



高等学校电子信息类专业规划教材

MATLAB 程序设计与应用

肖伟 刘忠 编著
曾新勇 吕兰兰



清华大学出版社
[Http://www.tup.tsinghua.edu.cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)



北京交通大学出版社
[Http://press.bjtu.edu.cn](http://press.bjtu.edu.cn)



21 世纪高等学校电子信息类专业规划教材

MATLAB 程序设计与应用

肖 伟 刘 忠 编 著
曾新勇 吕兰兰

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

MATLAB 是一种使用简便的工程计算语言。它以矩阵运算为基础,把计算、可视化、程序设计融合到一个交互工作环境中,实现工程计算、算法研究、建模和仿真、数据统计分析、工程绘图、应用程序开发等功能。本书全面介绍 MATLAB 的功能及使用方法,包括 MATLAB 基本应用及高级应用。通过大量实例,展示了 MATLAB 在图像处理、仿真设计、优化设计、神经网络、程序接口等方面的最新应用。

本书可作为高等学校电子信息类专业本科或研究生教材,也可供广大科技工作者参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计与应用/肖伟等编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2005.7

(21 世纪高等学校电子信息类专业规划教材)

ISBN 7-81082-588-7

I. M… II. 肖… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB-程序设计-高等学校-教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 084862 号

责任编辑:杨伟 特邀编辑:孙江宏

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:14 字数:339 千字

版次:2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-81082-588-7/TP·216

印数:1~4 000 册 定价:19.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043,51686008;传真:010-62225406;E-mail:press@center.bjtu.edu.cn。

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司自 1984 年开始推出的一种使用简便的工程计算语言,以矩阵运算为基础,把计算、可视化、程序设计融合到了一个交互的工作环境中,可以实现工程计算、算法研究、建模和仿真、数据统计分析、工程绘图、应用程序开发等功能。而且, MATLAB 提供的工具箱为各行各业的用户提供了丰富而实用的资源。

在欧美各高等院校中, MATLAB 已经成为数学、自动控制、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理、计算机辅助测试等诸多课程的基本教学工具,成为大学生和研究生必须掌握的基本技能。

作者已开设了 4 届 MATLAB 语言课程,受到各专业学生的欢迎。选择 MATLAB 作为毕业设计和后继课程的解题工具,可以使学生从繁杂的计算中解放出来,大大推动了计算机和其他专业课程相结合,明显提高了教学效果。

本书全面介绍了 MATLAB 的功能及使用方法,可作为高等学校电子信息类专业本科或研究生学习的教材,也可供广大科技工作者参考。

本书由肖伟、刘忠、曾新勇、吕兰兰编写;在编写过程中,吴宇、孙卫国、常咏梅、钱英姿、许学群、朱毅雅、孙悦娟做了大量辅助工作。

限于学识,书中错误和疏漏在所难免,请读者不吝指教,作者将不胜感激!

作 者
2005 年 7 月

目 录

| | |
|---------------------------|------|
| 第 1 章 MATLAB 概述 | (1) |
| 1.1 MATLAB 的发展历史 | (1) |
| 1.2 MATLAB 的主要功能和特点 | (1) |
| 1.2.1 MATLAB 的主要功能 | (1) |
| 1.2.2 MATLAB 的特点 | (2) |
| 1.3 MATLAB 命令窗口 | (2) |
| 1.4 MATLAB 文件管理 | (4) |
| 1.5 如何获得帮助 | (5) |
| 1.6 MATLAB 功能演示 | (5) |
| 第 2 章 MATLAB 程序设计 | (7) |
| 2.1 变量 | (7) |
| 2.1.1 变量的命名 | (7) |
| 2.1.2 内存变量的管理 | (8) |
| 2.1.3 矩阵变量的建立 | (9) |
| 2.2 MATLAB 运算 | (13) |
| 2.2.1 算术运算 | (13) |
| 2.2.2 关系运算 | (14) |
| 2.2.3 逻辑运算 | (15) |
| 2.2.4 操作符 | (16) |
| 2.2.5 常用函数 | (20) |
| 2.3 MATLAB 程序设计 | (21) |
| 2.3.1 M 文件 | (21) |
| 2.3.2 数据的输入输出 | (23) |
| 2.3.3 选择结构 | (24) |
| 2.3.4 循环结构 | (27) |
| 2.3.5 函数文件 | (29) |
| 2.3.6 文件操作 | (30) |
| 第 3 章 MATLAB 数值计算 | (40) |
| 3.1 矩阵运算 | (40) |
| 3.1.1 特殊矩阵 | (40) |
| 3.1.2 矩阵变换 | (41) |
| 3.1.3 矩阵的逆与秩 | (42) |
| 3.1.4 矩阵的范数和条件数 | (43) |
| 3.1.5 矩阵的特征值和特征向量 | (45) |

