

MATLAB 5.1

实用指南

文德工作室 编著

 安徽出版社

MATLAB 5.1 实用指南

文德工作室 编著

宇航出版社

2001/6/13

图书在版编目(CIP)数据

J5257/33 01
MATLAB 5.1 实用指南/文德工作室编著. —北京:宇航出版社,1999.6
ISBN 7-80144-236-9

I. M… II. ①文… III. 程序语言, MATLAB5.1 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 15312 号

宇航出版社出版发行

北京市和平里滨河路 1 号 (100013)

发行部地址:北京阜成路 8 号 (100830)

零售书店(北京宇航文苑)地址:北京海淀大街 31 号 (100080)

北京市梨园彩印厂印刷

新华书店经销

1999 年 8 月第 1 版

1999 年 8 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张 12.5 字数:312 千字

印数:1—5000 册

定价:18.00 元

前言

MATLAB 最初作为矩阵实验室(Matrix Laboratory),是用来为 LINPACK(线性代数软件包)和 EISPACK(解特征值问题的软件包)矩阵计算软件包提供接口的。后来逐渐发展成为一种通用的科技计算、图形交互系统和控制系统仿真的程序语言。

MATLAB 语言有三大特点:一是功能强大(数值计算和符号计算、计算和编程可视化、数字和文字的统一处理、离线和在线计算);二是界面友好、语言简明(以复数矩阵为计算单元,指令表达与数学表达式相近,称得上是一种演算式语言);三是开放性强(具有几十个功能强大的工具箱,可以完成系统仿真、系统辨识、模糊控制、神经网络建模等功能)。MATLAB 的这些特点,使之很快成为应用学科计算机辅助分析、设计、仿真、教学乃至科技论文处理必不可少的基础软件。在国外的高等院校,MATLAB 已经成为大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在我国,随着使用 MATLAB 的需求的不断增加,一些理工类重点院校正在或已经把 MATLAB 作为攻读学位所必须掌握的一种语言工具。

本书介绍的是最新版的 MATLAB 5.1,它的功能是至今为止最为完善的。本书只是就其中最基本和最关键的内容作了详细介绍,其内容包括:MATLAB 概论、MATLAB 5.1 的使用与程序设计、MATLAB 工具箱、动态系统仿真工具 Simulink、S-function 的编写、MATLAB 图形用户界面设计技术与应用和如何获得 MATLAB 的联机帮助。其他内容可参见 MATLAB 5.1 的联机帮助或相关书籍。

本书一方面对 MATLAB 5.1 的基本使用作了详细的介绍;同时又对新版本的新特色有所涉及,使读者能够很快熟悉并使用 MATLAB 的最新版本,提高工作的效率。希望通过本书将我们所掌握的一些技巧和知识与广大的读者交流,帮助初级读者找到一条学习的捷径,同时也可为广大研究人员、工程技术人员掌握和精通 MATLAB 提供一本自学用书。

本书是文德工作室集体合作的结晶。由杨志波担任主编,参加编写工作的有汤勇、严晔隽、杨硕、陈永生、贾红昇等,文德工作室的詹文军等其他成员也为本书的完成付出了艰辛的劳动。

本书中涉及了很多函数计算与矩阵计算的公式,但是由于 MATLAB 的函数命令及原程序中无法用符合出版规范的斜体表示量和符号,所以本书采用了分别处理的方法。即正文叙述中的量用斜体表示,而源程序和函数命令中用正体表示量,但其描述的往往是同一对象。请读者予以注意。

