

MATLAB仿真与应用系列丛书

本书提供源代码下载

MATLAB

在电子信息工程中的应用

张德丰 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

MATLAB 仿真与应用系列丛书

MATLAB 在电子信息工程 中的应用

张德丰 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

MATLAB 语言具有使用方便、输入简捷及编程效率高等特点,本书主要向读者介绍 MATLAB R 2008a 的基础知识和电子仿真技术,并详细介绍集成在 MATLAB 中的 Simulink 软件包。书中的内容涉及 MATLAB 基础知识、MATLAB 常用语法、Simulink 应用、控制系统数学模型的 MATLAB 描述及建模、MATLAB 在控制系统中的应用、数字信号处理在 MATLAB 中的实现、滤波器模型、MATLAB 在通信系统中的应用及示例、通信系统的评估及 MATLAB 示例等,这些内容基本涵盖了电子信息工程中电子仿真的各个方面,也反映了近年来电子仿真发展的主要趋势。本书从 MATLAB 入门开始,向读者详细阐述 MATLAB 开发环境的主要工具及使用,在介绍 MATLAB 的实际应用时,用大量的示例将读者由理论引入到实践中,让读者深深体会 MATLAB 软件的强大功能及简便的操作方式。

本书内容丰富,针对性强,仿真示例多,易于学习。可作为高等院校电子信息类相关课程的教材或教学参考书,也可供电子信息领域的科技工作者或其他读者自学参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 在电子信息工程中的应用 / 张德丰编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.6
(MATLAB 仿真与应用系列丛书)

ISBN 978-7-121-08834-6

I. M… II. 张… III. 算法语言—应用—电子技术—计算机仿真 IV. TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 075044 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 裴 杰

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市万和装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 622 千字

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

丛书编委会

主 任：张德丰

副主任：周 品 胡丽华

委 员：（按姓氏字母的先后顺序排列）

蔡结衡 陈运英 邓恒奋 卢焕斌 栾 颖 林振满

刘志为 王孟群 王旭宝 伍志聪 张 坚 张水兰

丛书序言

MATLAB 一词是 Matrix Laboratory (矩阵实验室) 的缩写。20 世纪 70 年代后期, 时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授为减轻学生编程负担, 为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易用”的接口, 此即用 Fortran 编写的萌芽状态的 MATLAB。此后, MATLAB 软件的功能便不断得到丰富和发展。

在欧美大学里, 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把 MATLAB 作为一项重要学习内容。这几乎成了 20 世纪 90 年代以后教科书与旧版书籍的区别性标志。

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。MATLAB 将数值分析、矩阵运算、信号处理、图形功能和系统仿真融为一体, 使用户在易学易用的环境中求解问题, 如同书写数学公式一样, 避免了传统的复杂专业编程。

本套丛书是编委会经过对多所高等院校和知名企业进行调研, 在与各高校教师和数十位不同领域工程师广泛交流的基础上编写的。编委会成员都是来自计算机教学的一线教师和就职于各知名企业的工程师, 具有非常丰富的教学 and 实践经验。

本套丛书是以 MATLAB R 2008 为平台来讲解各学科知识的, 也适合其他 MATLAB 版本, 具有如下主要特点:

(1) 突出技术, 全面针对实际应用。在选材上, 根据实际应用的需要, 坚决舍弃现在用不上、将来也用不上的内容。在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度, 注重应用型人才的专业技术和工程实用技术的培养。此系列丛书从内容上讲, 跨度较大, 从 MATLAB 在基础层面的应用到专业工具箱的高层次的应用, 这样可以满足不同领域和不同层次读者的需要, 读者可以根据自己的水平自主选用。

(2) 本套丛书采用“任务驱动”的编写方式, 采取“提出问题——介绍解决问题的方法——归纳总结, 培养寻找答案的思维方法”的模式。以实际问题引导出相关的原理和概念, 在讲述实例的过程中将知识点融入, 通过分析归纳, 介绍解决工程实际问题的思想和方法, 最后进行概括总结, 使书中内容层次清晰, 脉络分明, 可读性和操作性强。同时引入案例学习和启发式学习方法, 便于激发学习兴趣。