| | | |
|------------|--------------------|-------------|
| 3.2 | 稀疏矩阵 | (46) |
| 3.2.1 | 矩阵的存储方式 | (47) |
| 3.2.2 | 创建稀疏矩阵 | (47) |
| 3.2.3 | 稀疏矩阵的查看与运算 | (48) |
| 3.3 | 数据处理与多项式运算 | (50) |
| 3.3.1 | 数据统计与分析 | (50) |
| 3.3.2 | 曲线拟合 | (54) |
| 3.3.3 | 数值插值 | (56) |
| 3.3.4 | 数值微分 | (58) |
| 3.3.5 | 数值积分 | (59) |
| 3.3.6 | 多项式及其运算 | (61) |
| 第4章 | MATLAB 符号计算 | (64) |
| 4.1 | 符号计算基础 | (64) |
| 4.1.1 | 符号对象的创建 | (64) |
| 4.1.2 | 基本的符号运算 | (66) |
| 4.2 | 微分运算 | (66) |
| 4.2.1 | 符号函数的极限 | (67) |
| 4.2.2 | 符号函数的微分 | (67) |
| 4.3 | 积分运算 | (68) |
| 4.3.1 | 符号函数的不定积分 | (68) |
| 4.3.2 | 符号函数的定积分 | (69) |
| 4.4 | 泰勒级数 | (70) |
| 4.5 | 求解方程 | (70) |
| 4.5.1 | 代数方程 | (70) |
| 4.5.2 | 代数方程组 | (71) |
| 4.5.3 | 微分方程和微分方程组 | (72) |
| 4.6 | 积分变换 | (73) |
| 4.6.1 | 傅立叶变换和逆变换 | (73) |
| 4.6.2 | 拉普拉斯变换和逆变换 | (75) |
| 4.6.3 | Z 变换和逆 Z 变换 | (76) |
| 第5章 | MATLAB 绘图 | (77) |
| 5.1 | 二维图形 | (78) |
| 5.1.1 | 基本函数 | (78) |
| 5.1.2 | 图形处理 | (84) |
| 5.2 | 三维图形 | (88) |
| 5.2.1 | 基本函数 | (88) |
| 5.2.2 | 三维线条图 | (89) |
| 5.2.3 | 三维网格图 | (90) |
| 5.2.4 | 三维表面图 | (92) |

| | | |
|------------|-------------------------------|--------------|
| 5.3 | 专用图形 | (95) |
| 5.3.1 | 条形图 | (95) |
| 5.3.2 | 直方图 | (97) |
| 5.3.3 | 等高线图 | (99) |
| 5.3.4 | 饼形图 | (102) |
| 5.3.5 | 离散数据图 | (103) |
| 5.3.6 | 瀑布图 | (105) |
| 5.4 | 图像与动画 | (105) |
| 5.4.1 | 图像 | (105) |
| 5.4.2 | 图形打印 | (109) |
| 5.5 | 动画 | (109) |
| 第6章 | SIMULINK 仿真 | (112) |
| 6.1 | SIMULINK 的基本操作 | (114) |
| 6.1.1 | SIMULINK 窗口 | (114) |
| 6.1.2 | SIMULINK 模块操作 | (114) |
| 6.1.3 | 模块的连线 | (114) |
| 6.2 | SIMULINK 的基本模块 | (115) |
| 6.3 | 仿真模型参数的设置 | (122) |
| 6.4 | 数字电路仿真 | (125) |
| 6.4.1 | 简单逻辑门电路的设计 | (126) |
| 6.4.2 | 子系统的建立与封装 | (126) |
| 6.4.3 | 8线3线编码器的设计 | (132) |
| 6.4.4 | 3线8线译码器的设计(组合逻辑模块设计) | (137) |
| 6.5 | 模糊控制设计 | (145) |
| 第7章 | MATLAB 辅助优化设计 | (152) |
| 7.1 | 辅助优化基础知识 | (152) |
| 7.2 | 线性规划 | (152) |
| 7.3 | 无约束非线性规划 | (157) |
| 7.4 | 约束最优化 | (160) |
| 7.5 | 多目标规划 | (168) |
| 7.6 | 最小二乘优化 | (171) |
| 7.7 | 方程求解 | (176) |
| 第8章 | MATLAB 神经网络分析与设计 | (179) |
| 8.1 | 神经网络概述 | (179) |
| 8.2 | 感知器 | (179) |
| 8.3 | 线性神经网络 | (186) |
| 8.4 | BP 网络 | (188) |
| 8.5 | 径向基网络 | (194) |
| 8.6 | 自组织网络 | (196) |

