55 |
| 3.4.3 医学图像 .....               | 62 |
| 3.4.4 MATLAB 医学图像的相关处理 .....   | 63 |
| 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 .....         | 70 |
| 3.5 MATLAB 可读的图像及视频的格式 .....   | 71 |
| 3.5.1 图像格式 .....               | 72 |
| 3.5.2 视频格式 .....               | 75 |
| 3.6 小结 .....                   | 77 |
| <b>第4章 MATLAB 图形绘制</b> .....   | 78 |
| 4.1 基本二维图形的绘制 .....            | 78 |
| 4.1.1 创建简单的二维图形 .....          | 78 |
| 4.1.2 精确绘图 .....               | 82 |
| 4.1.3 二维图形修饰 .....             | 84 |
| 4.1.4 多幅图形共用图形窗口 .....         | 85 |
| 4.2 特殊二维图形的绘制 .....            | 86 |
| 4.2.1 直方图 .....                | 86 |
| 4.2.2 条形图 .....                | 87 |
| 4.2.3 饼图 .....                 | 89 |
| 4.2.4 柄图 .....                 | 90 |
| 4.2.5 阶梯图 .....                | 91 |
| 4.2.6 面积图 .....                | 92 |
| 4.2.7 彗星图 .....                | 93 |
| 4.2.8 帕累托图 .....               | 93 |
| 4.2.9 散点图 .....                | 94 |
| 4.2.10 散点矩阵图 .....             | 95 |
| 4.2.11 极坐标图 .....              | 96 |
| 4.2.12 等高线图 .....              | 97 |



|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 4.3   | 三维图形的绘制         | 98  |
| 4.3.1 | 创建简单的三维图形       | 98  |
| 4.3.2 | 三维线性图形          | 98  |
| 4.3.3 | 平面网格点的生成        | 99  |
| 4.3.4 | 曲面网格图和网面图       | 100 |
| 4.3.5 | 三维图形的修饰         | 102 |
| 4.4   | 小结              | 104 |
| 第5章   | 矩阵运算及优化         | 105 |
| 5.1   | 矩阵运算            | 105 |
| 5.1.1 | 加法和减法           | 105 |
| 5.1.2 | 乘法              | 106 |
| 5.1.3 | MATLAB 索引或引用    | 107 |
| 5.1.4 | 数组操作和矩阵操作       | 108 |
| 5.1.5 | 布尔数组操作          | 109 |
| 5.2   | 特殊矩阵的生成         | 110 |
| 5.2.1 | 空矩阵             | 110 |
| 5.2.2 | 单位矩阵            | 111 |
| 5.2.3 | 全 1 矩阵          | 111 |
| 5.2.4 | 全 0 矩阵          | 111 |
| 5.2.5 | 随机矩阵            | 112 |
| 5.3   | 矩阵的一些特殊操作       | 113 |
| 5.3.1 | 变维              | 113 |
| 5.3.2 | 矩阵平铺            | 114 |
| 5.4   | 向量化             | 116 |
| 5.4.1 | 基本知识            | 116 |
| 5.4.2 | JIT 加速          | 117 |
| 5.4.3 | 作用于两个向量的矩阵函数    | 118 |
| 5.4.4 | 排序、设置和计数        | 119 |
| 5.4.5 | 稀疏矩阵结构          | 120 |
| 5.4.6 | 附加的例子           | 121 |
| 5.5   | 小结              | 128 |
| 第6章   | 颜色和三维物体描述       | 129 |
| 6.1   | 颜色模型分类          | 129 |
| 6.1.1 | 颜色的混色表示法        | 130 |
| 6.1.2 | 颜色的显色表示法        | 131 |
| 6.2   | 颜色的相关知识         | 131 |
| 6.2.1 | 色度学相关知识         | 131 |
| 6.2.2 | CIE 色度图         | 134 |
| 6.3   | 常用的颜色模型——彩色图像模式 | 137 |
| 6.3.1 | RGB 模式          | 137 |
| 6.3.2 | CMYK 模式         | 138 |
| 6.3.3 | LAB 模式          | 138 |
| 6.3.4 | HSV 模式          | 138 |
| 6.3.5 | HSL 模式          | 139 |
| 6.3.6 | YUV 模式          | 139 |
| 6.3.7 | YcbCr 模式        | 140 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 6.3.8 | YIQ 模式              | 140 |
| 6.4   | MATLAB 颜色空间转换       | 140 |