(3) 内容安排上力求由浅入深, 循序渐进; 表述清晰, 通俗易懂; 讲求效率, 内容经过多次提炼和升华, 突出规律和学习技巧, 是思维化的直接体现。

(4) 充分体现案例学习模式。在本系列丛中读者会发现, 凡是讲解一个问题都以一个案例为主线进行阐述, 这是本系列丛书作者多年来在教学第一线的经验总结。案例学习引人入胜, 易理解, 易掌握, 能使读者举一反三, 技术掌握扎实。

我们力争使这套丛书在可读性、指导性和实用性上达到最优; 但肯定会有不尽人意之处, 诚挚接受广大读者的批评、指正。同时也希望与读者在本套丛书的学习、应用上相互交流, 来信可发往 zhangdf@foshan.net。

编委会
2009 年 3 月

前 言

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司推出的用于数值计算和图形处理的计算系统环境,除了具备卓越的数值计算能力外,它还提供了专业的符号计算,文字处理,可视化建模仿真和实时控制等功能。MATLAB 的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学,工程中常用的形式十分相似,故用 MATLAB 来解算问题要比用 C, Fortran 等语言简洁得多。MATLAB 是国际公认的优秀应用软件之一。

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的“演算纸”式的程序计算语言,是一个跨平台的科学计算环境。它以其强大的计算和绘图功能、大量稳定可靠的算法库、简洁高效的编程语言及庞大的用户群,成为数学计算工具方面事实上的标准。几乎所有的工程计算领域, MATLAB 都有相应的软件工具箱。很多第三方软件开发者还为各种不同的专业开发出相应的工具箱,进一步完善了 MATLAB 的功能。因此,借助于 MATLAB 可以高质量地完成大多数工程计算任务。在经历了 4.x、5.x、6.x、7.x 等一系列版本的更新之后, MATLAB 已经成为一个近乎完备的开放式的计算环境,在数学计算领域处于不可替代的领先地位。它的推出得到了各个领域专家学者的广泛关注,其强大的扩展功能为用户提供了强有力的支持;它集数学计算、图形绘制、语言设计和神经网络、数理统计等多个工具箱于一体,具有极高的编程效率。

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,德国的 KEDDC)纷纷淘汰,而改以 MATLAB 为平台加以重建。在进入 20 世纪 90 年代时, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

在欧美大学里,如应用代学、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把 MATLAB 作为一项重要学习内容。这几乎成了 20 世纪 90 年代教科书与旧版书籍的区别性标志。

随着 MATLAB 的不断完善,尤其是 MATLAB 的信号分析工具箱的推出,越来越多的电信工程师们已经意识到用 MATLAB 来解决电信工程中的实际问题是一种省时又省力的选择。Simulink 提供了利用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形界面,而且 Simulink 还提供了丰富的功能块以及不同的专业模块集合,利用 Simulink 几乎可以做到不书写一行代码完成整个动态系统的建模工作。Stateflow 是一个交互式的设计工具,它基于有限状态机的理论,可以用来对复杂的事件驱动系统进行建模和仿真。Stateflow 与 Simulink 和 MATLAB 紧密集成,可以将 Stateflow 创建的复杂控制逻辑有效地结合到 Simulink 的模型中。

MATLAB 软件在教学与科研领域广受欢迎,新功能的推出也不断加快。本书在介绍 MATLAB 基本功能的基础上,尽量介绍了其最新的功能技术。本书除了介绍 MATLAB 语言及其基本功能外,还详细介绍了与电子信息技术相关的工具箱,如自动控制、信号处理等工具箱的使用方法。本书在介绍各工具箱使用方法时,力图按照“基本概念——MATLAB 实现方法”的体系结构安排内容,并结合作者多年的教学与科研经历,介绍了大量实用且经过上机调试的应用例题,便于读者学习掌握。

