

精通

MATLAB

图像处理

张强 王正林 编著

- ❖ 实例丰富、高效实用
- ❖ 语言简练、通俗易懂
- ❖ 内容详实、全面系统



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



MATLAB
精品丛书

精通

MATLAB

图像处理

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

本书以应用为方向,以实用为目标来讲述图像处理技术,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、图像处理提高篇和综合实战篇这 3 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;图像处理提高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、分割和特征提取等典型应用。

本书语言简练、实例丰富,阐述清晰,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、医学等专业的本科生,研究生作为图像处理辅助教材和参考书使用,也可供相应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. —北京: 电子工业出版社, 2009.6
(MATLAB 精品丛书)
ISBN 978-7-121-08780-6

I. 精… II. ①张… ②王… III. 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(2009)第 071365 号

责任编辑: 许 艳

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

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: 23 字数: 484 千字

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 49.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

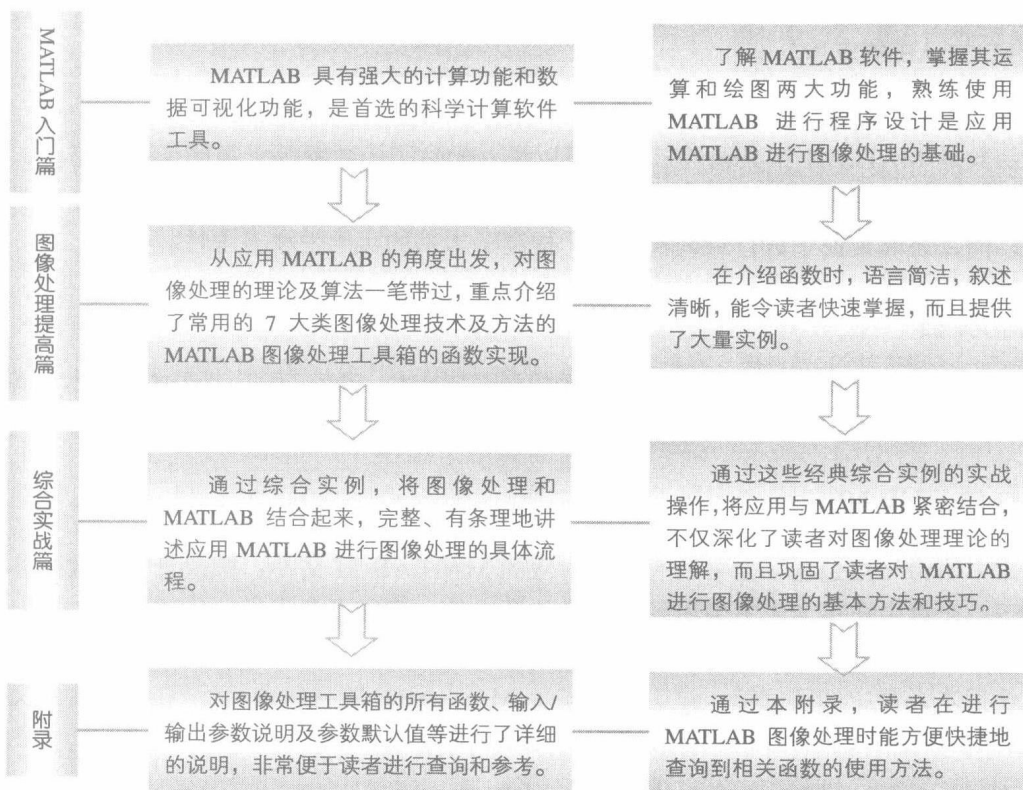
服务热线:(010) 88258888。

前言

当今的信息化社会，图像是人类赖以获取信息的最重要的来源之一。随着计算机技术的迅猛发展，图像技术与计算机技术不断融合，产生了一系列图像处理软件，如 VC、MATLAB，这些软件的广泛应用为图像技术的发展提供了强大的支持。

MATLAB 已成为国际公认的最优秀的科技应用软件之一，具有编程简单、数据可视化功能强、可操作性强等特点，而且配有功能强大、专业函数丰富的图像处理工具箱，是进行图像处理方面工作必备的软件工具。本书将全面、系统地讲述应用 MATLAB 进行图像处理的方法。

本书导读



主要特色

本书内容围绕 MATLAB 在图像处理中的应用，通过详实、丰富的实例讲解，一步步带领读者进入 MATLAB 的图像处理的广阔世界。本书主要的特点可以概括为以下几点：

