



MATLAB

基础及应用

于润伟 朱晓慧 主编

第2版



增值回报
电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专规划教材系列

MATLAB 基础及应用

第 2 版

于润伟 朱晓慧 主编

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021719 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王 颖

封面设计: 杨 颖

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 6 月第 2 版, 第 1 次印刷

184mm×260mm, 17.52 印张, 321 千字

11001—16000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-15927-8

定价: 22.00 元



凡购本书, 如蒙赠页, 函索即寄, 地址: 北京市百万庄大街 22 号机械工业出版社发行部 (010) 68329594

编辑部电话: (010) 88379639 88379641 88379643

机械工业出版社

封面设计: 杨 颖

本书系统地介绍了 MATLAB 的工作环境和操作要点,包括程序设计、绘图、符号运算、数值运算、图形用户界面和 Simulink 仿真等内容,在附录中列出了常用函数,书末附有部分习题答案。编排风格上注重精讲多练,配备丰富的例题和习题,精选了一些数字图像处理实例作为综合实训项目,便于读者学习及领会 MATLAB 的应用技巧。为方便教学,本书配有电子教案。

本书可作为高职高专院校电子信息、电气自动化、通信工程等专业的教材,也可作为广大科技工作者、教师学习 MATLAB 的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 基础及应用/于润伟,朱晓慧主编. —2 版. —北京:机械工业出版社,2008.6

(21 世纪高职高专规划教材系列)

ISBN 978-7-111-12957-8

I. M… II. ①于…②朱… III. 计算机辅助计算—软件包,MATLAB—高等学校:技术学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 051719 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王 颖

责任印制:杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 6 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13.25 印张·321 千字

11001—16000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-12957-8

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

出版说明

为了贯彻国务院发[2002]16号文件《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神,进一步落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》,实施科教兴国战略,大力推进高等职业教育改革与发展,我们组织力量,对实现高等职业教育培养目标和保证基本教学规格的文化基础课程、专业技术基础课程和重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。

本套教材内容涵盖了高职高专院校计算机及相关专业的专业基础课、专业课以及选修课程,主要分为计算机文化基础、程序设计、硬件技术、网络技术、数据库应用及多媒体技术等几大类。为配合高职教育关于“培养21世纪与我国现代化建设要求相适应的一线科技实用型人才”的最新理念,我们特为本系列教材配备了实践指导丛书,以利于老师的教学和学生的学习。

本套教材将理论教学和实践教学紧密结合,图文并茂、内容实用、层次分明、讲解透彻,其中融入了作者长期的教学经验和丰富的实践经验。可作为各类高职高专院校的教材,也可作为各类培训班的教材。

机械工业出版社

前言

MATLAB是目前国际上最流行、应用最广泛的科学与工程计算软件,具有语言简洁紧凑、使用方便、编程效率高、图形功能强、工具箱全面等特点,深受广大科技工作者的喜爱。近年来,MATLAB已成为理工院校自动控制、通信技术、电子信息以及电气自动化等专业的必修课程,为研究系统和分析实验数据提供了极大便利。

本教材基于MATLAB 7.1和Simulink 6.3版,内容包括认识MATLAB、程序设计、绘图、符号运算、数值运算、图形用户界面、Simulink仿真和数字图像处理综合实训等8章:

第1章介绍MATLAB操作桌面、帮助系统、数据结构、文件操作和矩阵运算等内容。

第2章讲解M命令文件和函数文件的建立及调试方法,说明了条件选择语句和循环语句的语法结构,使读者能够认识、理解并编写简单的程序。

第3章讲解二维图形和三维图形的绘制方法,通过对实例的学习,能够利用绘图函数对数据进行图形化处理。

第4章介绍符号对象的创建、符号表达式的运算、符号微积分、级数和可视化符号计算等内容。

第5章介绍数据分析、数值运算、常微分方程的数值求解等内容。

第6章介绍图形用户界面的开发环境和设计规范,讲解控件、菜单、对话框和对象句柄函数的使用方法,使读者能够开发简单的图形用户界面。

第7章介绍Simulink基本模块的性质、仿真模型的建立和系统仿真参数的设置等内容。

第8章为综合实训,由5个数字图像处理项目组成。实现算法难度适中,处理结果直观,能够用肉眼直接观察评价,便于读者学习及领会MATLAB的应用技巧。

本书的使用约定:以>>符号开头的内容,需要在命令窗口中输入;没有以>>符号开头的内容为M文件,需要在文本编辑器中输入,在命令窗口中观察结果。

结合目前高职高专的教学特点,建议总学时为72学时,其中课堂教学26学时、上机练习22学时、实训教学24学时。

本书由黑龙江农业工程职业学院于润伟、朱晓慧主编,河南商丘职业技术学院李尚参与编写,其中朱晓慧编写第1、4、5章,于润伟编写第2、7、8章,李尚编写第3、6章,全书由于润伟统稿。