本书可作为计算机、电子学、信息科学、通信、控制等专业的本科生、研究生,以及其他
 专业科技人员学习 MATLAB 应用技术的教材或参考书。

作者

2009 年 3 月

目 录

第 1 章	MATLAB 基础知识	1
1.1	MATLAB 相关简介	1
1.1.1	MATLAB 发展历程和影响	1
1.1.2	MATLAB 语言特点	2
1.1.3	MATLAB 典型应用及组成部分	2
1.1.4	MATLAB R2008a 新特点	3
1.1.5	MATLAB R2008a 涵盖	4
1.2	MATLAB R2008a 运行环境	5
1.2.1	启动 MATLAB R2008a	5
1.2.2	设置 MATLAB R2008a	5
1.2.3	MATLAB R2008a 桌面	6
1.2.4	MATLAB R2008a 桌面工具	6
1.2.5	MATLAB R2008a 工具栏	10
第 2 章	MATLAB 常用语法	11
2.1	MATLAB 的数值计算功能	11
2.1.1	MATLAB 的数据类型	11
2.1.2	矩阵基础	12
2.1.3	矩阵运算	22
2.1.4	数组运算	29
2.1.5	向量和下标	34
2.1.6	其他基本函数	38
2.1.7	数据分析	43
2.1.8	数值分析	47
2.1.9	矩阵分解	49
2.1.10	矩阵的其他相关操作	53
2.2	控制流	55
2.2.1	if 语句	55
2.2.2	while 语句	57
2.2.3	switch 语句	58
2.2.4	for 语句	58
2.3	M 文件及程序调试	60
2.3.1	M 文件的结构	61
2.3.2	局部变量和全局变量	65
2.3.3	程序的调试	67
2.4	绘制功能	68
2.4.1	二维绘图	68
2.4.2	图形注释	72

2.4.3	特殊坐标绘图	74
2.4.4	三维绘图	76
第3章	Simulink 应用	79
3.1	一个使用 Simulink 的示例	79
3.2	Simulink 模块库	85
3.2.1	Simulink 模块库简介	85
3.2.2	Simulink 功能模块的处理	92
3.3	子系统创建及封装技术	94
3.3.1	Simulink 子系统及创建	94
3.3.2	封装子系统	96
3.3.3	创建模块库	100
3.4	Simulink 的工作原理——S 函数	101
3.4.1	S 函数的工作原理	101
3.4.2	用 MATLAB 语言编写 S 函数	102
3.5	用 S 函数编写 Simulink 基本模块	112
3.5.1	信源模块	112
3.5.2	信宿模块和信号显示模块	114
3.5.3	信号传输模块	117
3.6	Stateflow 原理与应用	122
3.6.1	Stateflow 原理	122
3.6.2	Stateflow 常用命令	123
3.6.3	Stateflow 应用	123
第4章	控制系统数学模型的 MATLAB 描述及建模	129
4.1	动态微分方程的描述	129
4.1.1	微分方程的解	129
4.1.2	微分方程的非线性系统	132
4.1.3	微分方程的线性化	134
4.2	拉氏变换	134
4.3	动态过程的传递函数描述	136
4.3.1	传递函数定义与性质	136
4.3.2	传递函数零极点描述	137
4.3.3	传递函数的部分分式表示	139
4.4	动态过程状态空间描述	139
4.5	模型的转换	141
4.5.1	连续时间模型与离散时间模型互转换	142
4.5.2	传递函数模型与状态空间模型互转换	144
4.5.3	离散时间系统重新采样	146
4.5.4	传递函数模型与零极点增益模型互转换	147
4.5.5	状态空间模型与零极点增益模型互转换	148
4.6	模型的连接	150

4.6.1	优先原则.....	150
4.6.2	串/并联连接.....	150
4.6.3	反馈连接.....	154
4.6.4	添加连接.....	156
4.7	模型的降阶与实现.....	158
4.7.1	模型降阶.....	158
4.7.2	模型实现.....	164
4.8	控制系统常用数学求解方程.....	166
第 5 章	MATLAB 在控制系统中的应用	169
5.1	线性系统的时域分析.....	169
5.1.1	阶跃响应分析.....	169
5.1.2	冲激响应分析.....	173
5.1.3	任意输入的时域响应分析.....	178
5.2	系统的根轨迹分析.....	181
5.2.1	根轨迹函数.....	181
5.2.2	根轨迹分析 MATLAB 实现	182
5.3	线性系统的频域分析.....	187
5.3.1	频域分析函数.....	187
5.3.2	频域分析 MATLAB 实现	188
5.4	线性系统的稳定性分析.....	192
5.4.1	线性系统稳定性的概念.....	192
5.4.2	稳定性判定方法.....	193
5.5	线性系统的能控性和能观性分析.....	196
5.5.1	能控性	196
5.5.2	能观性	197
5.5.3	能控性和能观性实现.....	197
5.6	极点配置和观测器设置.....	204
5.7	最优控制系统设计.....	207
第 6 章	数字信号处理在 MATLAB 中的实现	213
6.1	时间信号及系统.....	213
6.1.1	连续时间信号的表示.....	213
6.1.2	工具箱提供的信号函数.....	214
6.1.3	离散时间信号.....	219
6.1.4	离散系统的卷积和相关.....	222
6.1.5	离散系统的差分方程.....	226
6.2	信号参数的测量和分析.....	227
6.2.1	信号的能量和功率.....	227
6.2.2	信号直流分量和交流分量.....	228
6.2.3	离散时间信号的统计参数.....	229
6.2.4	信号的频域参数.....	231