| 6.4.1 | YIQ 空间与 RGB 空间转换    | 140 |
| 6.4.2 | HSV 空间与 RGB 空间转换    | 142 |
| 6.4.3 | YcbCr 空间与 RGB 空间的转换 | 144 |
| 6.5   | 常用视频色彩编码            | 146 |
| 6.5.1 | YUV                 | 146 |
| 6.5.2 | YcbCr               | 146 |
| 6.6   | 三维物体描述              | 146 |
| 6.6.1 | 二维笛卡儿坐标系            | 147 |
| 6.6.2 | 三维笛卡儿坐标系            | 147 |
| 6.6.3 | 绘制三角形               | 148 |
| 6.6.4 | 三维图元                | 148 |
| 6.6.5 | 表面和顶点法向量            | 149 |
| 6.7   | 小结                  | 150 |
| 第 7 章 | MATLAB 的光照与材质       | 151 |
| 7.1   | OpenGL 基础知识         | 151 |
| 7.1.1 | OpenGL 基本理解         | 151 |
| 7.1.2 | OpenGL 工作流程         | 152 |
| 7.1.3 | OpenGL 图形操作步骤       | 153 |
| 7.1.4 | OpenGL 基本功能         | 153 |
| 7.1.5 | 真实感图形基本概念           | 154 |
| 7.1.6 | 光照模型                | 154 |
| 7.1.7 | 明暗处理                | 155 |
| 7.1.8 | 材质                  | 156 |
| 7.2   | MATLAB 图像渲染实例       | 157 |
| 7.2.1 | 公式生成数据图像渲染          | 157 |
| 7.2.2 | 球体的不同渲染效果           | 158 |
| 7.3   | Light 对象            | 159 |
| 7.3.1 | 光照命令                | 159 |
| 7.3.2 | 给场景添加光照             | 160 |
| 7.3.3 | 影响光照效果的属性           | 160 |
| 7.3.4 | 光照算法                | 161 |
| 7.4   | 图形对象的反射特性——材质       | 162 |
| 7.4.1 | 镜面反射和漫反射            | 162 |
| 7.4.2 | 环境灯光                | 162 |
| 7.4.3 | 镜面指数                | 163 |
| 7.4.4 | 镜面颜色反射系数            | 163 |
| 7.4.5 | 背面灯光                | 163 |
| 7.4.6 | 数据空间中的灯光配置          | 164 |
| 7.5   | 小结                  | 165 |
| 第 8 章 | 透明度及纹理贴图            | 167 |
| 8.1   | Alpha 值与融合          | 167 |
| 8.1.1 | 基本概念                | 167 |
| 8.1.2 | 简易 Alpha 混合算法       | 168 |
| 8.2   | 使对象透明               | 168 |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 8.2.1  | 关于透明度                | 168 |
| 8.2.2  | 指定透明度                | 169 |
| 8.2.3  | 一个透明等值面的例子           | 170 |
| 8.3    | 将数据映射给透明度            | 171 |
| 8.3.1  | 颜色属性和 Alpha 属性默认值的不同 | 172 |
| 8.3.2  | 将数据映射给颜色或者透明度        | 172 |
| 8.4    | 选择一个 Alpha 映射表       | 172 |
| 8.4.1  | 什么是 Alpha 映射表        | 173 |
| 8.4.2  | 生成预定 Alpha 映射表       | 173 |
| 8.4.3  | 修改 Alpha 映射表         | 174 |
| 8.5    | Alpha 值融合视频图像流       | 175 |
| 8.6    | 纹理贴图                 | 177 |
| 8.6.1  | 纹理贴图的概念              | 177 |
| 8.6.2  | 建立纹理映射               | 178 |
| 8.6.3  | 纹理贴图的尺寸              | 179 |
| 8.6.4  | 纹理贴图坐标               | 179 |
| 8.6.5  | 纹理贴图映射               | 179 |
| 8.7    | 纹理贴图映射实例             | 180 |
| 8.7.1  | 地球纹理贴图               | 180 |
| 8.7.2  | 小丑纹理贴图               | 180 |
| 8.8    | 小结                   | 181 |
| 第 9 章  | 灵活的交互操作              | 182 |
| 9.1    | 观察坐标                 | 182 |
| 9.1.1  | 指定观察平面               | 182 |
| 9.1.2  | 从世界坐标到观察坐标的变换        | 184 |
| 9.2    | 投影                   | 185 |
| 9.3    | Z 缓存器算法              | 186 |
| 9.4    | MATLAB 的视图和相机        | 187 |