| | |
|-------------------------------|--------------|
| 8.7 回归网络 | (202) |
| 第9章 MATLAB 的程序接口 | (204) |
| 9.1 MEX 文件 | (204) |
| 9.2 MAT 文件 | (207) |
| 9.3 MATLAB 计算引擎 | (211) |
| 参考文献 | (215) |

第 1 章 MATLAB 概述

在计算机技术日益发展的今天,计算机的应用正逐步将科技人员从繁重的计算工作中解脱出来。在科学研究和工程应用中,往往需要进行大量的数学计算,目前比较流行的科学计算语言有 MATLAB、MATHEMATICA、MAPLE、MATHCAD 等。其中 MathWorks 公司推出的 MATLAB,由于其强大的功能和广泛的应用性,受到越来越多的科技工作者的欢迎。

在这一章里,我们将简要介绍 MATLAB 的发展历史、主要功能及其特点,希望读者能够对 MATLAB 有一个感性认识,为今后的学习奠定基础。

1.1 MATLAB 的发展历史

MATLAB 的产生和数学计算是紧密联系在一起。20 世纪 70 年代中期,Cleve Moler 博士及其同事在美国国家基金会的帮助下,开发了 LINPACK 和 EISPACK 的 FORTRAN 语言子程序库。当时,这两个程序库代表了矩阵运算的最高水平。

1980 年前后,时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授在给学生讲授线性代数课程时,为了让学生能使用这两个子程序库,同时又不用在编程上花费过多的时间,便着手编写了接口程序并命名为 MATLAB(意为“矩阵实验室”),这个程序是用 FORTRAN 语言编写的,尽管功能十分简单,但因为是免费软件,所以在多所大学里得到了广泛使用。

20 世纪 80 年代中期,Cleve Moler 和 John Little 采用 C 语言重新编写了 MATLAB 的核心,合作开发了 MATLAB 第 1 版,大大提高了它的运算效率。1984 年,他们成立了 MathWorks 公司,并将 MATLAB 正式推向商业市场。

以后,MATLAB 版本不断更新。MathWorks 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 4.0 版,并于 1993 年推出了可以在 Windows 3. x 环境下使用的版本,使其应用范围越来越广。1994 年推出的 4.2 版扩充了 4.0 版的功能,1997 年推出的 5.0 版使编程更方便,1999 年初推出的 5.3 版在很多方面又进行了进一步改进。2001 年 MathWorks 公司推出了 MATLAB 6.1 版,这个版本对计算机的配置要求比较高。近来 MathWorks 公司又推出了 MATLAB 的 6.5 版和 7.0 版,其中增加了与 DSP 开发软件的接口,同时更新了大量的工具包。因此,本书将以 5.3 版、6.5 版、7.0 版的 MATLAB 为基础,全面介绍 MATLAB 的功能和使用方法。

1.2 MATLAB 的主要功能和特点

1.2.1 MATLAB 的主要功能

经过多年的完善和发展,MATLAB 除了原有的数值计算功能之外,还具备了越来越多其他的功能:

1. 数值计算功能

MATLAB 具有出色的数值计算能力,它的计算速度快、精度高、收敛性好,而且所采用的数值计算算法都是国际公认的最先进的、最可靠的算法。高质量的数值计算功能为 MATLAB 赢得了声誉。

2. 符号计算功能

在数学、应用科学和工程计算领域,用户往往要进行大量的符号计算和推导。为了增强 MATLAB 的符号计算功能,1993 年 MathWorks 公司向加拿大滑铁卢大学购买了具有强大符号计算能力的数学软件 MAPLE 的使用权,并以 MAPLE 的内核作为符号计算的引擎,依靠其已有的库函数,实现了 MATLAB 的符号计算功能。

