

精通

MATLAB

图像处理

第2版

张强 王正林 编著

- 实例丰富、高效实用
- 语言简练、通俗易懂
- 内容翔实、全面系统



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>





精通 MATLAB 图像处理 (第2版)

张强 王正林 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书紧密结合实例,以实用为目标来讲述 MATLAB 的图像处理技术,在简要介绍图像处理的基础理论之后,重点讲述应用 MATLAB 图像处理工具箱,并给出了大量的实例及综合实战应用。

本书由 MATLAB 入门篇、图像处理精通篇和综合实战篇组成。MATLAB 入门篇主要介绍 MATLAB 软件、基本运算、程序设计及图形绘制;图像处理精通篇讲述图像处理的主要内容,包括图像的运算、变换、增强、分析、复原、形态学操作及彩色图像处理等;综合实战篇通过综合实例,讲述应用 MATLAB 来分析、解决具体的图像处理问题,包括图像重构、增强、配准、去模糊、分割、特征提取、空间变换和大数据图像处理等典型应用。

本书最大特色在于实例丰富,对于提及图像处理的 MATLAB 实现功能,书中配以 120 余个实例来精讲,读者可以按照例题,一步一步了解图像处理的基本原理,掌握图像处理的 MATLAB 解决方法。本书可供从事信号与信息处理、计算机科学与技术、通信工程、地球物理、生物医学工程、遥感、自动化等专业的本科生、研究生作为图像处理辅助教材和参考书使用,也可供相关的工程技术人员参考使用。

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

精通 MATLAB 图像处理 / 张强, 王正林编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012.4

ISBN 978-7-121-15798-1

I. ①精… II. ①张… ②王… III. ①图像处理—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(2012)第 012614 号

策划编辑: 张月萍

责任编辑: 刘 舫

特约编辑: 赵树刚

印 刷:

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

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: 26.5 字数: 679 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 3500 册 定价: 65.00 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 zls@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

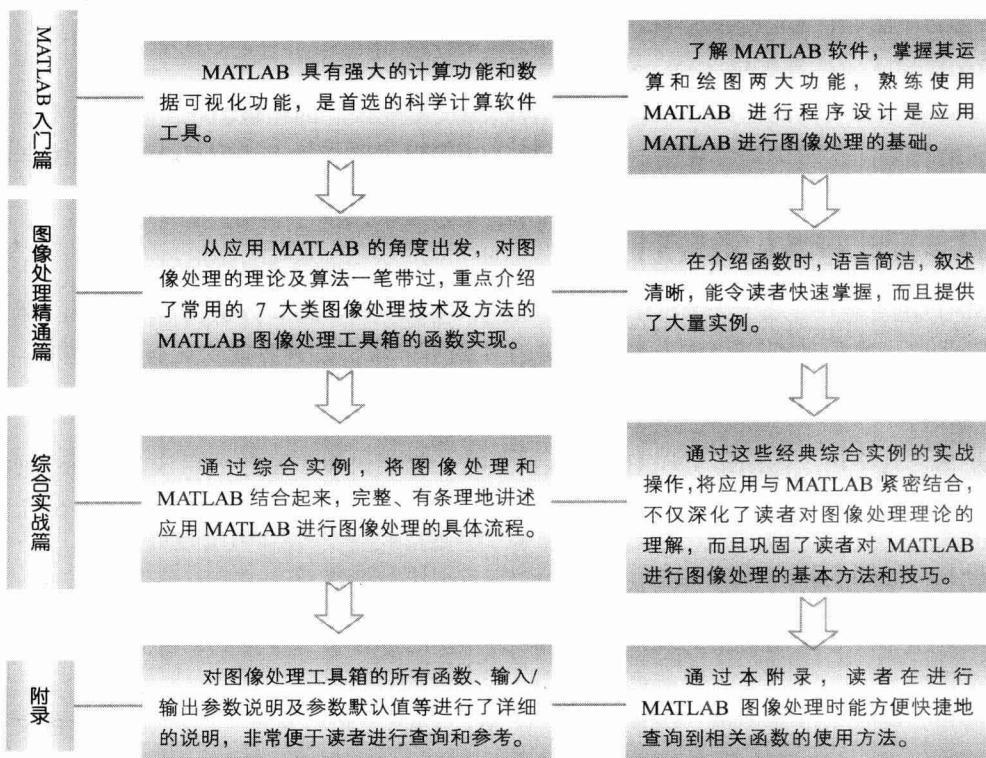
服务热线:(010) 88258888。

第2版 前言

本书第1版《精通 MATLAB 图像处理》已被多所院校作为图像处理、数学、信息、计算机、地理信息处理、医学信息处理类课程的教材和教辅参考书，而且由于实例丰富、简单易学、内容全面、讲解细致而深受广大读者的喜爱，上市两年多以来长期占据同类书的销售前列，得到了读者的认可。

