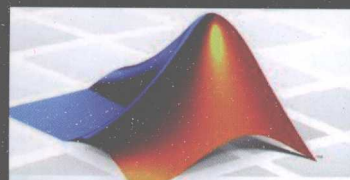


语言科学研究的 MATLAB实现

■ 李永宏 马强 赵琦 编著



國防工業出版社
National Defense Industry Press

013033572

TP317-43
04

21 世纪高等院校优秀教材

语言科学研究的 MATLAB 实现

李永宏 马强 赵琦 编著



国防工业出版社

· 北京 ·



北航

C1640364

TP317-43
04

01303275

内 容 简 介

本书包括 MATLAB 的程序基础和语言科学研究应用两部分。程序基础包括: MATLAB 基础知识, 数据结构及算法, 程序设计, 图形绘制, 图形用户界面(GUI), 文件输入输出等; 语言科学研究包括: 文本处理, 语音分析, 唇形分析等方面。

本书充分考虑多方面读者的不同层次需要, 可作为高年级本科生或研究生学习 MATLAB 的教材, 也可作为语言科学研究的相关人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

语言科学研究的 MATLAB 实现/李永宏, 马强, 赵琦编著. —北京: 国防工业出版社, 2013. 4

21 世纪高等院校优秀教材

ISBN 978-7-118-08523-5

I. ①语... II. ①李... ②马... ③赵... III. ①Matlab 软件 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 036448 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 13 字数 310 千字

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

语言科学研究的范畴从最早的语音和文本处理,发展到现在的大脑的语言认知和多模态的语音生理研究,从传统的微观语言现象研究,逐渐演变到大数据量、多通道的综合研究,涉及通讯、医学、物理、数学、计算机、生理等多个学科领域,对研究人员的数据处理能力也有了更高的要求。为了减轻研究人员重复性的冗余工作,提高工作效率,要求研究人员能够熟练掌握程序编写。但大多程序设计图书是面向理工科背景的人员,文科背景的学生和研究人员没有学过太多的计算机编程知识,缺乏必要的数学基础和编程思想,很难有效地掌握程序设计。所以,本书选择了各行各业流行的、最容易上手的 MATLAB 2012 作为编程工具进行讲解。MATLAB 是一个高度集成的语言环境,在该环境下既可以进行交互式的操作,又可以编写程序、运行程序并跟踪调试程序。

本书主要讨论 MATLAB 的程序设计方法及其在语言科学研究中的初步应用,通过层次清晰、浅显易懂的介绍,向读者展示如何使用 MATLAB 程序来有效地增强工作能力。

全书共分 12 章,分为基础部分和应用部分,第 1~8 章为基础部分,主要讲述 MATLAB 的使用;第 9~12 章为应用部分,主要讲述 MATLAB 在文字处理、语音和图像视频等语言科学方面的综合应用。

第 1 章首先对 MATLAB 进行简单介绍,然后对 MATLAB 的安装方法和环境进行了说明,最后系统地介绍高度集成的 Desktop 操作桌面的功能和使用方法。

第 2 章主要讲解 MATLAB 中的运算符及基本数据类型,包括数值、结构体、元胞数组及字符串等;MATLAB 数组及矩阵的基本操作;MATLAB 的基本运算,包括算数运算、关系运算、逻辑运算等。

第 3 章主要讲解 MATLAB 数组,包括一维数组、二维数组、特殊矩阵、非数、“空”数组、字符数组、结构体以及元胞数组等。理解数组的创建和操作,是学习 MATLAB 的重要基础。

第 4 章主要讲解编程中的数据结构及算法。以具体代码为例,详细分析程序中语句的执行过程及各语句执行结果。让读者了解 MATLAB 语句的执行过程,培养读者逻辑性及编程思想。

第 5 章主要讲解程序设计、语法格式和控制命令。让读者掌握 m 文件的编写方法及编程的基本流程,包括顺序、循环和选择。

第 6 章主要讲解绘图和图形句柄。图形是最为直观的表达方式,大量的数据可以通过图形的方式进行输出,MATLAB 提供了强大的图形输出功能。本章以 MATLAB 中的各

