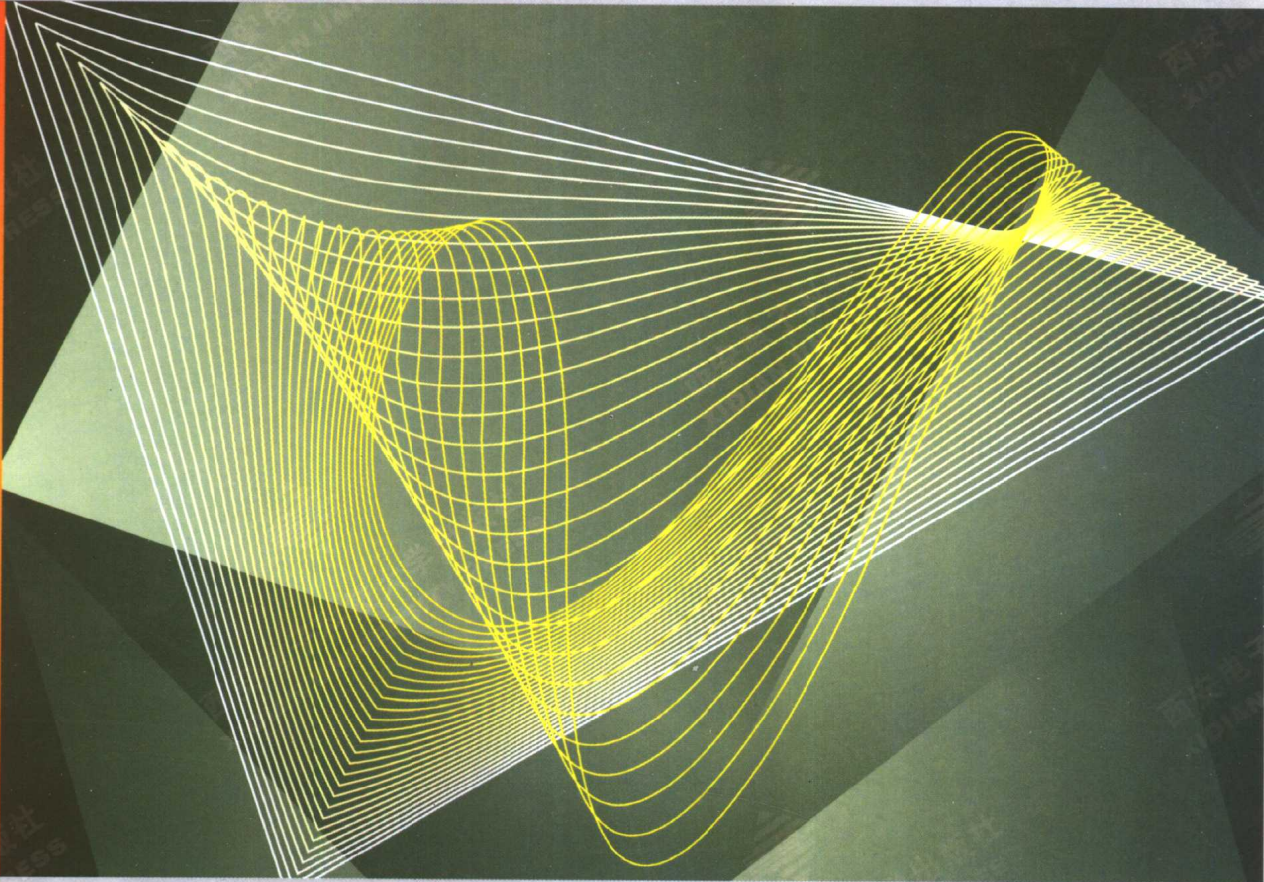


MATLAB

# MATLAB

## 基础与编程入门



□ 张威 编

西安电子科技大学出版社  
[http:// www.xduph.com](http://www.xduph.com)

1.75

93

# ***MATLAB* 基础与编程入门**

张 威 编

西安电子科技大学出版社

2004

## 内 容 简 介

本书是学习 MATLAB 产品的最基础的入门书籍,重点介绍了 MATLAB 产品的体系, MATLAB 桌面工具的使用方法, M 语言的编程方法, MATLAB 进行数据可视化、分析处理的基本步骤以及部分常用的 MATLAB 工具,这些功能都是由 MATLAB 产品的核心——MATLAB 提供的,本书并没有涉及具体的产品工具箱。