1. 内容由浅入深、层次性强

本书采用 3 篇结构，从 MATLAB 入门篇入手，重点在图像处理提高篇，循序渐进地

讲述 MATLAB 图像处理技术，最后在综合实战篇中，以精讲综合实例收尾，层次结构简洁明了，非常适合不同层次的读者选择性地学习，提高了学习效率。

另一方面，讲述应用 MATLAB 求解最优化问题时，也是从易到难依次讲述了 GUI 优化工具、工具箱函数、编程实现这三种实现方式。

2. 实例丰富，实用性强

本书打破了图像处理类书理论多、算法多、实例少的惯例，对复杂的理论及算法一带而过，重在 MATLAB 实现及应用，重在实例！

本书精心挑选了最具代表性和实用性的 100 多个实例，以及实战篇的 6 大类应用实例，悉数进行全面、详实的分析和讲解，并提供了全部源代码，非常便于学习和参考。

3. 语言简洁精炼，可读性强

本书以简洁、通俗的语言来说明图像处理的基本理论，避免过于复杂的数学推导，提高了可读性。

在实例的程序代码中，对关键的代码进行点睛式的注释，让读者在程序中快速有效地掌握 MATLAB 的应用。

4. 附录详实全面，参考性强

函数是 MATLAB 工具箱的核心，可以说，学会了函数就等于掌握了工具箱。本书附录对图像处理工具箱的全部函数进行了详实具体的说明，能帮助读者快速高效地掌握这些函数，而且还非常便于进行查询和参考，提高了本书的实用性和参考性。

目标读者

本书可作为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、医学等专业的本科生和研究生学习图像处理的辅助教材和参考书，也可供相应的工程技术人员参考使用。

光盘使用说明

本书附带光盘包含了全书所有实例对应的 MATLAB M 文件，按照章节存放在各个文件夹下。光盘中还包含了书中用到的图像的源文件。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。

作者致谢

感谢父母和朋友们的支持与鼓励，使得本书的创作过程得以坚持下去；感谢朱沐红老师、许艳编辑的大力支持和辛勤劳动！

由于作者水平和经验有限，书中错漏之处在所难免，还望得到专家、读者和行内人士的批评指正，我们的邮箱是：wa_2003@126.com。

编著者 2009 年 3 月 18 日于清华园

目 录

第 1 篇 MATLAB 入门篇

第 1 章 MATLAB 概述	2
1.1 MATLAB 的发展历程	2
1.2 MATLAB 的优势与特点	2
1.3 MATLAB 系统的构成	4
1.4 MATLAB 桌面操作环境	5
1.4.1 启动和退出	5
1.4.2 主菜单及功能	6
1.4.3 命令窗口	9
1.4.4 工作空间	11
1.4.5 M 文件编辑/调试器	13
1.4.6 Figure 窗口	14
1.4.7 文件管理	16
1.4.8 使用帮助	16
1.5 MATLAB 的工具箱	17
1.6 小结	18
第 2 章 MATLAB 基本运算	19
2.1 MATLAB 数据类型	19
2.2 数组及其运算	21
2.2.1 数组的创建	21
2.2.2 数组的运算	22
2.3 矩阵及其运算	24
2.3.1 矩阵的创建	24
2.3.2 矩阵的运算	25
2.4 复数及其运算	27
2.4.1 复数的表示	27
2.4.2 复数的绘图	28
2.4.3 复数的操作函数	29
2.5 符号运算	30
2.5.1 符号运算概述	30
2.5.2 常用的符号运算	32
2.6 关系运算和逻辑运算	34
2.7 小结	34

第 3 章 MATLAB 程序设计	35
3.1 程序设计概述	35
3.2 程序设计的基本原则	36
3.3 M 文件	37
3.4 程序流程控制	39
3.5 函数及调用	42
3.5.1 函数类型	42
3.5.2 函数参数传递	45
3.6 函数句柄	49
3.7 程序调试	51
3.7.1 常见程序错误	51
3.7.2 调试方法	53
3.7.2 调试工具	54
3.7.3 M 文件分析工具	57
3.7.4 Profiler 分析工具	58
3.8 程序设计技巧	59
3.8.1 嵌套计算	60
3.8.2 循环计算	61
3.8.3 使用异常处理机制	61
3.8.4 使用全局变量	63
3.8.5 通过 varargin 传递参数	65
3.9 小结	66
第 4 章 MATLAB 图形绘制	67
4.1 MATLAB 中绘图的基本步骤	67
4.2 在工作空间直接绘图	67
4.3 利用绘图函数绘图	68
4.3.1 二维图形	69
4.3.2 三维图形	69
4.4 特殊图形绘制	71
4.4.1 直方图	72
4.4.2 柱状图	73
4.4.3 面积图	74
4.4.4 饼图	75
4.4.5 火柴杆图	76