| 9.4.1  | 设置视点                 | 187 |
| 9.4.2  | 相机光照控制               | 188 |
| 9.4.3  | 沿图景移动相机              | 189 |
| 9.4.4  | 飞越快照显示               | 192 |
| 9.5    | 小结                   | 193 |
| 第 10 章 | 科学计算可视化              | 194 |
| 10.1   | 科学计算可视化基础            | 194 |
| 10.1.1 | 科学计算可视化的重要意义         | 194 |
| 10.1.2 | 应用领域                 | 195 |
| 10.1.3 | 应用实例                 | 198 |
| 10.2   | 科学计算可视化的常用方法         | 198 |
| 10.2.1 | 二维平面数据场的可视化方法        | 198 |
| 10.2.2 | 三维空间数据场的方法           | 199 |
| 10.2.3 | 向量场可视化方法             | 201 |
| 10.3   | 二维平面数据场可视化           | 202 |
| 10.4   | 三维流场绘图               | 203 |
| 10.4.1 | 流锥图——Coneplot 函数     | 203 |
| 10.4.2 | 流线图——Streamline 函数   | 204 |

|                         |                       |     |
|-------------------------|-----------------------|-----|
| 10.4.3                  | 流管图——Streamtube 函数    | 205 |
| 10.4.4                  | 流带图——Streamribbons 函数 | 207 |
| 10.4.5                  | 带圆锥图的向量场              | 208 |
| 10.5                    | 小结                    | 210 |
| <b>第 2 部分 图像处理工具箱详解</b> |                       | 211 |
| <b>第 11 章 图像处理工具箱基础</b> |                       | 212 |
| 11.1                    | 图像处理的基本操作             | 212 |
| 11.2                    | 图像处理的高级应用             | 214 |
| 11.3                    | 图像处理工具箱支持的基本图像类型      | 219 |
| 11.3.1                  | 索引色图像                 | 219 |
| 11.3.2                  | 灰度图像                  | 220 |
| 11.3.3                  | RGB 图像                | 220 |
| 11.3.4                  | 二值图像                  | 221 |
| 11.3.5                  | 多帧图像                  | 221 |
| 11.4                    | 图像类型转换                | 221 |
| 11.4.1                  | 抖动算法图像转换              | 222 |
| 11.4.2                  | RGB 图像转换为灰度图像         | 223 |
| 11.4.3                  | RGB 图像转换为索引图像         | 224 |
| 11.4.4                  | 灰度图像转换为索引图像           | 225 |
| 11.4.5                  | 索引图像转换为灰度图像           | 226 |
| 11.4.6                  | 索引图像转换为 RGB 图像        | 226 |
| 11.4.7                  | 阈值法图像转换为二值图像          | 227 |
| 11.4.8                  | 将值法灰度图像转换为索引图像        | 228 |
| 11.4.9                  | 矩阵转换为图像               | 228 |
| 11.5                    | 小结                    | 229 |
| <b>第 12 章 丰富多彩的图像显示</b> |                       | 230 |
| 12.1                    | 图像显示的相关技术             | 230 |
| 12.1.1                  | 添加颜色条                 | 230 |
| 12.1.2                  | 显示多帧图像阵列              | 231 |
| 12.1.3                  | 显示多幅图像                | 237 |
| 12.1.4                  | 对图像上的区域缩放             | 242 |
| 12.1.5                  | 纹理映射                  | 243 |
| 12.2                    | 显示图像文件中的图像            | 245 |
| 12.3                    | 图像显示中常见的问题            | 245 |