书中不仅包含了 MATLAB 的基本使用方法,还包含了作者多年来使用 MATLAB 解决各种工程问题时积累的实际经验。该书内容翔实、全面、权威,示例丰富,不仅能够成为那些准备学习 MATLAB 软件的工程技术人员的入门书籍,也可以作为已经基本掌握 MATLAB 使用方法的工程技术人员学习、提高 MATLAB 使用技巧的参考书,同时,本书还可以作为 MATLAB 的培训课程教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 基础与编程入门 / 张威编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.2

ISBN 7-5606-1330-6

I. M… II. 张… 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(2003)第 113832 号

策 划 毛红兵

责任编辑 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: [xdupfb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印刷单位 西安兰翔印刷厂

版 次 2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17

字 数 403千字

印 数 1~4000册

定 价 23.00元

ISBN 7-5606-1330-6/TP·0705

**XDUP 1601001-1**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

# 前 言

MATLAB 软件最早成为商品化软件是在 1984 年, 由 Mathworks 公司推出了 MATLAB 的第一个版本。到目前为止, MATLAB 的最新版本是 6.5.1, 即 MATLAB Release 13 SP1。MATLAB 产品提供了大量丰富的应用函数, 并且具有易扩充的开放性结构, 在不断地吸收各行各业专家、学者、工程师的经验之后, 成为国际上优秀的工程应用软件之一。目前, 该软件包含 40 余个工具箱, 30 余个专业仿真模块库, 涵盖了控制系统应用、数字信号处理、数字图像处理、通讯、神经网络、小波理论分析、优化与统计、偏微分方程、动态系统实时仿真等多学科专业领域, 其应用行业包括航空航天、汽车、通讯与 3G、医药卫生、化工工业、生物遗传工程、大学教育、国家政府机关以及金融财经等。在全球, MATLAB 的正式用户已经达到 60 余万, 遍布世界上 100 多个国家和地区, 自从上个世纪 90 年代 MATLAB 进入中国国内以来, MATLAB 软件在国内已经拥有了众多用户。目前国内很多高校已经在本科教学阶段将 MATLAB 作为一门必修课程, 该软件已经成为控制、信号处理、通讯等领域研究生、本科生必须掌握的工具软件之一。

本书的组织如下:

第一章 对 MATLAB 产品体系进行介绍, 并且介绍了 MATLAB 的桌面工具, 这是学习 MATLAB 以及 MATLAB 其他产品的基础。

第二章 介绍 MATLAB 基本数据类型——矩阵和向量的创建方法。

第三章 介绍 MATLAB 中的各种数据类型, 以及操作不同数据类型数据的函数。

第四章 介绍 M 语言编程的方法, 并且介绍了在编程时经常使用的工具。

第五章 介绍 MATLAB 强大的数据 I/O 能力, 以及不同数据文件的读写方法。

第六章 介绍 MATLAB 强大的数据可视化以及基本分析方法。

第七章 介绍利用 GUIDE 创建图形用户界面应用程序的方法。

另外本书的附录中还介绍了 MATLAB 的安装方法。

在本书的编写过程中, 作者收集了国内外大量的最新的权威资料, 结合 Mathworks 公司中国独家代理商——北京九州恒润科技有限公司多年来在 MATLAB 软件应用以及培训教学方面的经验, 精心组织编写。书中不仅包含了 MATLAB 的基本使用方法, 还包含了作者多年来使用 MATLAB 解决各种工程问题时积累的应用经验。该书内容翔实、全面、权威, 示例丰富, 不仅能够成为那些准备学习 MATLAB 软件的工程技术人员的入门书籍, 也可以作为已经基本掌握 MATLAB 使用方法的工程技术人员学习、提高 MATLAB 使用技巧的参考书, 同时, 本书也可以作为 MATLAB 的培训课程教材。

如果中国国内的用户需要购买 MATLAB 软件, 请按照下列地址与北京九州恒润科技有限公司联系:

■ 公司总部

地址: 北京市西城区北三环中路 27 号商房大厦 430 室

邮编：100029

电话：010-82011456

传真：010-62073600

■ 上海办事处

地址：上海市徐汇区漕宝路 70 号光大会展中心 D 座 505 室

邮编：200235

电话：021-64325413/5/6

传真：021-64325144

■ 成都办事处

地址：成都市人民南路一段 86 号城市之心大厦 23 楼 N 座

邮编：610016

电话：028-86203381/2/3

传真：028-86203381

北京九州恒润科技有限公司的互联网地址：[www.hirain.com](http://www.hirain.com)。

北京九州恒润科技有限公司的技术论坛：[www.hirain.com/forum/](http://www.hirain.com/forum/)

