

MATLAB概述

1.1 MATLAB 简介

MATLAB全称为 Matrix Laboratory(矩阵实验室),是由美国 MathWorks 公司于 1982年开发的功能强大的科学及工程计算软件,它集数值计算、符号运算、可视化建模、仿 真和图形处理等多种功能于一体,构成了一个方便的、界面友好的用户环境。

MATLAB 最初由美国 New Mexico 大学的 Cleve Moler 用 Fortran 语言编写,主要用 于矩阵运算,经过多年的发展,它的功能逐渐强大起来。现在 MATLAB 是由 MathWorks 公司用 C 语言开发的,是面向 21 世纪的计算机程序设计及科学计算语言。

目前,随着 MATLAB 版本不断提升,它的许多功能都得到了进一步改善,包括工具箱 (ToolBox)的各模块的拓展。例如,在数值处理方面,增加许多新函数,更新了部分函数的 功能和算法;在外部接口方面,增加 Java 接口,并为二者的数据交换提供了相应的程序库; 对部分工具箱的功能进行了改进和加强,增加了虚拟现实工具箱,采用标准的虚拟现实建模 语言技术,实现三维动态功能。另外,MATLAB 还可以与 Fortran 和 C 语言混合编程,进一 步扩充其功能,这里不一一赘述。

由于 MATLAB 的强大功能、灵活性好、可信度高,再加上它本身比较简单易学,使其广 泛被高校学生、科研人员和工程技术人员采用,掌握 MATLAB 将给学习和工作带来巨大的 便捷,可以大大提高工作效率和质量。

MathWorks 公司的网址是 www. mathworks. com, 读者可以随时访问该网站, 浏览、跟踪 MATLAB 的最新资源。

本书以 MATLAB R2020b 版为版本,全面介绍 MATLAB 的功能和使用方法。

1.2 MATLAB 用户界面概述

1.2.1 MATLAB 的启动与退出

MATLAB 的启动有以下几种方法。

方法 1: 如果 MATLAB 的可执行文件已经放置到 Windows 系统桌面上,直接双击桌面上的 MATLAB 图标 ₩即可。

方法 2: 在下载的 MATLAB 文件夹中,双击 matlab. exe 可执行文件。

启动成功后,出现如图 1-1 所示的 MATLAB 默认操作桌面。

退出 MATLAB 的方法有以下两种。

方法 1: 单击图 1-1 所示的 MATLAB 操作窗口右上角的"关闭"按钮 X。

方法 2: 在 MATLAB 的"命令行"窗口中键入 quit 或 exit 后,再按 Enter 键。

1.2.2 MATLAB 的组成及功能

MATLAB支持许多操作系统,提供了大量的平台独立措施。在一个平台上编写的程序,在其他平台上也可以正常运行;在一个平台上编写的数据文件,在其他平台上也可以编译。因此,用户可以根据需要把 MATLAB编写的程序移植到新平台。其中,MATLAB的开发环境是 MATLAB 语言的基础和核心部分,MATLAB 语言的全部功能都是在MATLAB开发环境中实现的,MATLAB的仿真工具 Simulink、MATLAB 的工具箱等其他附加功能的实现也必须使用 MATLAB开发环境,因此,掌握 MATLAB的开发环境是掌握 MATLAB语言的关键。

首次启动 MATLAB 后,进入 MATLAB 的默认操作桌面,如图 1-1 所示。MATLAB 操作桌面主要由选项卡面板、"当前文件夹"窗口、"工作区"窗口和"命令行"窗口组成,当 MATLAB 运行时,有许多类型的窗口,有的用于接收命令,有的用于显示信息。其中,"命 令行"窗口、"图像"窗口、"编辑/调试"窗口是 3 个比较重要的窗口,它们的作用分别为输入 命令、显示图形、允许用户创建和修改 MATLAB 程序。

MATLAB R2020b	-				- a ×
主页 拉田 APP				Children in the second second	1 1 HER2H P 4 27
A STANK A STAN	An Differ Cart	Simulak Simulak Managa Simulak Simulak	S INR G REMARK Parallel S INR S I	5 1120 2 W (K 4:37) 2 7 W (MATLAD 2029	Ŧ
4 4 10: + MATLA82020b + bin +					م •
均衡文件来	 e-e-ii) 			. 0	T42X 🕒
68*	fr >>				名称 - 債
🕼 🗄 icutedata	^				
ш 🗏 m3iregistry					
00 II util					
W = wrt52					
D crash analyzer cfm					
- deploytool bat					
@ funt.m					
E) fun2.m					
🐑 hannul.m					
Liceata.sml					
Chedata and					
A) m1 fo					
Smin					
m2.fig					
E m2.m					
- matlab.exe					
mbuild.bat					
🗈 mcc.bat					
in mex.bat					
The meser bat					
A untilled sh					
1 untitled 1.fig					
Bustitlast1 m	~				
deploytool.bat (Windows 私处理文件)	~				
》成外任何许相此思					
111-1 mm					