| 12.3.1                  | 彩色图像显示错误              | 245 |
| 12.3.2                  | 二值图像显示为全黑图像           | 246 |
| 12.3.3                  | 装载的多帧图像只显示一帧          | 246 |
| 12.3.4                  | 显示非图像数据               | 247 |
| 12.4                    | 小结                    | 247 |
| <b>第 13 章 图像运算</b>      |                       | 248 |
| 13.1                    | 图像运算概述                | 248 |
| 13.1.1                  | 点运算                   | 248 |
| 13.1.2                  | 邻域运算                  | 249 |
| 13.1.3                  | 并行运算                  | 249 |
| 13.1.4                  | 串行运算                  | 250 |



|               |                    |     |
|---------------|--------------------|-----|
| 13.1.5        | 迭代运算               | 250 |
| 13.1.6        | 窗口运算               | 250 |
| 13.1.7        | 模板运算               | 251 |
| 13.1.8        | 帧运算                | 251 |
| 13.2          | 图像代数运算             | 251 |
| 13.2.1        | 图像的加法运算            | 252 |
| 13.2.2        | 图像的减法运算            | 253 |
| 13.2.3        | 图像的乘法运算            | 254 |
| 13.2.4        | 图像的除法运算            | 255 |
| 13.2.5        | 图像的四则代数运算          | 256 |
| 13.3          | 图像几何运算             | 258 |
| 13.3.1        | 图像的插值              | 258 |
| 13.3.2        | 图像大小调整             | 259 |
| 13.3.3        | 图像旋转               | 261 |
| 13.3.4        | 图像剪裁               | 262 |
| 13.4          | 小结                 | 263 |
| <b>第 14 章</b> | <b>邻域和块处理</b>      | 264 |
| 14.1          | 图像邻域               | 264 |
| 14.1.1        | Colfilt 函数         | 265 |
| 14.1.2        | nlfilter 函数        | 268 |
| 14.2          | 图像块操作              | 269 |
| 14.2.1        | blkproc 函数         | 269 |
| 14.2.2        | bestblk 函数         | 271 |
| 14.2.3        | 将图像块排列成向量          | 271 |
| 14.3          | 小结                 | 272 |
| <b>第 15 章</b> | <b>基于区域的处理</b>     | 273 |
| 15.1          | 指定目标区域             | 273 |
| 15.1.1        | 多边形选择法             | 273 |
| 15.1.2        | 交互方式进行多边形区域选择      | 274 |
| 15.1.3        | 非交互方式进行多边形区域选择     | 275 |
| 15.1.4        | 灰度选择法              | 275 |
| 15.1.5        | 其他选择方法             | 276 |
| 15.1.6        | 多边形转换为掩膜           | 277 |
| 15.2          | 对区域进行滤波            | 280 |
| 15.3          | 填充区域               | 281 |
| 15.4          | 小结                 | 282 |
| <b>第 16 章</b> | <b>图像变换</b>        | 283 |
| 16.1          | 图像变换概述             | 283 |
| 16.2          | 傅里叶变换              | 284 |
| 16.2.1        | 一维连续傅里叶变换          | 284 |
| 16.2.2        | 一维离散傅里叶变换          | 284 |
| 16.2.3        | 二维连续傅里叶变换          | 285 |
| 16.2.4        | 二维离散傅里叶变换          | 285 |
| 16.2.5        | MATLAB 中的快速傅里叶变换函数 | 287 |
| 16.3          | 离散傅里叶变换的性质         | 289 |

|        |                       |     |
|--------|-----------------------|-----|
