

MATLAB7.x 应用系列丛书

MATLAB

基础与应用实例集粹

王琦 徐式蕴 赵睿涛 高军锋 常春藤 编著

MATLAB入门
数值运算
编程基础
图形用户界面与绘图
与其他语言的接口设计
Simulink仿真与电路分析应用
在信号与系统中的应用
在控制系统中的应用
在人工神经网络中的应用
模糊逻辑工具箱的使用
线性矩阵不等式工具箱
数字信号处理
直流电机模糊控制系统的MATLAB仿真
PC与单片机串行通信的MATLAB实现
基于MATLAB的移动机器人路径规划问题

书中实例的源文件可到人民邮电出版社网站下载



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

MATLAB 7.x 应用系列丛书

MATLAB 基础与应用实例集粹

王 琦 徐式蕴 赵睿涛 高军锋 常春藤 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 基础与应用实例集粹 / 王琦等编著. —北京:
人民邮电出版社, 2007.11
(MATLAB 7.x 应用系列丛书)
ISBN 978-7-115-16595-4

I. M… II. 王… III. 计算机辅助计算—软件包,
MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113019 号

内 容 提 要

MATLAB 作为一套高性能的数值计算和可视化数学软件, 已经广泛地应用于自动控制、数值和符号计算、工程与科学绘图、数字图像处理、数字信号处理、通信系统设计与仿真以及财务与金融工程等各个领域。本书系统介绍了 MATLAB 7 的基础知识和基本命令, 包括程序设计环境、数值运算、基本绘图处理、与其他程序的接口设计、Simulink 仿真基础、电路分析、信号处理等内容; 并以工程 and 实际应用为背景, 通过大量的实例详细地介绍了 MATLAB 控制系统仿真、MATLAB 神经网络工具箱、模糊逻辑工具箱、线性矩阵不等式工具箱以及图像处理工具箱等, 并给出了实际应用的综合实例。

本书具有内容新颖、覆盖面广和实用性强等特点, 既可作为从事相关领域工作的工程技术人员的参考书, 也可以作为高等院校通信、电子、计算机、自动化、控制、机械等相关专业的研究生和高年级本科生的学习参考用书。

MATLAB 7.x 应用系列丛书

MATLAB 基础与应用实例集粹

◆ 编 著 王 琦 徐式蕴 赵睿涛 高军锋 常春藤
责任编辑 刘 洋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.75
字数: 544 千字
印数: 1—4 500 册
2007 年 11 月第 1 版
2007 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16595-4/TN

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

前言

MATLAB 是一个高性能的科学计算软件, 广泛应用于数学计算、算法开发、数学建模、系统仿真、数据分析处理及可视化、科学和工程绘图、应用系统开发(包括建立用户界面)等。当前它的使用范围涵盖了工业、电子、医疗、建筑等各领域。自 20 世纪 80 年代推出后, MATLAB 便得到了广大工程技术人员的极大欢迎和认可, 并得到了快速的发展。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件, 并且曾于 1997 年被评为美国十大科技成果之一。另外, 1997 年, MathWorks 公司总裁兼首席科学家 Moler 因其对 MATLAB 的贡献当选为美国工程科学院院士。

MATLAB 语言是一种简单、高效、功能极强的高级语言, 具有强大的矩阵运算能力和极高的编程效率, 这一方面使得 MATLAB 程序可以被高度向量化, 另一方面使得程序易读易写。目前在欧美各国 MATLAB 的使用十分普及。在大学的数学、工程和科学系科, MATLAB 被用作许多课程的辅助教学手段; 在科研机构 and 工业界, MATLAB 是高质量新产品研究、开发和分析的主要工具之一。MATLAB 开放的产品体系使 MATLAB 成为了诸多领域的首选开发软件, MATLAB 也成为目前数值计算、信号与系统的可视化等领域设计和仿真中不可缺少的技术, 在机械、电子、自动化、水利工程等领域有着广泛的应用前景。MATLAB 提供的工具箱已覆盖信号处理、系统控制、统计计算、优化计算、神经网络、小波分析、偏微分方程、模糊逻辑、动态系统模拟、系统辨识和符号运算等各个领域。

MathWorks 公司于 2004 年 7 月发布了 MATLAB 7 版本; 2005 年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.x 系列版本; 到 2006 年 9 月, 又继续推出最新版本 MATLAB 2006b, 新版本包含了 MATLAB 7.3 和 Simulink 6.5, 在 MATLAB 7.x 系列版本的基础上进行了改进和部分专业工具箱的拓展。