在本书的编写过程中，得到了西安电子科技大学出版社毛红兵编辑的大力支持，同时也得到了 Mathworks 公司中国独家代理商——北京九州恒润科技有限公司的鼎力协助，在这里对他们表示衷心的感谢。同时还要感谢父母和兄长多年对我的培养和教育，更要感谢我的女友——余志鸿小姐对我的关心和支持，正是有了他们的支持与鼓励才有了这本薄薄的小册子的出版。

由于时间仓促，书中难免存在一些不妥之处，诚望广大读者谅解，并且提出宝贵的意见和建议，以便我们在再版时改进。

如果需要得到本书所涉及的例子和练习的源代码，请直接与作者联系：

[zhang\\_v@163.net](mailto:zhang_v@163.net)

编著者

2003 年冬

# 目 录

第一章 概述 .....	1	2.5.2 基本矩阵运算 .....	47
1.1 MATLAB 产品族简介 .....	1	2.5.3 基本数组运算 .....	49
1.1.1 MATLAB 的产品体系 .....	2	2.5.4 基本数学函数 .....	52
1.1.2 Simulink 简介 .....	4	2.5.5 矩阵(数组)操作函数 .....	53
1.1.3 Stateflow 简介 .....	6	2.6 稀疏矩阵 .....	56
1.1.4 自动化代码生成工具 .....	8	2.7 多维数组 .....	59
1.2 MATLAB 的桌面环境 .....	10	2.7.1 创建多维数组 .....	60
1.3 Command Windows 和 MATLAB 指令 .....	13	2.7.2 多维数组的操作函数 .....	62
1.3.1 命令行窗口 .....	13	2.8 本章小结 .....	64
1.3.2 设置命令行窗口的显示方式 .....	14	第三章 数据类型 .....	65
1.3.3 常用的控制指令 .....	16	3.1 概述 .....	65
1.4 Command History 和历史记录 .....	18	3.2 MATLAB 基本数值类型 .....	66
1.4.1 命令行历史窗口 .....	18	3.2.1 基本数值类型入门 .....	66
1.4.2 diary 指令 .....	20	3.2.2 整数类型数据运算 .....	68
1.5 Current Directory 和搜索路径 .....	21	3.2.3 MATLAB 的常量 .....	71
1.5.1 Current Directory 当前路径察看器 .....	21	3.2.4 空数组 .....	73
1.5.2 工作路径 .....	22	3.3 逻辑类型和关系运算 .....	75
1.5.3 搜索路径 .....	23	3.3.1 逻辑数据类型 .....	75
1.6 Launch Pad 和 Start 菜单 .....	26	3.3.2 逻辑运算 .....	77
1.7 使用帮助 .....	28	3.3.3 关系运算 .....	79
1.7.1 在线帮助 .....	28	3.3.4 运算符的优先级 .....	80
1.7.2 窗口帮助 .....	30	3.4 字符串 .....	81
1.7.3 操作帮助的函数 .....	32	3.4.1 字符串入门 .....	81
1.8 本章小结 .....	32	3.4.2 基本字符串操作 .....	83
第二章 矩阵和数组 .....	34	3.4.3 字符串操作函数 .....	84
2.1 概述 .....	34	3.4.4 字符串转换函数 .....	87
2.2 创建向量 .....	36	3.4.5 格式化输入输出 .....	89
2.3 创建矩阵 .....	38	3.5 元胞数组 .....	92
2.3.1 直接输入法 .....	39	3.5.1 元胞数组的创建 .....	93
2.3.2 数组编辑器 .....	39	3.5.2 元胞数组的基本操作 .....	95
2.4 索引 .....	42	3.5.3 元胞数组的操作函数 .....	98
2.4.1 向量元素的访问 .....	42	3.6 结构 .....	100
2.4.2 矩阵元素的访问 .....	43	3.6.1 结构的创建 .....	101
2.5 基本运算 .....	46	3.6.2 结构的基本操作 .....	103
2.5.1 矩阵生成函数 .....	46	3.6.3 结构操作函数 .....	105