3. 数据分析和可视化功能

在科学计算和研究工作中,技术人员经常会遇到大量的原始数据,而对数据的分析往往难于入手,如果能将这些数据以图形方式显示出来,不仅使数据间的关系清晰明了,而且对于揭示其内在本质往往有着非常重要的作用。在后面的章节中,我们将详细介绍 MATLAB 的绘图功能。

4. SIMULINK 动态仿真功能

SIMULINK 是 MATLAB 为模拟动态系统而提供的一个交互式程序。SIMULINK 允许用户在屏幕上绘制框图来模拟一个系统,并动态地控制该系统。采用鼠标驱动方式,能够处理线性、非线性、连续、离散等多种系统。它还提供了两个应用程序扩展,分别是 SIMULINK EXTENSIONS 和 BLOCKSETS。

1.2.2 MATLAB 的特点

1. 可扩展性

MATLAB 最重要的特点是易于扩展,它允许用户自行建立指定功能的 M 文件。对于一个从事特定领域的工程师来说,不仅可利用 MATLAB 所提供的函数及基本工具箱函数,还可方便地构造出专用函数,从而大大扩展了其应用范围。

2. 易学易用性

MATLAB 不需要用户有高深的数学知识和程序设计能力,不需要用户深刻了解算法及编程技巧。

3. 高效性

MATLAB 语句功能强大,一条语句就可完成十分复杂的任务。如 fft 语句可完成对指定数据的快速傅里叶变换,这相当于上百条 C 语言语句的功能。它大大加快了工程技术人员从事软件开发的效率。据 MathWorks 公司声称,MATLAB 软件中所包含的源代码相当于 70 万行 C 代码。

1.3 MATLAB 命令窗口

启动 MATLAB 后,屏幕上会出现 MATLAB 命令窗口(如图 1-1 所示),它提供了用户和 MATLAB 交互操作的环境。MATLAB 命令窗口的组成和一般 Windows 95/98 窗口的组成类似。在图 1-1 中,命令窗口的菜单栏包含 File、Edit、View、Window 和 Help 共 5 个菜单项。其

工具栏提供了 10 个命令按钮,按钮名称及功能如图 1-2 所示。这些命令按钮均有对应的菜单命令,但比菜单命令更快捷、方便。

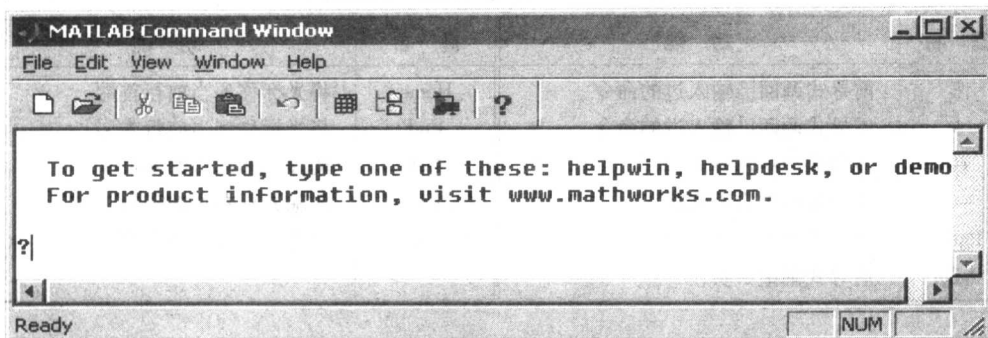


图 1-1 MATLAB 命令窗口



图 1-2 命令窗口的工具栏

命令窗口的菜单栏和工具栏下方是命令编辑区,命令编辑区用于输入命令和显示计算结果。选择 File 菜单中的 Preference 命令,可以设置命令编辑区的显示风格。一般来说,在命令编辑区的一个命令行输入一条命令,命令行以回车结束。一个命令行也可以输入若干条命令,各命令之间以逗号或分号分隔。例如,

```
a=5,b=6
a=5;b=6
```

以上两个命令行都是合法的,第一个命令行执行后显示 a 和 b 的值,第二个命令行因命令 a=5 后面带有分号,a 的值不显示,而只显示 b 的值。如果一个命令行很长,在一个物理行之内写不下,可以在第一个物理行之后加上三个小黑点并按下回车键,然后接着下一个物理行继续写命令的其他部分。三个小黑点称为续行符,即把下面的物理行看作该行的“逻辑”继续。例如,

```
a=1+2+3+4+5+6+...
7+8+9+10
```