本书以 MATLAB 7 为平台, 由浅入深, 以实用、新颖和易懂为原则, 通过大量的实例分析系统地介绍了 MATLAB 的基础知识、基本操作、工具箱以及实际应用。通过对本书的学习, 读者能够很快掌握 MATLAB 的编程思想和常用的 MATLAB 命令, 并了解到 MATLAB 在电路分析、自动控制、信号处理、图像处理等不同领域的实际应用, 从而对 MATLAB 有一个全面而深刻的理解, 既能帮助初学者快速入门, 也能帮助专业技术人员提高实际应用、编程能力。

本书的主要内容如下:

- MATLAB 的基础知识和基本命令, 包括 MATLAB 7 软件环境介绍、MATLAB 数值运算、程序设计基础、图形用户界面与绘图;

- MATLAB 与其他语言的接口设计、Simulink 仿真基础等;

- MATLAB 在电路分析、信号处理中的应用;

- MATLAB 在控制系统中的应用;

- MATLAB 工具箱介绍, 包括神经网络工具箱、模糊逻辑工具箱、LMI 工具箱、图像处理工具箱;

- MATLAB 综合应用实例。



本书由王琦、徐式蕴、赵睿涛、高军锋、常春藤合作编写，其中第1、2、3、5章由赵睿涛编写，第4、7章由高军锋编写，第6、9、11章由徐式蕴编写，第8、10、12、13章由王琦编写。常春藤最后整理。

由于时间仓促及作者本身水平有限，书中不足之处在所难免，敬请各领域专家和广大读者批评指正。如有任何问题，请通过电子邮件和我们联系：

王 琦 wangqi01@tsinghua.org.cn

徐式蕴 xushiyun@pku.edu.cn

赵睿涛 foreleader@126.com

高军锋 gaojunfeng2005@sina.com

本书责任编辑的电子邮箱地址为：liuyang@ptpress.com.cn。

需要说明的是，本书中实例的源代码可到人民邮电出版社的网站下载。

作 者

2007年5月

目 录

第 1 章 MATLAB 入门	1
1.1 MATLAB 的简介及历史	1
1.1.1 MATLAB 的简介	1
1.1.2 MATLAB 的发展历史	2
1.1.3 MATLAB 7 的新功能	3
1.1.4 MATLAB 的语言基础	5
1.2 MATLAB 的安装和启动	6
1.2.1 MATLAB 的安装	7
1.2.2 MATLAB 的启动	7
1.2.3 MATLAB 开发环境配置	8
1.3 MATLAB 操作界面介绍	8
1.3.1 任务栏	9
1.3.2 启动按钮	9
1.3.3 命令窗口	9
1.3.4 命令历史窗口	9
1.3.5 当前目录浏览器	10
1.4 MATLAB 数学运算知识	10
1.4.1 MATLAB 矩阵	10
1.4.2 MATLAB 的数据类型	11
1.4.3 MATLAB 矩阵存储方式	13
1.5 MATLAB 工具箱简介	14
1.6 MATLAB 帮助查询功能	16
1.6.1 MATLAB 帮助浏览器	16
1.6.2 help 函数和 doc 函数	17
第 2 章 MATLAB 数值运算	19
2.1 基本算术运算	19
2.1.1 基本算术运算符	19
2.1.2 常用数学函数	20
2.2 向量及其运算	21
2.2.1 向量的生成	21
2.2.2 向量的基本运算	22
2.2.3 点积、叉积及混合积的实现	23
2.3 矩阵及其运算	24
2.3.1 矩阵的生成	24

2.3.2	矩阵的基本数学运算	27
2.3.3	矩阵的基本函数运算	29
2.3.4	矩阵分解函数	31
2.3.5	特殊矩阵的生成	33
2.3.6	矩阵的一些特殊操作	34
2.4	数组及其运算	37
2.4.1	基本数组运算	37
2.4.2	数组函数运算	38
2.4.3	数组逻辑运算	38
2.5	多项式及其运算	39
2.5.1	多项式的表示方法	39
2.5.2	多项式的运算方法	40
第3章	MATLAB 编程基础	42
3.1	编程概述	42
3.2	流程控制	44
3.2.1	选择结构	45
3.2.2	循环结构	47
3.2.3	其他流程控制语句	48
3.3	脚本文件	49
3.4	函数文件	51
3.4.1	基本结构	51
3.4.2	输入输出参数	52
3.4.3	子函数和私有函数	52
3.4.4	局部变量和全局变量	53
3.4.5	函数执行规则	54
3.5	M 文件调试	54
3.5.1	M 文件出错信息	54
3.5.2	M 文件调试命令	55
3.6	M 文件性能分析	57
第4章	MATLAB 图形用户界面与绘图	59
4.1	二维图形	59
4.1.1	基本绘图命令	59
4.1.2	特殊的二维函数命令	64
4.2	三维图形	66
4.2.1	基本的三维绘图命令	66
4.2.2	特殊的三维绘图命令	69
4.3	图形处理的基本技术	71
4.3.1	坐标轴的调整	72