4.4.6	阶梯图	77
4.4.7	等高线图	78
4.4.8	向量图	79
4.4.9	圆柱体图	81
4.4.10	球面图	82
4.5	图形修饰	83
4.6	小结	85
第 5 章	MATLAB 图像处理基础	86
5.1	MATLAB 图像文件的格式	86
5.2	图像类型	86
5.2.1	索引图像	87
5.2.2	灰度图像	88
5.2.3	RGB 图像	89
5.2.4	二值图像	90
5.2.5	图像类型转换	91
5.2.6	图像序列	92
5.3	MATLAB 中的颜色模型	92
5.3.1	颜色模型的分类	93
5.3.2	颜色模型的转换	94
5.4	图像处理基本函数	95
5.4.1	图像读入和显示	96
5.4.2	图像写回	97
5.4.3	获取图像信息	98
5.5	标准图像显示技术	99
5.5.1	imshow 函数	100
5.5.2	显示灰度图像	100
5.5.3	显示二值图像	101
5.5.4	显示索引图像	102
5.5.5	显示真彩图像	102
5.5.6	显示图形文件中的图像	102
5.6	特殊图像显示技术	103
5.6.1	添加颜色条	103
5.6.2	显示多帧图像阵列	103
5.6.3	图像上的区域缩放	103
5.6.4	纹理映射	104
5.6.5	同时显示多幅图像	104
5.7	小结	104

第 2 篇 图像处理提高篇

第 6 章	图像的运算	106
6.1	图像的代数运算	106
6.1.1	图像的加运算	106
6.1.2	图像的减运算	107
6.1.3	图像的乘运算	108
6.1.4	图像的除运算	108
6.1.5	图像的一般线性运算	109
6.2	图像的逻辑运算	110
6.3	图像的块和邻域处理	111
6.3.1	滑动邻域操作	111
6.3.2	分离块操作	112
6.3.3	使用列处理加快速度	114
6.4	图像的几何运算	116
6.4.1	图像的插值	116
6.4.2	图像的缩放	117
6.4.3	图像的旋转	117
6.4.4	图像的裁剪	119
6.4.5	图像的一般线性变换	120
6.5	小结	121
第 7 章	图像的变换	122
7.1	傅里叶变换	122
7.1.1	傅里叶变换的定义	122
7.1.2	傅里叶变换的快速实现	124
7.1.3	傅里叶变换的应用	126
7.2	离散余弦变换 (DCT)	128
7.2.1	二维离散余弦变换的定义	128
7.2.2	DCT 变换矩阵	129
7.2.3	DCT 的实现和图像压缩	129
7.3	Radon 变换	131
7.3.1	Radon 变换的定义	131
7.3.2	使用 Radon 变换检测直线	133
7.3.3	逆 Radon 变换	134
7.4	小结	135
第 8 章	图像的增强	136
8.1	灰度变换增强	136