种基本绘图指令和交互式环境为核心,讲解二维、三维图形基本图形可视化方法的实现和 MATLAB 图形句柄的使用。

第 7 章主要讲解软件界面的设计。界面是用户和编程者之间的窗口,利用 MATLAB 进行软件界面设计,简单易学。本章详细介绍 GUI 的设计步骤及方法,各种控件、菜单和工具栏的实现,并对各种对话框、回调函数和参数传递进行介绍,使读者能够熟练使用交互式图形化界面进行程序设计。

第 8 章主要讲解文件的输入输出,文件类型包括 txt 和 Excel、音频、视频、图像和动画等格式。

第 9 章主要讲解汉语拼音的国际音标转换。首先对汉语音节进行分解,然后对音节各个部件即声母、韵母和声调进行不同方法的程序转换,最后生成国际音标。此方法可以扩展到汉语方言的国际音标转换。

第 10 章主要讲解文本的自动分词。本章通过建立分词词库,采用最大匹配法在 MATLAB 环境下进行分词的实现,可用于词汇、句法和语义的计量研究。

第 11 章主要讲解语音信号分析系统的搭建,系统功能主要包括语音信号预处理、短时平均能量和幅度、短时平均过零率、短时自相关、频谱、共振峰和语图等。

第 12 章主要讲解唇位分析系统的搭建,系统功能主要包括唇形视频的读取、手动标记内外唇线关键点、唇形曲线的拟合生成、唇形参数计算、数据保存输出等。

本书采用了一些网络上的相关资料,并参考了大量 MATLAB 相关书籍。本书对 MATLAB 在语言科学研究方面的应用进行粗浅的介绍,旨在通过通俗易懂的讲解,让读者学会用 MATLAB 来进行语言科学相关的工作,其中错误之处在所难免,望读者予以指正。

李永宏

目 录

第1章 MATLAB 入门	1
1.1 MATLAB 的安装过程	1
1.2 MATLAB 的启动	2
1.3 MATLAB 的工作环境	2
1.3.1 界面	2
1.3.2 命令窗口(Command Window)	3
1.3.3 m 文件编辑器(Edit)	4
1.3.4 图形窗(Figure)	5
1.3.5 帮助(Help)	5
1.4 MATLAB 的退出	6
小结	6
第2章 MATLAB 语言基础	7
2.1 数、变量和表达式	7
2.1.1 数	7
2.1.2 变量	7
2.1.3 表达式	8
2.2 数据类型	8
2.3 基本运算	9
2.3.1 常量	9
2.3.2 算术运算	11
2.3.3 关系运算	11
2.3.4 逻辑运算	12
2.3.5 关系与逻辑函数	13
2.4 常用命令	14
小结	15
第3章 数组	16
3.1 数值数组及其运算	16
3.1.1 一维数组的创建和数据访问	16
3.1.2 二维数组(矩阵)	17
3.1.3 特殊矩阵	20
3.1.4 非数	21
3.1.5 “空”数组	22

3.1.6 数值函数	23
3.2 字符数组	25
3.2.1 字符串定义与元素访问	25
3.2.2 字符串常用函数	26
3.3 结构体	32
3.3.1 结构数组的创建	33
3.3.2 结构数组的操作	34
3.4 元胞数组	34
3.4.1 元组创建	34
3.4.2 元组分隔	35
3.4.3 元组取值	35
3.4.4 元组函数	36
小结	37
第4章 算法基础	38
4.1 基本概念	38
4.1.1 数据	38
4.1.2 数据元素	38
4.1.3 线性表	38
4.2 算法的概念	38
4.3 基本运算	39
4.3.1 线性表的插入	39
4.3.2 删除操作	40
4.3.3 排序操作	40
4.3.4 查找操作	42
4.3.5 递归调用	43
4.4 算法的评价	44
4.4.1 算法的评价标准	44
4.4.2 算法的时间效率	44
小结	45
第5章 程序设计	46
5.1 MATLAB 函数文件	46
5.1.1 m 文件的建立与编辑	46
5.1.2 函数的标准基本结构	46
5.1.3 脚本文件	47
5.1.4 m 文件的保存	48
5.2 函数调用和参数传递	48
5.2.1 主函数	48
5.2.2 函数调用	49