由于作者的水平和能力的限制,本书存在错误和纰漏之处在所难免,希望广大读者不吝批评与指正。

作者

1999 年 4 月

目 录

第1章 MATLAB 概论

1.1 MATLAB 简介	(1)
1.2 MATLAB 5.1 的基本要求	(2)
1.3 MATLAB 5.1 的安装过程	(3)
1.4 MATLAB 5.1 的新特点	(6)
1.5 获取 MATLAB 最新信息的途径	(6)

第2章 MATLAB 5.1 的使用与程序设计

2.1 MATLAB 5.1 集成环境的介绍	(8)
2.2 MATLAB 语言的结构	(13)
2.3 MATLAB 语言基本命令介绍	(16)
2.3.1 常用保留量及其说明	(16)
2.3.2 常用符号说明	(17)
2.3.3 MATLAB 中的特殊矩阵表示	(20)
2.3.4 矩阵的特征参数计算	(24)
2.4 MATLAB 的控制语句	(28)
2.4.1 条件转移语句	(28)
2.4.2 循环语句	(29)
2.4.3 中断语句	(31)
2.4.4 switch 和 case 语句	(31)
2.4.5 示例	(32)
2.5 MATLAB 的管理语句	(34)
2.5.1 测取矩阵维数的函数	(34)
2.5.2 查询变量或文件是否存在的函数	(34)
2.5.3 显示精度的控制函数	(35)
2.5.4 变量删除函数	(36)
2.5.5 变量保存函数	(36)
2.5.6 变量加载函数	(37)
2.6 MATLAB 的输入输出语句	(37)
2.6.1 窗口输入语句	(37)
2.6.2 窗口输出语句	(38)
2.6.3 文件处理语句	(38)
2.7 MATLAB 中的.m 文件与.m 函数的编写	(38)
2.8 MATLAB 的绘图语句	(40)
2.8.1 二维图形绘制	(40)
2.8.2 三维图形绘制	(45)
2.8.3 图形的简单修改	(50)

第3章 MATLAB 工具箱

3.1	控制系统工具箱介绍	(54)
3.1.1	线性系统模型的描述与基本操作	(54)
3.1.2	控制系统辅助分析工具	(63)
3.1.3	控制系统设计工具	(69)
3.1.4	LTIVIEW——界面友好的的系统分析工具	(73)
3.1.5	其它	(76)
3.2	符号运算工具箱	(77)
3.2.1	如何开始自己的符号运算	(77)
3.2.2	符号工具箱中的主要工具	(83)
第4章 动态系统仿真工具 Simulink		
4.1	Simulink 简介及快速入门	(91)
4.1.1	Simulink 简介	(91)
4.1.2	Simulink 快速入门	(92)
4.2	创建仿真模型	(97)
4.2.1	运行 Simulink	(97)
4.2.2	创建或打开模型	(97)
4.2.3	模块的操作	(97)
4.2.4	模块库	(100)
4.2.5	连线	(102)
4.2.6	信号标签	(102)
4.2.7	注解	(102)
4.2.8	创建子系统	(103)
4.2.9	保存模型	(103)
4.2.10	打印模块框图	(103)
4.2.11	模型浏览器	(104)
4.2.12	结束 Simulink 仿真	(105)
4.3	仿真及其结果分析	(105)
4.3.1	使用菜单命令开始仿真	(105)
4.3.2	用命令行进行仿真	(110)
4.3.3	仿真结果分析	(110)
4.4	封装模块	(111)
4.4.1	初始化属性页	(112)
4.4.2	图标属性页	(113)
4.4.3	文档属性页	(114)
4.5	条件运行子系统	(115)
4.5.1	使能子系统	(116)
4.5.2	触发子系统	(116)
4.5.3	触发使能的子系统	(118)
4.6	Simulink 库模块功能简介	(118)
第5章 S-function 的编写		
5.1	概述	(122)
5.2	S-function 的工作原理	(123)
5.2.1	什么是 S-function	(123)

5.2.2	S-function 的工作原理	(124)
5.3	如何用 MATLAB 语言写 S-function	(128)
5.3.1	M 文件 S-function	(128)
5.3.2	示例	(132)
5.4	如何用 C 语言写 S-function	(138)
5.4.1	MEX 文件 S-function	(140)
5.4.2	示例	(143)
5.4.3	有关函数定义	(151)
第 6 章	MATLAB 图形用户界面设计技术与应用	
6.1	概述	(155)
6.1.1	MATLAB 5.1 的图形处理系统	(155)
6.1.2	高级图形处理	(155)
6.1.3	Handle Graphics 图形系统	(156)
6.1.4	构造交互式图形用户界面(GUI)	(156)
6.2	Handle Graphics 图形系统	(156)
6.2.1	Handle Graphics 系统的结构	(156)
6.2.2	Handle Graphics 系统中的图形对象	(157)
6.2.3	图形对象的属性	(159)
6.2.4	创建图形对象	(160)
6.3	设计应用程序的图形用户界面	(160)
6.3.1	GUI 的开发工具——Guide	(160)
6.3.2	GUI 的设计原则和步骤	(163)
6.3.3	设计中使用高级绘图函数	(163)
6.4	应用程序的图形用户界面的实现	(164)
6.4.1	Handle Graphics 系统及图形属性编辑器	(165)
6.4.2	控制面板和图形用户界面的布局规划	(165)
6.4.3	编写回调函数代码	(177)
6.5	一个完整的 GUI 示例	(184)
第 7 章	如何获得 MATLAB 的联机帮助	
7.1	在 MATLAB 命令窗口中获得帮助	(187)
7.2	在 Simulink 中获得帮助	(191)

