

Mastering

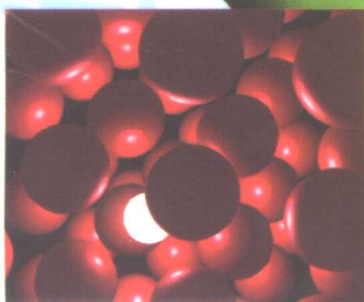
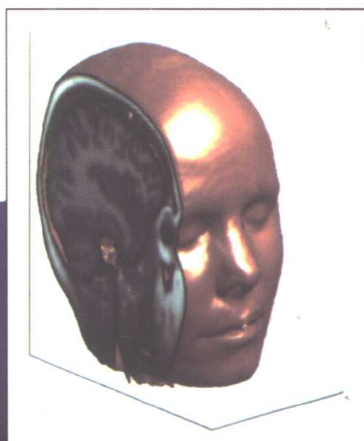
精通

MATLAB[®] 6

A Comprehensive Tutorial and Reference

[美] D.Hanselman, B.Littlefield 著

张航 黄攀 译



清华大学出版社



Pearson Education
培生教育出版集团

Prentice-Hall

精通Matlab 6

Mastering Matlab® 6

A Comprehensive Tutorial and Reference

[美] D. Hanselman, B.Littlefield 著

张 航 黄 攀 译

清华大学出版社

Pearson Education 培生教育出版集团

(京)新登字158号

著作权合同登记号: 01-2001-5317

内 容 提 要

Matlab 是适合多学科、多种工作平台的功能强大、界面友好、且开放性很强的大型优秀应用软件,同时也是国内外高等院校高等数学、数值分析、数字信号处理、自动控制理论以及工程应用等课程的基本教学、实验仿真工具。本书全面讲述了 Matlab 的所有关键特性和功能,通过大量丰富详实的示例阐明了如何编写高效的 Matlab 代码。对于 Matlab 6 的新功能,本书用专门的章节进行了详细的介绍。附录中还详细列出了 Matlab 的常用函数及其基本用法。

本书可以作为大专院校学生学习Matlab的教材,也适合希望学习、掌握和精通Matlab及其编程的各级技术人员,还可以用作Matlab用户的参考手册。

Mastering Matlab® 6

A Comprehensive Tutorial and Reference

Copyright © 2001 by Prentice Hall, Inc.

All rights reserved. No part of the book shall be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher. This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字版由美国培生教育出版集团授权清华大学出版社和北京科海培训中心合作出版。未经出版者书面允许不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 盗版必究。

本书封面贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签, 无标签者不得销售。

书 名: 精通 Matlab 6

作 者: D. Hanselman, B. Littlefield

译 者: 张 航 黄 攀

出版者: 清华大学出版社 (北京清华大学校内, 邮编 100084)

印刷者: 北京市耀华印刷有限公司

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 40.625 字数: 988 千字

版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 0001~4000

书 号: ISBN 7-302-05545-9/TP·3268

定 价: 69.00 元

前 言

本书可以作为学习Matlab的教材。如果你用过Matlab或者正在考虑是不是应该用它，那么本书正好适合你。不论你是否依赖Matlab软件附带的帮助文档来自学Matlab，本书都是一个不错的选择。本书讲述简洁明了，这种风格使得它读起来非常轻松，它提供了精通Matlab所需要的所有方法和手段。作为一种编程语言和数据可视化工具，Matlab提供了用来解决有关工程、科学、计算和机械学科方面的诸多问题的强大而丰富的功能。本书的基本目标就是通过告诉你如何去高效地使用Matlab提供的强大功能，来帮助你提高工作效率。因为Matlab本身所具有的交互性，本书内容总体上都是用示例方式给出的，在阅读本书的时候，你可以运行Matlab程序来再现这些示例。