根据读者的需求和软件的升级，我们结合 MATLAB 软件的最新版本，对全书的内容进行了完善与优化，使之更加适合读者的需要。

本书导读



新增内容

与本书第1版相比，第2版进行了重要的修订和扩充，增加了关于图像空间变换、大数据图像处理、图像匹配和图像处理的GUI工具等内容。

1. 新增了第19章“MATLAB 图像空间变换实战”

图像的空间变换是数字图像处理的重要技术之一，用于图像校正、图像匹配和图像变形等方面。新增了两个图像空间变换的综合实例，并详细讲解了MATLAB的实现过程与方法。

2. 新增了第20章“MATLAB 处理大数据图像实战”

图像的数据量越来越大，如遥感图像往往含有大量的数据，这时计算性能就成为制约处理结果的瓶颈。新增了使用并行批处理、分块处理等技术来进行大数据图像处理的综合实例，并详细讲解了MATLAB的实现过程与方法。

3. 新增了“图像配准实战”的内容

在原有综合实例的基础上，补充了“旋转和尺度变换后的图像配准”和“配准航拍照片和正射影像”这两个综合实例，简要分析了其实现原理，重点讲解了MATLAB详细的实现过程与方法。

4. 新增了“图像处理的GUI工具”

MATLAB提供了图形界面的图像处理工具GUI Tools，更加方便用户的使用。新增了几个常用的、典型的GUI工具，详细地讲述其使用方法，让读者能快速有效地掌握。

5. 新增了几个实用函数

新增了几个用于图像运算和图像变换的函数，简要讲解了函数的用法，并通过列举实例，让读者能轻松掌握。

光盘使用说明

本书附带光盘实例对应的MATLAB M文件，还包含了书中用到的图像源文件。运行光盘提供的代码文件，读者就能体会本书所有实例的效果。

使用本光盘中的实例前，读者需要安装MATLAB，并将包含待运行.m文件的文件夹添加到MATLAB路径或设置为MATLAB当前目录。

致谢

本书主要由张强、王正林编写，其他参与编写的人员有肖静、王伟欣、朱桂莲、刘玉芳、肖绍英、邓祈、钟太平、王龙跃、朱艳、彭斌武、陈菜枚、钟杜清等。在此对所有参

与编写的人员表示感谢！

再次对博文视点公司的郭立老师、张月萍老师表示衷心的感谢！对关心、支持我们的读者表示感谢！

由于时间仓促，作者水平和经验有限，书中错漏之处在所难免，敬请读者批评指正，我们的电子邮箱是：wa_2003@126.com。

作 者

2011 年金秋国庆于北京

目 录

第 1 篇 MATLAB 入门篇

第 1 章 MATLAB 概述	2	2.4.1 复数的表示	36
1.1 MATLAB 的发展历程	2	2.4.2 复数的绘图	37
1.2 MATLAB 的优势与特点	2	2.4.3 复数的操作函数	38
1.3 MATLAB 系统的构成	4	2.5 符号运算	38
1.4 MATLAB 桌面操作环境	5	2.5.1 符号运算概述	38
1.4.1 启动和退出	5	2.5.2 常用的符号运算	40
1.4.2 主要功能菜单	7	2.6 关系运算和逻辑运算	42
1.4.3 命令窗口	9	2.7 小结	43
1.4.4 工作空间	11	第 3 章 MATLAB 程序设计	44
1.4.5 M 文件编辑/调试器	13	3.1 程序设计概述	44
1.4.6 Figure 窗口	15	3.2 程序设计的基本原则	45
1.4.7 文件管理	16	3.3 M 文件	46
1.4.8 使用帮助	16	3.4 程序流程控制	48
1.5 MATLAB 的工具箱	17	3.5 函数及调用	51
1.6 小结	19	3.5.1 函数类型	51
第 2 章 MATLAB 基本运算	20	3.5.2 函数参数传递	54
2.1 MATLAB 数据类型	20	3.6 函数句柄	58
2.2 数组及其运算	22	3.7 程序调试	59
2.2.1 数组的创建	22	3.7.1 常见的程序错误	60
2.2.2 数组的运算	23	3.7.2 调试方法	62
2.3 矩阵及其运算	25	3.7.3 调试工具	63
2.3.1 矩阵的创建	25	3.8 程序设计技巧	68
2.3.2 矩阵的基本运算	26	3.8.1 嵌套计算	69
2.3.3 矩阵的行列式运算	27	3.8.2 循环计算	70
2.3.4 矩阵的求逆运算	27	3.8.3 使用异常处理机制	70
2.3.5 矩阵的求秩	28	3.8.4 使用全局变量	72
2.3.6 矩阵的范数和条件数运算	29	3.8.5 通过 varargin 传递参数	74
2.3.7 矩阵的特征值、特征向量和 特征多项式运算	29	3.9 小结	75
2.3.8 矩阵的标准正交基运算	30	第 4 章 MATLAB 图形绘制	76
2.3.9 矩阵的分解运算	31	4.1 MATLAB 中绘图的基本步骤	76
2.3.10 矩阵对角元素操作运算	35	4.2 在工作空间直接绘图	76
2.4 复数及其运算	36	4.3 利用绘图函数绘图	78
		4.3.1 二维图形	78