| 16.3.1 | 可分离性                  | 289 |
| 16.3.2 | 平移性                   | 290 |
| 16.3.3 | 周期性及共轭对称性             | 292 |
| 16.3.4 | 旋转性质                  | 292 |
| 16.3.5 | 线性性质                  | 292 |
| 16.3.6 | $F(0,0)$ 与图像均值的关系     | 293 |
| 16.3.7 | 图像拉普拉斯算子处理后的傅里叶变换     | 293 |
| 16.3.8 | 卷积与相关定理               | 293 |
| 16.4   | 快速傅里叶变换的应用            | 294 |
| 16.4.1 | 滤波器频率相应               | 294 |
| 16.4.2 | 快速卷积                  | 294 |
| 16.4.3 | 图像特征识别                | 296 |
| 16.5   | 离散余弦变换                | 297 |
| 16.5.1 | 连续实偶函数的傅里叶变换          | 297 |
| 16.5.2 | 离散余弦变换                | 298 |
| 16.6   | MATLAB 中的离散余弦变换函数     | 299 |
| 16.6.1 | 离散二维余弦变换              | 299 |
| 16.6.2 | 二维离散余弦逆变换             | 300 |
| 16.7   | 离散余弦变换和图像压缩           | 301 |
| 16.8   | Radon 变换              | 303 |
| 16.8.1 | 图像在指定方向上的 radon 变换    | 304 |
| 16.8.2 | 利用 radon 变换检测直线       | 304 |
| 16.8.3 | radon 逆变换及应用          | 305 |
| 16.9   | 小结                    | 309 |
| 第 17 章 | 数学形态学                 | 310 |
| 17.1   | 数学形态学基础               | 310 |
| 17.1.1 | 数学形态学的概念              | 310 |
| 17.1.2 | 数学形态学的应用              | 311 |
| 17.1.3 | MATLAB 中的常用数学形态学函数    | 312 |
| 17.1.4 | 数学形态学的一般应用步骤          | 312 |
| 17.2   | 数学形态学基本运算             | 314 |
| 17.2.1 | 膨胀和腐蚀                 | 314 |
| 17.2.2 | 数学形态学重建               | 320 |
| 17.2.3 | 距离变换                  | 321 |
| 17.2.4 | 对象、区域和特征度量            | 323 |
| 17.2.5 | 查找表                   | 324 |
| 17.2.6 | 基于数学形态学的数字识别例子        | 325 |
| 17.2.7 | MATLAB 数学形态学函数在工作中的应用 | 327 |
| 17.3   | 小结                    | 327 |
| 第 18 章 | 图像增强                  | 328 |
| 18.1   | 图像增强概述                | 328 |
| 18.1.1 | 空域变换增强                | 328 |
| 18.1.2 | 空域滤波增强                | 329 |
| 18.1.3 | 频域增强                  | 329 |
| 18.2   | 点运算                   | 330 |
| 18.2.1 | 灰度级修正                 | 330 |

|        |                             |     |
|--------|-----------------------------|-----|
| 18.2.2 | 灰度变换                        | 331 |
| 18.2.3 | 直方图修正                       | 332 |
| 18.3   | MATLAB 灰度变换                 | 333 |
| 18.3.1 | imadjust 函数                 | 333 |
| 18.3.2 | 动态范围压缩                      | 336 |
| 18.4   | MATLAB 直方图修正                | 336 |
| 18.4.1 | 直方图均衡化                      | 337 |
| 18.4.2 | 直方图匹配                       | 338 |
| 18.5   | 平滑滤波器                       | 339 |
| 18.5.1 | 掩模消噪法                       | 342 |
| 18.5.2 | 邻域平均法                       | 343 |
| 18.5.3 | 多图像平均法                      | 345 |
| 18.6   | 中值滤波器                       | 346 |
| 18.7   | 锐化滤波器                       | 348 |
| 18.7.1 | 空域高通滤波                      | 349 |
| 18.7.2 | 梯度图像输出方法                    | 350 |
| 18.8   | 频域增强                        | 352 |
| 18.8.1 | 布特沃斯低通滤波器实例                 | 352 |