本书包括大多数用户常用的内容。书中所展示的内容对于所有的计算机平台而言都是一致的。本书没有讨论用户需要额外付钱才能得到的工具箱(Toolboxes)、模块集(Blocksets)和其他库(Libraries)，尽管在本书适当的章节引用了其中的某些部分。要想在一本书中涵盖如此多的附加产品信息几乎是不可能的(共50多个附加产品)。但是，根据用户的反馈信息，本书还是讨论了Matlab和用C, Fortran和Java编写的程序之间的联系。另外，本书还告诉你如何在PC平台上实现Matlab与其他应用程序的动态连接。

Matlab就如同一个软件工具一样，还在不断地推出新版本，因此我们把本书的内容限制在Matlab 6这个版本上。Matlab 6的大部分功能都能够在Matlab 5.3版本中运行。本书在相应的章节给出了两个版本之间的区别。

作为本书的作者，我们热切地希望读者能够将对本书的意见和建议反馈给我们。本书最好的特色是什么？哪些章节还需要进一步修改？哪些章节应该被删除？还应该增加哪些内容？你可以通过如下的E-mail地址与我们取得联系：mm@eece.maine.edu。另外，勘误表，文中所引用的示例，以及其他相关材料都可以在如下网址找到：<http://www.eece.maine.edu/mm>。

11/5/94

目 录

第1章 开始学习	1
1.1 简介	1
1.2 在Matlab 6中有什么新内容	1
1.3 本书的内容	2
第2章 基本特性	3
2.1 简单的数学运算	3
2.2 Matlab工作区	4
2.3 关于变量	5
2.4 注释、标点符号和中断执行	7
2.5 复数	9
2.6 浮点数	10
2.7 数学函数	12
第3章 Matlab桌面	16
3.1 Matlab窗口	16
3.2 管理Matlab工作区	16
3.3 内存管理	19
3.4 数字显示格式	19
3.5 保留会话日志	20
3.6 系统信息	20
3.7 Matlab搜索路径	21
第4章 M脚本文件	23
4.1 M脚本文件的用法	23
4.2 开始和结束	26
第5章 数组和数组运算	28
5.1 简单数组	28
5.2 数组寻址或者下标	29
5.3 数组结构	30
5.4 数组方向	33
5.5 标量—数组运算	35
5.6 数组—数组运算	36
5.7 标准数组	40

5.8 数组处理方法	44
5.9 数组排序	54
5.10 子数组搜索	55
5.11 数组处理函数	60
5.12 数组大小	64
5.13 数组和内存利用	66
第6章 多维数组	70
6.1 创建数组	70
6.2 数组运算和处理	73
6.3 数组大小	81
第7章 单元数组和结构	83
7.1 创建单元数组	83
7.2 单元数组处理	86
7.3 获得单元数组的内容	88
7.4 以逗号分隔列表	90
7.5 单元数组函数	93
7.6 字符串单元数组	94
7.7 创建结构	96
7.8 结构处理	99
7.9 获取结构内容	101
7.10 以逗号分隔列表	102
7.11 结构函数	105
第8章 字符串	108
8.1 字符串的构造	108
8.2 数字与字符串的相互转换	112
8.3 字符串求值	117
8.4 字符串函数	120
8.5 字符串单元数组	122
第9章 关系和逻辑运算	126
9.1 关系运算符	126
9.2 逻辑运算符	128
9.3 运算符优先级	130
9.4 关系和逻辑函数	130
9.5 NaNs和空数组	132
第10章 流程控制	136
10.1 For循环	136

10.2	While循环	139
10.3	If-Else-End结构.....	140
10.4	Switch-Case结构	143
10.5	Try-Catch模块.....	144
第11章	函数M文件	146
11.1	M文件构造规则.....	147
11.2	输入和输出参数	148
11.3	函数工作区	150
11.4	函数和Matlab搜索路径	154
11.5	创建用户自己的ToolBox	156
11.6	命令-函数二元性.....	157
11.7	用Feval进行函数运算	158
第12章	M文件调试和分析	163
12.1	调试工具	163
12.2	文件依赖性	164
12.3	分析M文件.....	166
第13章	文件和目录管理	168
13.1	本机数据文件	168
13.2	数据导入和导出	170
13.3	低级文件I/O	172
13.4	目录管理	173
第14章	集合函数、位函数和基函数	177
14.1	集合函数	177
14.2	位函数	180
14.3	基变换	181
第15章	时间运算	183
15.1	当前日期和时间	183
15.2	日期格式转换	183
15.3	日期函数	186
15.4	计时函数	187
15.5	图形标签	188
第16章	矩阵代数	190
16.1	线性方程组	190
16.2	矩阵函数	193
16.3	特殊矩阵	194