8.1.1 图像直方图的含义	136	9.5 小结	178
8.1.2 直方图均衡化	137	第 10 章 图像的复原	179
8.1.3 灰度值调整到指定范围	138	10.1 图像的退化	179
8.1.4 有限对比自适应直方图 均衡化	140	10.1.1 图像退化的原因	179
8.1.5 使用去相关进行色度拉伸	141	10.1.2 图像退化的数学模型	179
8.2 线性滤波器设计	142	10.1.3 图像的噪声	181
8.2.1 卷积	142	10.2 图像复原的模型和方法分类	182
8.2.2 相关	143	10.2.1 图像的复原模型	183
8.2.3 imfilter 函数用于滤波	144	10.2.2 无约束复原方法	183
8.2.4 使用预定义的滤波器对 图像滤波	148	10.2.3 有约束复原方法	184
8.3 空间域滤波增强	149	10.2.4 复原方法的评估	184
8.3.1 图像加入噪声	149	10.3 图像的复原方法	184
8.3.2 中值滤波器	150	10.3.1 维纳滤波	185
8.3.3 自适应滤波器	151	10.3.2 规则化滤波	186
8.4 频域滤波增强	152	10.3.3 Lucy-Richardson 滤波	188
8.4.1 频率变换方法	152	10.3.4 盲反卷积	189
8.4.2 频率抽样法	153	10.4 点扩散函数和光学转换函数 的互相转化	190
8.4.3 窗函数法	154	10.5 小结	191
8.4.4 创建所需的频率响应矩阵	156	第 11 章 图像的形态学操作	192
8.4.5 计算滤波器的频率响应	157	11.1 膨胀和腐蚀	192
8.5 小结	157	11.1.1 理解膨胀和腐蚀	192
第 9 章 图像的分析	158	11.1.2 处理图像边界的像素	193
9.1 像素值和图像统计量	158	11.1.3 理解结构元素	193
9.1.1 获取像素值	158	11.1.4 图像膨胀	197
9.1.2 创建图像强度曲线	159	11.1.5 图像腐蚀	199
9.1.3 显示图像数据的等值线图	161	11.1.6 膨胀和腐蚀组合	201
9.1.4 图像的统计信息	162	11.1.7 以膨胀和腐蚀为基础的 其他操作	203
9.1.5 图像的局部属性	163	11.2 数学形态学重建	207
9.2 图像的边界分析	166	11.2.1 理解标记图像和掩膜图像	207
9.2.1 边缘检测	166	11.2.2 像素连通性	208
9.2.2 边界跟踪	168	11.2.3 填充操作	210
9.2.3 使用 hough 变换检测图像 中的直线	171	11.2.4 寻找最大值和最小值	211
9.3 四叉树分解	172	11.3 距离变换	217
9.4 图像的纹理分析	174	11.4 对象的标记和测量	220
9.4.1 纹理分析的函数	174		
9.4.2 使用灰度共生矩阵	176		

11.4.1	连通区域的标记	221
11.4.2	选择二值图像中的对象	222
11.4.3	计算二值图像中前景的面积	223
11.4.4	计算二值图像的欧拉数	224
11.5	查表操作	224
11.5.1	创建一个查询表	224
11.5.2	使用查询表	225
11.6	小结	225
第 12 章	彩色图像处理	226
12.1	减少彩色图像中的色彩数	226
12.1.1	使用色彩近似	226
12.1.2	使用 imapprox 函数	230
12.1.3	抖动	231
12.2	色彩空间转换	231
12.3	小结	236

第 3 篇 综合实战篇

第 13 章	MATLAB 图像重构实战	238
第 14 章	MATLAB 图像增强实战	243
14.1	对比度增强	243
14.2	纠正不均匀的照明	250
14.3	多分辨率彩色图像增强	254
14.4	小结	259

第 15 章	MATLAB 图像配准实战	260
第 16 章	MATLAB 图像去模糊实战	264
第 17 章	MATLAB 图像分割实战	272
17.1	基于 $L^*a^*b^*$ 空间的色彩分割	272
17.2	利用图像分割来检测细胞	279
17.3	检测交通视频中的汽车目标	282
17.4	在多分辨率图像中检测植被	285
17.5	分水岭分割算法	289
17.6	使用纹理滤波器分割图像	295
17.7	小结	298
第 18 章	MATLAB 图像特征提取实战	299
18.1	计算运动中单摆的长度	299
18.2	粒度测定	302
18.3	确定圆形目标	305
18.4	测量角度	307
18.5	灰度图像的属性测量	310
18.6	磁带滚动轴半径的测量	313
18.7	小结	316
附录	MATLAB 图像处理工具箱函数详解	317

实例目录

第 2 章 MATLAB 基本运算 19

- 例 2-1 元胞数组创建与显示实例。 20
- 例 2-2 数组创建实例。 22
- 例 2-3 数组运算。 23
- 例 2-4 矩阵创建实例。 24
- 例 2-5 特殊矩阵生成函数使用实例。 25
- 例 2-6 矩阵基本运算实例。 26
- 例 2-7 矩阵函数运算实例。 26
- 例 2-8 矩阵分解运算函数使用实例。 26
- 例 2-9 复数构造实例。 27
- 例 2-10 复数矩阵构造实例。 28
- 例 2-11 复数函数绘图实例。 29
- 例 2-12 符号表达式创建实例。 31
- 例 2-13 微积分的符号运算实例。 33
- 例 2-14 常微分方程符号运算实例。 33