4.3.2	三维图形	79	5.2.6	图像数组	102
4.4	特殊图形绘制	81	5.3	MATLAB 中的颜色模型	103
4.4.1	直方图	81	5.3.1	颜色模型的分类	103
4.4.2	柱状图	82	5.3.2	颜色模型的转换	104
4.4.3	面积图	83	5.4	图像处理基本函数	105
4.4.4	饼图	84	5.4.1	图像读入和显示	106
4.4.5	火柴杆图	85	5.4.2	图像写回	108
4.4.6	阶梯图	86	5.4.3	获取图像信息	109
4.4.7	等高线图	87	5.5	标准图像显示技术	110
4.4.8	向量图	89	5.5.1	imshow 函数	110
4.4.9	圆柱体图	91	5.5.2	显示灰度图像	111
4.4.10	球面图	92	5.5.3	显示二值图像	112
4.5	图形修饰	92	5.5.4	显示索引图像	112
4.6	小结	95	5.5.5	显示真彩图像	113
第 5 章	MATLAB 图像处理基础	96	5.5.6	显示图形文件中的图像	113
5.1	MATLAB 图像文件的格式	96	5.6	特殊图像显示技术	113
5.2	图像类型	97	5.6.1	添加颜色条	113
5.2.1	索引图像	97	5.6.2	显示多帧图像阵列	113
5.2.2	灰度图像	98	5.6.3	图像上的区域缩放	114
5.2.3	RGB 图像	99	5.6.4	纹理映射	114
5.2.4	二值图像	101	5.6.5	同时显示多幅图像	114
5.2.5	图像类型转换	101	5.7	小结	115

第 2 篇 图像处理精通篇

第 6 章	图像的运算	117	6.4.2	图像的缩放	130
6.1	图像的代数运算	117	6.4.3	图像的旋转	130
6.1.1	图像的加运算	117	6.4.4	图像的裁剪	132
6.1.2	图像的减运算	118	6.4.5	图像的一般线性变换	133
6.1.3	图像的乘运算	119	6.5	小结	134
6.1.4	图像的除运算	119	第 7 章	图像的变换	135
6.1.5	图像的差的绝对值运算	120	7.1	傅里叶变换	135
6.1.6	图像的补运算	121	7.1.1	傅里叶变换的定义	135
6.1.7	图像的一般线性运算	122	7.1.2	傅里叶变换的快速实现	137
6.2	图像的逻辑运算	123	7.1.3	傅里叶变换的应用	139
6.3	图像的块和邻域处理	124	7.2	离散余弦变换 (DCT)	141
6.3.1	滑动邻域操作	124	7.2.1	二维离散余弦变换的定义	141
6.3.2	分离块操作	125	7.2.2	DCT 变换矩阵	142
6.3.3	使用列处理加快速度	127	7.2.3	DCT 的实现和图像压缩	142
6.4	图像的几何运算	129	7.3	Radon 变换	144
6.4.1	图像的插值	129	7.3.1	Radon 变换的定义	144