18	5.2.3 参数传递	49
18	5.3 程序结构	50
18	5.3.1 顺序结构	51
18	5.3.2 循环结构	51
58	5.3.3 选择结构	53
18	5.4 程序流控制语句	57
48	5.4.1 echo 语句	57
48	5.4.2 pause 和 keyboard 语句	57
68	5.4.3 break 和 continue 语句	57
72	5.5 程序的运行和调试	59
78	5.5.1 程序运行	59
98	5.5.2 程序调试	59
98	5.6 MATLAB 程序性能优化	60
98	5.6.1 计时函数	60
98	5.6.2 循环向量化	60
98	5.6.3 预定义变量	61
10	小结	62
	第 6 章 图形句柄与绘图	63
59	6.1 图形窗口与坐标系	63
69	6.1.1 图形窗口	63
49	6.1.2 坐标系	64
29	6.2 二维图形的绘制	66
89	6.2.1 绘图函数	66
89	6.2.2 图形标注	68
79	6.2.3 子图绘制	70
89	6.2.4 函数图绘制	71
89	6.2.5 双 Y 轴绘图	72
001	6.3 三维图形的绘制	72
101	6.3.1 三维曲线图	73
101	6.3.2 三维网格图	74
501	6.3.3 三维曲面图	74
101	6.3.4 图形颜色的修饰	75
801	6.3.5 图形效果修饰	76
801	6.4 图形句柄	77
701	6.4.1 创建图形对象	77
901	6.4.2 对象句柄	77
911	6.4.3 对象的属性	78
011	小结	80

第7章 GUI 编程	81
7.1 GUIDE 基础	81
7.1.1 GUIDE 启动	81
7.1.2 GUI 设计窗口	81
7.1.3 菜单栏	82
7.2 GUI 工具栏	84
7.2.1 位置调整工具	84
7.2.2 菜单编辑器	84
7.2.3 GUIDE 工具条编辑器	85
7.2.4 对象属性查看器	85
7.2.5 m 文件	87
7.2.6 其他	89
7.3 GUI 控件	89
7.3.1 命令按钮	89
7.3.2 静态文本	90
7.3.3 切换按钮	90
7.3.4 滑动条	91
7.3.5 单选按钮	91
7.3.6 复选框	92
7.3.7 可编辑文本	93
7.3.8 列表框	94
7.3.9 下拉菜单	95
7.3.10 按钮组和面板	96
7.3.11 表格	96
7.3.12 坐标轴	97
7.4 回调函数和对话框	98
7.4.1 回调函数	98
7.4.2 对话框	100
7.5 参数传递	101
7.5.1 GUI 内部传递	101
7.5.2 GUI 界面之间传递	102
小结	104
第8章 文件输入输出	106
8.1 MAT 文件	106
8.2 TXT 文件	107
8.3 EXCEL 文件	109
8.4 图像文件	110
8.4.1 图像格式	110

8.4.2	图像读写	111
8.4.3	图像显示	112
8.4.4	图像转换	114
8.5	音频文件	115
8.6	视频文件	116
8.7	影片和动画	119
8.7.1	质点运动轨迹	119
8.7.2	电影次序播放形式	119
8.7.3	以对象方式显示	120
8.8	低级命令	121
8.8.1	文件的打开与关闭	122
8.8.2	文本文件的读写	123
8.8.3	二进制文件的读写	123
8.8.4	数据文件定位	124
	小结	125
第9章 汉语拼音的国际音标转换		126
9.1	汉语音节拼读简介	126
9.1.1	声母拼读	126
9.1.2	韵母拼读	127
9.1.3	声调拼读	127
9.1.4	音节拼读	127
9.2	汉语拼音还原原则	127
9.3	音节声韵调分解方法	128
9.3.1	字母顺序法	128
9.3.2	韵腹位置法	133
9.4	音位国际音标的转换	139
9.4.1	声母国际音标转换	139
9.4.2	韵母国际音标转换	140
9.4.3	声调调值转换	140
9.4.4	音节国际音标的生成	140
9.4.5	转换程序代码	141
9.5	程序界面	144
	小结	144
第10章 文本分词		145
10.1	分词算法	145
10.1.1	字符串匹配法	145
10.1.2	统计分词方法	146
10.1.3	理解分词方法	146