这是一个命令行,但占用两个物理行,第一个物理行以续行符结束,第二个物理行是上一行的继续。

在 MATLAB 里,有很多的控制键和方向键可用于命令行的编辑,如果能熟练使用这些键将大大提高操作效率。例如,重新输入命令时,用户不用输入整行命令,而只需按 ↑ 键调

出刚才输入的命令行即可。表 1-1 介绍了 MATLAB 命令行编辑的常用控制键及其功能。

表 1-1 命令行编辑的常用控制键

| 键 名 | 功 能 | 键 名 | 功 能 |
|------|--------------|-----------|------------|
| ↑ | 前寻式调回已输入过的命令 | Home | 将光标移到当前行首端 |
| ↓ | 后寻式调回已输入过的命令 | End | 将光标移到当前行末尾 |
| ← | 在当前行中左移光标 | Del | 删除光标右边的字符 |
| → | 在当前行中右移光标 | BackSpace | 删除光标左边的字符 |
| PgUp | 前寻式翻滚一页 | ESC | 删除当前行全部内容 |
| PgDn | 后寻式翻滚一页 | | |

1.4 MATLAB 文件管理

为了对文件进行有效的组织和管理, MATLAB 跟其他软件一样有自己的一套目录结构,不同类型的文件放在不同的目录下,其中,work 子目录是用户工作目录。对 work 子目录的设置是很重要的,它直接影响到用户所编程序的存放位置和搜索路径。对 work 子目录的设置有一种最简单的方法,单击命令窗口工具栏上的路径浏览按钮,打开路径浏览器进行设置。

启动路径浏览器后,屏幕上出现如图 1-3 所示的路径浏览器窗口。

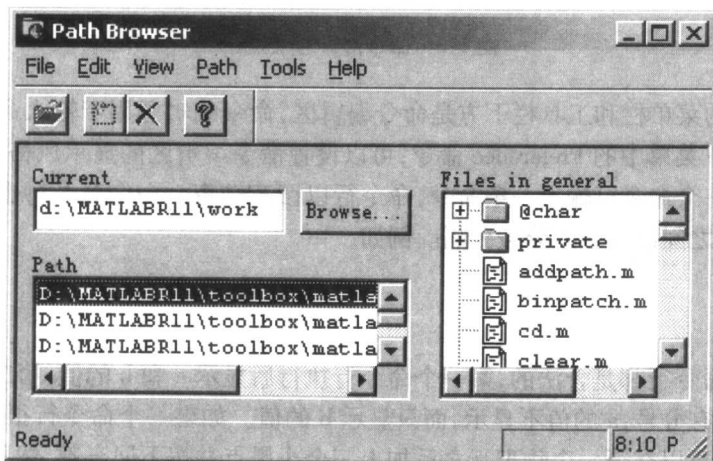


图 1-3 路径浏览器窗口

在窗口中 Current 一栏的设置即为用户工作目录,用户只需单击 Browse 按钮,就可对用户工作目录进行设置,使其指向用户自定义的目录,从而使用户能够方便快捷地访问自己的程序文件。要注意的是,当前目录的设置都是临时的,一旦 MATLAB 重新启动,必须重新设置。

1.5 如何获得帮助

MATLAB 的命令函数很多,要全部记下来是不现实的,我们可以利用 MATLAB 所提供的帮助功能,方便地获得有关函数和命令的使用方法。在 MATLAB 环境下,获得帮助的方法大致有两种:一种是在命令行里直接输入命令,一种是利用帮助菜单。对于 Internet 用户,还可直接链接到 MathWorks 公司的网页上(<http://www.mathworks.com>)寻求帮助。

在命令行输入帮助命令,是程序编制过程中最方便快捷的一种获取帮助的方法。例如,为了显示 sin 函数的使用方法与功能,可使用命令

```
help sin
```

屏幕显示帮助信息:

```
SIN Sine.  
    SIN(X) is the sine of the elements of X.  
Overloaded methods  
    help sym/sin.m
```

值得注意的是, MATLAB 命令窗口里显示的帮助信息用大写来突出函数名,但在使用函数时,要用小写。

MATLAB 按照函数的不同用途分别存放在不同的子目录下,由相应的帮助命令显示某一类函数。例如,所有的线性代数函数均收在 `matfun` 子目录下,用命令

```
help matfun
```