第 1 章 MATLAB 概论

本章主要介绍 MATLAB 5.1 对计算机硬件、软件的基本要求以及在 Windows 平台下的安装方法,并简要介绍一下 MATLAB 5.1 的新特点。本章的内容包括如下主题:

- MATLAB 简介
- MATLAB 5.1 的基本要求
- MATLAB 5.1 的安装过程
- MATLAB 5.1 的新特点
- 获取 MATLAB 最新信息的途径

1.1 MATLAB 简介

在科学研究和工程计算中,大量的数学计算是摆在人们面前的一个无法回避的问题,其中就包括矩阵运算。这些运算采用手工的方式一般来说难以做到既准确又快捷,但借助计算机这一现代化的工具就方便多了。掌握 Basic、Fortran 和 C 等高级语言的读者经常遇到有关矩阵运算和图形显示等方面的问题,如果利用这些语言进行编程,不仅要求对有关算法有深刻的了解,而且程序代码繁杂。编写这样的程序不仅费时费力,而且可靠性很低。同时,即使是对于同一个问题,不同的人编写出来的程序也各不相同,通用性较差。这些情况造成了资源浪费,从而也会影响工作的进度和效率。

为了克服上述困难,美国的 MathWorks 公司推出了 MATLAB 仿真软件包,并在不断地扩充和完善。MATLAB 的首创者是 Cleve Moler 博士,他在数值分析领域颇有影响。在 70 年代中期,Cleve Moler 博士及其合作伙伴开发出了当时在矩阵计算方面具有相当水平的两个软件包——LINPACK(线性代数软件包)和 EISPACK(解特征值问题的软件包),用 Fortran 语言编写完成。在 70 年代末到 80 年代初,Cleve Moler 博士利用这两个软件包,开发出了最早的 MATLAB(MATrix LABoratory)。1984 年,MathWorks 公司正式宣告成立,同年将 MATLAB 推向市场。现在的 MATLAB 已经完全用 C 语言进行了改写,并逐步增加了绘图、多媒体等功能。1992 年,MathWorks 公司推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版本,并在 1993 年推出了 MATLAB 4.0 的微机版,其可以在 Microsoft 的 Windows 操作系统下运行,从而迅速拓宽了 MATLAB 的应用范围。目前 MATLAB 的最新版本为 1997 年推出的 MATLAB 5.1,这个版本是在 MATLAB 5.0 的基础上扩充完成的。从 MATLAB 5.0 和 Simulink 2.0 版本开始,实现了真正的 32 位运算,数值计算更加快速,图形的处理更为有效,用户界面更加直观友好。

MATLAB 语言具有如下特点。

(1) 编程效率高

MATLAB 语言允许用数学形式直接编写程序,书写的方式非常接近常用的形式,类似排列公式求解问题的过程,可以称得上是一种“演算式”语言。正是由于 MATLAB 编程简单易

懂,所以它的编程效率高、出错概率小,便于广大工程研究人员的学习和使用。

(2) 扩充性好

由于 MATLAB 提供了强大的矩阵处理和绘图功能,很多工程领域,尤其是控制领域的专业研究人员,基于 MATLAB 环境开发出了针对自己领域的工具箱,比如控制系统工具箱(Control System Toolbox)、信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、系统辨识工具箱(System Identification Toolbox)、鲁棒控制工具箱(Robust Control Toolbox)等等。此外,MathWorks 公司在 1992 年推出的交互式模型输入与仿真环境 Simulink 更为 MATLAB 的使用和扩充提供了强大的支持。有关 Simulink 的详细介绍参见第 4 章“动态系统仿真工具 Simulink”。

从与其他高级语言的兼容来说,MATLAB 也独具特色,它可以通过建立 MEX 文件的形式调用 Fortran 和 C 语言的程序,完成混合编程。在 Simulink 中的 S-function 模块还可以直接用标准 C 语言进行描述,方便用户的使用。上述内容将在第 5 章“S-function 的编写”中详细讲解。

(3) 使用方便

MATLAB 在运行时,可以在命令行窗口输入 MATLAB 语句或某个 .m 文件(MATLAB 可执行文件)的名字,MATLAB 环境直接解释这条语句,将结果显示出来。如果执行过程中出现了错误,MATLAB 会给出详细的出错信息,用户可以简单地在此提示下作出正确的修改后再次执行代码。