在本书的编写过程中,得到了哈尔滨工业大学固泰电子股份有限公司王志刚技术总监、哈尔滨光宇集团自动化公司曹克忠高级工程师的大力支持,在此表示真诚的谢意。

由于编者水平有限,对一些问题的理解和处理难免有不当之处,衷心希望使用本书的读者批评指正。

为方便教学,本书为读者提供电子教案,读者可在机械工业出版社网站(www.cmpedu.com)上下载。

编者

目 录

114	 工具用常 GUIDE 5.0	87	 算运符号 MATLAB 章4第
114	 书经 1.5.0	87	 算运的数函符号 1.4
111	 具工用排 5.0	87	 判或号符路量变号符 1.1.4
110	 器查并封网象板 5.0	87	 数函用常 5.1.4
出版说明 封网的口窗纸图 4.5.0		2.2 程序流程语句 35	
前言 册西板纸单菜 3.0		2.2.1 if 语句 35	
第1章 认识 MATLAB 1		2.2.2 switch 语句 37	
11.1	MATLAB 概述 1	2.2.3 while 语句 38	
1.1.1	操作桌面 1	2.2.4 for 语句 39	
1.1.2	帮助系统 3	2.2.5 循环的嵌套 40	
1.1.3	数据结构 6	2.2.6 其他语句 40	
1.1.4	MATLAB 的特点 8	2.3 函数文件 42	
1.2	数据运算 9	2.3.1 基本结构 43	
1.2.1	变量 9	2.3.2 函数调用 43	
1.2.2	常用数学函数 10	2.3.3 参数的可调性 45	
1.2.3	数据操作 11	2.3.4 全局变量 45	
1.3	矩阵 13	2.4 编程技巧 47	
1.3.1	矩阵的建立 13	2.4.1 测定程序执行时间 47	
1.3.2	矩阵的基本运算 15	2.4.2 程序的优化 47	
1.3.3	矩阵的操作 17	2.5 实训——MATLAB 程序设计 48	
1.3.4	复数和复数矩阵 19	2.5.1 跟我学 48	
1.3.5	稀疏矩阵 20	2.5.2 自己练 52	
1.4	关系运算与逻辑运算 21	2.6 习题 53	
1.4.1	关系运算符 21	第3章 MATLAB 绘图 54	
1.4.2	逻辑运算符 22	3.1 二维绘图 54	
1.4.3	其他关系与逻辑函数 23	3.1.1 plot 函数 54	
1.5	文件操作 23	3.1.2 图形修饰 58	
1.5.1	文件的打开与关闭 23	3.1.3 图形控制 61	
1.5.2	二进制文件的读写操作 24	3.2 特殊二维图形绘图 63	
1.5.3	文本文件的读写操作 25	3.2.1 特殊坐标二维图形 63	
1.5.4	图像文件的读写操作 26	3.2.2 特殊二维图形 65	
1.6	实训——MATLAB 数据处理 26	3.3 三维图形 68	
1.6.1	跟我学 26	3.3.1 三维数据的产生 68	
1.6.2	自己练 28	3.3.2 三维曲线图 69	
1.7	习题 29	3.3.3 三维曲面图形 70	
第2章 MATLAB 程序设计 31		3.4 实训——MATLAB 绘图 72	
2.1	M 文件 31	3.4.1 跟我学 72	
2.1.1	M 文件的建立 31	3.4.2 自己练 76	
2.1.2	M 文件的调试 33	3.5 习题 76	