3.7 本章小结 .....	109	6.3 格式化绘图 .....	189
<b>第四章 MATLAB 编程基础</b> .....	<b>110</b>	6.3.1 增加文本信息 .....	189
4.1 概述 .....	110	6.3.2 格式化文本标注 .....	193
4.2 流程控制 .....	111	6.3.3 特殊字符标注 .....	194
4.2.1 选择结构 .....	112	6.3.4 简单数据统计信息 .....	196
4.2.2 循环结构 .....	116	6.4 特殊图形函数 .....	198
4.2.3 break 语句和 continue 语句 .....	118	6.4.1 特殊坐标轴系 .....	198
4.2.4 提高运算性能 .....	120	6.4.2 绘制特殊图形 .....	200
4.3 脚本文件 .....	125	6.4.3 调色板(colormap) .....	205
4.4 函数文件 .....	127	6.5 基本三维绘图 .....	208
4.4.1 基本结构 .....	127	6.6 保存和输出图形 .....	214
4.4.2 输入输出参数 .....	129	6.6.1 保存和打开图形文件 .....	214
4.4.3 子函数和私有函数 .....	134	6.6.2 导出文件 .....	216
4.4.4 局部变量和全局变量 .....	137	6.6.3 拷贝图形文件 .....	217
4.4.5 函数执行规则 .....	141	6.7 数据插值和曲线拟合 .....	219
4.5 M 文件调试 .....	142	6.7.1 插值运算 .....	219
4.6 M 文件性能分析 .....	145	6.7.2 曲线拟合 .....	223
4.7 本章小结 .....	150	6.7.3 基本拟合工具 .....	228
<b>第五章 文件 I/O</b> .....	<b>151</b>	6.8 本章小节 .....	232
5.1 概述 .....	151	<b>第七章 GUIDE 入门</b> .....	<b>233</b>
5.2 高级例程 .....	152	7.1 概述 .....	233
5.2.1 一般数据文件操作 .....	152	7.2 图形句柄入门 .....	235
5.2.2 文本文件操作 .....	154	7.3 GUIDE 工具入门 .....	240
5.2.3 导入其他类型的数据文件 .....	158	7.4 创建图形用户界面外观 .....	243
5.2.4 导出二进制格式数据 .....	161	7.5 图形用户界面编程 .....	246
5.3 低级例程 .....	163	7.5.1 设置对象属性 .....	246
5.3.1 打开关闭文件 .....	163	7.5.2 编写回调函数 .....	248
5.3.2 读写数据 .....	164	7.6 常用的图形界面函数 .....	254
5.3.3 文件位置指针 .....	167	7.7 本章小结 .....	254
5.4 文件导入向导 .....	169	<b>附录 A MATLAB 关键字</b> .....	<b>255</b>
5.5 本章小结 .....	174	<b>附录 B MATLAB 可用的 LaTeX</b>	
<b>第六章 图形基础</b> .....	<b>175</b>	<b>字符集</b> .....	<b>256</b>
6.1 概述 .....	175	<b>附录 C MATLAB 的安装</b> .....	<b>257</b>
6.2 基本二维绘图 .....	176	C.1 Windows 系统下的安装 .....	257
6.2.1 基本绘图指令 .....	176	C.2 Unix 系统下的安装 .....	261
6.2.2 设置曲线的样式属性 .....	178	<b>附录 D 北京九州恒润科技有限公司</b>	
6.2.3 使用子图 .....	181	<b>简介</b> .....	<b>263</b>
6.2.4 控制绘图区域 .....	183	<b>参考文献</b> .....	<b>265</b>
6.2.5 图形编辑器 .....	187		

# 第一章 概 述

MATLAB 是一种流行的工程软件，可以应用于科学计算、控制系统设计与分析、数字信号处理、数字图像处理、通讯系统仿真与设计、金融财经系统分析等领域。在正式学习使用 MATLAB 之前，首先需要了解的就是 MATLAB 软件的基本环境及其使用方法。本章将简要介绍一下 MATLAB 软件产品的体系，重点介绍 MATLAB 软件的图形界面环境的基本使用方法。

**本章讲述的主要内容如下：**

- MATLAB 产品族简介；
- MATLAB 的桌面环境；
- MATLAB 用户界面窗口的使用。

## 1.1 MATLAB 产品族简介

MATLAB 的名称源自 Matrix Laboratory，它的首创者是在数值线性代数领域颇有影响的 Cleve Moler 博士，他也是生产经营 MATLAB 产品的美国 Mathworks 公司的创始人之一。MATLAB 是一种科学计算软件，专门以矩阵的形式处理数据。MATLAB 将高性能的数值计算和可视化集成在一起，并提供了大量的内置函数，从而使其被广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作中，而且利用 MATLAB 产品的开放式结构，用户可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充，从而在不断深化对问题认识的同时，逐步完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

MATLAB 产品族可以用来进行如下工作：

- 数值分析；
- 数值和符号计算；
- 工程与科学绘图；
- 控制系统的设计与仿真；
- 数字图像处理；
- 数字信号处理；
- 通讯系统设计与仿真；
- 财务与金融工程。

目前，MATLAB 的最新版本为 MATLAB 6.5.1，Mathworks 公司将其称之为 MATLAB Release 13 Service Pack 1(R13 SP1)，本书就以该版本的 MATLAB 为基础制作完成。



### 1.1.1 MATLAB 的产品体系

MATLAB 产品由若干个模块组成，不同的模块完成不同的功能，其中有

- MATLAB;
- MATLAB Toolboxes;
- MATLAB Compiler;
- Simulink;
- Simulink Blockset;
- Real-Time Workshop (RTW);
- Stateflow;
- Stateflow Coder.