4.3.2 文字标示	73
4.3.3 图例注解	74
4.3.4 图形的保持	75
4.3.5 网格控制	76
4.3.6 图形窗口的分割	76
4.4 图形窗口	77
4.4.1 图形窗口的创建与控制	77
4.4.2 图形窗口的菜单操作	77
4.5 图形用户界面 (GUI) 操作	82
4.5.1 GUI 设计原则和一般步骤	82
4.5.2 GUI 设计向导	83
第 5 章 MATLAB 与其他语言的接口设计	89
5.1 MATLAB 与 C 语言的程序接口	89
5.1.1 MATLAB 中调用 C 程序	90
5.1.2 C 中调用 MATLAB 程序	93
5.2 MATLAB 与 VB 语言的程序接口	95
5.3 MATLAB 混合编程	96
第 6 章 Simulink 仿真与电路分析应用	99
6.1 Simulink 简介	99
6.1.1 概述	99
6.1.2 环节库及框图的建立	99
6.1.3 仿真方法和参数的设定	102
6.1.4 仿真的运行	105
6.2 电路仿真概要	106
6.2.1 MATLAB 及 Simulink 分别进行电路仿真	106
6.2.2 Power System Blocksets 模块集及 Powerlib 窗口	108
6.3 一般电路仿真	110
6.3.1 动态电路仿真	110
6.3.2 正弦稳态电路仿真	115
6.3.3 Powergui 模块在电路仿真中的应用	117
第 7 章 MATLAB 在信号与系统中的应用	119
7.1 连续信号和系统	119
7.1.1 连续信号的表示和运算	119
7.1.2 连续系统的冲激响应、阶跃响应及 MATLAB 实现	123
7.2 傅里叶分析	125
7.2.1 傅里叶变换及 MATLAB 实现	125
7.2.2 傅里叶变换的性质及 MATLAB 实现	128

7.3 离散信号和系统	134
7.3.1 离散时间信号	134
7.3.2 离散信号的运算	136
7.3.3 离散系统的单位响应	136
7.4 利用 MATLAB 求 LTI 系统的响应	137
7.4.1 利用 MATLAB 求 LTI 连续系统的响应	137
7.4.2 利用 MATLAB 求 LTI 离散系统的响应	138
7.5 用 MATLAB 实现拉普拉斯逆变换和逆 Z 变换	140
7.5.1 拉普拉斯逆变换	140
7.5.2 逆 Z 变换	142
第 8 章 MATLAB 在控制系统中的应用	144
8.1 控制系统的传递函数模型	144
8.1.1 传递函数的定义与表示	144
8.1.2 用 tf()函数建立系统传递函数模型	144
8.1.3 用 zpk()函数建立系统的传递函数模型	147
8.2 控制系统的状态空间模型	148
8.2.1 状态空间与状态方程的基本概念	148
8.2.2 用 ss()函数建立系统的状态空间模型	149
8.2.3 LTI 对象的属性操作与模型转换	150
8.3 传递函数的串联、并联和反馈连接	154
8.3.1 传递函数的串联	154
8.3.2 传递函数的并联	154
8.3.3 传递函数的反馈	155
8.4 自动控制系统的稳定性分析	157
8.4.1 控制系统稳定性的基本概念	157
8.4.2 系统稳定性代数判据的 MATLAB 实现	157
8.5 控制系统根轨迹图的绘制	162
8.5.1 根轨迹的基本概念	162
8.5.2 根轨迹图的 MATLAB 绘制方法	162
8.5.3 rltool 工具的使用	163
8.6 控制系统的频率特性分析	166
8.6.1 波特 (Bode) 图的绘制	166
8.6.2 奈奎斯特 (Nyquist) 图的绘制	168
8.6.3 尼柯尔斯 (Nichols) 图的绘制	170
8.7 控制系统的动态响应仿真	171
8.7.1 动态响应的基本概念	171
8.7.2 用 MATLAB 实现基本的时域分析	172
8.8 可控性与可观测性	177
8.8.1 连续系统的可控性和可观测性判别	177