第 3 章 MATLAB 程序设计 35

- 例 3-1 M 文件创建实例。 38
- 例 3-2 return 语句使用实例。 41
- 例 3-3 匿名函数创建实例。 43
- 例 3-4 显示函数输入和输出参数的数目实例。 46
- 例 3-5 可变数目的参数传递实例。 47
- 例 3-6 函数内部的输入参数修改实例。 48
- 例 3-7 函数参数传递实例。 48
- 例 3-8 全局变量使用实例。 49
- 例 3-9 函数句柄创建和调用实例。 50
- 例 3-10 处理函数句柄的函数使用实例。 50
- 例 3-11 嵌套计算与直接求值的比较实例。 60
- 例 3-12 嵌套计算与非嵌套计算的比较实例。 60
- 例 3-13 异常处理机制使用实例。 62
- 例 3-14 nargin 函数应用实例。 63
- 例 3-15 全局变量使用实例。 64
- 例 3-16 通过 varargin 传递参数的实例。 65

第 4 章 MATLAB 图形绘制 67

- 例 4-1 工作空间直接作图法使用实例。 68
- 例 4-2 二维图形绘制实例。 69
- 例 4-3 三维曲线绘制函数使用实例。 70
- 例 4-4 三维网格曲面图绘制实例。 70
- 例 4-5 阴影曲面绘制函数 surf 使用实例。 71
- 例 4-6 直方图绘制函数 hist 使用实例。 72
- 例 4-7 玫瑰图绘制函数 rose 使用实例。 72
- 例 4-8 柱状图绘制函数 bar 使用实例。 73
- 例 4-9 三维柱状图函数使用实例。 73
- 例 4-10 面积图绘制函数 area 使用实例。 74
- 例 4-11 饼图绘制函数 pie 使用实例。 75
- 例 4-12 绘制饼图应用实例。 75
- 例 4-13 火柴杆图绘制函数 stem 使用实例。 76
- 例 4-14 stem3 函数绘图应用实例。 76
- 例 4-15 阶梯图绘制函数 stairs 使用实例。 77
- 例 4-16 等高线图绘制函数 contour 使用实例。 78
- 例 4-17 三维等高线绘制应用实例。 78
- 例 4-18 罗盘图绘制函数 compass 使用实例。 79
- 例 4-19 羽毛图绘制函数 feather 使用实例。 80
- 例 4-20 向量场图绘制函数 quiver 使用实例。 81
- 例 4-21 圆柱体绘制函数 cylinder 使用实例。 82
- 例 4-22 球面绘制函数 sphere 使用实例。 82
- 例 4-23 绘图命令使用实例。 84

第 5 章 MATLAB 图像处理基础 86

- 例 5-1 索引图像及颜色表说明实例。 88
- 例 5-2 灰度图像显示。 88
- 例 5-3 RGB 图像显示。 90
- 例 5-4 gray2ind 函数应用实例。 92