16.4	稀疏矩阵	195
16.5	稀疏矩阵函数	197
第17章	数据分析	199
17.1	基本统计分析	199
17.2	基本数据分析	207
17.3	数据分析和统计函数	212
第18章	数据插值	213
18.1	一维插值	213
18.2	二维插值	217
18.3	三角函数和离散数据	220
18.4	小结	225
第19章	多项式	227
19.1	根	227
19.2	乘法	228
19.3	加法	228
19.4	除法	229
19.5	导数和积分	229
19.6	求值	230
19.7	有理多项式	230
19.8	曲线拟合	232
第20章	三次样条函数	235
20.1	基本特性	235
20.2	分段多项式	235
20.3	三次Hermite多项式	238
20.4	积分	239
20.5	微分	241
20.6	平面上的样条插值	242
第21章	傅立叶分析	246
21.1	离散傅立叶变换	246
21.2	傅立叶级数	249
第22章	优化	253
22.1	寻0	253
22.2	一维最小值	257
22.3	多维最小值	259
22.4	实际问题	261

第23章 积分和微分	263
23.1 积分	263
23.2 微分	267
第24章 微分方程	273
24.1 IVP格式	273
24.2 ODE组解法程序	274
24.3 基本用法	274
24.4 设置选项	277
24.5 BVP和PDE	283
第25章 二维图形	284
25.1 plot函数	284
25.2 线型, 标记和颜色	286
25.3 图形格栅, 轴框和标签	287
25.4 定制图形坐标轴	289
25.5 多个图形	291
25.6 多个图形窗口	292
25.7 子图	293
25.8 交互式画图工具	294
25.9 屏幕刷新	296
25.10 特殊的二维图形	297
25.11 轻松绘图	304
25.12 文本格式	305
25.13 小结	308
第26章 三维图形	310
26.1 曲线图	310
26.2 含有两个变量的标量函数	311
26.3 网眼图	314
26.4 表面图	317
26.5 不规则数据的网眼图和表面图	322
26.6 改变视角	324
26.7 摄像头控制	326
26.8 等高线图	327
26.9 特殊的三维图形	330
26.10 立体可视化	333
26.11 轻松绘图	340
26.12 小结	341

第27章 使用颜色和光照	344
27.1 理解颜色表	344
27.2 使用颜色表	345
27.3 显示颜色表	346
27.4 颜色表的生成和改变	348
27.5 用颜色来描述第四维	350
27.6 光照模式	352
27.7 小结	355
第28章 图像、影片和声音	357
28.1 图像	357
28.2 图像格式	358
28.3 图像文件	359
28.4 影片	362
28.5 图像工具	363
28.6 声音	363
28.7 小结	364
第29章 打印和导出图形	366
29.1 用菜单打印和导出	366
29.2 命令行打印和导出	368
29.3 打印机和导出文件格式	369
29.4 PostScript支持	370
29.5 选择绘图器	371
29.6 句柄图形属性	372
29.7 设置默认值	374
29.8 小结	375
第30章 句柄图形	376
30.1 对象	376
30.2 对象句柄	377
30.3 对象属性	378
30.4 get和set	378
30.5 查找对象	385
30.6 用鼠标选择对象	387
30.7 位置和单位	387
30.8 默认属性	389
30.9 通用属性	392
30.10 新的图形	393
30.11 绘图速度	394