7.3.2	使用 Radon 变换检测直线	146	9.2.1	边缘检测	183
7.3.3	逆 Radon 变换	147	9.2.2	边界跟踪	185
7.4	Fan-Beam 变换	148	9.2.3	使用 hough 变换检测图像 中的直线	188
7.4.1	Fan-Beam 变换的用法	149	9.3	二叉树分解	190
7.4.2	使用 Fan-Beam 投影数据 重构图像	149	9.4	图像的纹理分析	191
7.5	小结	151	9.4.1	纹理分析的函数	191
第 8 章	图像的增强	152	9.4.2	使用灰度共生矩阵	193
8.1	灰度变换增强	152	9.5	小结	196
8.1.1	图像直方图的含义	152	第 10 章	图像的复原	197
8.1.2	直方图均衡化	153	10.1	图像的退化	197
8.1.3	灰度值调整到指定范围	154	10.1.1	图像退化的原因	197
8.1.4	有限对比自适应直方图 均衡化	157	10.1.2	图像退化的数学模型	197
8.1.5	使用去相关进行色度拉伸	157	10.1.3	图像的噪声	199
8.2	线性滤波器增强	159	10.2	图像复原的模型和方法分类	200
8.2.1	卷积	159	10.2.1	图像的复原模型	201
8.2.2	相关	160	10.2.2	无约束复原方法	201
8.2.3	imfilter 函数用于滤波	161	10.2.3	有约束复原方法	202
8.2.4	使用预定义的滤波器对 图像滤波	164	10.2.4	复原方法的评估	202
8.3	空间域滤波增强	166	10.3	图像的复原方法	202
8.3.1	图像加入噪声	166	10.3.1	维纳滤波	203
8.3.2	中值滤波器	167	10.3.2	规则化滤波	204
8.3.3	自适应滤波器	168	10.3.3	Lucy-Richardson 滤波	206
8.4	频域滤波增强	169	10.3.4	盲反卷积	207
8.4.1	频率变换方法	169	10.4	点扩散函数和光学转换函数的 互相转化	208
8.4.2	频率抽样法	170	10.5	小结	209
8.4.3	窗函数法	171	第 11 章	图像的形态学操作	210
8.4.4	创建所需的频率响应矩阵	173	11.1	膨胀和腐蚀	210
8.4.5	计算滤波器的频率响应	174	11.1.1	理解膨胀和腐蚀	210
8.5	小结	174	11.1.2	处理图像边界的像素	211
第 9 章	图像的分析	175	11.1.3	理解结构元素	211
9.1	像素值和图像统计量	175	11.1.4	图像膨胀	215
9.1.1	获取像素值	175	11.1.5	图像腐蚀	217
9.1.2	创建图像强度曲线	176	11.1.6	膨胀和腐蚀组合	219
9.1.3	显示图像数据的等值线图	178	11.1.7	以膨胀和腐蚀为基础的 其他操作	221
9.1.4	图像的统计信息	179	11.2	数学形态学重建	225
9.1.5	图像的局部属性	180	11.2.1	理解标记图像和 掩膜图像	225
9.2	图像的边界分析	183			

11.2.2	像素连通性	226	11.5.1	创建一个查询表	242
11.2.3	填充操作	227	11.5.2	使用查询表	242
11.2.4	寻找最大值和最小值	229	11.6	小结	243
11.3	距离变换	235	第 12 章	彩色图像处理	244
11.4	对象的标记和测量	238	12.1	减少彩色图像中的色彩数	244
11.4.1	连通区域的标记	238	12.1.1	使用色彩近似	244
11.4.2	选择二值图像中的对象	240	12.1.2	使用 imapprox 函数	248
11.4.3	计算二值图像中前景的 面积	241	12.1.3	抖动	249
11.4.4	计算二值图像的欧拉数	241	12.2	色彩空间转换	249
11.5	二值图像的查表操作	242	12.3	小结	254