从严格的意义上讲,MATLAB 不能算是一种计算机语言,因为用 MATLAB 开发出来的程序只能在 MATLAB 环境中才能运行,不能生成独立的可执行文件。在本书中没有严格地区分这种差别,并且 MATLAB 在功能上已经具备了计算机语言的结构与性能,所以本书后续的内容仍将继续使用“MATLAB 语言”这种提法。

总之,MATLAB 是一个优秀的仿真软件,本书将介绍目前最新的 MATLAB 5.1 的 PC 机版本,读者在今后的学习和使用中可以不断地感受到它的便利。

1.2 MATLAB 5.1 的基本要求

MATLAB 在常用的计算机系统中都可以运行,如 IBM 小型机、SUN 工作站、Macintosh 微型机等。本书介绍在 PC 机上运行的 MATLAB 5.1 版本对系统软件和硬件的基本要求。

- CPU:要求使用带有 487 数学协处理器的 486 处理芯片或更高的处理器(如 Pentium, Pentium Pro 或 Pentium II)。
- 操作系统:Microsoft Windows 95, Windows NT 或更高版本。
- CD-ROM 光驱。
- 显示卡:至少支持 256 色。
- 足够的硬盘:这将取决于安装的选项,用户可以根据自己的需要选择是否安装帮助文件、是否安装某些工具箱,由此可知安装所需要的硬盘大小。
- 网络功能:在 Windows 95 下仅支持静态分配 IP 地址,不支持多块以太网卡。

- 内存:在 Windows 95 下,最少需要 8MB 内存,推荐使用 16MB 内存;在 Windows NT 3.51 或 4.0 下,最少需要 12MB 内存,推荐使用 16MB 内存。

1.3 MATLAB 5.1 的安装过程

MATLAB 5.1 的安装非常简单,只要按照安装程序的步骤和提示,根据具体需要一步一步地进行下去即可。

下面简单地介绍一般的安装过程。

- 1) 将 MATLAB 5.1 的安装光盘放入光驱中,找到 setup.exe 文件,双击它开始安装。
- 2) 按照安装向导的提示进行,在 Select MATLAB Components 对话框中选择用户需要安装的选项,可选择的 MATLAB 部件包括 MATLAB, Simulink 和各个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),如图 1.1 所示。

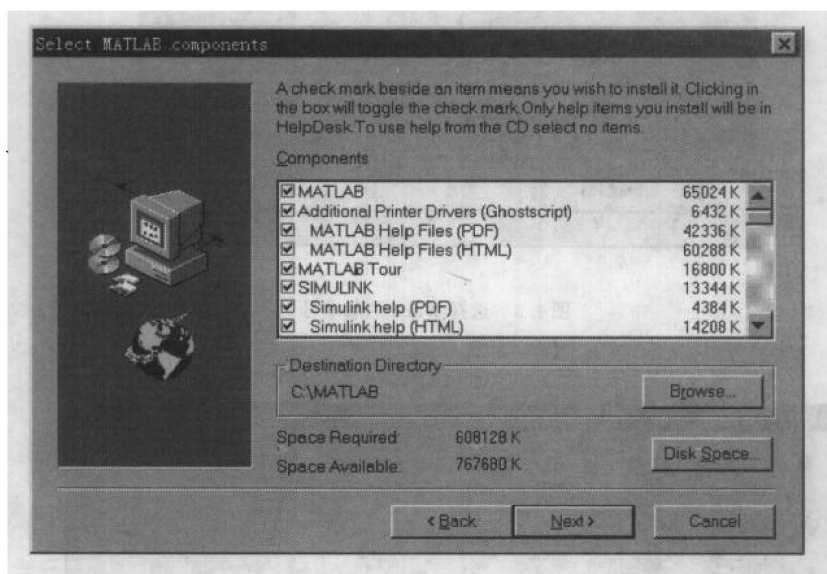


图 1.1 Select MATLAB Components 对话框

- 3) 在图 1.1 所示的 Select MATLAB Components 对话框中,可以改变安装到硬盘上的目标路径,安装程序默认的路径为“C:\MATLAB”,点击“Browse...”按钮,可以设置安装路径。
- 4) 单击 Next> 进入文件的解压缩和复制过程。
- 5) 接下来安装向导会提问是否安装 MATLAB Notebook。如果用户的计算机上已经安装了 Microsoft Word,那么就可以选择安装 MATLAB Notebook,如图 1.2 所示。单击 Yes 确认安装,单击 No 取消安装。
- 6) 如果安装 MATLAB Notebook,下一步可以选择 Word 的版本号:Word 6.0、Word 7.0 或 Word 97。如图 1.3 所示。
- 7) 指定 Word 以及 Word 模板的位置,如图 1.4 和图 1.5 所示。
- 8) 安装完毕。如果在安装的选项中选择了安装 Excel Link,那么为了运行 MATLAB,必