10.2	分词中的难题	147
10.2.1	词的概念	147
10.2.2	歧义识别	147
10.2.3	新词识别	147
10.3	最大匹配法	148
10.4	界面设计	149
10.5	程序实现	151
10.5.1	文件读入	151
10.5.2	分词操作	151
10.5.3	其他功能	153
10.5.4	界面实现	154
	小结	154
第 11 章	语音分析系统	155
11.1	语音信号分析基础	155
11.1.1	语音信号预处理	155
11.1.2	短时平均能量和幅度	156
11.1.3	短时平均过零率	156
11.1.4	短时自相关	157
11.1.5	频谱	157
11.1.6	共振峰	159
11.1.7	语图	159
11.2	界面设计	160
11.2.1	功能布局	160
11.2.2	菜单设计	161
11.2.3	m 文件	162
11.3	语音文件操作	163
11.3.1	文件读写	163
11.3.2	图形重绘	164
11.3.3	鼠标操作	165
11.3.4	语音编辑	166
11.3.5	视图显示	167
11.3.6	文件播放	167
11.4	参数提取	168
11.4.1	短时能量	168
11.4.2	短时过零率	169
11.4.3	基频	170
11.4.4	共振峰	173
11.4.5	对数谱及其包络曲线	175

11.5 程序实现	176
小结	177
第 12 章 唇位分析系统	178
12.1 GUI 界面设计	178
12.2 功能实现	180
12.2.1 文件读取	180
12.2.2 视频播放	181
12.2.3 帧操作	182
12.2.4 关键点标记	184
12.2.5 唇线生成	188
12.2.6 数据保存	191
12.3 程序实现	193
小结	194
参考文献	195

第 1 章 MATLAB 入门

MATLAB(Matrix Laboratory)是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件，用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级程序语言。近年来，MATLAB 已成为适合多学科、多种工作平台的功能强大、界面友好、语言自然并且开放性强的大型优秀应用软件，适合于不同学科专业的课程教学和研究应用。

下面从操作和功能角度对 MATLAB 进行简单的介绍。

1.1 MATLAB 的安装过程

MATLAB 的安装和大部分 Windows 软件是基本相同的，在安装的过程中每一步都会有提示和说明。需要注意的是，随着 MATLAB 版本的不断更新，对计算机硬件也有相应的要求。配置过低的计算机会出现程序运行时间过长或死机等现象。本书针对 MATLAB R2012a 版本进行讲解，安装文件约为 5GB，需要硬盘空间 6GB，推荐配置 2GB 以上内存，Windows XP、Vista 或 Windows7 操作系统。

主要步骤如下：

(1) 将 MATLAB 的安装盘放入光驱中，找到 setup.exe 文件，双击它开始安装(或机器自动执行安装文件)，弹出协议对话框(见图 1.1)。

(2) 在协议窗口中选择 “Yes”，单击按钮 “Next”，弹出安装类型对话框(见图 1.2)。

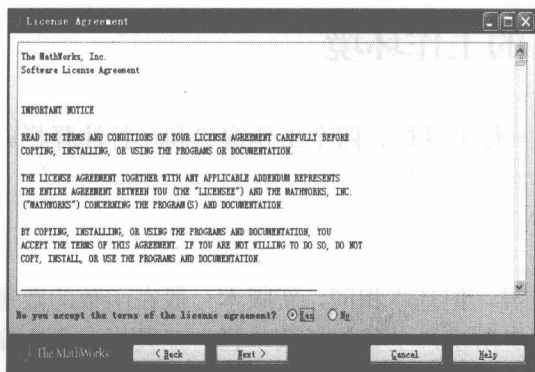


图 1.1 安装协议对话框

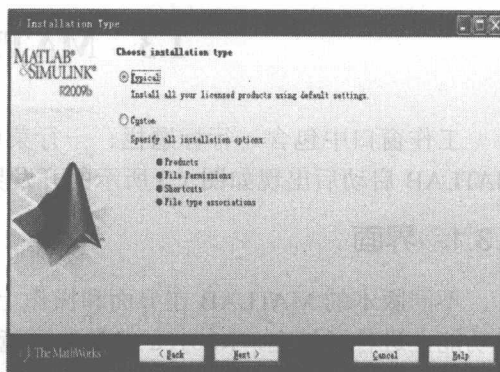


图 1.2 安装类型对话框

(3) 按照安装向导的提示进行，在安装类型对话框，直接选择 “Typical”，完整安装 MATLAB，当然也可以选择 “Custom”，根据需要指定要安装的内容。可选的 MATLAB 部件包括 MATLAB、Simulink 和各种工具箱必须安装的文件，以及各部分的帮助文件(包括 HTML 和 PDF 两种格式)，选择完毕，单击 “Next”，弹出安装路径对话框(见图 1.3)。