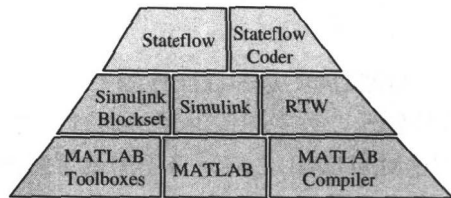


图 1-1 MATLAB 的产品体系

由这些模块构成的 MATLAB 产品体系如图 1-1 所示。

其中，MATLAB 是 MATLAB 产品家族的基础，它提供了基本的数学算法，例如矩阵运算、数值分析算法，MATLAB 集成了 2D 和 3D 图形功能，以完成相应数值可视化的工作，并且提供了一种交互式的高级编程语言——M 语言，利用 M 语言可以通过编写脚本或者函数文件实现用户自己的算法。

MATLAB Compiler 是一种编译工具，它能够将那些利用 MATLAB 提供的编程语言——M 语言编写的函数文件编译生成标准的 C/C++语言源文件，而生成的标准 C/C++源代码可以被任何一种 C/C++编译器编译生成函数库或者可执行文件，这样就可以扩展 MATLAB 功能，使 MATLAB 能够同其他高级编程语言(例如 C/C++语言)进行混合应用，取长补短，以提高程序的运行效率，丰富程序开发的手段。

MATLAB 除了能够和 C/C++语言集成开发以外，目前的 MATLAB 还提供了和 Java 语言接口的能力，并且它还支持 COM 标准，能够和任何一种支持 COM 标准的软件协同工作。另外，在 Release 13 中，包含了 MATLAB Compiler 的扩展产品——MATLAB COM Builder 和 Excel Builder，分别用来将 MATLAB 的函数文件打包成 COM 组件或者 Excel 插件，将 MATLAB 应用程序算法集成到相应的开发工具或者应用软件中。

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、可扩展的，用户不仅可以察看其中的算法，还可以针对一些算法进行修改，甚至允许开发自己的算法以便扩充工具箱的功能。目前 MATLAB 产品的工具箱有 40 多种，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。

MATLAB 主要的专业工具箱包括以下几种。

- 数学与数据分析：
  - Optimization
  - Statics
  - Nerual Network
  - Symbolic Math

- Partial Differential Equation
- Mapping
- Spline
- Curve Fitting
- Virtual Reality
- Bioinformatics
- 数据获取与采集:
  - Data Acquisition
  - Image Acquisition
  - Instrument Control
  - Database
  - Excel
- 信号处理与图像处理:
  - Signal Processing
  - Image Processing
  - Communication
  - System Identification
  - Wavelet
  - Filter Design
  - MATLAB Link for Code Composer Studio
- 控制系统设计与分析:
  - Control system
  - Fuzzy Logic
  - Robust Control16
  - Mu-Analysis and Synthesis18
  - LMI Control18
  - Model Predictive Control18
  - Model-Based Calibration
- 财经与金融:
  - Financial
  - Financial Time Series
  - GARCH
  - Datafeed
  - Financial Derivatives
  - Fixed Income

本书中所介绍的内容不包括上述若干工具箱，本书将集中介绍 MATLAB 基本模块的使用方法，有关产品工具箱的介绍请参阅 MATLAB 的帮助文档信息。图 1-1 中提及的其他产品将在下面的几个小节分别介绍。

### 1.1.2 Simulink 简介

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、卫星控制制导系统、通讯系统、船舶及汽车等，其中包括连续、离散，条件执行、事件驱动、单速率、多速率和混杂系统等。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就能完成整个动态系统的建模工作。

此外，在 Simulink 基础上还提供了 Stateflow，用来进行事件驱动过程的仿真。

Simulink 的特点：

- 交互式建模：Simulink 本身就提供了大量的功能块方便用户快速建立动态系统的模型，如图 1-2 所示，建模的时候只需要利用鼠标拖放功能块并将其连接起来即可。