可显示所有线性代数函数。

不带任何参数的 `help` 命令将显示所有的子目录。

1.6 MATLAB 功能演示

对于一个 MATLAB 初学者来说,通过查阅 MATLAB 所提供的相关例子,可以帮助我们很短的时间内了解 MATLAB 的各项功能。打开 MATLAB 的例子演示有两种方法,其一是在 MATLAB 的命令窗口输入 `demo`;其二是在 MATLAB 的帮助菜单中执行 `Examples and Demos` 命令。这两种方法都将在 MATLAB 中打开 Demo 窗口,如图 1-4 所示。

如果用户希望查看 MATLAB 语言示例,则可以在左面的窗口内单击 MATLAB 行前的“+”,然后选择相应的范围,如 `Numerics`,接着选择右下方的窗口中相应的例程,如 `Curve fitting`,双击打开该例程,如图 1-5 所示。

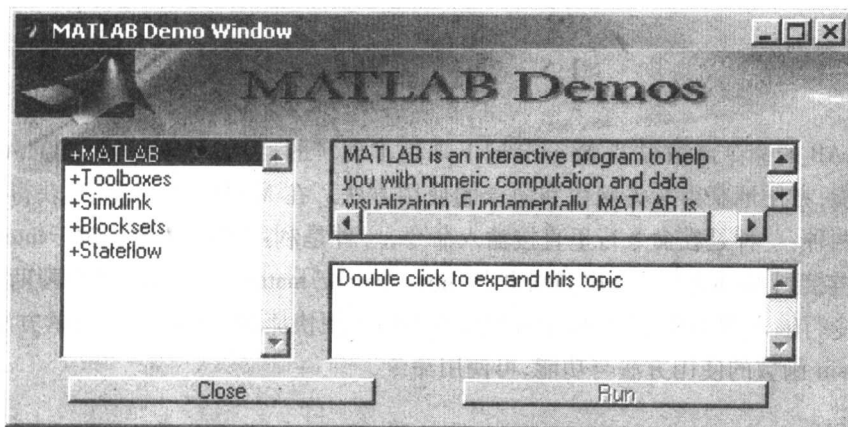


图 1-4 MATLAB 功能演示

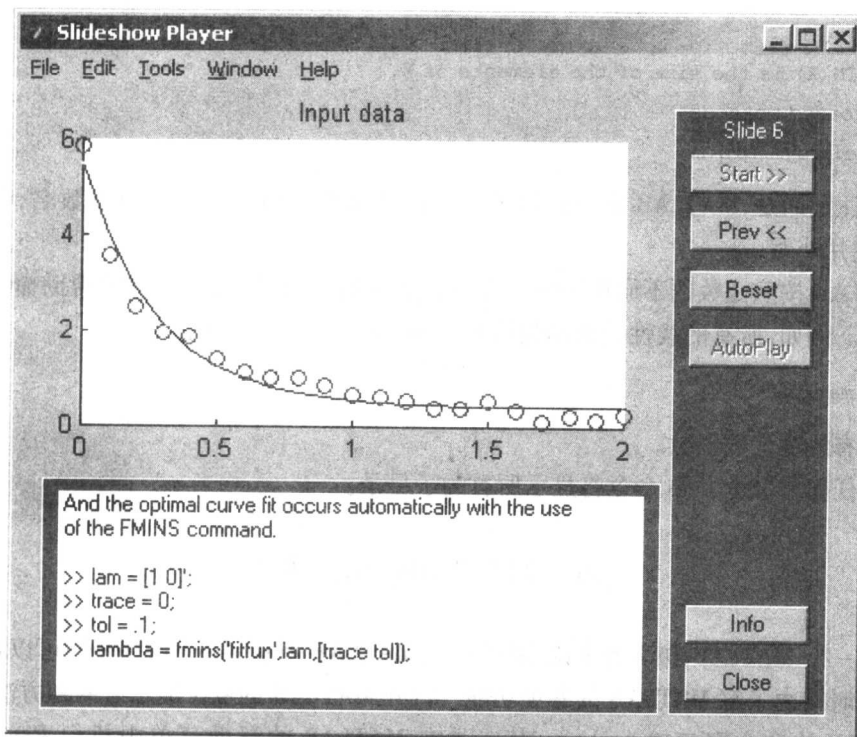


图 1-5 曲线拟合示例

第 2 章 MATLAB 程序设计

2.1 变 量

MATLAB 不要求用户在输入变量的时候进行声明,也不需要指定其阶数。当用户在 MATLAB 工作空间内输入一个新的变量时, MATLAB 会自动给该变量分配适当的内存,若用户输入的变量已经存在,则 MATLAB 将使用新输入的变量替换原有的变量。值得注意的是,无论给 MATLAB 中的变量赋什么值,在内存中均以矩阵的形式表示。