6.3	线性时不变系统的时域响应.....	245
6.4	线性时不变系统的频率响应.....	249
6.5	数字信号处理信号分析示例.....	251
6.5.1	基本知识.....	251
6.5.2	wav 文件的一次性傅里叶变换.....	251
6.5.3	wav 文件的分段傅里叶变换.....	254
第 7 章	滤波器模型.....	259
7.1	滤波器的类型和参数指标.....	259
7.2	IIR 滤波器设计.....	260
7.2.1	IIR 滤波器的结构.....	260
7.2.2	IIR 滤波器原型.....	268
7.2.3	IIR 滤波器设计示例.....	271
7.3	IIR 滤波器变换.....	275
7.3.1	滤波器变换方法.....	275
7.3.2	滤波器变换示例.....	275
7.4	FIR 滤波器的结构.....	281
7.5	线性相位 FIR 滤波器的性质.....	283
7.5.1	冲激响应.....	283
7.5.2	频率响应.....	284
7.5.3	零点设计.....	286
7.6	FIR 滤波器窗函数设计.....	289
7.6.1	常用窗函数.....	289
7.6.2	FIR 滤波器设计示例.....	289
第 8 章	MATLAB 在通信系统中的应用及示例.....	295
8.1	通信工具箱函数.....	295
8.2	信息度量与编码.....	297
8.2.1	编码.....	297
8.2.2	信源编译码方法.....	300
8.3	信道模型.....	303
8.3.1	加性高斯白噪声信道.....	303
8.3.2	带限加性噪声信道.....	304
8.3.3	离散时间信道指标的定量计算.....	304
8.4	调制与解调.....	308
8.4.1	带通模拟调制/解调.....	308
8.4.2	基带模拟调制/解调.....	321
8.4.3	数字解调简介.....	323
8.4.4	带通数字调制/解调.....	325
8.4.5	基带数字调制/解调.....	326
8.5	脉冲编码调制.....	327
8.5.1	模拟信号的抽样.....	327

8.5.2	最佳量化及量化误差.....	332
8.5.3	均匀量化.....	333
8.5.4	对数量化器及 A 律脉冲编码调制.....	336
8.6	通信系统的性能仿真.....	341
8.6.1	通信系统的误码率仿真.....	341
8.6.2	误码率仿真界面.....	344
8.6.3	眼图/散射图.....	345
第 9 章	通信系统的评估及 MATLAB 示例.....	349
9.1	概述.....	349
9.2	随机分布的辨识和参数估计.....	350
9.2.1	概率密度函数对比.....	350
9.2.2	概率分布的假设检验和参数估计.....	352
9.3	蒙特卡罗仿真的精度分析.....	364
9.3.1	蒙特卡罗仿真次数和精度的关系.....	364
9.3.2	蒙特卡罗仿真次数的序贯算法.....	368
参考文献		371

第 1 章 MATLAB 基础知识

在自动控制领域有大量复杂繁琐的计算与仿真曲线绘制任务。随着计算机的广泛应用,许多重复繁琐的工作都可以交给它来完成,但需要编制计算机程序。MATLAB 及其工具箱和 Simulink 仿真工具的出现为控制系统的设计与仿真提供了一个强有力的工具,使控制系统分析设计的方法发生了革命性的变化。目前, MATLAB 已经成为国际、国内控制领域最流行的软件。

1.1 MATLAB 相关简介

1.1.1 MATLAB 发展历程和影响

MATLAB 名字由 Matrix (矩阵) 和 Laboratory (实验室) 两词的前 3 个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期, 时任美国新墨西哥大学计算机系主任的 Cleve Moler 博士讲授线性代数课程, 发现应用其他高级编程语言极为不方便, 于是 Cleve Moler 博士和他的同事构思并为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 这里就是用 FORTRAN 编写萌芽状态的 MATLAB。以后几年, MATLAB 作为免费软件在大学里被广泛使用, 深受大学生的欢迎。