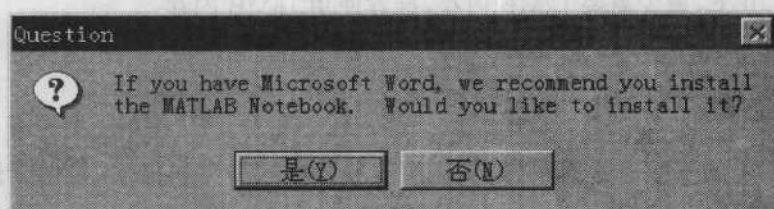


图 1.2 选择是否安装 MATLAB Notebook

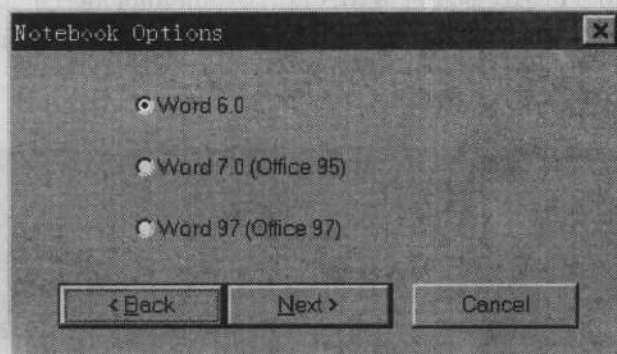


图 1.3 选择 Word 的版本号

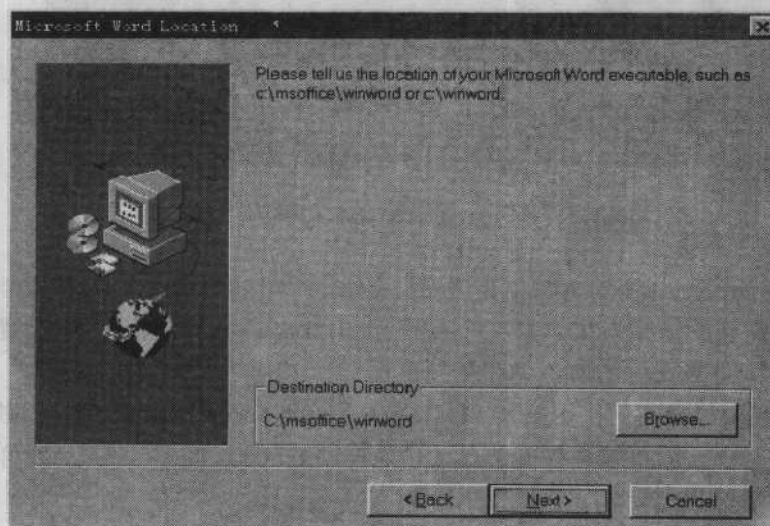


图 1.4 指定 Word 的位置

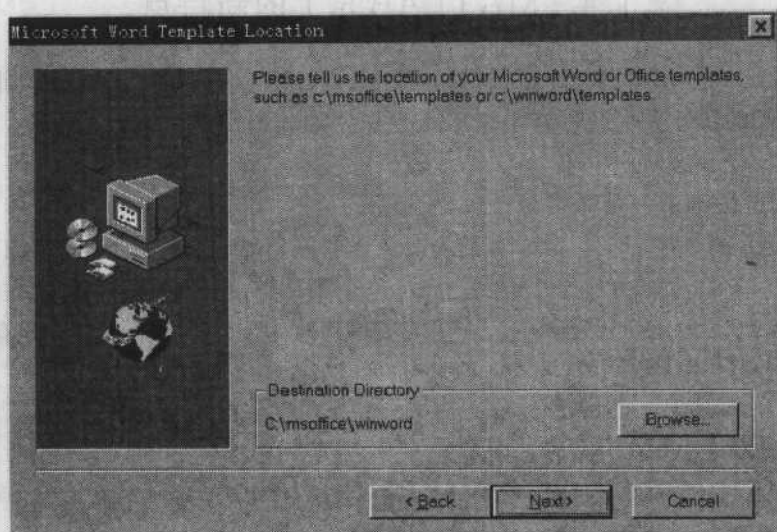


图 1.5 指定 Word 模板的位置

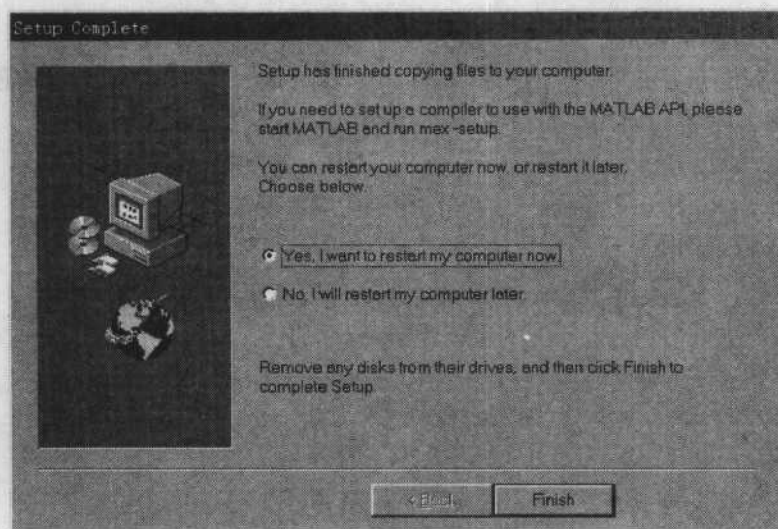


图 1.6 Setup Complete 对话框

须重启计算机。用户可以选择 Yes, I want to restart my computer now (立即重启计算机) 或 No, I will restart my computer later (以后重启计算机)。单击 Finish 结束安装, 如图 1.6 所示。

1.4 MATLAB 5.1 的新特点

MATLAB 5.1 与 MATLAB 5.0 相比,在 MATLAB 语言和环境设置、绘图、打印以及应用程序接口等方面都有所改进。这里举出几个重要的改进。

(1) TCP/IP 协议不再是必需的条件

在 MATLAB 5.0 中,即使不安装 MATLAB 的网络功能,正常运行 MATLAB 5.0 都需要安装 TCP/IP 协议。而在 MATLAB 5.1 中,这个条件已经不是必需的了。在 MATLAB 5.0 中依靠 TCP/IP 协议的用户界面部分已经重新编写,改为使用 ActiveX 控件。有关 ActiveX 控件的知识可参见相关书籍。

(2) Notebook 支持 Microsoft Office 97

MATLAB 5.0 中的 Notebook 不支持 Microsoft Office 97, MATLAB 5.1 中的 Notebook 提供了对 Microsoft Office 97 的支持。