第 3 篇 综合实战篇

第 13 章	MATLAB 图像重构实战	256	18.1	计算运动中单摆的长度	323
第 14 章	MATLAB 图像增强实战	261	18.2	粒度测定	326
14.1	对比度增强技术	261	18.3	确定圆形目标	329
14.2	纠正不均匀的照明	268	18.4	测量角度	331
14.3	对多分辨率彩色图像进行增强	272	18.5	灰度图像的属性测量	334
14.4	小结	277	18.6	磁带滚动轴半径的测量	337
第 15 章	MATLAB 图像配准实战	278	18.7	小结	340
15.1	归一化互相关图像配准	278	第 19 章	MATLAB 图像空间 变换实战	341
15.2	旋转和尺度变换后的图像配准	281	19.1	创建变换图像的图片库	341
15.3	配准航拍照片和正射影像	285	19.2	保角变换映射	349
15.4	小结	287	19.3	小结	357
第 16 章	MATLAB 图像去模糊实战	288	第 20 章	MATLAB 处理大数据 图像实战	358
第 17 章	MATLAB 图像分割实战	296	20.1	并行批处理图像	358
17.1	基于 $L^*a^*b^*$ 空间的色彩分割	296	20.2	分块处理图像	361
17.2	利用图像分割来检测细胞	303	20.3	计算大图像的统计信息	364
17.3	检测交通视频中的汽车目标	306	20.4	小结	370
17.4	在多分辨率图像中检测植被	309	附录 A	MATLAB 图像处理工具箱函数 详解	371
17.5	分水岭分割算法	313	参考文献		410
17.6	使用纹理滤波器分割图像	319			
17.7	小结	322			
第 18 章	MATLAB 图像特征 提取实战	323			

实例目录

第 2 章 MATLAB 基本运算20	
例 2-1 元胞数组创建与显示实例.....21	
例 2-2 数组创建实例.....23	
例 2-3 数组运算.....24	
例 2-4 矩阵创建实例.....25	
例 2-5 特殊矩阵生成函数使用实例.....26	
例 2-6 矩阵基本运算实例.....27	
例 2-7 矩阵行列式运算实例.....27	
例 2-8 矩阵的求逆运算实例.....27	
例 2-9 矩阵的秩运算实例.....28	
例 2-10 矩阵的范数和条件数运算实例.....29	
例 2-11 矩阵的特征值、特征向量和特征 多项式运算实例.....30	
例 2-12 矩阵的标准正交基运算实例.....30	
例 2-13 LU 分解运算实例.....31	
例 2-14 Cholesky 分解运算实例.....32	
例 2-15 QR 分解运算实例.....33	
例 2-16 SVD 分解（奇异值分解） 运算实例.....33	
例 2-17 Schur 分解运算实例.....34	
例 2-18 对角元素操作运算实例.....35	
例 2-19 复数构造实例.....36	
例 2-20 复数矩阵构造实例.....37	
例 2-21 复数函数绘图实例.....37	
例 2-22 符号表达式创建实例.....39	
例 2-23 微积分的符号运算实例.....41	
例 2-24 常微分方程符号运算实例.....42	
第 3 章 MATLAB 程序设计44	
例 3-1 M 文件创建实例.....47	
例 3-2 return 语句使用实例.....50	
例 3-3 匿名函数创建实例.....51	
例 3-4 显示函数输入和输出参数的 数目实例.....54	
例 3-5 可变数目的参数传递实例.....56	
例 3-6 函数内部的输入参数修改实例.....57	
例 3-7 函数参数传递实例.....57	
例 3-8 全局变量使用实例.....58	
例 3-9 函数句柄创建和调用实例.....59	
例 3-10 处理函数句柄的函数使用实例.....59	
例 3-11 嵌套计算与直接求值的 比较实例.....69	
例 3-12 嵌套计算与非嵌套计算的 比较实例.....69	
例 3-13 异常处理机制使用实例.....71	
例 3-14 nargin 函数应用实例.....72	
例 3-15 全局变量使用实例.....73	
例 3-16 通过 varargin 传递参数的实例.....74	
第 4 章 MATLAB 图形绘制76	
例 4-1 工作空间直接作图法使用实例.....77	
例 4-2 二维图形绘制实例.....78	
例 4-3 三维曲线绘制函数使用实例.....79	
例 4-4 三维网格曲面图绘制实例.....80	
例 4-5 阴影曲面绘制函数 surf 使用实例.....80	
例 4-6 直方图绘制函数 hist 使用实例.....81	
例 4-7 玫瑰图绘制函数 rose 使用实例.....81	
例 4-8 柱状图绘制函数 bar 使用实例.....82	
例 4-9 三维柱状图函数使用实例.....82	
例 4-10 面积图绘制函数 area 使用实例.....83	
例 4-11 饼图绘制函数 pie 使用实例.....84	
例 4-12 绘制饼图应用实例.....85	
例 4-13 火柴杆图绘制函数 stem 使用实例.....85	
例 4-14 stem3 函数绘图应用实例.....86	
例 4-15 阶梯图绘制函数 stairs 使用实例.....86	
例 4-16 等高线图绘制函数 contour 使用实例.....87	
例 4-17 三维等高线绘制应用实例.....88	
例 4-18 罗盘图绘制函数 compass 使用实例.....89	
例 4-19 羽毛图绘制函数 feather 使用实例.....89	