第4章 MATLAB 符号运算	78	6.2 GUIDE 常用工具	114
4.1 符号函数的运算	78	6.2.1 控件	114
4.1.1 符号变量和符号矩阵	78	6.2.2 排列工具	115
4.1.2 常用函数	79	6.2.3 对象属性检查器	116
4.1.3 可视化符号函数计算器	82	6.2.4 图形窗口的属性	118
4.2 符号微积分	84	6.3 菜单和对话框	120
4.2.1 符号极限	84	6.3.1 图形对象句柄函数	120
4.2.2 符号求导	85	6.3.2 菜单	122
4.2.3 符号积分	85	6.3.3 对话框	124
4.2.4 积分变换	86	6.4 实训——图形用户界面设计	126
4.3 符号方程求解	88	6.4.1 跟我学	126
4.3.1 代数方程	88	6.4.2 自己练	131
4.3.2 微分方程	89	6.5 习题	131
4.4 级数	90	第7章 Simulink 仿真	134
4.4.1 级数的符号求和	90	7.1 认识 Simulink	134
4.4.2 函数的泰勒级数	90	7.1.1 Simulink 的启动和退出	134
4.5 实训——MATLAB 符号运算	91	7.1.2 Simulink 基本模块	135
4.5.1 跟我学	91	7.2 Simulink 模块操作	140
4.5.2 自己练	94	7.2.1 模块的编辑处理	140
4.6 习题	94	7.2.2 模块属性和参数的设置	141
第5章 MATLAB 数值运算	96	7.2.3 模块间的连线	142
5.1 数据分析	96	7.3 仿真模型的参数设置	143
5.1.1 数据统计	96	7.3.1 Solver 选项卡	144
5.1.2 离差和相关	97	7.3.2 Data Import/Export 选项卡	144
5.2 数值运算	98	7.3.3 Diagnostics 选项卡	146
5.2.1 多项式	98	7.4 实训——Simulink 仿真	146
5.2.2 插值与拟合	99	7.4.1 跟我学	146
5.2.3 函数的极值和零点	101	7.4.2 自己练	155
5.3 常微分方程的数值求解	103	7.5 习题	155
5.3.1 常微分方程的解法	103	第8章 MATLAB 综合实训	156
5.3.2 龙格-库塔法的实现	104	8.1 数字图像的几何操作	156
5.4 实训——MATLAB 数值运算	105	8.1.1 项目说明	156
5.4.1 跟我学	105	8.1.2 项目设计提示	157
5.4.2 自己练	109	8.1.3 项目评价	158
5.5 习题	110	8.2 数字图像增强	158
第6章 图形用户界面	112	8.2.1 项目说明	158
6.1 认识 GUI	112	8.2.2 项目设计提示	159
6.1.1 GUI 开发环境	112	8.2.3 项目评价	160
6.1.2 GUI 设计规范	113	8.3 数字图像置乱	161

8.3.1 项目说明	161	8.5.1 项目说明	170
8.3.2 项目设计提示	161	8.5.2 项目设计提示	170
8.3.3 项目评价	164	8.5.3 项目评价	174
8.4 数字水印技术	165	附录	175
8.4.1 项目说明	165	附录 A MATLAB 命令和函数	175
8.4.2 项目设计提示	166	附录 B 工具箱函数	185
8.4.3 项目评价	169	部分习题答案	196
8.5 大米垩白度的自动检测	169	参考文献	201

第 1 章 认识 MATLAB

本章要点

- 操作桌面、帮助系统的使用方法
- 数据操作的有关知识
- 矩阵的基本运算
- 数据和文件操作

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是美国 Mathworks 公司于 1984 年推出的一套数值分析和矩阵运算软件,经过 20 多年的发展,现已成为一种高度集成的计算机语言,是当今科技领域内最具影响力、最有活力的软件之一,被广泛应用于数据处理、科学绘图、控制系统仿真、数字图像处理、通信系统设计、财务金融等领域。