| 18.8.2 | 同态滤波                        | 354 |
| 18.9   | 伪彩色处理                       | 356 |
| 18.9.1 | 彩色图像的伪彩色处理                  | 357 |
| 18.9.2 | 灰度分层法伪彩色处理                  | 358 |
| 18.9.3 | 灰度变换法的彩色处理                  | 359 |
| 18.9.4 | 频域伪彩色处理                     | 359 |
| 18.9.5 | 多光谱图像的伪彩色处理——在遥感学中常用        | 359 |
| 18.10  | 小结                          | 360 |
| 第 19 章 | 图像复原                        | 361 |
| 19.1   | 理解图像复原                      | 361 |
| 19.1.1 | 图像模糊的起因                     | 361 |
| 19.1.2 | 复原模型                        | 362 |
| 19.1.3 | PSF 的重要性                    | 362 |
| 19.2   | 模糊与噪声                       | 363 |
| 19.3   | 使用维纳滤波器进行图像复原               | 365 |
| 19.4   | 使用常规滤波器进行图像复原               | 369 |
| 19.5   | 使用 Lucy-Richardson 算法进行图像复原 | 373 |
| 19.6   | 使用盲解卷积算法进行图像复原              | 379 |
| 19.7   | 小结                          | 383 |
| 第 3 部分 | 图像处理实务                      | 385 |
| 第 20 章 | 小波变换在图像中的应用                 | 386 |
| 20.1   | 小波分析基础                      | 386 |
| 20.2   | 小波分析技术                      | 387 |
| 20.2.1 | 连续小波变换                      | 387 |
| 20.2.2 | 离散小波变换                      | 389 |
| 20.2.3 | 小波重构                        | 391 |
| 20.3   | 小波图像压缩                      | 392 |

|        |                                 |     |
|--------|---------------------------------|-----|
| 20.4   | 小波图像消噪                          | 395 |
| 20.4.1 | 基本原理                            | 396 |
| 20.4.2 | 小波消噪的例子                         | 396 |
| 20.5   | 小波图像增强                          | 400 |
| 20.6   | 小波图像融合                          | 401 |
| 20.7   | 小结                              | 403 |
| 第 21 章 | 分形的 MATLAB 实现                   | 404 |
| 21.1   | Koch 分形曲线                       | 404 |
| 21.1.1 | 分形原理                            | 404 |
| 21.1.2 | 算法分析                            | 405 |
| 21.1.3 | MATLAB 程序实现                     | 405 |
| 21.2   | 混沌和分形                           | 409 |
| 21.2.1 | 一维迭代 Logistic 方程                | 409 |
| 21.2.2 | Logistic 映射的 MATLAB 程序实现        | 409 |
| 21.2.3 | 运用程序分析工具 Profile                | 410 |
| 21.2.4 | 三维常微分 Lorenz 方程                 | 411 |
| 21.2.5 | 在复平面上迭代得到 Julia 集与 Mandelbrot 集 | 412 |
| 21.3   | 迭代函数系统                          | 417 |
| 21.4   | 分形编码基础                          | 418 |
| 21.5   | 小结                              | 418 |
| 第 22 章 | 图像压缩技术                          | 419 |
| 22.1   | 图像压缩基础                          | 419 |
| 22.1.1 | 图像数据的冗余                         | 419 |
| 22.1.2 | 图像压缩方法分类                        | 420 |
| 22.2   | 图像的编码质量评价                       | 421 |
| 22.2.1 | 客观评价准则                          | 421 |
| 22.2.2 | 主观评价准则                          | 422 |
| 22.2.3 | 压缩比                             | 422 |