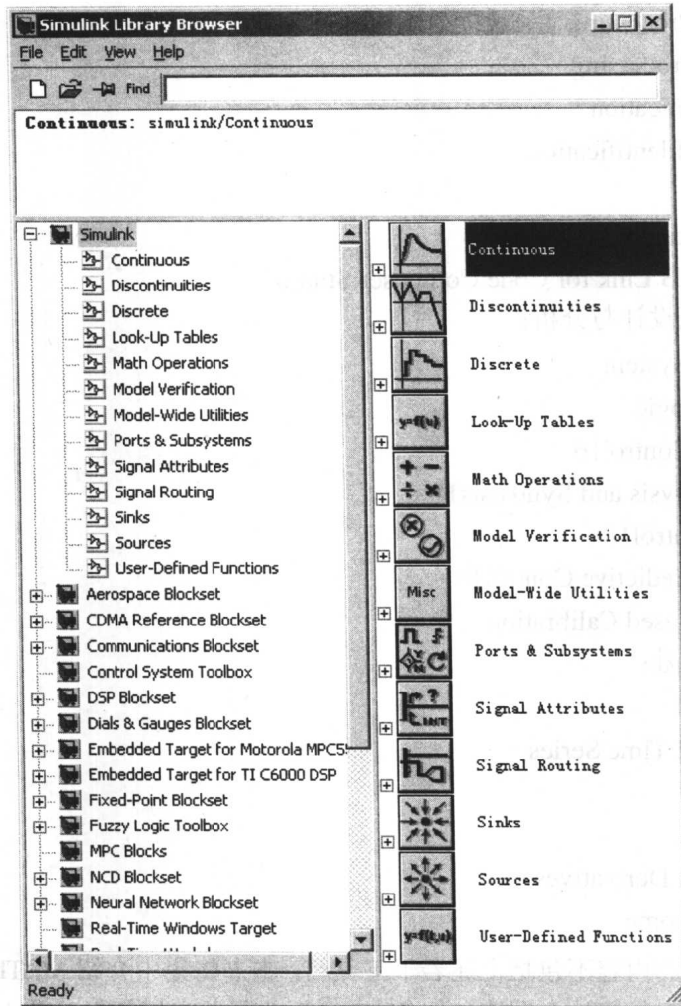


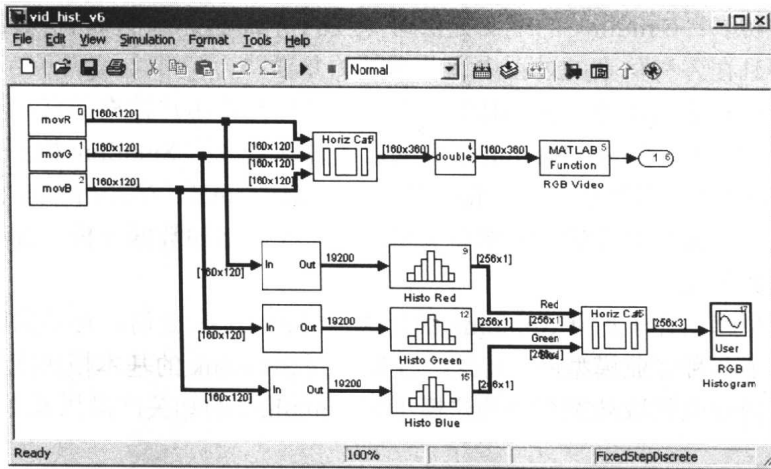
图 1-2 Simulink 的库浏览器

- 交互式仿真: Simulink 的框图提供可交互的仿真环境, 可以将仿真结果动态显示出来, 并且在各种仿真的过程中调节系统的参数。
- 任意扩充和定制功能: Simulink 的开放式结构允许用户扩充仿真环境的功能, 可以将用户利用 C、C++、Fortran 语言编写的算法集成到 Simulink 框图中。
- 与 MATLAB 工具集成: Simulink 的基础是 MATLAB, 在 Simulink 框图中可以直接利用 MATLAB 的数学、图形和编辑功能, 完成诸如数据分析、过程自动化分析、优化参数等工作。
- 专业模型库: 为了扩展 Simulink 的功能, Mathworks 公司针对不同的专业领域和行业开发了各种专业模型库, 将这些模型库同 Simulink 的基本模块库结合起来, 可以完成不同专业领域动态系统的建模工作。Simulink 的相关产品以及专业模块如表 1-1 所示。