注意: MATLAB 5.1 中的 Notebook 全面支持 Windows NT 下的 Microsoft Office 97。但在 Windows 95 下的 Microsoft Office 97,如果要打印含有 MATLAB 图形或曲线的文档时,可能会出现打印异常,打印的结果与文档中的显示可能会不一致。

(3) 支持多字节的使用

MATLAB 5.1 在字符串、句柄图形属性和 Simulink 块中支持多字节的使用,但在变量名、文件名、函数名中不能使用多字节。

(4) 对 Simulink、Real-Time Workshop 和一些工具箱进行了升级

重要的升级版本如下:

Simulink 2.1 ;

Real-Time Workshop 2.1(实时代码生成工具);

DSP Blockset 2.0 (数字信号处理模块集);

Fixed-Point Blockset 1.0.2 (固定点模块集);

Image Processing Toolbox 2.0(图形处理工具箱);

Symbolic Math Toolboxes 2.0 (符号数学工具箱);

Communications Toolbox 1.2(通信工具箱)。

1.5 获取 MATLAB 最新信息的途径

在 Internet 迅速发展的今天,网络成为人们获取最新信息的最佳途径。如果用户在使用中有什么需求,可以直接在 Internet 上与 MathWorks 公司进行联系。下面给出 MathWorks 公司的一些网址:

- www 网址——<http://www.mathworks.com>

- 匿名 FTP 服务——<ftp.mathworks.com>
- 新闻组——<comp.soft-sys.matlab>

MathWorks 公司的 e-mail 联系如下：

- 技术支持——support@mathworks.com
- 改进建议——suggest@mathworks.com
- 指出 MATLAB 中的缺陷——bugs@mathworks.com
- 最新产品介绍——info@mathworks.com
- MATLAB 会议信息——conference@mathworks.com
- MATLAB 新闻——news-notes@mathworks.com