1.1.1 操作桌面

与一般的 Windows 程序一样,双击桌面上的 MATLAB 图标,即可启动 MATLAB 软件, MATLAB 操作桌面如图 1-1 所示。

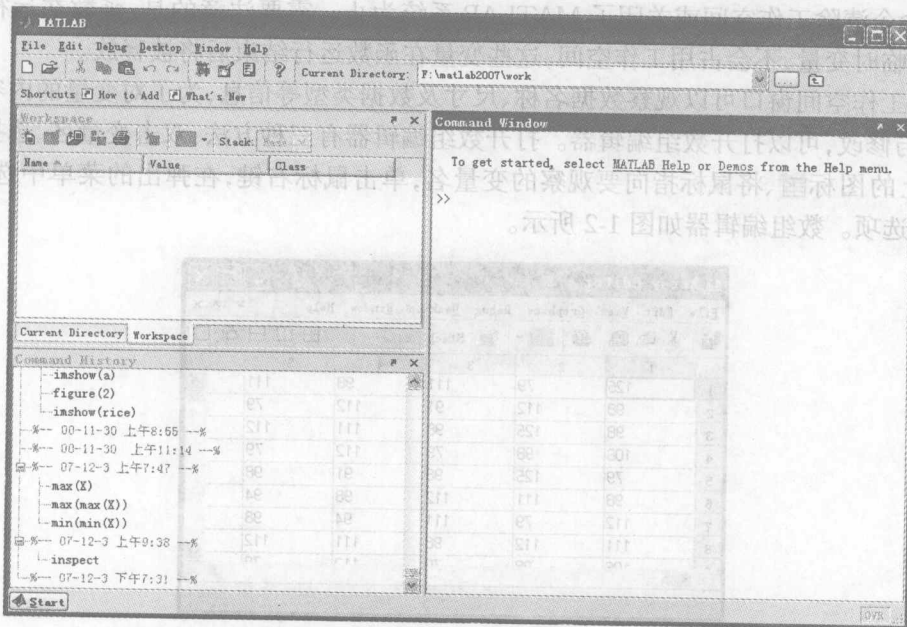


图 1-1 MATLAB 操作桌面

操作桌面包括命令窗口(Command Window)、工作空间窗口(Workspace)、当前目录浏览器(Current Directory)和命令历史窗口(Command History)等 4 个窗口,其中工作空间窗口和当前目录浏览器共用一个窗口。

1. 命令窗口

命令窗口用于输入 MATLAB 命令键、函数、矩阵、表达式等信息,并显示除图形以外的所有计算结果,是 MATLAB 的主要交互窗口。当命令窗口出现提示符>>时,表示 MATLAB 已准备好,可以输入命令、变量或函数,单击回车键后就可执行。

【例 1-1】计算 $A = 256/4 - 100 \times 2 + 128$ 。

```
>> A = 256/4 - 100 * 2 + 128      %从键盘输入,并单击回车键
A =                               %屏幕显示的结果
-8
```

【例 1-2】计算 $\sin(\pi/5) + 4\cos(\pi/4)$ 。

```
>> sin(pi/5) + 4 * cos(pi/4)      %pi 代表 π
ans = 3.4162                     %屏幕显示的结果,ans 表示默认变量名
```

MATLAB 语法规定,百分号“%”后面的语句为注释语句。注释语句不能执行,只用来说明程序或算法,增加程序的可读性。

2. 工作空间窗口

工作空间是 MATLAB 用于存储各种变量和运算结果的内存空间。在命令窗口中输入的变量、运行文件建立的变量、调用函数返回的计算结果等,都将被存储在工作空间中,直到使用了 clear 命令清除工作空间或关闭了 MATLAB 系统为止。需要注意的是:函数在运行中会调用的一些临时变量,不会占用工作空间,这些变量在函数运行结束后将被释放。

通过工作空间窗口可以观察数据名称、尺寸及数据类型等信息,为了对变量的内容进行观察、编辑与修改,可以打开数组编辑器。打开数组编辑器有三种方法:双击变量名、选择该窗口工具栏上的图标、将鼠标指向要观察的变量名,单击鼠标右键,在弹出的菜单中选择 Open Selection 选项。数组编辑器如图 1-2 所示。

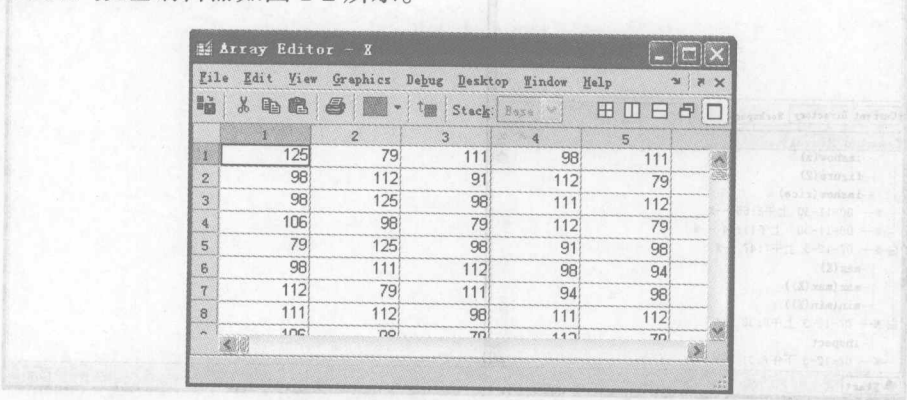


图 1-2 数组编辑器

在命令窗口中,输入 whos 命令,也可以显示保存在工作空间的所有变量的名称、大小、数

据类型等信息;输入 who 命令则只显示变量的名称。键入 clear 命令,可以清除工作空间内所有变量,并释放系统内存空间;键入 clc 命令则只清除命令窗口的屏幕显示内容,而保留工作空间内容。例如,【例 1-1】、【例 1-2】的运行结果为:

```
>> whos
Name      Size      Bytes  Class
A         1x1         8   double array
ans       1x1         8   double array

Grand total is 2 elements using 16 bytes

>> who
Your variables are:
A      ans
```