2.1.1 变量的命名

在 MATLAB 中,变量名是以字母开头,后接字母、数字和下划线的字符序列,最多 31 个字符。另外,在 MATLAB 中,变量名区分字母大小写。例如,abc、Abc、ABC 表示三个不同的变量。值得注意的是, MATLAB 提供的标准函数名以及命令名必须用小写字母。例如,用来返回指定矩阵的行数和列数的函数 `size(abc)`,不能写成 `Size(abc)` 或 `SIZE(abc)`,否则会出错。

在 MATLAB 中存在许多固定变量,如表 2-1 所示。

表 2-1 固定变量

| 变 量 名 | 说 明 |
|----------|--|
| ans | MATLAB 系统默认的赋值变量 |
| i,j | 虚数单位 |
| pi | 圆周率 π 的近似值 |
| eps | 浮点相对精度 |
| realmax | 最大的正浮点数 |
| realmin | 最小的正浮点数 |
| inf, Inf | 无穷大(如 $1/0$ 的结果) |
| nan, NaN | 表示不定值(如 $0/0$ 、 inf/inf 的结果) |

在 MATLAB 中,ans 是系统默认的赋值变量,当一个表达式的运算结果没有赋值给任何一个变量时,系统自动将表达式的运算结果赋值给 ans 固定变量,当出现一个新的没有赋值给变量的表达式运算结果时,ans 原有的运算结果将被新的表达式运算结果所替代。

表 2-1 中 eps 变量在决定奇异性和秩时,被作为一个容许误差,其值为:

`eps = 2.2204e - 016`

同其他编程语言一样, MATLAB 除上述自定义和固定变量之外,还有一类变量叫做全

局变量。全局变量必须在使用前用 `global` 命令声明,而且作为一个约定俗成的规则,程序员应尽量用大写字母书写全局变量,尽管这不是必须的。例如:

```
global A
A=3.14;
```

2.1.2 内存变量的管理

在 MATLAB 中,对内存变量的管理有两种方式:一种是通过命令行输入命令,一种是通过工作空间浏览器进行管理。

在命令行输入的命令通常有三个:`who` 和 `whos` 两个命令用于显示在 MATLAB 工作空间中已经驻留的变量名清单,但 `whos` 在给出驻留变量名的同时,还给出它们的维数、所占字节数及性质;`clear` 命令用于删除 MATLAB 工作空间中的变量。值得注意的是,系统的固定变量不能被删除。

MATLAB 工作空间浏览器专门是用于内存变量管理的。启动工作空间浏览器有三种方法:在命令窗口 `File` 菜单中选择 `Show Workspace` 命令;在命令窗口执行 `workspace` 命令;单击命令窗口工具栏上的工作空间浏览按钮。

启动工作空间浏览器后,屏幕上出现如图 2-1 所示的窗口。

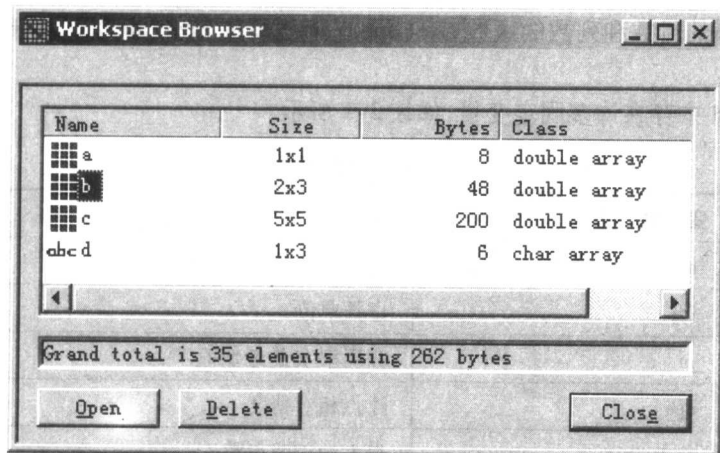


图 2-1 工作空间浏览器

窗口中列出了内存中所有变量的名称、大小、属性,及其在内存中所占的大小。当选中某些变量后,可单击 `Delete` 按钮,删除这些变量;也可选中某些变量后,再单击 `Open` 按钮,即可打开如图 2-2 所示的变量编辑窗口;通过变量编辑窗口,可以很方便地修改、增删变量中的具体元素。