MathWorks 公司的其他联系方式如下：

- 电话——508-647-7000
- 传真——508-647-7001
- 信件——The MathWorks, Inc.
24 Prime Park Way
Natick, MA 01760-1500

第 2 章 MATLAB 5.1 的使用与程序设计

MATLAB 语言从根本上来讲是一种函数型的语言。在本章的学习中应该抓住这个主要特点,熟练掌握本章介绍的 MATLAB 语言的一些基本命令和使用方法,这是使用 MATLAB 语言进行程序设计的前提。

应该提醒读者的是,既然 MATLAB 语言是一种函数型的语言,所以其中函数的数量是相当大的。本书不可能介绍所有的函数用法,也没有必要这样做。作者认为正确的学习方法应该是掌握最基本的语言特点和函数用法,同时应该掌握的是使用软件本身提供的帮助,通过帮助找到自己需要的函数以及它们的用法,而不必仅仅局限于书上讲到的函数。这种思想在学习其他计算机高级语言时同样适用。本章介绍的函数都是最基本的函数,应该熟练掌握。至于 MATLAB 语言帮助的使用,本书在第 7 章有详细的专门介绍。

本章的内容包括:

- MATLAB 5.1 集成环境的介绍
- MATLAB 语言的结构
- MATLAB 语言基本命令介绍
- MATLAB 的控制语句
- MATLAB 的管理语句
- MATLAB 的输入输出语句
- MATLAB 的绘图语句

2.1 MATLAB 5.1 集成环境的介绍

MATLAB 5.1 是一个高度集成的语言环境,使用起来非常方便。启动 MATLAB 5.1 的方法如下:选择“开始/程序/MATLAB”,单击其中的 MATLAB 应用程序图标。

MATLAB 5.1 启动后会进入其命令窗口(MATLAB Command Window),如图 2.1 所示。

(1) 菜单条的用法

在命令窗口下的菜单条上,共有 4 个下拉式菜单:File,Edit,Windows 和 Help。其中,File 菜单下包含的选项最多,如图 2.2 所示。

下面简要介绍 File 菜单下选项的含义。

- New 及其子菜单:允许用户打开一个新的文件(M 文件)、新的图形窗口(Figure)或 Simulink 编辑界面(Model)。
- Open:选择这个选项,会出现一个如图 2.3 所示的对话框,指定相应的路径和文件名就可以打开一个已经存在的.m 文件。
- Load Workspace...:选择这个选项,会出现一个如图 2.4 所示的对话框,指定相应的路径和文件名就可以加载一个已经存在的.mat 文件。这样可将用户以前保存的一个工