例 5-5	rgb2hsv 函数应用实例。·····	95	例 8-5	用 stretchlim 函数确定映射 的灰度。·····	139
例 5-6	图像读入及显示应用实例。·····	96	例 8-6	gamma 校正。·····	140
例 5-7	图像写回命令应用实例。·····	97	例 8-7	有限对比自适应直方图均衡化。·····	141
例 5-8	图像信息查询函数应用实例一。·····	99	例 8-8	简单的去相关拉伸操作。·····	141
例 5-9	图像信息查询函数应用实例二。·····	99	例 8-9	均值滤波。·····	145
例 5-10	显示灰度图像的函数应用实例。·····	101	例 8-10	不同的填充选项对比。·····	147
例 5-11	二值图像显示应用实例。·····	101	例 8-11	对真彩色图像滤波。·····	147
第 6 章 图像的运算 ·····	106		例 8-12	不同的滤波器对图像进行滤波。·····	148
例 6-1	图像的加运算。·····	106	例 8-13	在图像中加入不同的噪声。·····	150
例 6-2	图像的减运算。·····	107	例 8-14	中值滤波和均值滤波对比。·····	151
例 6-3	图像的乘运算。·····	108	例 8-15	wiener2 函数自适应滤波。·····	152
例 6-4	图像的除运算。·····	109	例 8-16	一维滤波器转化为二维滤波器。·····	153
例 6-5	图像的一般线性运算。·····	109	例 8-17	用频率抽样法设计二维带 通滤波器。·····	153
例 6-6	图像的逻辑运算。·····	110	例 8-18	fwind1 函数产生二维滤波器。·····	154
例 6-7	滑动邻域操作。·····	112	例 8-19	fwind2 函数产生二维滤波器。·····	155
例 6-8	分离块操作。·····	114	例 8-20	理想低通圆形滤波器。·····	156
例 6-9	列处理操作。·····	115	例 8-21	利用 freqz2 函数计算频率响应。·····	157
例 6-10	图像的插值。·····	116	第 9 章 图像的分析 ·····	158	
例 6-11	图像的缩放。·····	117	例 9-1	返回指定点坐标的像素值。·····	158
例 6-12	图像的旋转。·····	118	例 9-2	交互式获取像素值。·····	159
例 6-13	图像的交互式裁剪。·····	119	例 9-3	返回指定坐标的图像强度曲线。·····	160
例 6-14	图像的参数式裁剪。·····	119	例 9-4	交互式获取图像像素强度曲线。·····	160
例 6-15	图像的一般线性变换。·····	120	例 9-5	真彩色图像的像素强度曲线。·····	161
第 7 章 图像的变换 ·····	122		例 9-6	显示等值线。·····	162
例 7-1	二维傅里叶变换函数的使用。·····	125	例 9-7	计算图像的统计信息。·····	163
例 7-2	高斯低通滤波器的频率响应。·····	126	例 9-8	求图像区域的质心。·····	165
例 7-3	傅里叶变换应用于快速卷积。·····	127	例 9-9	边缘检测。·····	168
例 7-4	确定图像特征的位置。·····	127	例 9-10	利用 bwtraceboundary 函数 跟踪边界。·····	169
例 7-5	离散余弦变换和逆变换。·····	129	例 9-11	利用 bwboundaries 函数跟踪 外部边界。·····	170
例 7-6	DCT 用于图像压缩示例。·····	130	例 9-12	利用 bwboundaries 函数检测外部 边界和内部边界。·····	170
例 7-7	两个方向的 Radon 变换。·····	132	例 9-13	利用 hough 变换检测图像 中的直线。·····	171
例 7-8	在一幅图像中显示不同方向的 Radon 变换。·····	133	例 9-14	矩阵四叉树分解。·····	173
例 7-9	使用 Radon 变换来检测直线。·····	133	例 9-15	图像的四叉树分解。·····	173
例 7-10	逆 Radon 变换重建图像。·····	135	例 9-16	计算图像的局部最大差值。·····	175
第 8 章 图像的增强 ·····	136		例 9-17	计算图像的局部标准差。·····	175
例 8-1	直方图的显示。·····	136			
例 8-2	直方图均衡化。·····	137			
例 8-3	调整灰度范围。·····	138			
例 8-4	imadjust 函数用于展现 图像的细节。·····	139			