8.8.2 离散系统的可控性和可观测性判别	180
8.8.3 连续系统的输出可控性	182
8.9 状态反馈及极点配置	183
8.9.1 状态反馈基本概念	183
8.9.2 连续系统极点配置	183
第9章 MATLAB在人工神经网络中的应用	186
9.1 神经网络概述	186
9.1.1 神经网络理论基础	186
9.1.2 神经网络控制	190
9.2 MATLAB神经网络工具箱	192
9.3 神经网络 NARMA-L2 (反馈线性化) 控制系统设计与仿真	203
9.3.1 NARMA-L2 模型结构	203
9.3.2 NARMA-L2 控制器	204
9.3.3 实际问题的描述	205
9.3.4 建立控制模型	206
9.3.5 系统辨识	207
9.3.6 系统仿真	209
9.4 神经网络模型参考控制系统设计与仿真	210
9.4.1 模型参考控制器结构	210
9.4.2 模型参考控制实际问题描述	211
9.4.3 模型建立	211
9.4.4 系统辨识	212
9.4.5 系统仿真	214
第10章 模糊逻辑工具箱的使用	215
10.1 模糊集合的基本原理	215
10.1.1 模糊集合的概念及运算	215
10.1.2 模糊关系	217
10.2 模糊逻辑和模糊推理系统的建立	219
10.2.1 模糊逻辑的相关概念	219
10.2.2 模糊推理系统的建立	220
10.3 MATLAB模糊工具箱	222
10.3.1 MATLAB模糊逻辑工具箱的图形用户界面	222
10.3.2 MATLAB模糊逻辑工具箱的命令行工作方式	229
10.4 MATLAB模糊工具箱应用实例	240
第11章 线性矩阵不等式工具箱	252
11.1 LMI 基础知识	252
11.1.1 线性矩阵不等式的一般表示	252



11.1.2 描述 LMI 的相关术语	253
11.1.3 3 类标准的 LMI 控制问题	254
11.2 LMI 工具箱	254
11.2.1 概述	254
11.2.2 LMI 系统的确定	255
11.2.3 LMI 基本命令的功能和用法	257
第 12 章 MATLAB 数字图像处理	281
12.1 图像处理基础知识与基本操作	281
12.1.1 图像处理相关概念	281
12.1.2 MATLAB 图像处理读写操作	282
12.1.3 图像类型转换及显示	284
12.2 图像的代数运算与几何运算	287
12.2.1 图像的代数运算	287
12.2.2 图像的几何运算	291
12.3 滤波技术及区域处理	293
12.3.1 线性滤波	293
12.3.2 区域滤波	296
12.3.3 基于区域的其他操作	298
12.3.4 噪声的添加	299
12.3.5 中值滤波与自适应滤波	300
12.4 变换处理	302
12.4.1 傅里叶变换 (FT)	302
12.4.2 离散余弦变换 (DCT)	305
12.4.3 Radon 变换	308
12.5 二值图像处理	310
第 13 章 MATLAB 综合实例	317
13.1 直流电机模糊控制系统的 MATLAB 仿真	317
13.2 PC 与单片机串行通信的 MATLAB 实现	322
13.3 基于 MATLAB 的移动机器人路径规划问题	326
参考文献	337

第 1 章 MATLAB 入门

近年来 MATLAB 作为一套高性能的数值计算和可视化数学软件，已经广泛地应用于自动控制、数值和符号计算、工程与科学绘图、数字图像处理、数字信号处理、通信系统设计与仿真以及财务与金融工程等各个领域，可谓 MATLAB 无处不在。作为整本书的开篇，本章将引导读者对 MATLAB 有一个全局的认识及入门，在第 2~4 章则将分别从 MATLAB 的数值计算、编程基础和绘图操作等主要方面对 MATLAB 进行详尽的阐述。

本章的主要内容如下：

- MATLAB 的简介及历史
- MATLAB 的安装和启动
- MATLAB 操作界面介绍
- MATLAB 数学运算知识
- MATLAB 的工具箱简介
- MATLAB 帮助查询功能