1984 年, John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司, 专门从事 MATLAB 软件的开发, 并把 MATLAB 正式推向市场。从那时起, 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。1993 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版本; 1995 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版 (For Win3.X)。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, 增加了以下一些功能:

- ① 推出 Simulink;
- ② 开发出基于 Word 处理平台的 Notebook;
- ③ 推出符号计算工具包;
- ④ 开发了与外部进行直接数据交换的组件, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的通路。

1997 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0; 2000 年 10 月推出了 MATLAB 6.0; 2002 年 8 月, 推出了 MATLAB 6.5, 从此 MATLAB 拥有了强大的、成系列的交互式界面。2004 年 7 月, 又进一步发展了 MATLAB 7.0, 在 MATLAB 7.0 中, 仿真模块发展到了 Simulink 6.0。

MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的, MathWorks 公司在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后产品发布模式也将改变, 将在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布, 版本的命名方式为“R+年份+代码”, 对应上下半年的代码分别是 a 和 b。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。MATLAB R2008a 是 MathWorks 公司 2008 年 3 月份推出的最新产品。

MATLAB 2008 作为美国 MathWorks 公司开发的用于概念设计, 算法开发, 建模仿真, 实时实现的理想的集成环境, 是目前最好的科学计算类软件, 2008 年 11 月 MATLAB R2008b 最新版正式发行, 包含 Win32 和 Win64 位版。

目前, MATLAB 已经成为国际最流行的科学与工程计算软件之一。它以模块化的计算方法、可视化与智能化的人机交互功能、丰富的矩阵运算、图形绘制和数据处理函数, 以及模块化图形的动态系统仿真工具 Simulink, 成为控制系统设计和仿真领域最受欢迎的软件系统。

在欧美大学的应用代数、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, 以及动态系统仿真等课程的教科书, 都把 MATLAB 作为其中的内容。在那里, MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具。

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。在许多的国际学术刊物上 (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, 都是以 MATLAB 为主要支撑的。

1.1.2 MATLAB 语言特点

MATLAB 语言除了具有的强大数值计算和图形功能以外, 还有其他语言难以比拟的功能, 如其提供的应用于许多领域的工具箱。此外, MATLAB 与其他语言的接口能够保证它可以和各种强大的计算机软件相结合, 发挥更大的作用。

MATLAB 目前可以在各种类型的计算机上运行, 如 PC、Sun Space 工作站、Silicon Graphics 工作站、惠普工作站。如果单纯地使用 MATLAB 语言进行编程, 则编写的程序可以直接移植到其他机型上使用。可以说, MATLAB 是和机器类型及操作系统基本上无关的软件。

MATLAB 语言具有较高的计算精度。一般情况下, 矩阵类计算可以达到 10^{-15} 数量级的精度, 符合一般科学与工程计算的要求。

如果矩阵的条件数很大, 则矩阵中一个参数的微小变化, 就可能会使最终结果发生极大的变化, 这种现象在数学上称为坏条件问题。对于这类问题, 如果采用的算法不当, 最后得出的结果可能不正确。使用 MATLAB 语言一般不会出现这类错误, 即 MATLAB 是可靠的、数值稳定的。

1.1.3 MATLAB 典型应用及组成部分

1. 典型应用

MATLAB 是一个高精度的科学计算语言, 它将计算、可视化和编程结合在一个容易使用的环境中, 在这个环境中, 用户可以把提出的问题和解决问题的办法用熟悉的数学符号表示出来, 它的典型应用包括以下方面。

- 数学和计算。
- 运算法则。
- 建模、仿真。
- 数据分析、研究和可视化。
- 科学的工程图形。
- 应用程序开发, 包括创建图形用户接口。

MATLAB 是一个交互式系统, 它的基本数据单元是数组, 这个数组不要求固定的大小, 因此可以让用户解决许多技术上的计算问题, 特别是那些包括矩阵和大量计算的问题。MATLAB 的指令表达与数学、工程中常用的习惯形式十分相似, 与 C、Fortran 等高级语言相比, MATLAB

的语法规则更简单、表达更符合工程习惯，正因为如此，人们用 MATLAB 语言编写程序就有如在便笺上书写公式和求解，因而 MATLAB 被称为“便笺式”的科学和工程计算语言。

MATLAB 的最重要的特征是：拥有解决特定应用问题的程序组，也就是 Toolbox（工具箱），如信号处理工具箱、控制系统工具箱、神经网络工具箱、模糊逻辑工具箱、通信工具箱和数据采集工具箱等许多专用工具箱，对大多数用户来说，要想灵活、高效地运用这些工具箱，通常都需要学习相应的专业知识。