例 4-20	向量场图绘制函数 <code>quiver</code> 使用实例	90	例 7-4	确定图像特征的位置	140
例 4-21	圆柱体绘制函数 <code>cylinder</code> 使用实例	91	例 7-5	离散余弦变换和逆变换	142
例 4-22	球面绘制函数 <code>sphere</code> 使用实例	92	例 7-6	DCT 用于图像压缩示例	143
例 4-23	绘图命令使用实例	94	例 7-7	两个方向的 Radon 变换	145
第 5 章	MATLAB 图像处理基础	96	例 7-8	在一幅图像中显示不同方向的 Radon 变换	146
例 5-1	索引图像及颜色表说明实例	98	例 7-9	使用 Radon 变换来检测直线	146
例 5-2	灰度图像显示	98	例 7-10	逆 Radon 变换重建图像	148
例 5-3	RGB 图像显示	100	例 7-11	Fan-Beam 变换重建头骨 幻影图像	149
例 5-4	<code>gray2ind</code> 函数应用实例	102	第 8 章	图像的增强	152
例 5-5	<code>rgb2hsv</code> 函数应用实例	105	例 8-1	直方图的显示	152
例 5-6	图像读入及显示应用实例	107	例 8-2	直方图均衡化	153
例 5-7	图像写回命令应用实例	108	例 8-3	调整灰度范围	154
例 5-8	图像信息查询函数应用实例一	109	例 8-4	<code>imadjust</code> 函数用于展现 图像的细节	155
例 5-9	图像信息查询函数应用实例二	109	例 8-5	用 <code>stretchlim</code> 函数确定映射 的灰度	155
例 5-10	显示灰度图像的函数应用实例	111	例 8-6	<code>gamma</code> 校正	156
例 5-11	二值图像显示应用实例	112	例 8-7	有限对比自适应直方图均衡化	157
第 6 章	图像的运算	117	例 8-8	简单的去相关拉伸操作	158
例 6-1	图像的加运算	117	例 8-9	均值滤波	161
例 6-2	图像的减运算	118	例 8-10	不同的填充选项对比	163
例 6-3	图像的乘运算	119	例 8-11	对真彩色图像进行滤波	164
例 6-4	图像的除运算	120	例 8-12	不同的滤波器对图像进行滤波	165
例 6-5	图像的差的绝对值运算	120	例 8-13	在图像中加入不同的噪声	166
例 6-6	图像的补运算	121	例 8-14	中值滤波和均值滤波对比	167
例 6-7	图像的一般线性运算	122	例 8-15	<code>wiener2</code> 函数自适应滤波	168
例 6-8	图像的逻辑运算	123	例 8-16	一维滤波器转化为二维滤波器	169
例 6-9	滑动邻域操作	125	例 8-17	用频率抽样法设计二维带 通滤波器	170
例 6-10	分离块操作	126	例 8-18	<code>fwind1</code> 函数产生二维滤波器	171
例 6-11	列处理操作	128	例 8-19	<code>fwind2</code> 函数产生二维滤波器	172
例 6-12	图像的插值	129	例 8-20	理想低通圆形滤波器	173
例 6-13	图像的缩放	130	例 8-21	利用 <code>freqz2</code> 函数计算频率响应	174
例 6-14	图像的旋转	131	第 9 章	图像的分析	175
例 6-15	图像的交互式裁剪	132	例 9-1	返回指定坐标的像素值	175
例 6-16	图像的参数式裁剪	132	例 9-2	交互式获取像素值	176
例 6-17	图像的一般线性变换	133	例 9-3	返回指定坐标的图像强度曲线	177
第 7 章	图像的变换	135	例 9-4	交互式获取图像像素强度曲线	177
例 7-1	二维傅里叶变换函数的使用	138	例 9-5	真彩色图像的像素强度曲线	178
例 7-2	高通滤波器的频率响应	139			
例 7-3	傅里叶变换应用于快速卷积	140			