(4) 选择安装路径，一般情况下直接单击 “Next”，按照默认路径 “C:\MATLAB” 进行安装，如果 C 盘空间比较小，可以点击 “Browse...” 按钮，或者直接在文本上更改路径，安装在

计算机上的其他位置，单击“Next”，弹出安装进度对话框(见图 1.4)。

(5) 等待安装进度条走完，MATLAB 就安装好了，最后在桌面上将形成如  的 MATLAB 程序的快捷图标。在安装过程中，可以随时单击按钮“Cancel”取消安装。

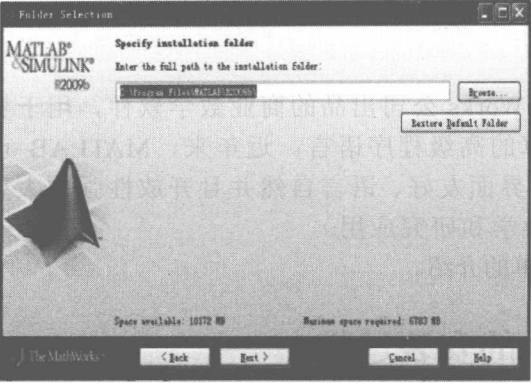


图 1.3 安装路径对话框

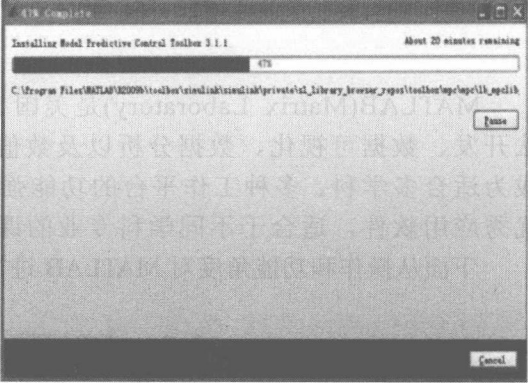


图 1.4 安装进度对话框

1.2 MATLAB 的启动

与一般的 Windows 程序一样，启动 MATLAB 有两种常见方法：

(1) 通过“开始”按钮，选择“程序”菜单项，然后打开“MATLAB”菜单中的“MATLAB”程序，就可启动 MATLAB 系统。

(2) 利用 Windows 建立快捷方式的功能，将 MATLAB 程序以快捷方式放在桌面上。只要在桌面上双击该图标  即可启动 MATLAB。

1.3 MATLAB 的工作环境

工作窗口中包含一行标题栏、一行菜单栏、一行工具栏、四个工作窗口和一行注释栏。MATLAB 启动后出现如图 1.5 所示的开发界面。

1.3.1 界面

不同版本的 MATLAB 在界面和操作上虽有差异，但基本相同，新版本一般在函数的数量和功能上进行了扩充，R2010a 的开发环境如图 1.5 所示，主要包括菜单栏、工具栏、命令窗口、命令历史窗口、当前目录浏览器、文件详情、工作空间等。除图 1.5 中看到的工作窗口以外，MATLAB 还包括图形窗口(Figure)和 m 文件编辑窗口(Editor)、帮助窗口等。每一个窗口都可以单独操作，可以用鼠标移动和推拉，也可以根据需要重新布置各个窗口的位置，改变窗口的外观和大小。

1. 菜单栏

MATLAB 窗口最顶端是菜单栏，菜单栏根据当前活动窗口的不同而变化，MATLAB 启动后，当前活动窗口为命令窗口，菜单也相应的是针对命令窗口的操作。菜单主要包括：File(文件)菜单、Edit(编辑)菜单、View(视图)菜单、Window(窗口)菜单和 Help(帮助)菜单。