3. 当前目录浏览器

当前目录是指 MATLAB 运行文件时的工作目录,只有在当前目录或搜索路径下的文件及函数可以被直接运行或调用,如果没有特殊指明,数据文件也将存储在当前目录下。通常,很多人都习惯于建立自己的工作目录,以便于文件和数据的管理。因此,在运行文件前要将该文件所在的目录设置为当前目录。

当前目录浏览器用于显示及设置当前工作目录,同时显示当前工作目录下的文件名、文件类型及文件修改时间等信息。如果在运行的文件中需要调用多个目录下的文件或函数,可以将这些目录加入到搜索路径中。这样,在运行这些文件时,就不需要再将其设置成当前目录了。

4. 命令历史窗口

命令历史窗口记录已经运行过的命令、函数、表达式等信息,可以进行命令历史的查找、检查等工作,也可以在该窗口中对命令历史进行复制、删除等操作。窗口中除保留了输入的命令外,还记录了每次打开系统的时间。如果要清除掉这些记录,可以选择 Edit 菜单中的 Clear Command History 选项。

此外,在命令窗口中单击方向键“↑”,可以调出已经输入的前一条命令;单击方向键“↓”,可调出当前命令之后的一条命令。

1.1.2 帮助系统

MATLAB 提供了种类繁多的函数和命令,要把它们全部记下来是不现实的。可行的办法是先掌握一些基本内容,然后在实践中不断总结和积累。因此,通过软件本身提供的帮助来学习软件是一个重要的学习方法,MATLAB 提供了功能强大的帮助系统,可以很方便地获得有关函数或命令的使用方法。

1. 帮助浏览器

帮助浏览器为用户提供了方便快捷的帮助信息和图文并茂的帮助内容。单击<F1>键或单击菜单栏的 Help→MATLAB Help 选项时,MATLAB 都将打开一个独立的交互式帮助浏览器,如图 1-3 所示。

帮助浏览器的左侧有四个重叠的页面:

- 1) Contents:是一个树状列表,按内容列出了所有的帮助内容,单击相应的内容就会在右

侧窗口中显示超文本格式的帮助内容。

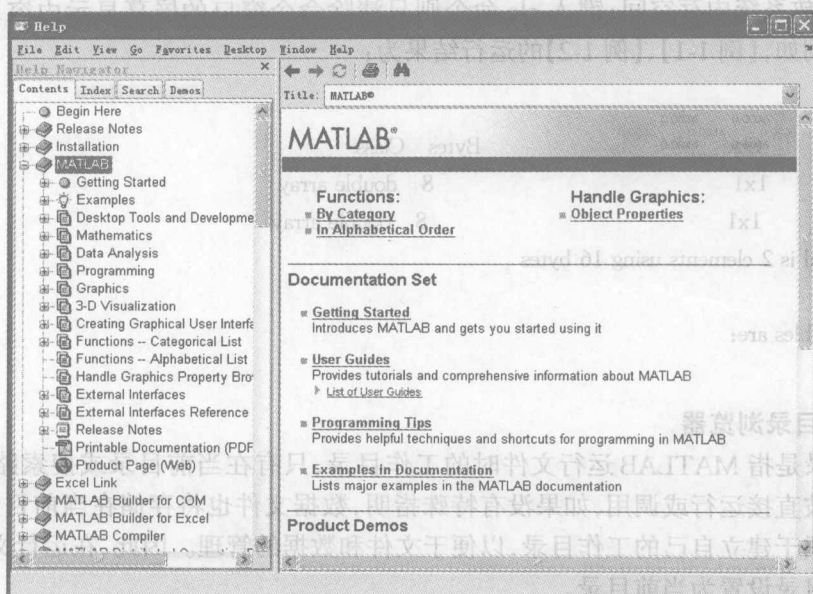


图 1-3 帮助浏览器

2) Index:是按字母顺序列出的条目,同时指出每一条目内容所在的位置(如属于基本平台中的某一部分或属于某一工具箱等)。可先按字母顺序查找到需要的条目,再单击该条目,就会在右侧的窗口中显示帮助内容。

3) Search:允许用户输入指定的内容进行搜索。在 Search for 栏中输入指定内容的关键词后,单击“Go”按钮,该页面就会显示出搜索到的内容,再单击其中具体的条目,就可以在右侧窗口中显示出详细的帮助内容。

4) Demos:产品演示工具。

2. help 命令

在命令窗口输入 help 命令,也是 MATLAB 寻求在线帮助的一种方便快捷的方法。help 命令的用法主要有以下三种。

(1) 在线帮助总览

>> help % 在命令窗口直接输入 help,显示在线帮助总览

HELP topics:

- | | |
|------------------|--|
| matlab \ general | - General purpose commands. |
| matlab \ ops | - Operators and special characters. |
| matlab \ lang | - Programming language constructs. |
| matlab \ elmat | - Elementary matrices and matrix manipulation. |
| matlab \ elfun | - Elementary math functions. |
| matlab \ specfun | - Specialized math functions. |
| matlab \ matfun | - Matrix functions - numerical linear algebra. |
| matlab \ datafun | - Data analysis and Fourier transforms. |

(2) 显示基本函数信息

>> help elfun

Elementary math functions.