图 1-1 MATLAB 操作桌面

1. "命令行"窗口

"命令行"窗口保留了 MATLAB 传统版本的交互式操作功能,在"命令行"窗口中可以

直接输入命令或 MATLAB 函数,再按 Enter 键运行,系统将自动运行并显示反馈信息或结 果。在"命令行"窗口中,MATLAB 的提示符为">>",表示 MATLAB 处于准备状态。单击 "命令行"窗口右上角的 ⊙ 按钮,在弹出的快捷菜单中选择"取消停靠"命令,可以使"命令行" 窗口脱离主窗口而成为一个独立的窗口,如图 1-2 所示。在该窗口中选中某一表达式,然后右 击,弹出如图 1-3 所示的快捷菜单,选择不同的命令可以对选中的表达式进行相应的操作。

▲ 命令行窗□	- 🗆 X
fx >>>	۰

图 1-2 "命令行"窗口

冷行窗			-	
ol el	执行所选内容 打开所选内容 关于所选内容的帮助	F9 Ctrl+D F1		
	函数浏览器 显示函数刻图器按钮	Shift+F1		
	函数提示	Ctrl+F1		
	剪切 复制 私贴	Ctrl+X Ctrl+C Ctrl+V		
	全选 直找	Ctrl+A Ctrl+F		
	打印 打印所选内容 页面设置	Ctrl+P		
	清空命令行窗口			

图 1-3 "命令行"窗口的快捷菜单

【例 1-1】 在"命令行"窗口直接输入 5+6×sin $\frac{\pi}{6}$,然后按下 Enter 键会有什么结果? 请实际操作。

程序及运行结果如图 1-4 所示。



图 1-4 例题 1-1 的运行

从图 1-4 中可以看到,ans 是系统自动给出的,除了便于区别于运算结果外,还可以作为 变量使用;百分号"%"表示注释,百分号后面的文字为语句注释,注释语句不能执行;同时 程序运行结束后,MATLAB的提示符">>"不会消失,表示 MATLAB仍处于准备状态。

如果将该例题改为 5+6×sin ^π/₃时,不必再逐一重新输入,可以采用简便的操作方式, 即只需将光标置于提示符">>"处,按动一次 ↑键,就可以调回已经输入的 5+6 * sin(pi/6) 内容,将其中的 6 改为 3 即可。

除↑键外,还有一些命令行功能键,如表 1-1 所示。

按键	功 能	按键	功 能
↑,Ctrl+P	调出前一命令行	Esc	清除命令行
↓,Ctrl+N	调出后一命令行	Del,Ctrl+D	删除光标处字符
←,Ctrl+B	光标左移一个字符	Backspace	删除光标左边字符
\rightarrow ,Ctrl+F	光标右移一个字符	Ctrl+K	删除至行尾
Ctrl+←	光标左移一个词	PageUp	向前翻页
$Ctrl+\rightarrow$	光标右移一个词	PageDown	向后翻页
Home, Ctrl+A	光标移到行首	Ctrl+Home	把光标移到命令行窗口首
End,Ctrl+E	光标移到行尾	Ctrl+End	把光标移到命令行窗口尾

表 1-1 常用的命令行功能键

【例 1-2】 在"命令行"窗口中直接求 a+b+c 的和,其中 a=2,b=6,c=3。 程序及运行结果如图 1-5 所示。

命令行窗口		
>>		
>>		
>>		
>> a=2;b=6, c=3;		
b =		
6		
>> a=2;b=6, c=3;	%注意逗号和分号的用法	
b =		
6		
>> d=a+b+c		
d =		
11		
fx >>>		

图 1-5 例 1-2 的运行

从图 1-5 中可以清楚地看到,多条命令可以放在同一行,中间用逗号或分号隔开;不需要显示结果时,可以在语句后面加";"。另外,指定变量后系统不再自动提供 ans 变量。

2. MATLAB 的"当前文件夹"窗口

在"当前文件夹"窗口中不仅可以显示或改变当前文件夹,还可以显示当前文件夹下 的文件。"当前文件夹"窗口采用树状菜单结构,列出了 MATLAB 及各工具箱中可以执 行的程序、说明书和网页等资源(如系统控制工具箱、数据库工具箱等),用户可以直接从"当 前文件夹"窗口进入选定的项目。"当前文件夹"窗口实际上是由文本写成的 M 文件,扩展 名为.xml,包括标题、调用程序、图标等信息,用户也可以自行编辑(如将标题改为中文等)。 "当前文件夹"窗口还具有搜索功能。与"命令行"窗口类似,"当前文件夹"窗口也可以成为 一个独立的窗口,如图 1-6 所示。