例 9-18	计算图像的局部熵。·····	176	例 12-2	使用 <code>imapprox</code> 函数减少 色彩数。·····	230
例 9-19	计算矩阵的灰度共生矩阵。·····	177	例 12-3	使用抖动创建图像。·····	231
例 9-20	计算灰度共生矩阵的统计量。·····	178	例 12-4	从 NTSC 空间转换到 RGB 空间。·····	233
第 10 章	图像的复原 ·····	179	例 12-5	RGB 空间和 YCbCr 空间之间 的相互转化。·····	234
例 10-1	图像的模糊。·····	180	例 12-6	<code>makecform</code> 函数使用方法。·····	236
例 10-2	维纳滤波复原图像。·····	185	第 13 章	MATLAB 图像重构实战 ·····	238
例 10-3	规则化复原图像。·····	187	例 13-1	图像的重构。·····	238
例 10-4	Lucy-Richardson 方法复原图像。·····	188	第 14 章	MATLAB 图像增强实战 ·····	243
例 10-5	盲反卷积恢复图像。·····	190	例 14-1	利用最大熵原理进行图像 对比度增强。·····	244
例 10-6	点扩散函数和光学转换函数的 互相转化。·····	191	例 14-2	对比度增强的主程序。·····	245
第 11 章	图像的形态学操作 ·····	192	例 14-3	纠正不均匀的照明。·····	250
例 11-1	二值图像的膨胀。·····	198	例 14-4	对多分辨率彩色图像进行增强。·····	254
例 11-2	灰度图像的膨胀。·····	198	第 15 章	MATLAB 图像配准实战 ·····	260
例 11-3	灰度图像的膨胀（图像先取 反后膨胀）。·····	199	例 15-1	图像配准。·····	260
例 11-4	二值图像的腐蚀。·····	200	第 16 章	MATLAB 图像去模糊实战 ·····	264
例 11-5	灰度图像的腐蚀。·····	200	例 16-1	图像去模糊。·····	264
例 11-6	二值图像的开运算。·····	201	第 17 章	MATLAB 图像分割实战 ·····	272
例 11-7	利用 <code>imopen</code> 函数进行开运算。·····	202	例 17-1	基于 $L^*a^*b^*$ 空间的色彩分割。·····	272
例 11-8	二值图像的关运算。·····	202	例 17-2	K 均值用于图像分割。·····	276
例 11-9	图像的骨架提取。·····	203	例 17-3	图像分割用于检测细胞。·····	279
例 11-10	图像的边缘检测。·····	204	例 17-4	检测运动的汽车。·····	282
例 11-11	击中击不中操作。·····	205	例 17-5	在多分辨率图像中检测植被。·····	286
例 11-12	对图像进行 <code>top-hat</code> 滤波。·····	206	例 17-6	标记分水岭分割算法。·····	290
例 11-13	使用 <code>top-hat</code> 和 <code>bottom-hat</code> 滤波对图像进行增强。·····	206	例 17-7	利用纹理滤波器进行 图像分割。·····	295
例 11-14	对图像进行孔洞填充。·····	211	第 18 章	MATLAB 图像特征 提取实战 ·····	299
例 11-15	确定图像的局部极小值。·····	214	例 18-1	计算运动中的摆长。·····	299
例 11-16	计算简单图像的欧氏距离。·····	218	例 18-2	粒度测定。·····	302
例 11-17	二维情况下使用不同的距离 变换函数求取距离·····	219	例 18-3	确定圆形目标。·····	305
例 11-18	三维情况下使用不同的距离 变换函数求距离。·····	220	例 18-4	测量两条直线的夹角。·····	307
例 11-19	对象的选择。·····	223	例 18-5	灰度图像的属性计算。·····	311
例 11-20	计算前景面积增加的比例。·····	223	例 18-6	计算磁带滚动轴的半径。·····	313
例 11-21	计算二值图像的欧拉数。·····	224			
例 11-22	使用查询表操作。·····	225			
第 12 章	彩色图像处理 ·····	226			
例 12-1	颜色查找表映射。·····	230			

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 20 余年的补充与完善以及多个版本的升级换代，MATLAB 已发展至 R2009a 版本。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（即 Matrix Laboratory 的前三个字母的组合，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、符号运算以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，2009 年 3 月推出了 R2009a，即 MATLAB 7.8，它是目前 MATLAB 最新的版本。

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 的商业化以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. 强大的科学计算机数据处理能力

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的组的求解、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、多维数组操作以及建模动态仿真等。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。

在通常情况下, 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、动画和表达式作图, 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 (例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 (例如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等), MATLAB 同样表现了出色的处理能力。

同时对一些特殊的可视化要求, 例如图形对话等, MATLAB 也有相应的功能函数, 保证了用户不同层次的要求。MATLAB 还着重在图形用户界面 (GUI) 的制作上做了很大的

改善，对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

5. 应用广泛的模块集合工具箱

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集和工具箱。一般来说，它们都是由特定领域的专家开发的，用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。

目前，MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域，如图像处理、信号处理、小波分析、优化算法、样条拟合、概率统计、偏微分方程求解等，都在工具箱（Toolbox）家族中有了自己的一席之地。

6. 实用的程序接口和发布平台

MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库，将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。MATLAB 还允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外，MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。

1.3 MATLAB 系统的构成

MATLAB 系统由 MATLAB 开发环境、MATLAB 数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形处理系统和 MATLAB 应用程序接口（API）五大部分构成。

1. MATLAB 开发环境

这部分是一套方便用户使用 MATLAB 函数和文件的工具集，其中许多工具是友好的、交互式的图形化用户接口。它是一个集成化的工作空间，可以让用户输入、输出数据，并提供了 M 文件的集成编译和调试环境。它包括 MATLAB 桌面、命令窗口、M 文件编辑调试器、代码分析器（code analyzer），以及查看帮助、工作空间、文件和其他工具的浏览器。

2. MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库包括了大量的计算算法，从基本运算（如加法、正弦函数等）到复杂算法，如矩阵求逆、矩阵求特征值、贝塞尔函数、快速傅里叶变换等。

3. MATLAB 语言

MATLAB 语言是一个高级的基于矩阵/数组的语言，它有程序流控制、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程等特色。用户既可以用它来快速编写简单的程序，也可以用它来编写庞大复杂、重用性高的应用程序。

4. MATLAB 图形处理系统

图形处理系统使得 MATLAB 能方便地图形化显示向量和矩阵，而且能对图形添加标注和打印。MATLAB 提供两个层次的绘图操作，一种是对图形句柄进行的底层绘图操作，另一种是建立在底层绘图操作之上的高层绘图操作。

5. MATLAB 应用程序接口

MATLAB 应用程序接口是一个使 MATLAB 与 C、Fortran 等其他高级编程语言进行交互的函数库，该函数库的函数通过调用动态链接库（DLL）实现与 MATLAB 文件的数据交换，其主要功能包括在 MATLAB 中调用 C 和 Fortran 程序，以及在 MATLAB 与其他应用程序间建立客户/服务器关系。

1.4 MATLAB 桌面操作环境

MATLAB 为用户提供了全新的桌面操作环境，了解并熟悉这些桌面操作环境是使用 MATLAB 的基础，下面介绍 MATLAB 的启动和退出、主要功能菜单、命令窗口（Command Window）、工作空间（Workspace）、文件管理和帮助管理等。

1.4.1 启动和退出

以 Windows 操作系统为例，进入 Windows 后，选择“开始”→“程序”→“MATLAB R2008b”，便可以进入如图 1-1 所示的 MATLAB 默认主窗口。如果安装时选择在桌面上生成快捷方式，也可以双击快捷方式直接启动。

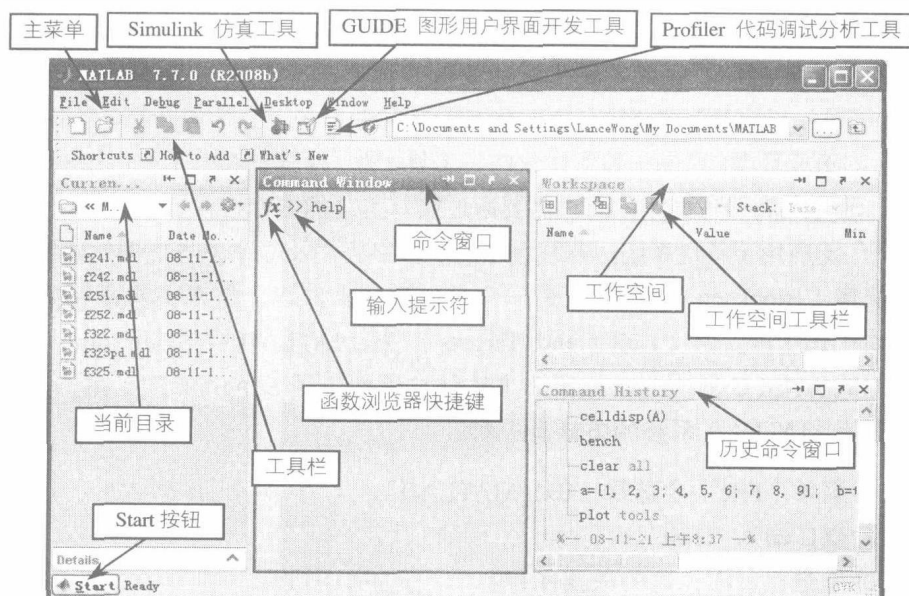


图 1-1 MATLAB 主窗口

MATLAB 主窗口是 MATLAB 的主要工作界面。主窗口除了嵌入一些子窗口外，主要包括菜单栏和工具栏。

主窗口的工具栏共提供了 11 个命令按钮。这些命令按钮均有对应的菜单命令，但比菜单命令使用起来更快捷、方便。

单击主窗口左下角的“Start”按钮，会弹出一个菜单，如图 1-2 所示。选择其中的命令可以运行 MATLAB 产品的各种软件工具，并且可以查阅 MATLAB 包含的各种资源。