例 9-6	显示等值线	179	例 11-12	对图像进行 top-hat 滤波	223
例 9-7	计算图像的统计信息	180	例 11-13	使用 top-hat 和 bottom-hat 滤波对图像进行增强	224
例 9-8	求图像区域的质心	183	例 11-14	对图像进行孔洞填充	229
例 9-9	边缘检测	185	例 11-15	确定图像的局部极小值	231
例 9-10	利用 bwtraceboundary 函数跟踪边界	186	例 11-16	计算简单图像的欧氏距离	236
例 9-11	利用 bwboundaries 函数跟踪外部边界	187	例 11-17	二维情况下使用不同的距离函数求距离	236
例 9-12	利用 bwboundaries 函数检测外部边界和内部边界	187	例 11-18	三维情况下使用不同的距离函数求距离	237
例 9-13	利用 hough 变换检测图像中的直线	188	例 11-19	二值图像中对象的选择	240
例 9-14	矩阵四叉树分解	190	例 11-20	计算前景面积增加的比例	241
例 9-15	图像的四叉树分解	191	例 11-21	计算二值图像的欧拉数	242
例 9-16	计算图像的局部最大差值	192	例 11-22	使用查询表操作	243
例 9-17	计算图像的局部标准差	193	第 12 章 彩色图像处理	244	
例 9-18	计算图像的局部熵	193	例 12-1	颜色查找表映射	248
例 9-19	计算矩阵的灰度共生矩阵	194	例 12-2	使用 imapprox 函数减少色彩数	248
例 9-20	计算灰度共生矩阵的统计量	195	例 12-3	使用抖动创建图像	249
第 10 章 图像的复原	197		例 12-4	从 NTSC 空间转换到 RGB 空间	251
例 10-1	图像的模糊	198	例 12-5	RGB 空间和 YCbCr 空间之间的相互转化	252
例 10-2	维纳滤波复原图像	203	例 12-6	makecform 函数的使用方法	254
例 10-3	规则化复原图像	205	第 13 章 MATLAB 图像重构实战	256	
例 10-4	Lucy-Richardson 方法复原图像	206	例 13-1	图像的重构	256
例 10-5	盲反卷积恢复图像	208	第 14 章 MATLAB 图像增强实战	261	
例 10-6	点扩散函数和光学转换函数的互相转化	209	例 14-1	利用最大熵原理进行图像对比度增强	262
第 11 章 图像的形态学操作	210		例 14-2	对比度增强的主程序	263
例 11-1	二值图像的膨胀	216	例 14-3	纠正不均匀的照明	268
例 11-2	灰度图像的膨胀	216	例 14-4	对多分辨率彩色图像进行增强	272
例 11-3	灰度图像的膨胀(图像先取反后膨胀)	217	第 15 章 MATLAB 图像配准实战	278	
例 11-4	二值图像的腐蚀	218	例 15-1	归一化互相关图像配准	278
例 11-5	灰度图像的腐蚀	218	例 15-2	旋转和尺度变换后的图像配准	282
例 11-6	二值图像的开运算	219	例 15-3	配准航拍照片和正射影像	285
例 11-7	利用 imopen 函数进行开运算	220	第 16 章 MATLAB 图像去模糊实战	288	
例 11-8	二值图像的关运算	220	例 16-1	图像去模糊	288
例 11-9	图像的骨架提取	221			
例 11-10	图像的边缘检测	222			
例 11-11	击中击不中操作	222			

第 17 章 MATLAB 图像分割实战	296	例 18-3 确定圆形目标	329
例 17-1 基于 L*a*b*空间的色彩分割	296	例 18-4 测量两条直线之间的夹角	331
例 17-2 K 均值用于图像分割	300	例 18-5 灰度图像的属性计算	335
例 17-3 图像分割用于检测细胞	303	例 18-6 计算磁带滚动轴的半径	337
例 17-4 检测运动的汽车	306	第 19 章 MATLAB 图像空间	
例 17-5 在多分辨率图像中检测植被	310	变换实战	341
例 17-6 标记分水岭分割算法	314	例 19-1 创建变换图像的图片库	341
例 17-7 利用纹理滤波器进行		例 19-2 保角变换映射	350
图像分割	319	第 20 章 MATLAB 处理大数据	
第 18 章 MATLAB 图像特征		图像实战	358
提取实战	323	例 20-1 并行处理图像	358
例 18-1 计算运动中的摆长	323	例 20-2 分块处理图像	361
例 18-2 粒度测定	326	例 20-3 计算大图像的统计信息	364