▲ 当前文件夹		-	×
□ 名称 -			
🚹 hanrui.m			•
🗋 Icdata.xml			
lcdata.xsd			
lcdata utf8.xml			
1 m1.fig			
@m1.m			
1 m2.fig			- 1
🙆 m2.m			- 1
📣 matlab.exe			
🖭 mbuild.bat			- 1
🖭 mcc.bat			- 1
📧 mex.bat			- 1
mexext.bat			- 1
mw_mpiexec.bat			
💁 untitled.slx			- 1
🛍 untitled1.fig			
🙆 untitled1.m			
📓 untitled2.slx			•
leploytool.bat (Windows 批处理文件)			~
	来提供任何详细体则		

图 1-6 "当前文件夹"窗口

3. MATLAB 的"工作区"窗口

"工作区"窗口是 MATLAB 的一个变量管理中心,它显示目前内存中所有 MATLAB 变量的变量名、数据结构、字节数及类型等信息,不同的变量类型对应不同的变量名图标,如 图 1-7 所示。

▲ 工作区		- E	⊐ ×
名称。	值		
a b c	2 6 3		۲

图 1-7 "工作区"窗口

如果想查看工作空间中有哪些变量名,则可以使用 who 命令来完成;如果想了解这些 变量的具体细节,则可以使用 whos 命令来查看。

【例 1-3】 有 3 个工作空间变量, a 是一个字符串, b 是一个 4×3 的矩阵, c 是一个常数, d 是一维符号表达式。

在"命令行"窗口输入 who,输出显示结果为:

>> who Your variable are : abcd 在"命令行"窗口输入 whos,输出为: >> whos Name Size Bytes Class а 1×7 14 char array 4×3 96 double array b с 1×1 8 double array 1×1 138 d sym object Grand total is 27 elements using 256 bytes

Grand total is 27 elements using 256 bytes

可见, whos 命令将列出全部变量的名称(Name)、尺寸(Size)、字节数(Bytes)和类别(Class),还给出了整个变量空间的占用情况,如共有27个元素单元,占用256字节。

另外,单击功能区中"绘图"选项卡下的按钮可以绘制变量图,如图 1-8 所示。



图 1-8 不同的绘制变量按钮

如果要删除工作区中的变量,可以使用 clear 命令,其格式如下。

格式1:

clear

格式 2:

clear var1,war2...

其中,var1、war2 是要删除的变量名。clear variables 命令或 clear 命令用于清除当前工作区中的所有变量。

1.2.3 MATLAB 的在线帮助及功能演示

随着 MATLAB 版本的不断更新, MATLAB 的帮助文档也在逐步改进, 为了使用户更 好地、熟练地掌握 MATLAB 有关知识, MATLAB 提供了功能丰富的在线帮助系统, 用户 可以随时通过多种方法获得帮助信息。其中最简单的方法就是在"命令行"窗口中直接输入 help 命令或 lookfor 命令。

【例 1-4】 显示指数函数命令 exp 详细信息。

在 MATLAB 的"命令行"窗口中输入 help exp,系统就会显示命令函数 exp 相关的帮助信息。

>> help exp

系统显示结果为:

exp - 指数

```
此 MATLAB 函数为数组 X 中的每个元素返回指数 ex.对于复数元素 z = x + iy,它返回以下复指数
Y = exp(X)
另请参阅 expint, expm, expm1, log, log10, mpower, power
exp 的文档
名为 exp 的其他函数
```

另外,当希望查找某函数又无法准确知道其函数名称时,还可以使用 lookfor 命令,它可以方便地解决这个问题。用户只需在"命令行"窗口中输入 lookfor+该函数的关键字,就 很方便地搜索到与关键字有关的函数或命令。

【例 1-5】 使用 lookfor 命令,查找以 riccati 为关键字的相关命令的信息。 在"命令行"窗口中输入以下命令:

>> lookfor riccati

系统显示的结果为:

are	- Algebraic Riccati Equation solution.
dric	- Discrete Riccati equation residual calculation.
ric	- Riccati residual calculation.
dareiter	- Discrete - time algebraic Riccati equation solver.
hinfric	- Riccati - based H - infinity synthesis.
aresolv	- Continuous algebraic Riccati equation solver (eigen & schur).
daresolv	- Discrete algebraic Riccati equation solver (eigen & schur).
driccond	- Discrete Riccati condition numbers.
riccond	- Continuous Riccati equation condition numbers.
care	- Solve continuous - time algebraic Riccati equations.
dare	- Solve discrete - time algebraic Riccati equations.
gcare	- Generalized solver for continuous algebraic Riccati equations.
gdare	- Generalized solver for discrete algebraic Riccati equations.
icare	- Implicit solver for continuous - time Riccati equations.
idare	- Implicit solver for discrete - time Riccati equations.
are	- Algebraic Riccati Equation solution.
dric	- Discrete Riccati equation residual calculation.