Trigonometric.

sin - Sine.

sinh - Hyperbolic sine.

asin - Inverse sine.

asinh - Inverse hyperbolic sine.

cos - Cosine.

cosh - Hyperbolic cosine.

acos - Inverse cosine.

acosh - Inverse hyperbolic cosine.

tan - Tangent.

tanh - Hyperbolic tangent.

atan - Inverse tangent.

atan2 - Four quadrant inverse tangent.

atanh - Inverse hyperbolic tangent.

sec - Secant.

sech - Hyperbolic secant.

asec - Inverse secant.

asech - Inverse hyperbolic secant.

(3) 显示具体函数的帮助信息

>> help round %显示具体函数的详细信息,本例为 round 函数

ROUND Round towards nearest integer.

ROUND(X) rounds the elements of X to the nearest integers.

See also FLOOR, CEIL, FIX.

Overloaded methods

help quantizer/round.m

注意: MATLAB 对字母的大小写是敏感的,变量 A 与变量 a 表示两个不同的变量。MATLAB 所有的命令和函数都必须用小写,例如 round 函数,不能写成 Round 或 ROUND。

函数的帮助信息是把指定函数的注释内容显示出来。因此,用户也可以采用这种注释结构,构成自己文件的在线帮助。

3. lookfor 命令

当用户希望查找具有某种功能的命令或函数,但又不知道准确名字的时候,可以使用 lookfor 命令。该命令可以根据用户提供的完整或不完整的关键词,搜索出一组与之相关的函数。

【例 1-3】查找有关图像的命令和函数,将 image 作为关键词来查找。

>> lookfor image

CONTRAST Gray scale color map to enhance image contrast.

FRAME2IM Convert movie frame to indexed image.

IM2FRAME Convert indexed image into movie format.

IMAGE Display image.

IMAGESC Scale data and display as image.

IND2RGB Convert indexed image to RGB image.

PRINT Print figure or model. Save to disk as image or M-file.

4. 模糊查询

MATLAB 6.0 以后版本提供了另一种方便的查询方法,即模糊查询方法。用户只需要输入函数的前几个字母,然后单击〈Tab〉键,就会弹出一个列有以这几个字母开头的函数的菜单,这样,用户就知道了某个函数的确切写法,然后再通过 help 命令查询其详细的解释。

5. 在线帮助页

帮助桌面的所有文件均有相应的 PDF 格式文件,称为在线帮助页,可用 Adobe Acrobat Reader 软件阅读。用户选中帮助桌面上关于 PDF 格式文件的选项,或是在命令窗口中键入命令 doc,都能自动打开在线帮助页。

对于已接入 Internet 的用户,还可以通过帮助桌面很方便地访问 MathWorks 公司的官方网站(<http://www.mathworks.com>),与 MathWorks 公司联系或查找所需要的信息;还可以参加各种论坛,学习新知识。下面列出若干网络资源供读者参考:

1) www.mathworks.cn MATLAB 中国。MathWorks 公司在中国的独资公司,2007 年 5 月 1 日成立,负责对商业用户和教育用户的直接销售和服务。

2) www.hirain.com 北京恒润公司。MathWorks 公司在中国的军工独家代理,负责对中国军工用户的直接销售和技术支持。

3) bbs.matwav.com 研学论坛的科技综合交流区。

4) www.matlabs.cn MATLAB 学习网。

5) www.matlabforums.cn MATLAB 中文论坛。

1.1.3 数据结构

正如 MATLAB 的名字——“矩阵实验室”的含义一样,MATLAB 是由专门用于矩阵运算的软件发展起来的,最初的目的是为了解决矩阵运算问题而开发的,所以矩阵是 MATLAB 最基本、最重要的数据对象。MATLAB 大部分运算或函数都是在矩阵运算的意义下执行的,而且这种运算是定义在复数域上的。MATLAB 的矩阵运算功能非常丰富,可以支持线性代数所定义的全部矩阵运算,许多含有矩阵运算的复杂计算问题,在 MATLAB 中很容易得到解决。