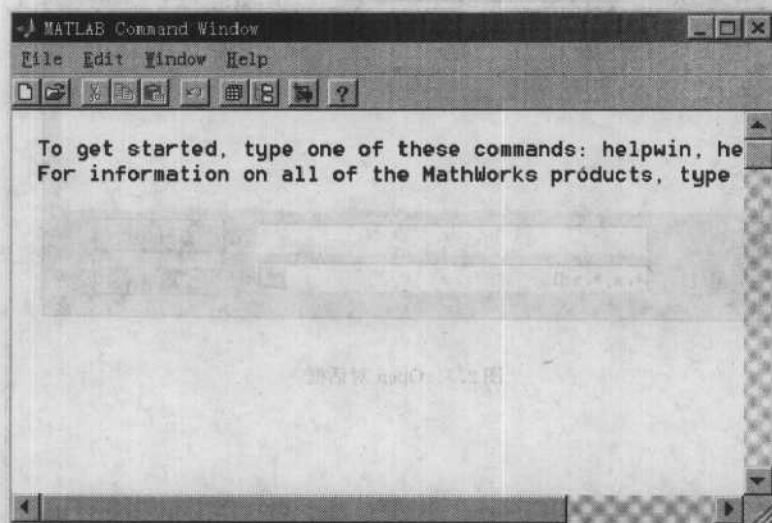


图 2.1 MATLAB 命令窗口

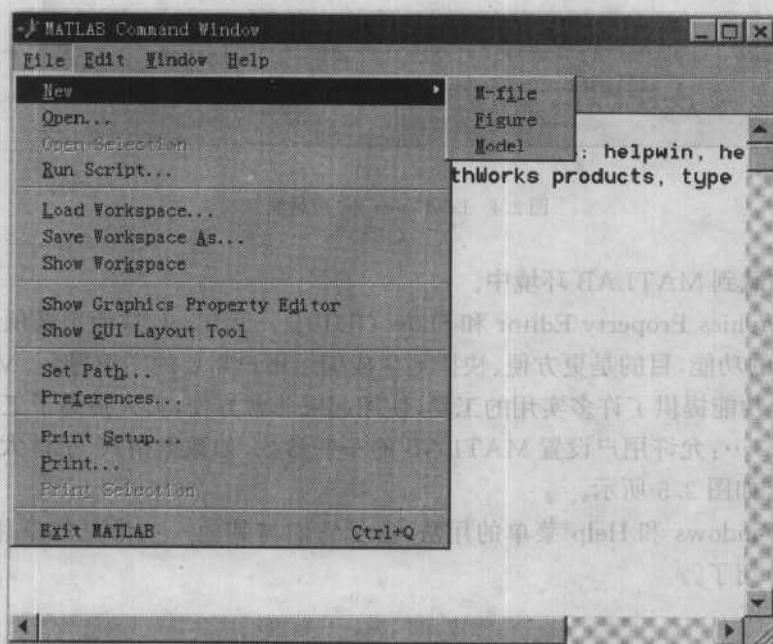


图 2.2 File 菜单下的选项

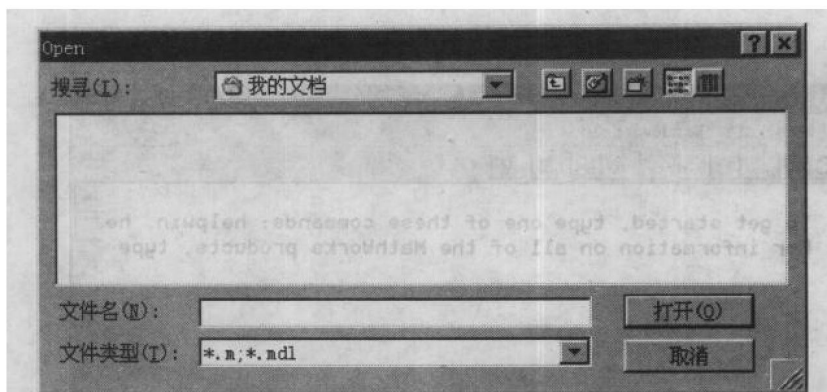


图 2.3 Open 对话框

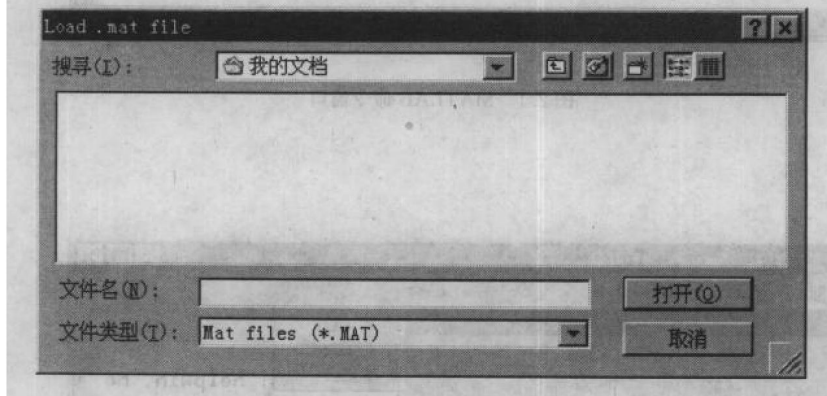


图 2.4 Load .mat file 对话框

作空间加载到 MATLAB 环境中。

- Show Graphics Property Editor 和 Show GUI Layout Tool: 这两个选项是 MATLAB 5.1 新增的功能, 目的是更方便、快捷地生成满足用户需要的图形界面。MATLAB 5.1 的这两个功能提供了许多实用的工具, 使用起来非常方便, 大大提高了工作效率。
- Preferences...: 允许用户设置 MATLAB 的一些参数, 如数据格式、字体大小与颜色、复制选项等, 如图 2.5 所示。

至于 Edit、Windows 和 Help 菜单的用法, 由于它们与其他一些常见的应用软件用法相同, 这里就不再介绍了。

(2) 工具栏的用法

工具栏如图 2.6 所示。

工具栏上按钮的含义依次如下:

- 打开一个新的 .m 文件编辑器窗口