1.1 MATLAB 的简介及历史

1.1.1 MATLAB 的简介

MATLAB 这个名字是由 MATrix 和 LABoratory 这两个词的前 3 个字母组合而成的，顾名思义，就是矩阵实验室（matrix laboratory），它是由 MathWorks 公司于 1984 年推出的一套高性能的数值计算和可视化数学软件，被誉为“巨人肩上的工具”。最为重要的是，由于使用 MATLAB 进行编程运算与人进行科学计算的表达方式完全一致，所以不像其他高级语言（如 Basic、Fortran 和 C 等）那样难于掌握，用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列出公式与求解问题，因此它又被称为演算纸式科学算法语言。

正如其名，MATLAB 主要用于方便矩阵的存取，其基本元素是无需定义维数的矩阵。MATLAB 自问世以来，就以数值计算称雄。MATLAB 进行数值计算的基本单位是复数数组（或称阵列），这使得 MATLAB 高度“向量化”。经过近 20 年的扩充和完善，MATLAB 现已发展成为线性代数课程的标准工具。由于它不需定义数组的维数，并且它提供了矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数，使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时，显得大为简捷、高效、方便，这是其他高级语言所不能比拟的。

MATLAB 的典型的应用包括以下几个方面。

- (1) 数学和计算算术发展模型；
- (2) 模拟仿真和原型；
- (3) 数据分析、开发和可视化；

- (4) 科学和工程图学;
- (5) 应用发展包括图形用户界面设计。

MATLAB 系统主要由以下几个部分构成。

(1) MATLAB 编程语言。包括矩阵描述方法、控制流动陈述、函数等,主要特点是面向目标的编程(OOP)。

(2) MATLAB 工作环境。这个集成化的平台为用户进行各种各样的操作提供了便利。

(3) MATLAB 绘图系统。用户通过 MATLAB 可以绘制二维、三维等图形,还可以进行图像处理、动画片制作等。另外, MATLAB 允许用户自己建造完整的图形用户界面(GUIs)。

(4) MATLAB 的函数库。数学和分析的功能在 MATLAB 工具箱中被组织成 8 个文件夹。

(5) 应用程序接口(API)。MATLAB 允许用户通过应用程序接口,编写 C、Fortran 语言与 MATLAB 交互的交互程序。

在世界各国的大学里,诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程的教科书都把 MATLAB 作为其内容。

在国际学术界, MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上(尤其是信息科学刊物),都可以看到 MATLAB 的应用。

在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被认为是进行高效研究、开发的首选软件工具。如美国 National Instruments 公司信号测量、分析软件 LabVIEW, Cadence 公司信号和通信分析设计软件 SPW 等,或者直接建筑在 MATLAB 之上,或者以 MATLAB 为主要支撑。又如 HP 公司的 VXI 硬件, TM 公司的 DSP, Gage 公司的各种硬卡、仪器等都接受 MATLAB 的支持。

目前, MATLAB 已经成为国际上最流行的科学与工程计算的软件工具,现在的 MATLAB 已经不仅仅是一个“矩阵实验室”了,它已经成为了一种具有广泛应用前景的全新的计算机高级编程语言了,有人称它为“第四代”计算机语言,它在各种数学运算中正扮演着重要的角色。MATLAB 语言的功能也越来越强大,不断适应新的要求,提出新的解决方法。

1.1.2 MATLAB 的发展历史

MATLAB 的发展历史概括起来,包括摇篮期(1984 年之前)、商业化(1984 年之后)及成熟期(2000 年左右之后)。

MATLAB 诞生于美国的新墨西哥大学校园里,那是 20 世纪 70 年代后期的事:时任新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授出于减轻学生编程负担的动机,为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口,此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。

后来几经流传,在 Little 的推动下,由 Little、Moler、Steve Bangert 合作,于 1984 年成立了 MathWorks 公司,并把 MATLAB 正式推向市场。从这时起, MATLAB 的内核采用 C 语言编写,而且除原有的数值计算能力外,还新增了数据图视功能。

MATLAB 以商品形式出现后,仅短短几年,就以其良好的开放性和运行的可靠性,使原先控制领域里的封闭式软件包(如英国的 UMIST、瑞典的 LUND 和 SIMNON 以及德国的 KEDDC)纷纷被淘汰,而改以 MATLAB 为平台加以重建。到 20 世纪 90 年代的时候, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

到了 20 世纪 90 年代初期,在国际上三十多个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值

计算方面独占鳌头，而 Mathematica 和 Maple 则分居符号计算软件的前两名。Mathcad 因其提供计算、图形、文字处理的统一环境而深受中学生欢迎。