通常,我们可以先在命令窗口中定义一个新变量,并给其赋值为空,然后,在工作空间浏览器中打开该变量,在变量编辑窗口左下方的两个栏中填入要创建的矩阵的行数和列数,于是,在中间窗口中就会出现一个空白表格,表格的每一个方格对应矩阵的一个元素,只需在方格中填写所建矩阵的元素即可。

对于内存中的各个变量,假如退出 MATLAB 后再重新进入,则原有的内存变量将全部

被清除,有时用户需要保存一些工作空间中有用的变量,这时就需要用到两个命令:save 和 load。

```
save 文件名 [变量名] [- append] [- ascii]
load 文件名 [变量名] [- ascii]
```

其中,文件名可以带路径,但可不需带扩展名“.mat”,MATLAB 会自动为文件名加上“.mat”的扩展名;文件名的命名规则参照变量名的命名规则。变量名中的变量个数不限,只要内存或文件中存在即可,变量名之间以空格分隔;当变量名省略时,MATLAB 自动保存或装入全部变量。-ascii 选项使文件以 ASCII 格式处理,省略该选项时,MATLAB 将以二进制格式处理文件。save 命令中的 -append 选项可以将变量追加到 MAT 文件中。

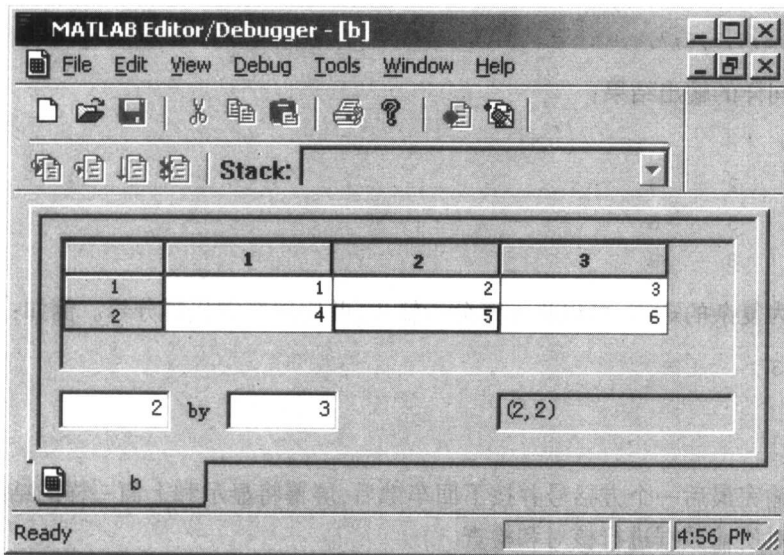


图 2-2 变量编辑窗口

假定在 MATLAB 工作空间中存在两个变量 a 和 b,可使用下述命令来存储这两个变量:

```
save mydata a b
```

系统会自动在 MATLAB 的工作目录中建立一个“mydata.mat”的数据文件,在 MATLAB 下一次启动时,可以利用 load 命令将 a 和 b 两个变量重新装入内存工作空间:

```
load mydata
```

在执行了上述命令后,打开工作空间浏览器就可以看到 a 和 b 两个变量。

除了上述两个命令外,还可以通过 MATLAB 命令窗口 File 菜单中的 Save Workspace As 命令来保存工作空间中的全部变量;相应地,通过 File 菜单中的 Load Workspace 命令则可以将保存在 MAT 文件中的变量装入 MATLAB 的内存工作空间。

2.1.3 矩阵变量的建立

在 MATLAB 中,一个矩阵既可以是普通数学意义上的矩阵,也可以是标量和向量。对于标量可以将之作为 1×1 矩阵,而向量则可以认为是 $1 \times n$ 或 $n \times 1$ 矩阵。另外,一个 0×0