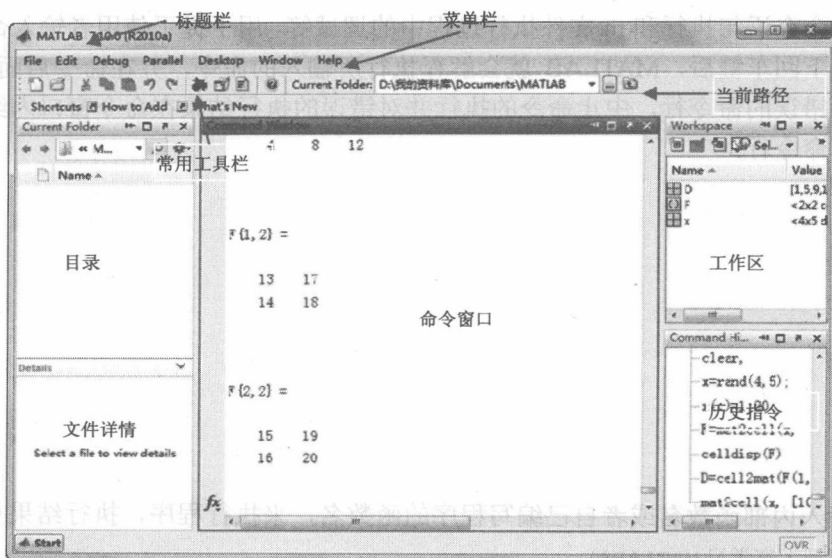


图 1.5 MATLAB 开发界面

2. 命令窗口(Command Window)

命令窗口是用户使用 MATLAB 进行工作的窗口，同时也是实现 MATLAB 各种功能的窗口。用户可以直接在 MATLAB 命令窗口内输入命令，实现其相应功能。命令窗口也可以直接输入命令和文本。

3. 命令历史窗口(Command History)

在控制窗的输入内容都被记录在命令历史窗口中。在命令历史中，用户可以看到以前用过的函数和命令，并且可以复制和执行选定行。

4. 当前目录浏览器(Current Folder)

当前目录浏览器显示当前工作在什么路径下，包括 m 文件的打开路径等。当前路径窗口允许用户对 MATLAB 的路径进行查看和修改，如果修改了路径会立即产生作用。通常启动 MATLAB 之后的默认当前路径是 \MATLAB\work，如果不改变当前目录，用户自己的工作空间和文件都将保存到该目录。

5. 文件详情(Details)

主要针对“.m”和“.fig”文件，显示在目录中选中的文件的帮助信息及所包含的内部函数，可以通过直接双击某个内部函数，使其在 Editor 窗口中打开，方便用户查看代码和编辑。

6. 工作空间(Workspace)

工作空间包含内建 MATLAB 处理任务时以及储存在内存中的变量排列。它允许用户查看当前 MATLAB 工作空间的内容，它的作用与命令“whos”相同(“whos”的作用是：在命令窗口中直接键入“whos”，回车后即可在命令窗口中查看当前 MATLAB 工作空间的内容)，不同的是用图形化的表示方法来显示。而且，通过它可以对工作空间中的变量进行删除、保存、修改等操作。

1.3.2 命令窗口(Command Window)

命令窗口是 MATLAB 中使用频率最高的窗口，主要完成命令的交互操作，包括直接在命

令窗口中输入命令语句执行和 m 文件执行过程中的调试等，用于提示使用者输入命令或函数。键入命令并按下回车键后，MATLAB 就会解释执行所输入的命令，并在命令后面给出计算结果。另外碰到错误的命令行，中止命令的执行并对错误的执行结果在命令窗口内给以说明。例如输入以下命令行：

```
>> x=100
x =
    100
>> y=200
y =
    200
>> z=x+y
z =
    300
```

也可以输入内部函数名或者自己编写程序的函数名，来执行程序，执行结果见图 1.6。

```
>>msgbox('欢迎大家学习 MATLAB')
```

函数 msgbox() 为产生一个提示框，提示的内容必须为字符串或字符串变量。

注意：“>>”为命令窗的提示号，函数、表达式和变量直接在提示号后输入。但在 PC 中文视窗系统下，由于编码方式不同，此提示符号常会消失不见，但这并不会影响到 MATLAB 的运算结果。

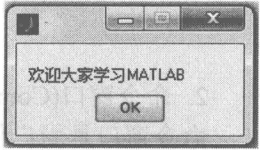


图 1.6 弹出对话框

1.3.3 m 文件编辑器(Edit)

编辑器是用来生成和调试 m 文件的，这些 m 文件是为运行 MATLAB 函数所写的程序，编辑器为基本文字编辑和 m 文件的调试提供图形用户界面。文本编辑器的启动可以从 MATLAB 主窗口的常用工具栏中点击新建或通过菜单栏 File→New→Script 进入，也可在命令窗口中输入 Edit 后敲击回车打开编辑器。编辑窗口如图 1.7 所示。