MathWorks 公司于 1993 年推出 MATLAB 4.0 版本，从此告别 DOS 版本。4.x 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时，Simulink 第一次出现在 MATLAB 中，这是一个交互式操作的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素，从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。此外，MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word，运用 DDE 和 OLE，实现了 MATLAB 与 Word 的无缝连接，从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视、文字处理于一体的高水准环境。

1997 年春，MATLAB 5.0 版问世，紧接着是 5.1、5.2 以及 1999 年春的 5.3 版。

2000 年 10 月又推出了 MATLAB 6.0。历经多个版本的不断改进，MATLAB “面向对象”的特点愈加突出，数据类型愈加丰富，操作界面愈加友善。

到 2002 年夏，MathWorks 公司又推出了 6.5 版，其最大特点是，该版本采用了 JIT 加速器，使 MATLAB 的运算速度向可以比肩 C 程序的方向前进了一大步。这个 6.x 版本系列标志着 MATLAB 软件成熟期的到来。

2005 年又推出了 MATLAB 7.x 系列版本（7 系列版本相差不大，以下统称为 MATLAB 7）。

2006 年 9 月，继续推出最新版本 MATLAB R2006b（如图 1-1 所示），新版本包含 MATLAB 7.3 和 Simulink 6.5，同时，包含 6 个自 6a 发布以来的新产品，它们分别如下。

- (1) Link for TASKING;
- (2) SimHydraulics;
- (3) Simulink HDL Coder;
- (4) Aerospace Toolbox;
- (5) MATLAB Builde for Java;
- (6) SystemTest。

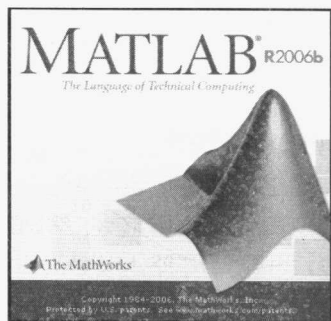


图 1-1 MATLAB R2006b

作者认为，6.5 版是 MATLAB 成熟的标志版本，因为相比之前的版本，该版本拥有更丰富的数据类型和结构、更友善的面向对象、更快速精良的图形可视、更广博的数学和数据分析资源、更多的应用开发工具，而且更加稳定，BUG 数少，加之相比于后来的版本，6.5 版具有运行速度快的明显优点。因此该版本至今还有不少的用户在使用。其之后的 MATLAB 7.x 及 MATLAB R2006b（即 MATLAB 7.3 与其他产品的整合）都是在其基础上进行一些增进和某些专业工具箱的拓展等。

读者如果对 MATLAB 系列版本沿革感兴趣，可以登录 MathWorks 的官方网站进行浏览：<http://www.mathworks.com/>，从现在开始，MathWorks 公司将每年进行两次产品发布，时间分别在每年的 3 月和 9 月，而且，每一次发布都会包含所有的产品模块，如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。

1.1.3 MATLAB 7 的新功能

本书全面阐述了 MATLAB 的所有关键特性和功能，提供了精通 MATLAB 所需要的所有

方法和手段,通过实例向读者展示如何编写高效的 MATLAB 代码。MATLAB 作为一个软件工具,版本在不断升级,本书是基于 MATLAB 7 编写的,当然也等同于适合 MATLAB R2006b,而且本书中的大部分素材同样可以用于 MATLAB 6.x 和 MATLAB 5.x。

下面先重点介绍一下 MATLAB 7 展现给用户的新功能。

身为 The MathWorks 的旗舰产品平台, MATLAB 7 最新版本提供新的工具,能进行快速、反复的程序建立,可大幅提高程序设计师的生产效率。此外, MATLAB 7 也内建了可支持整数与单精度 (single-precision) 浮点数的功能,以及可管理和分析大量数据群组的程序特色;还可涵盖各种数据类型、运算、函式和硬件的最佳化功能 (Optimization),也能显著改善 end user 端处理应用程序的运算效能。其他的 MATLAB 产品家族也有重大的技术更新,其中 MATLAB Compiler 新版已可以支持所有的 MATLAB 语言,能让开发者把 MATLAB 开发的应用程序转文件、分享出去在 MATLAB 以外的环境中使用。

MATLAB 7 是建立在稳固的科学运算能力基础上的,因此 MathWorks 公司已经建立起一套完整的 MATLAB 和 Simulink 产品。新扩充的软件功能使它能实际运用在更多的应用上,例如定点运算、地理数据分析以及射频分析等等。