此外，开放性也是 MATLAB 最重要和最受欢迎的特点之一。除内部函数外，所有的 MATLAB 主要文件和各工具箱文件都是可读、可改的源文件，因为工具箱实际上是由一组复杂的 MATLAB 函数（M 文件）组成，它扩展了 MATLAB 的功能，用以解决特定的问题，因此用户可以通过对源文件进行修改和加入自己编写的文件去构建新的专用工具箱。

2. 组成部分

MATLAB 系统由下面 5 个主要部分组成。

1) MATLAB 开发环境

开发环境是一组实用工具，利用这些工具，用户可以使用 MATLAB 函数和文件，这其中的很多工具都是图形用户接口，它包括 MATLAB 桌面和命令窗口、命令的历史记录、工作空间、文件和搜索路径，以及用来帮助查看的浏览器。

2) MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库是一个庞大的计算算法库，包括从基本函数，如 sum、sine、cosine 和复杂算法，到更复杂的函数运算，如矩阵求逆、矩阵特征值、贝塞尔函数和快速傅里叶变换。

3) MATLAB 语言

MATLAB 语言是一个高级的矩阵/数组编程语言，该语言带有流程控制语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程的特点。它既可以编写快速执行的短小程序，也可以编写庞大的复杂应用程序。

4) MATLAB 图形处理系统

这是 MATLAB 的图形系统，它既包括生成二维和三维数据可视化、图像处理、动画及演示图形的高级命令，也包括完全由用户自定制图形显示及在 MATLAB 应用程序中创建完整的图形用户接口的低级命令。

5) MATLAB 应用程序接口（API）

这是一个用户编写与 MATLAB 接口的 C 和 Fortran 程序的函数库，它包括从 MATLAB（动态链接）中调用指令和读/写 MATLAB 文件的程序。

1.1.4 MATLAB R2008a 新特点

1. MATLAB 产品家族新特性简要介绍

MATLAB 中采用先进的面向对象编程，包括对类和对象、继承、方法、属性、事件和包的完全支持；

Optimization Toolbox 中针对大量数据优化问题对内部点求解器和并行计算提供支持；

Financial Toolbox 均方差投资优化的线性互补程序；

Parallel Computing Toolbox 对 PBS Pro 和 TORQUE 规划的支持；

Statistics Toolbox 中交叉确认、特性选择、半随机数和并行最小二乘特性；

2. Simulink 产品家族新特性简要介绍

Simulink 中重新设计的多平台库浏览器;

Real-Time Workshop Embedded Coder 中生成对 AUTOSAR 兼容代码;

Embedded MATLAB 中 M-Lint 代码分析仪和 Simulink Design Verifier 对 Embedded MATLAB 语言子集函数生成代码进行检查;

Simulink Verification and Validation 提供对安全关键系统 IEC 61508 设计规则检查;

Simulink Fixed Point 提供对浮点模型的自动定点转换的指导意见;

Communication Blockset 针对调制、解调、编码和解码函数的定点支持;

Embedded IDE Link MU 作为新产品将 Simulink 模型生成代码并应用到 Green Hills MULTI 开发环境中;

MATLAB R2008a 将不再支持 Power PC 处理器上运行 Macintosh OS X 操作系统,也不支持 Microsoft Windows 2000 操作系统。此外,在 MATLAB R2008a 中 15 个产品模块被重新命名。

1.1.5 MATLAB R2008a 涵盖

Simulink 8、新产品 Simulink Design Verifier、Link for Analog Devices VisualDSP 以及 82 个产品模块的更新升级及 Bug 修订。

在 MATLAB R2008b 中 (MATLAB 7.4, Simulink 6.6), 主要更新了多个产品模块、增加了多达 350 个新特性、增加了对 64 位 Windows 的支持, 并新推出了 .net 工具箱。如 R2007b、released on March 1, 2007、includes updates to MATLAB and Simulink、two new products released since R2007b、and updates and bug fixes to 82 other products、R2007b adds support for the Intel[®] based Mac、Windows Vista[™]、and 64-bit Sun Solaris[™] SPARC platforms。