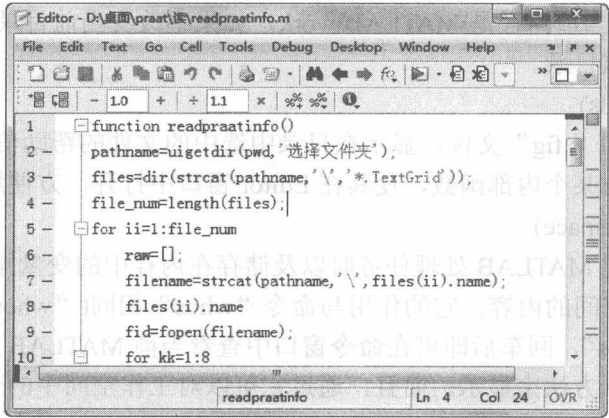


图 1.7 MATLAB 文本编辑器

用户可以使用任何文档编辑器来生成 m 文件，如果用的是别的编辑器，仍然可以使用 MATLAB 的编辑器来调试。文本编辑器的相关菜单功能如下：

- (1) Save and Run: 保存并运行程序, 直到遇到下一个断点为止。对应的工具按钮为 .
- (2) Single Step: 单步执行。对应工具按钮为 .
- (3) Step In: 运行当前程序行, 如果当前行调用了另外一个函数, 则跳转到这个函数里。对应的工具按钮为 .

(4) Continue: 继续执行。对应的工具按钮为 .

(5) Exit Debug Mode: 退出调试模式。对应的工具按钮为 .

(6) Set/Clear Breakpoint: 设置/清除断点。对应的工具按钮为 .

(7) Clear All Breakpoints: 清除所有的断点。对应的工具按钮为 .

1.3.4 图形窗(Figure)

MATLAB 图形窗(Figure)主要用于显示用户所绘制的图形。通常, 只要执行了任意一种绘图命令, 图形窗就会自动产生, 绘图都在这一个图形窗中进行(见图 1.8)。如果再建一个图形窗, 则可在命令窗口中键入 `figure` 命令, MATLAB 将会新建一个图形窗, 并自动给它编号, 如 Figure 2(见图 1.9)。

```
>> plot(sin(1:100))
```

```
>> figure
```

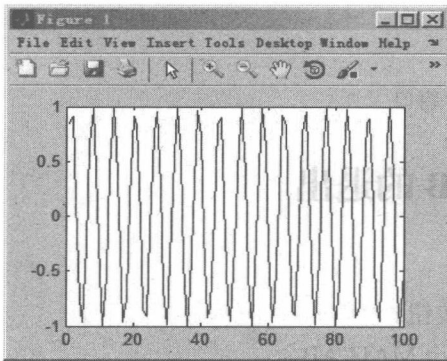


图 1.8 plot 绘图

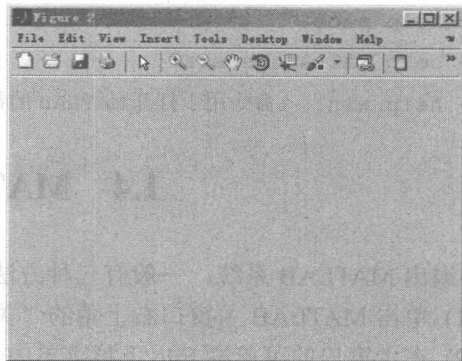


图 1.9 新图形窗口

1.3.5 帮助(Help)

MATLAB 提供了很强大的帮助功能, 可以通过以下几种方法获得帮助:

- (1) 在常用工具栏中点击  按钮。
- (2) 在菜单栏 Help 的下拉菜单中点击第一项 Product Help。
- (3) 在 MATLAB 命令窗口中输入 `helpbrowser`、`helpdesk` 或 `doc` 后敲击回车键。

通过以上任何一种方法都会出现如图 1.10 所示的界面。

在窗口左上侧的 Search 文本框中输入要查询的函数名或者其他内容后回车, 相关查询结果将会显示在窗口右侧。另外也可以直接在命令窗口中输入 `help` 查询所列命令的帮助信息。

`help` 命令主要有以下几种格式:

- (1) `help`: 不带任何参数, 这时将显示 MATLAB 的所有目录项。
- (2) `help+目录名称`: 显示出指定目录中的所有命令及其函数。