Part

1

第 1 篇 MATLAB 入门篇

第 1 章 MATLAB 概述

第 2 章 MATLAB 基本运算

第 3 章 MATLAB 程序设计

第 4 章 MATLAB 图形绘制

第 5 章 MATLAB 图像处理基础

第 1 章 MATLAB 概述

经过 30 余年的补充与完善及多个版本的升级换代，MATLAB 软件的功能已经变得非常之强大。MATLAB 是一个包含众多科学、工程计算的庞大系统，是目前世界上最流行的计算软件之一。

1.1 MATLAB 的发展历程

MATLAB 语言的产生是与数学计算紧密联系在一起。1980 年，美国新墨西哥州大学计算机系主任 Cleve Moler 在给 学生讲授线性代数课程时，发现学生在高级语言编程上花费了很多时间，于是着手编写供学生使用的 Fortran 子程序库接口程序，他将这个接口程序取名为 MATLAB (Matrix Laboratory 的前 3 个字母的组合，意为“矩阵实验室”)。这个程序获得了很大的成功，受到学生的广泛欢迎。

20 世纪 80 年代初期，Moler 等一批数学家与软件专家组建了 MathWorks 软件开发公司，继续从事 MATLAB 的研究和开发，1984 年推出了第一个 MATLAB 商业版本，其核心是用 C 语言编写的。而后，它又添加了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算及与其他流行软件的接口功能，使得 MATLAB 的功能越来越强大。

MathWorks 公司正式推出 MATLAB 后，于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版本，之后陆续推出了几个改进和提高的版本，2004 年 9 月正式推出 MATLAB Release 14，即 MATLAB 7.0，其功能在原有的基础上又有了进一步的改进。

此后，几乎形成了一个规律，每年的 3 月和 9 月推出当年的 a 和 b 版本，目前的最新版本是 MATLAB 2011b。

MATLAB 经过几十年的研究与不断完善，现已成为国际上最为流行的科学计算与工程计算软件工具之一，现在的 MATLAB 已经不仅是一个最初的“矩阵实验室”了，它已发展成为一种具有广泛应用前景、全新的计算机高级编程语言，可以说它是“第四代”计算机语言。

自 20 世纪 90 年代，美国和欧洲的各大学将 MATLAB 正式列入研究生和本科生的教学计划，MATLAB 软件已成为数值计算、数理统计、信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具，成为学生必须掌握的基本软件之一。在研究单位和工业界，MATLAB 也成为工程师们必须掌握的一种工具，被认为是进行高效研究与开发的首选软件工具。

1.2 MATLAB 的优势与特点

MATLAB 在学术界和工程界广受欢迎，其主要优势和特点有如下几个方面。

1. 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具组成, 其中许多工具采用的是图形用户界面, 包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。这些图形化的工具为用户使用 MATLAB 的函数和文件提供了方便。

随着 MATLAB 的商业化及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致, 更加接近 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。同时, MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。

MATLAB 简单的编程环境提供了比较完备的调试系统, 程序不必经过编译就可以直接运行, 而且能够及时地报告出现的错误并进行出错原因分析。

2. 简单易用的编程语言

MATLAB 语言是一种高级的矩阵语言, 它包含控制语句、函数、数据结构、输入和输出和面向对象编程特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步, 也可以先编写好一个较大的、复杂的应用程序 (M 文件) 后再一起运行。

MATLAB 语言是基于流行的 C++ 语言基础之上的, 因此, 语法特征与 C++ 语言极为相似, 而且更加简单, 更加符合科技人员对数学表达式的书写格式, 更利于非计算机专业的科技人员使用。而且这种语言可移植性好、可拓展性强, 这也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

3. 强大的科学计算和数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合, 其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数, 可以方便地实现用户所需的各种计算功能。这些函数集涵盖了从最简单、最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换等复杂函数。

函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作及建模动态仿真等。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果, 而且经过了各种优化和容错处理。

通常情况下, 可以用 MATLAB 来代替底层编程语言, 如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下, 使用 MATLAB 的编程, 工作量会大大减少。

4. 出色的图形处理功能

MATLAB 自诞生之日起就具有方便的数据可视化功能, 能够将向量和矩阵用图形的形式表现出来, 并且可以对图形进行标注和打印。

高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式, 可用于科学计算和工程绘图。

MATLAB 对整个图形处理功能进行了很大的改进和完善, 使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能 (如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等) 方面更加完善, 而且对于一些其他软件所没有的功能 (如图形的光照处理、色度处理及四维数据的表现等), MATLAB