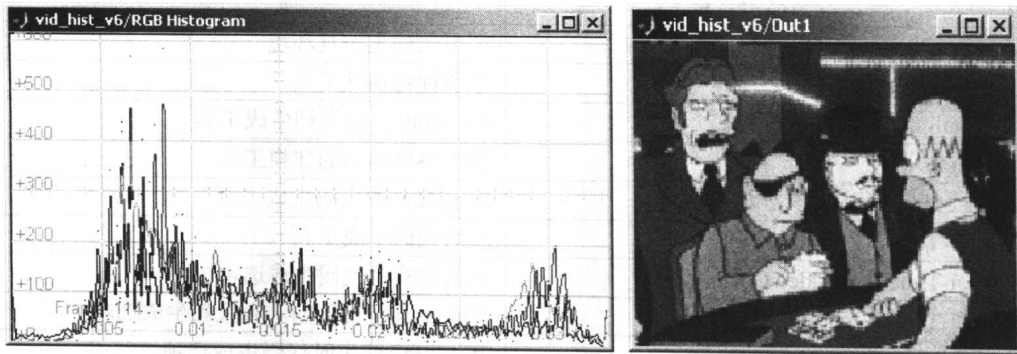
表 1-1 MATLAB 中的 Simulink 相关模块

产品名称	描 述
Simulink	图形化建模仿真环境
Simulink Performance Tools	性能优化调试工具
Simulink Report Generator	Simulink 自动文档生成工具
Stateflow	基于事件驱动的建模工具
Stateflow Coder	Stateflow 的代码生成工具
Real-Time Workshop	实时代码生成工具
Real-Time Embedded Coder	嵌入式实时代码生成选项
Real-Time Windows Target	Windows 环境下的实时代码生成选项
xPC Target	基于 xPC 的实时代码生成选项
xPC Target Embedded Option	嵌入式 xPC 实时代码选项
Embedded Target for Motorola MPC555	Motorola MPC555 的嵌入式代码生成选项
Embedded Target for TI C6000 DSP	TI C6000 系列的嵌入式代码生成选项
Embedded Target for Infineon C166	Infineon C166 的嵌入式代码生成选项
Embedded Target for Motorola HC12	HC12 的嵌入式代码生成选项
Embedded Target for OSEK/VDX	OSEK 操作系统的嵌入式代码生成选项
Aerospace Blockset	航空航天及国防专业模块库
Fixed-Pointed Blockset	定点代码应用专业模块库
DSP Blockset	数字信号处理系统专业模块库
Communication Blockset	通讯系统仿真专业模块库
CDMA Blockset	IS95A 通讯系统仿真专业模块库
Dials & Gauges Blockset	虚拟仪器仪表专业模块库
Nonlinear Control Design Blockset	非线性控制设计专业模块库
SimMechanics	机械系统仿真专业模块库
SimPowerSystem	电力电子系统仿真专业模块库
Virtual Reality Toolbox	虚拟现实应用工具箱

Simulink 不仅可以建立控制系统的动态模型, 而且还能够创建数字信号处理系统, 甚至视频系统的动态模型, 利用 Simulink 提供的各种工具, 特别是实时代码生成工具, 可以完成相应的代码验证工作, 图 1-3(a)、(b)为 Simulink 进行视频系统仿真的例子。



(a) 视频仿真的 Simulink 模型



(b) 视频仿真的运行结果

图 1-3 用 Simulink 进行视频系统仿真的例子

可以利用 MATLAB 产品中提供的 Embedded Target for TI C6000 DSP 产品将该模型下载到 6416 DSK 开发板中完成算法的验证与测试。

### 1.1.3 Stateflow 简介

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。

有限状态机是具有有限个状态的系统的理论表述。它以某些缺省的状态为起点，根据所定义的事件和转移进行操作，转移表示状态机如何对事件进行响应(控制流程)。

图 1-4 就是有限状态机的一个例子。其中，A、B、C、D、E 分别表示系统的不同状态，而 a、b 表示响应的事件，具有方向的线表示状态与状态之间的逻辑流，逻辑流依赖事件驱动，所以这是一个典型的事件驱动模型，可利用有限状态机理论进行表述。

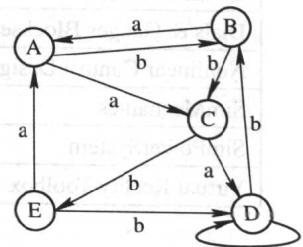


图 1-4 有限状态机的一个例子

假设用一个状态机表示空调的制冷工作，一般空调工作的时候具有两种状态，即运行(On)和停止(Off)。当电源接通之后，空调机一般默认为运行状态，若室内的温度高于设定的温度，则空调机处于运行状态，若室内的温度低于设定的温度，则空调机停止运行，这样系统就从一个状态转换到另一个状态。利用 Stateflow 可以对该系统进行建模，如图 1-5 所示。