Simulink 是基于 MATLAB 的框图设计环境, 可以用来对各种动态系统进行建模、分析和仿真, 它的建模范围广泛, 可以针对任何能够用数学来描述的系统进行建模, 例如航空航天动力学系统、卫星控制系统、通信系统、船舶及汽车, 等等, 其中包括了连续、离散, 条件执行, 事件驱动, 单速率、多速率和混杂系统, 等等。Simulink 提供了利用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形界面, 而且 Simulink 还提供了丰富的功能块以及不同的专业模块集合, 利用 Simulink 几乎可以做到不书写一行代码完成整个动态系统的建模工作。

Stateflow 是一个交互式的设计工具, 它基于有限状态机的理论, 可以用来对复杂的事件驱动系统进行建模和仿真。Stateflow 与 Simulink 和 MATLAB 紧密集成, 可以将 Stateflow 创建的复杂控制逻辑有效地结合到 Simulink 的模型中。

在 MATLAB 产品族中, 自动化的代码生成工具主要有 Real-Time Workshop (RTW) 和 Stateflow Coder, 这两种代码生成工具可以直接将 Simulink 的模型框图和 Stateflow 的状态图转换成高效优化的程序代码。利用 RTW 生成的代码简洁、可靠、易读。目前 RTW 支持生成标准的 C 语言代码, 并且具备了生成其他语言代码的能力。整个代码的生成、编译以及相应的目标下载过程都是自动完成的, 用户只需使用鼠标单击相应按钮即可。MathWorks 公司针对不同的实时或非实时操作系统平台, 开发了相应的目标选项, 配合不同的软硬件系统, 可以完成快速控制原型 (Rapid Control Prototype) 开发、硬件在回路的实时仿真 (Hardware-in-Loop)、产品代码生成等工作。

另外, MATLAB 开放性的可扩充体系允许用户开发自定义的系统目标, 利用 Real-Time Workshop Embedded Coder 能够直接将 Simulink 的模型转变成效率优化的产品级代码。代码不仅可以是浮点的, 还可以是定点的。

MATLAB 开放的产品体系使 MATLAB 成为诸多领域的开发首选软件,并且, MATLAB 还具有 500 余家第三方合作伙伴,分布在科学计算、机械动力、化工、计算机通信、汽车、金融等领域。接口方式包括了联合建模、数据共享、开发流程衔接等。

1.2 MATLAB R2008a 运行环境

1.2.1 启动 MATLAB R2008a

为了介绍 MATLAB 的用户界面,必须首先启动 MATLAB 应用程序。启动 MATLAB 应用程序的方法如下。

(1) 双击 MATLAB 安装时在操作系统桌面上创建的图标。

(2) 单击【开始】按钮,依次执行“程序”→“MATLAB”→“R2008a”→“MATLAB R2008a”菜单命令。

(3) 使用 Windows 资源浏览器,打开 MATLAB 安装目录,并双击 R2008a 文件夹下的执行文件“MATLAB R2008a”。

启动 MATLAB 后,屏幕上将出现 MATLAB 的主窗口界面,如图 1-1 所示。

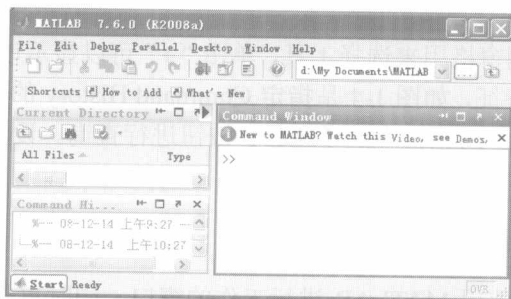


图 1-1 MATLAB 启动后的窗口界面

1.2.2 设置 MATLAB R2008a

1. 设置初始目录

当启动 MATLAB 时,默认的初始目录是 d:\My Documents\MATLAB,这里, MATLAB 表示的是安装目录。

当然,用户可以指定任何目录作为 MATLAB 的初始目录,操作方法是在系统桌面上的 MATLAB 图标上单击鼠标右键,在打开的菜单中执行“属性”菜单命令,打开“MATLAB R2008a 属性”对话框,如图 1-2 所示,在“起始位置”文本框内指定目录名即可。

2. 设置 MATLAB 环境选项

如果用户想在每次调用 MATLAB 时都执行欢迎界面,可以在 MATLAB\ToolBox\Local 目录下创建一个名称为 startup.m 的文件,以后每次启动 MATLAB 时, MATLAB 都会执行这个文件。



图 1-2 “MATLAB R2008a 属性”对话框