30.12	回调	395
30.13	M文件示例	396
30.14	小结	400
第31章	图形用户界面	401
31.1	什么是图形用户界面 (GUI)	401
31.2	GUI应由谁创建及为何创建	401
31.3	GUI对象层次结构	402
31.4	菜单	403
31.5	菜单和子菜单生成	403
31.6	菜单属性	404
31.7	菜单的外观	405
31.8	上下文菜单	405
31.9	控件	406
31.10	控件属性	406
31.11	控件类型	408
31.12	控件大小和字体选择	410
31.13	捕获鼠标事件	411
31.14	事件队列	413
31.15	回调编程	413
31.16	M文件示例	416
31.17	GUIDE	419
31.18	小结	419
第32章	对话框	421
32.1	文件选择	421
32.2	颜色选择	423
32.3	字体选择	424
32.4	M文件对话框	425
32.5	小结	427
第33章	Matlab类和面向对象编程	428
33.1	重载	429
33.2	创建类	434
33.3	下标	442
33.4	转换函数	449
33.5	优先级、继承和集合	450
第34章	Matlab编程接口	452
34.1	访问Matlab数组	452
34.2	从Matlab中调用C或FORTRAN	454

34.3	从C或FORTRAN调用Matlab	470
34.4	与MAT文件交换数据	478
34.5	小结	485
第35章	使用Java扩展Matlab	486
35.1	JAVA概述	486
35.2	Java的类	487
35.3	Java的对象	488
35.4	Java的方法	489
35.5	对象属性	492
35.6	数据交换	493
35.7	Java数组	496
35.8	Java函数	505
35.9	示例	506
35.10	小结	516
第36章	Windows应用程序集成	517
36.1	ActiveX: 客户/服务器通信	517
36.2	动态数据交换	528
36.3	Matlab记事本	532
36.4	小结	534
第37章	获取帮助	535
37.1	命令窗口帮助	535
37.2	帮助浏览器	536
37.3	因特网资源	537
37.4	本书的帮助	537
37.5	小结	538
第38章	示例	539
38.1	向量化	539
38.2	上下顺序	540
38.3	范德蒙多矩阵	545
38.4	重复值的创建和计数	550
38.5	循环寻址	559
38.6	索引数组片段	564
38.7	细分向量	569
38.8	查找下标	572
38.9	差分和	579
38.10	数组扩展	587
38.11	对结构的处理	592

38.12 小结	600
附录A 通用句柄图形属性	601
附录B 坐标轴对象属性	603
附录C 图形对象属性	609
附录D 图像对象属性	614
附录E 光照对象属性	615
附录F 线条对象属性	616
附录G 碎片对象属性	618
附录H 矩形对象属性	622
附录I 根对象属性	624
附录J 表面对象属性	626
附录K 文本对象属性	630
附录L Uicontextmenu和Uimenu对象属性	632
附录M Uicontrol对象属性	634

第1章 开始学习

1.1 简介

在这本书中，我们假定您对矩阵和计算机编程已经有了一定的了解。总的来说，矩阵和数组是Matlab的核心，因为Matlab中所有的数据都是用数组来表示和存储的。除了常用的矩阵代数运算之外，Matlab还提供了使您能够以非常广泛、灵活的方式处理数据集的强大的数组运算功能。另外，Matlab除了对矩阵提供了强大的处理能力之外，它还提供了一种类似于其他计算机编程语言的编程特性。最后，Matlab提供了图形用户界面（GUI）工具，这使得用户可以把Matlab当作一个应用开发工具使用。这样，Matlab就把数组数据结构、编程特性和图形用户界面工具集成在了一起，这使得Matlab成为在很多领域都非常强大的解决问题的工具。本书详细讨论了Matlab有关上述内容的方方面面。为了有利于读者学习，书中还给出了详细的示例。

1.2 在Matlab 6中有什么新内容

Matlab 6是Matlab 5的一个增强版本。也就是说，在Matlab 5与Matlab 6之间，几乎没有什么根本性的变动。命令（Command）窗口仍然是主要的用户界面，图形（Figure）窗口被用来显示图形信息和创建图形用户界面（GUI），文本编辑器被用来编写并编辑Matlab代码。

除了这些标准窗口之外，Matlab 6引入了Matlab桌面，这是一个用来管理命令窗口以及一些新窗口的窗口，这些新的窗口包括帮助窗口、命令历史记录窗口，当前目录和工作区窗口。这些新的窗口通过提供交互式的可视化信息，有助于用户在使用Matlab时提高工作效率。