在所有可提升工程师生产力的新功能当中, MATLAB 7 的主要特色是重新设计桌面,新增了程序设计与纠错的工具,能自动分析程序代码的质量,并可直接将程序代码与其计算结果转成 HTML 或 Word 格式。而最新的交互式绘图功能,只需单击并按下绘图键 (point-and-click),就能快速、简单地建立 MATLAB 图形,同时也包含自动产生该图形程序代码的功能,如此可让后来的使用者重建绘图架构或再转达给他人使用。

除了原本功能已经很强的支持双精度数外, MATLAB 新版现在也支持整数及单精度的数据类型和计算。以整数或单精度的数据值取代双精度值的运算,能显著地节省储存的空间及效能,可让使用者处理更大量的数据群组。本功能结合新版内建新的傅里叶转换 (FT) 算法,可帮助 MATLAB 使用者进行单精度算法时,计算速度平均提高 20% 左右。而且,再加上 MATLAB 现在所使用的 Intel MMX 函式库之新优势,可使整数数据的运算速度达到原来的 8 倍以上。

连同 MATLAB 7 产品家族的大幅改版, MATLAB Compiler (编译器) 现在可支持所有的 MATLAB 语言及多数的 MATLAB 工具箱。新的编译器可帮助工程师把他们的 MATLAB 程序及工作,转换到其他独立的应用程序中给其他人使用;或者把他们的算法融合至其他环境,例如 Excel、C、C++ 和 COM 等等。因此,工程师和科学家可以利用 MATLAB Compiler 大幅地转换开发更多 MATLAB 应用程序,让企业整体组织都能得到 MATLAB 强大科学运算功能的好处。

至于现在最新版本的 MATLAB R2006b 则是包含 MATLAB 7.3 和 Simulink 6.5 的一个新版本,本质上它还是 7.x 系列的产品,只是进行了若干改进,分别叙述如下。

- (1) 新增的在 MATLAB 中进行大型数据集的处理能力;
- (2) MATLAB 对 Java 的应用发布;
- (3) 分布式计算工具支持 Windows Compute Cluster Server 2003;
- (4) 支持分布式数组和并行数学函数;
- (5) 新增定义和解决优化问题的图形用户界面。

Simulink 产品家族的新特性包括以下几个方面。

- (1) Simulink 和 Stateflow 的模型标准检查;

- (2) 在系统的验证和确认中新增对测试的管理和结果的分析;
- (3) 已有 C/C++ 代码可以更方便地与仿真结合, 在代码生成方面也更加方便;
- (4) Embedded MATLAB Function 模块开始支持 MATLAB 的结构数据类型以及 Simulink 的总线;
- (5) 从 Simulink 模型和 Stateflow 框图中可以直接生成 HDL 代码;
- (6) Stateflow 开始支持 Simulink 的总线。

因此, 本书是选择 MATLAB 7.x 进行 MATLAB 编程实例操作编写的。其方法也适合 MATLAB R2006b, 而且大部分素材同样可以用于 MATLAB 6.x 和 MATLAB 5.x。以下的 MATLAB 软件如果不加声明的话, 就默认为 MATLAB 7。

1.1.4 MATLAB 的语言基础

使用 MATLAB 编程, 当然需要掌握其编程语言, 本小节将引导读者对 MATLAB 编程语言有一个大体的全局的认识, 具体的语言操作将在第 3 章中进行介绍。

一个软件的语言是与其软件内核(即编写该软件的语言)密切相关的。正如前面提及的, 最初的 MATLAB 软件内核是 FORTRAN 语言, 后来转变为 C 语言, 一直沿用至今。所以在 MATLAB 编程语言中, 时不时可以找到 C 语言的影子。编程语言是相通的, 如果读者精通 C 或 FORTRAN 语言, 甚至 BASIC 语言, 都可以很轻松地掌握 MATLAB 语言。

MATLAB 编程语言又称 M 语言, 这是一种交互式的高级编程语言, 一种高阶的矩阵/数组语言, 包括矩阵描述方法、控制流动陈述、函数、输入/输出等, 主要特点是面向目标的编程(OOP)。

通过 M 语言, 用户可以通过编写脚本或者函数文件实现自己的算法, 用 MATLAB 编写的程序最后一般均保存为 *.m 文件  , 如图 1-2 所示的简单的频域变化程序。