1. 矩阵和数组

矩阵是指含有 m 行、 n 列(m, n 为正整数)数据的矩形结构。通过一定的转化方法,可以将一般的数学运算转化成相应的矩阵运算来处理。在 MATLAB 中,单个数值(标量)被看做只有 1 行 1 列、仅含 1 个元素的矩阵;列向量是只有 1 列的矩阵、行向量(矢量)是只有 1 行的矩阵。

数组在结构上与矩阵没有区别,只是运算规则不同。数组运算是元素对元素的运算,也就是说,无论什么运算,对数组中的元素都是平等进行的;矩阵运算是强调整体的运算,采用线性代数的运算方法。MATLAB 可以进行上述两种运算,MATLAB 是通过运算符的不同来区别这两种运算的,带有小黑圆点的运算符就代表相应的数组运算。例如, $A * B$ 表示矩阵运算; $A . * B$ 表示数组运算。

2. 数据结构

对于数值数据,MATLAB 中最常用的类型为双精度型,占 64 位(8 个字节),用 double 函数实现转换。此外,还有单精度数,占 32 位(4 个字节),用 single 函数实现转换。还有带符号整数和无符号整数,其转换函数有 int8、int16、int32、uint8、uint16、uint32,每一个函数名后面的数字表示相应数据类型所占位数,其含义不难理解。

除数值数据以外,还有字符数据,在 MATLAB 中用 char 函数实现转换。在一般情况下,数组的每个元素必须具有相同的数据类型,但在实际应用中,有时需要将不同类型的数据构成同一个数组,因此 MATLAB 提供了结构(Structure)和单元(Cell)数据类型,用户也可以根据实际应用的需要自定义数据类型。此外,MATLAB 还提供了多维数组以及工程中应用十分广泛的稀疏矩阵(Sparse)。

数据的数值用十进制表示,有日常记数法和科学记数法两种表示方法,角度则采用弧度制表示。例如:132、2.3000e+012、sin(1.57)等。如果没有定义,MATLAB 默认的数据类型是双精度型。各种数据类型及其简单例子如表 1-1 所示。

表 1-1 数据类型一览表

类型名称	函数	举例	说明
字符型	char	'A'、'happy'	字符型数组每个字符占 2 个字节,即 16 位
整型(有符号)	int8、int16、int32	int8(156)	8 位、16 位、32 位的整数数组,常用于表示信号
整型(无符号)	uint8、uint16、uint32	uint8(2)	
单精度	single	single(32.3)	单精度数值数组所需的存储空间较小,占 4 个字节,可以表示小数,但精度差,数值范围小,能用于数学运算
双精度	double	32 double(44.5)	双精度数值数组,占 8 个字节,精度高,数值范围大,能用于数学运算,是默认的 MATLAB 变量类型
稀疏矩阵	sparse	sparse(6)	只存储数据中非零元素的位置和数值
单元数组	cell	{10,'h',3.4}	单元数组元素的尺寸、性质可以不同
结构数组	struct	g = struct('name','LiXin', 'number','441')	结构数组包括域名,域中可以包括其他数组,与单元数组类似

表 1-1 中的数据例子可以在命令窗口直接输入。MATLAB 的数据类型还有一些其他的表达形式,表中没有列出。在工作空间浏览器中,不同的数据类型有着不同的图标标识,如图 1-4 所示。

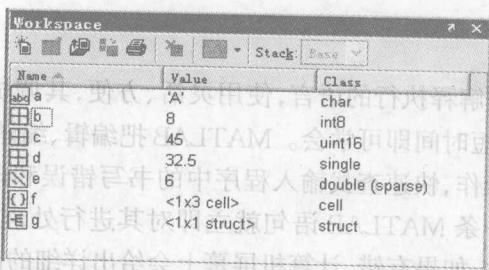


图 1-4 在工作空间浏览器中显示的数据类型

图 1-4 中,a 是字符矩阵、b 是有符号 8 位整型矩阵、c 是无符号 16 位整型矩阵、d 是单精度矩阵、e 是稀疏矩阵、f 是单元数组、g 是结构数组。有些不同类型的数据之间不能直接运算,还有一些函数对数据的类型有严格的要求,这就需要对数据的类型进行强制转换。例如:uint8(24)就是把默认的双精度数据“24”转化为无符号 8 位整型数据“24”,对变量也可进行同样的操作。强制数据类型转换必须注意数据的取值范围,避免溢出。

1.1.4 MATLAB 的特点

MATLAB 是以矩阵运算为主要工作方式的数理统计、自动控制、数字信号处理、动态系统仿真等方面的重要工具。MATLAB 操作简单,功能强大,应用广泛,其特点体现在以下几个方面:

1. 高效方便的矩阵和数组运算

MATLAB 语言像 C 语言一样规定了矩阵的算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符,而且这些运算符大部分可以毫无改变地照搬到数组间的运算,有些运算符(如算术运算符)只要适当改变形式就可用于数组间的运算。另外,MATLAB 不须定义数组的维数,并给出矩阵函数和特殊矩阵专用的库函数,使之在求解信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得极为简捷、高效,这是其他高级语言所不能比拟的。

2. 语句简单

MATLAB 语言中最基本、最重要的成分是函数。同一个函数名,不同数目的输入变量(包括无输入变量)及不同数目的输出变量,代表着不同的含义(有点像面向对象中的多态性)。这不仅使 MATLAB 的库函数功能更丰富,而且大大减少了所占用的磁盘空间,使得用 MATLAB 编写的 M 文件简单、短小而实用。

3. 编程效率高

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言,允许用数学形式的语言编写程序,且比 C 语言更加接近人们的书写习惯。用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列出公式和求解问题,因此 MATLAB 语言也被通俗地称为“演算纸式”的语言,具有编写简单、编程效率高、易学易懂的特点。

4. 方便的绘图功能

MATLAB 有一系列绘图函数,绘图十分方便。例如,建立线性坐标、对数坐标和极坐标,均只须调用不同的绘图函数;图上的标题、坐标轴标注、网格绘制也只须调用相应的函数,简单易行。另外,在调用绘图函数时,调整绘图参数可绘出不同颜色、类型、宽度的点、线、复线或多重线。

5. 用户使用方便

MATLAB 语言是一种解释执行的语言,使用灵活、方便,其调试程序的手段丰富,调试速度快,方法简单,使用者在短时间即可学会。MATLAB 把编辑、编译、连接、执行和调试融为一体,能在同一窗口上灵活操作,快速查找输入程序中的书写错误和语法错误。例如,直接在命令窗口输入语句,每输完一条 MATLAB 语句就立即对其进行处理,完成编译、连接和运行的全过程。在运行 M 文件时,如果有错,计算机屏幕上会给出详细的出错信息,但并非一次显示所有的错误,而是每次运行只显示第一条错误,用户可以边修改边执行,直到正确为止。

6. 扩充能力强

MATLAB 语言有丰富的库函数,在进行复杂的数学运算时可以直接调用,而且库函数同用户文件在形式上是一样的,用户文件也可作为 MATLAB 的库函数来调用。因而,用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充库函数,以便提高 MATLAB 使用效率和扩充功能。另外,可通过建立 Mex 调用文件格式进行混合编程,能够方便地调用 FORTRAN 或 C 语言的子程序。

开放性也许是 MATLAB 最受人们欢迎的特点。除内部函数以外,所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件,用户可通过对源文件的修改以及加入自己的函数文件来构成新的工具箱。

8. 运行效率低

由于 MATLAB 是一种基于 C 语言的合成语言,采用逐行解释执行的方式,用 MATLAB 编写的程序运行起来,时间往往要长一些。另外,其价格也比较昂贵,购买的费用在很大程度上可以由使用它所编写程序的价值来抵消。

1.2 数据运算

1.2.1 变量

1. 变量的命名

变量就是在程序运行过程中,其数值可以变化的数据。变量可代表一个或若干个内存单元(变量的地址)中的数据。为了对变量所对应的存储单元进行访问,需要给变量命名。在 MATLAB 中,变量名可以由字母、数字或下划线组成的字符序列,最多可包含 63 个字符,但第一个字符必须是字母。例如:myfile13、ab_1cd、EXAMPE 等均为合法变量名,而 3dat、_mydat、123.4 等都不是合法变量名。

在 MATLAB 中,变量名区分字母的大小写,大小写不同的两个变量名被认为是两个不同的变量。例如 A1 和 a1 是两个不同的变量;另外, MATLAB 不支持汉字,汉字不能出现在变量名和文件名中。

2. 赋值语句

赋值语句的格式:

变量名 = 表达式

说明:表达式是用运算符把特殊字符、函数名、变量名等有关运算量连接起来的式子。执行后将右边表达式的值赋给左边的变量。如果默认变量名,表达式的值赋给预定义变量 ans。

赋值语句的运算结果能在命令窗口中显示,如果在语句的最后加分号,那么 MATLAB 仅执行赋值操作,不显示运算的结果,以抑制不必要的信息显示。如果运算的结果是一个很大的矩阵或根本不需要观察运算结果,则可以在语句的最后加上分号。

如果表达式较长,在一行中放不下,则可以在行末键入三个小黑点表示的续行符(...),指明下一行为续行。例如:

```
>> s=1-1/2+1/3-1/4+1/5-1/6+1/7-...
```