虽然在Matlab 5的PC机版本中包含了一个文本编辑器，但是在它的UNIX版本中并没有文本编辑器。在Matlab 6中，这种差异已经被消除了。所有的平台都拥有一个带集成调试器的文本编辑器。另外，这个编辑器还包括了很多在Matlab 5 PC机版本的编辑器中所没有的功能改进。

用来执行矩阵代数运算和计算常用的矩阵分解的数值算法在Matlab 6中已经从根本上被更快的、更加先进的算法所取代。因此，Matlab 6的运行速度得到了飞速的提高，尤其是对于中等大小（ $n=100$ ）以及更大的矩阵运算。这种改进使得无需再计算浮点运算计数（flop）。

为了便于进行图形定制，交互式的图形（Figure）窗口工具得到了极大的改进和扩展补充，使得生成出版物质量的图案变得要容易许多。另外，这些工具还使得在生成图形用户界面(GUI)的时候，大大地提高了效率。

总的来说, Matlab 6是对Matlab前述版本的改良。其基本操作及功能并没有巨大变化。在很大的程度上, Matlab 6的新特性和那些经过修改之后的特性都使得用户能够利用Matlab以更高的效率解决所面临的问题。

1.3 本书的内容

Matlab随同一些打印文档和一张CD一起发售, 这张CD只包含文档。在这张CD中大概有50M的超过4500页的PDF格式的Matlab基本产品的说明文档集。另外, 这张CD还包含了所有Matlab相关产品的完整的说明文档集/超过250M的PDF文件! 如果这还不足以引起用户的浓厚兴趣, 那么我要告诉用户, 这张CD还包含了超过150M的HTML帮助文件, 这些文件使用户能够在Matlab帮助窗口中在线浏览帮助信息。

我们假设您已经拥有了这些详尽的文档, 因此在本书中我并没有试图给出关于Matlab 6的完整的指南或者参考。要想在一本书中包含这么多东西几乎是不可能的事情。本书也没有试图去讲述Matlab基本产品的所有函数。要想这样做同样也是不可能的, 因为在Matlab中有大约300个内置的函数, 以及大约1000多个M文件函数, 这些M文件都是Matlab的基本产品的一部分。

根据这个文本集, 这本书的目标包括以下几个方面: (1) 向新用户介绍Matlab; (2) 展示Matlab的所有关键特性和功能; (3) 通过示例阐明如何编写高效的Matlab代码。本书希望能够在您没有得到Matlab的文档集的时候, 为您提供有价值的参考。本书的编写遵循这样的原则: 用尽可能少的篇幅涵盖尽可能多的信息。本书同样希望您若拥有Matlab文档, 仍能够把这本书当作一个有价值的参考书。如果您已经拥有了Matlab的文档, 本书将为您提供如何编写高效率的Matlab代码的示例, 这些示例向您展示了Matlab的诸多特性是如何整合在一起来解决实际问题的。

本书是利用Matlab 6的资料编写的。当Matlab从6.0版向7.0版发展演变时, 有的特性肯定是在这个过程中发生变化的。这样一来, 书中就会在一些地方遗漏了最新的特性, 甚至更糟糕的是, 有些地方给出的信息就是错误的。本书的作者无法控制Matlab的发展, 我们也不能为了仅仅做了微小改动的Matlab新版本的发布而去重新编写本书。幸运的是, Matlab的制造商在引入新的特性和改变旧有的特性的时候是非常细心的。从Matlab的发展历史来看, 旧有的特性能够在主要的发布版本周期中保持不变, 有时候还会延续更长的时间。这样做的结果就是, 尽管本书是按照Matlab 6.0编写的, 但是它毫无疑问地同样适用于所有的6.x版本。

为了支持本书, 作者建立了一个精通Matlab网站, 网址如下: <http://www.eece.maine.edu/mm>。在这个网站中, 您可以找到本书的勘误表以及用来生成本书中的所有图形的Matlab脚本(.m)文件。本书的作者还热切地希望大家通过如下的E-mail地址给我们提出建设性的反馈意见: mm@eece.maine.edu。