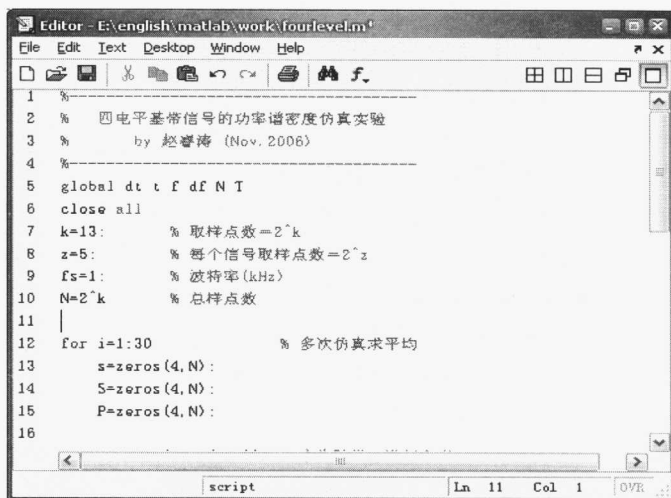


图 1-2 M 文件举例

与其他常用高级语言(如 BASIC、C/C++等)相比, MATLAB 语言具有如下若干特点。

- (1) 语法简单和编程效率高。MATLAB 直接面向科学与工程计算, 语言风格接近数学形

式,因此比其他高级语言更加接近手工书写计算公式的思维方式,编写简单,效率较高。**MATLAB**语言中最重要的概念是函数。一个函数由函数名、输入变量和输出变量组成,而且对于同一函数名,如果输入变量个数不同,或输出变量个数不同,都会代表不同的含义。这就使得**MATLAB**编写的M文件简单、短小且高效,库函数功能更丰富。

(2) 便于用户使用和扩充。**MATLAB**语言是解释执行的语言。它把编辑、编译、连接和执行融为一体。它能在同一画面上进行灵活操作,快速排除输入程序中的书写错误、语法错误以至语义错误,从而加快了用户编写、修改和调试程序的速度。使用**MATLAB**时,可以直接在指令行输入**MATLAB**函数指令,也可以将这些函数放在M文件里进行批运行,还可以自己编写函数来调用。因而用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数,以便扩充**MATLAB**的功能,提高它的使用效率。开放性是**MATLAB**十分受人们欢迎的主要原因之一,除了内部函数,所有的**MATLAB**的核心文件和工具箱文件都是可读、可改的源文件。

(3) 方便高效的矩阵和数组运算。**MATLAB**语言由早期专门用于矩阵运算的计算机语言发展而来,它最基本、最重要的功能就是进行实数矩阵或者复数矩阵的运算。在图形图像处理这一模块里,最根本的运算还是矩阵的运算。离开了矩阵,**MATLAB**就失去了其强大的功能。**MATLAB**语言与其他高级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照搬到数组运算中。另外,它还不需定义数组的维数,并给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数,使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得简洁高效。

(4) 方便的图形和图像操作功能。**MATLAB**的图形和图像操作功能很强。在图形方面,它有一系列绘图函数,适合于线性坐标、对数坐标和极坐标等不同坐标显示;此外它还能够绘制其他特殊的图形,如切片图、轮廓图、瀑布图等;对于图形中各元素的属性的控制也很容易,如颜色、线型、标注等。在图像方面,它能够显示和生成许多常见格式的图像,甚至是多波段图像;可以对黑白和彩色图像进行所需的各种操作,包括滤波、块操作、几何操作等。所有这些都是其他高级语言所不及的。

(5) 功能强大的工具箱。利用M语言还开发了相应的**MATLAB**专业工具箱函数供用户直接使用。这些工具箱应用的算法是开放的,用户不仅可以查看其中的算法,还可进行修改。目前**MATLAB**产品的工具箱有40多个,分别涵盖了数据获取、科学计算、控制系统设计与分析、数字信号处理、数字图像处理、金融财务分析以及生物遗传工程等专业领域。

当然**MATLAB**也有它的缺点。**MATLAB**强大的功能只能在安装有**MATLAB**系统的计算机上使用图像处理工具箱中的函数或自编的M文件来实现,且**MATLAB**使用行解释方式执行代码,执行效率低。为了将**MATLAB**的强大功能融入各种应用程序中,MathWorks公司推出的MatCom可以把**MATLAB**语言翻译成C或C++语言,但其翻译的代码不够简捷。更直接的方法是利用MatCom提供的Matrix<LIB>C++库实现**MATLAB**与C++的接口。

总体而言,**MATLAB**语言十分强大,被誉为“第四代”计算机编程语言是当之无愧的。

1.2 **MATLAB**的安装和启动

上一节讲解了**MATLAB**的历史、发展及现状,面对这样一个功能强大的软件,读者一