| 22.3   | 无损压缩技术                          | 423 |
| 22.3.1 | 霍夫曼编码                           | 423 |
| 22.3.2 | 行程长度编码                          | 424 |
| 22.3.3 | 算术编码                            | 426 |
| 22.4   | 有损压缩技术                          | 427 |
| 22.4.1 | 预测编码                            | 427 |
| 22.4.2 | 变换编码                            | 428 |
| 22.5   | 小波变换在图像压缩中的应用                   | 428 |
| 22.5.1 | 多分辨率分析                          | 429 |
| 22.5.2 | 图像的小波表示理论                       | 429 |
| 22.5.3 | 小波变换编码的优越性                      | 431 |
| 22.5.4 | 几个典型的小波图像编码器                    | 431 |
| 22.5.5 | 小波变换编码的基本框架                     | 432 |
| 22.5.6 | 小波基的选择                          | 433 |
| 22.5.7 | 图像小波分析压缩程序                      | 436 |
| 22.6   | 小结                              | 440 |
| 第 23 章 | 图像分割                            | 441 |

|        |                       |     |
|--------|-----------------------|-----|
| 23.1   | 图像分割基础                | 441 |
| 23.1.1 | 图像分割定义                | 441 |
| 23.1.2 | 边缘检测概述                | 442 |
| 23.2   | 边缘检测算子                | 443 |
| 23.2.1 | 罗伯特 (Roberts) 边缘算子    | 443 |
| 23.2.2 | 索贝尔 (Sobel) 边缘算子      | 444 |
| 23.2.3 | Prewitt 边缘算子          | 444 |
| 23.2.4 | 拉普拉斯 (Laplacian) 边缘算子 | 445 |
| 23.2.5 | 坎尼 (Canny) 边缘算子       | 445 |
| 23.2.6 | MATLAB 程序实现           | 446 |
| 23.3   | 直线提取                  | 449 |
| 23.3.1 | Hough 变换法             | 449 |
| 23.3.2 | MATLAB 程序实现           | 450 |
| 23.4   | 阈值分割                  | 453 |
| 23.4.1 | 人工选择法                 | 454 |
| 23.4.2 | 自动阈值法                 | 454 |
| 23.4.3 | MATLAB 程序实现           | 457 |
| 23.5   | 分水岭算法                 | 459 |
| 23.6   | 区域生长和分裂合并             | 461 |
| 23.6.1 | 区域生长法                 | 461 |
| 23.6.2 | 区域分裂与合并               | 462 |
| 23.6.3 | MATLAB 四叉树分解          | 463 |
| 23.7   | 其他分割方法                | 465 |
| 23.7.1 | 彩色图像分割                | 465 |
| 23.7.2 | 聚类算法                  | 466 |
| 23.7.3 | MATLAB 程序实现           | 466 |
| 23.8   | 小结                    | 469 |
| 第 24 章 | 图像表示与描述               | 470 |
| 24.1   | 形状匹配的基本概念             | 470 |
| 24.2   | 形状表示                  | 471 |
| 24.2.1 | 链码                    | 471 |
| 24.2.2 | 样条                    | 472 |
| 24.2.3 | 多边形近似                 | 472 |
| 24.2.4 | 标记图                   | 473 |
| 24.3   | 骨架描述                  | 474 |
| 24.3.1 | 骨架表示                  | 474 |
| 24.3.2 | 骨架、细化和中轴              | 475 |
| 24.3.3 | 骨架算法                  | 475 |
| 24.3.4 | 骨架的 MATLAB 程序实现       | 475 |
| 24.4   | 基于几何特征的形状描述子          | 476 |
| 24.4.1 | 分散度                   | 476 |
| 24.4.2 | 欧拉数                   | 477 |
| 24.4.3 | 凹凸性                   | 477 |
| 24.4.4 | 复杂性                   | 478 |
| 24.4.5 | 偏心率                   | 478 |
| 24.4.6 | 二值图像的欧拉数的 MATLAB 程序实现 | 478 |