8

ric	- Riccati residual calculation.
dareiter	- Discrete - time algebraic Riccati equation solver.
hinfric	- Riccati - based H - infinity synthesis.
aresolv	- Continuous algebraic Riccati equation solver (eigen & schur).
daresolv	- Discrete algebraic Riccati equation solver (eigen & schur).
driccond	- Discrete Riccati condition numbers.
riccond	- Continuous Riccati equation condition numbers.
care	- Solve continuous - time algebraic Riccati equations.
dare	- Solve discrete - time algebraic Riccati equations.
gcare	- Generalized solver for continuous algebraic Riccati equations.
gdare	- Generalized solver for discrete algebraic Riccati equations.
icare	- Implicit solver for continuous - time Riccati equations.
idare	- Implicit solver for discrete - time Riccati equations.

在 MATLAB 中还提供了一些简单的演示范例,包括数值与矩阵运算、模糊逻辑、神经 元控制、鲁棒控制、最优控制、非线性系统等,这些范例形象地描述了 MATLAB 的使用方式 和计算结果。

读者可以选择 MATLAB 主界面中"帮助"菜单下的"示例"命令,或者在 MATLAB 的 "命令行"窗口中直接输入 helpwin、helpdesk 或 doc,打开 MATLAB"帮助"窗口。"帮助"窗 口不仅可以显示帮助文本,还可以提供帮助导航功能。帮助导航提供了 5 个选项卡,即文 档、示例、函数、模块和 App。其中,"文档"选项卡中提供了 MATLAB 和所有工具箱在线文 档的内容列表;"示例"选项卡提供了诸如基本矩阵运算、使用 FFT 进行频谱分析等 MATLAB 演示示例;"函数"选项卡提供了 MATLAB 演示函数命令的接口;"模块"选项 卡提供了诸如积分、微分和 PID 控制器模块等 MATLAB 演示功能模块的接口。读者可以 通过"示例"选项卡打开演示范例来学习,演示范例窗口如图 1-9 所示。



图 1-9 演示范例窗口

小结

本章围绕 MATLAB 的开发环境,较详细地介绍了 MATLAB 的基本概念、组成、功能, 特别是对 MATLAB"命令行"窗口的使用特点进行了详细介绍,使用户对 MATLAB 的开 发环境有一个系统的、全面的了解,为今后熟练掌握 MATLAB 的使用方法和编程技巧奠定 基础。

习题

- 1.1 与其他计算机语言相比, MATLAB语言突出的特点是什么?
- 1.2 MATLAB系统的启动和退出方法有哪些?
- 1.3 MATLAB系统由哪些部分组成?
- 1.4 MATLAB操作桌面有几个窗口?如何使某个窗口脱离桌面成为独立窗口?
- 1.5 "当前文件夹"窗口的功能是什么?
- 1.6 "工作区"窗口的功能是什么?
- 1.7 MATLAB 中有几种获得帮助的途径?
- 1.8 who和 whos 命令有什么不同之处?
- 1.9 分别使用 help 命令和 lookfor 命令查找 plot 函数的帮助信息。

1.10 在 MATLAB"命令行"窗口的提示符下键入命令 demo,运行 MATLAB 的演示 程序,领略 MATLAB 语言的基本功能。



MATLAB矩阵及其运算

MATLAB 的量分为变量与常量,它们是 MATLAB 语言基础之一,所以,在介绍 MATLAB 的矩阵概念前,有必要先介绍一下 MATLAB 的变量与常量的概念。

2.1 变量与常量

2.1.1 变量

与其他计算机语言一样,MATLAB也有变量名规则,其变量名规则如下。

(1) 变量名的第一个字符必须是英文字符,其后可以是任意字母、数字或下划线。

(2) 变量名区分字母大小写,如 A 和 a 分别代表两个不同的变量,这在 MATLAB 编程 时要加以注意。

(3) 变量名最多不超过 19 个字符,第 19 个字符以后的字符将被 MATLAB 忽略。例 如 abcdefghilmnopqrstuvwxyz,MATLAB 只能识别 abcdefghilmnopqrst。

(4) 标点符号在 MATLAB 中具有特殊含义,所以变量名中不允许使用标点符号。

(5) 函数名必须用小写字母。

(6) MATLAB 编程中使用的字符变量和字符串变量的值需要加引号,如"绘图命令"。

需要注意的是,用户如果在对某个变量赋值时,该变量已经存在,系统则会自动使用新 值代替旧值。

【例 2-1】 在 MATLAB 环境下说明变量 a 的变化。

在 MATLAB 的"命令行"窗口中直接输入下面命令:

>> a = 4; >> a = 8

结果显示:

a = 8