第2章 基本特性

运行Matlab将会在计算机显示器上生成一个或者多个窗口。其中有一个标题为Matlab的窗口，我们称之为Matlab桌面。这个窗口是Matlab主要的图形用户界面。在这个Matlab窗口内，有一个命令（Command）窗口，在这个窗口中您将完成与Matlab主要的交互。提示符“>>”显示在命令（Command）窗口中，并且当命令（Command）窗口处于活动状态时，在提示符的右侧会显示一个闪烁的光标。这个光标和Matlab提示符意味着Matlab正在等待执行一项数学运算。

2.1 简单的数学运算

就像一个计算器一样，Matlab可以进行基本的数学运算。让我们看看如下这个简单的例子：Mary去办公用品商店买了4块橡皮，每块25美分，6本记事簿，每本52美分，还有2盘磁带，每盘99美分。那么，Mary究竟买了多少件办公用品，以及这些办公用品总共花了多少钱呢？为了用计算器来解决这个问题，您做了如下的输入：

```
4+6+2=12项
4*25+6*52+2*99=610美分
```

在Matlab中，这个问题可以用多种不同的方法来解决。第一种方法，就是将上边所说的计算器方法用下面的方式实现：

```
>> 4+6+2
ans =
    12
>> 4*25+6*52+2*99
ans =
    610
```

请注意，在大多数情况下，Matlab不理睬空格的存在，另外，要注意乘法的优先级比加法高。您还应该注意的是Matlab在这两次运算中都将运行的结果称作ans，这是answer的简写。

用第二种方法，上述问题可以通过将信息存储在Matlab变量中来解决：

```
>> erasers = 4
erasers =
     4
>> pads = 6
pads =
     6
>> tape = 2;
```

```
>> items = erasers + pads + tape
items =
    12
>> cost = erasers*25 + pads*52 + tape*99
cost =
    610
```

在这里，我们生成了三个Matlab变量`erasers`，`pads`和`tape`来存储每种办公用品的数量。在输入上述的每一条语句之后，Matlab就显示出结果，输入`tape`之后的情况除外。`tape`那一行最后的那个分号告诉Matlab仅仅对那一行求值，而不用显示结果。最后，我们告诉Matlab将购买的办公用品总数命名为`items`，并且将总金额命名为`cost`，而不是统统称为`ans`。在每一步中，Matlab都会记住原来的信息。因为Matlab有记忆的功能，现在让我们问一问它每种办公用品物品的平均价格是多少：

```
>> average_cost = cost/items
average_cost =
    50.833
```

因为`average cost`是两个词，而Matlab变量名必须是一个词，因此我们用了一个下划线来将这两个词连接成一个Matlab变量`average_cost`。

除了加法和乘法之外，Matlab还提供了如下基本的数学运算：

运算	符号	示例
加法	+	3 + 22
减法	-	54.4 - 16.5
乘法	*	3.14 * 6
除法	/或者\	19.54 / 7 or 7 \ 19.54
乘方	^	2 ^ 8

在一个给定的表达式中，这些运算的优先级与我们常用的优先级约定是一样的，这个约定可以概括如下：

表达式按从左到右的顺序进行运算的。指数运算的优先级最高；乘法和除法次之，但乘法和除法有相同的优先级；加法和减法的优先级最低，加法和减法也有相同的优先级。括号可以改变这种优先级顺序，在有括号存在的情况下，上述优先级顺序在每一对括号内适用，括号从最里边的一层逐渐向外层扩展。

2.2 Matlab工作区

当您在命令（Command）窗口中操作的时候，Matlab将会记录下您所输入的命令以及您生成的任何变量的值。这些命令和变量就驻留在我们所说的Matlab工作区或者基本工作区中，并且可以在您需要的任何时候重新调用。例如，为了核对`tape`的值，用户只需在提示符后输入`tape`，Matlab就会返回这个变量的值：