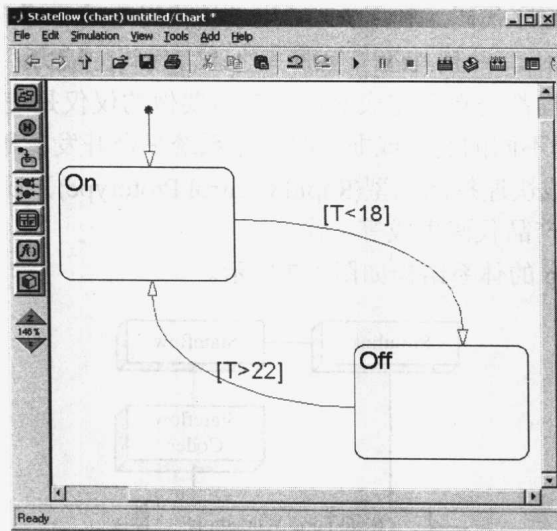


图 1-5 利用 Stateflow 建模

Stateflow 主要可以用于各种动态逻辑、控制流程系统的建模与仿真，例如在飞行器的导航制导与控制系统中，经常需要根据当前的飞行状态切换不同的系统控制参数，利用 Stateflow 就可以完成此类系统的建模与仿真。再比如说，在通讯系统中，为了仿真网络通讯中的物理层(MAC Layer)协议，也可以使用 Stateflow 进行建模与仿真，图 1-6 展示了用于仿真以太网物理层协议的 Stateflow 模型。

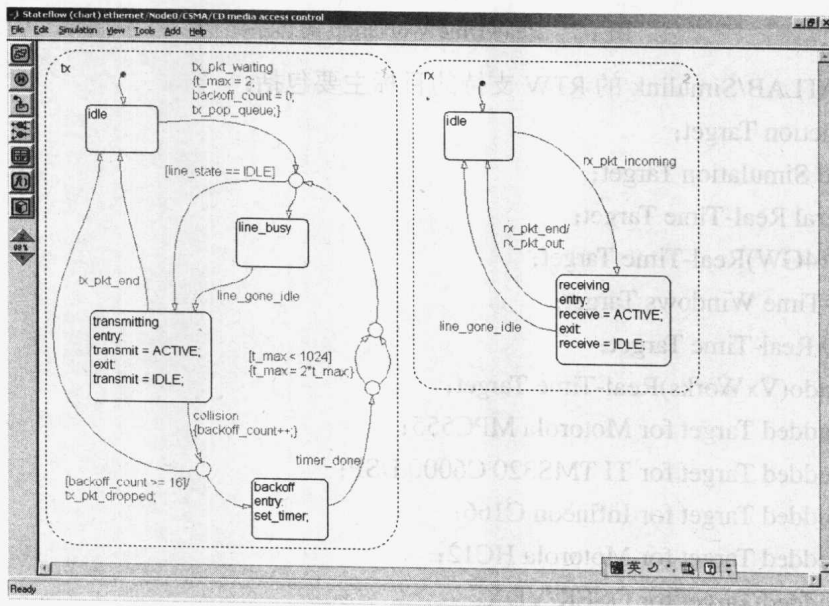


图 1-6 利用 Stateflow 完成以太网物理层协议仿真

### 1.1.4 自动化代码生成工具

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,用户需要做的仅仅是使用鼠标点击几个按钮即可。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,以配合不同的软、硬件系统完成快速控制原型(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。

Real-Time Workshop 的体系结构如图 1-7 所示。

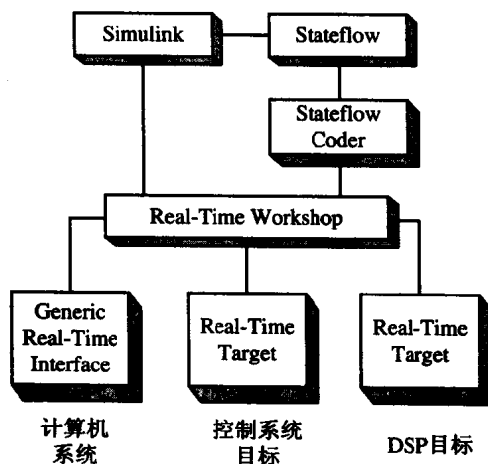


图 1-7 Real-Time Workshop 的体系结构

目前 MATLAB/Simulink 的 RTW 支持的目标主要包括:

- S-function Target;
- Rapid Simulation Target;
- General Real-Time Target;
- DOS(4GW)Real-Time Target;
- Real-Time Windows Target;
- LE/O Real-Time Target;
- Tornado(VxWorks)Real-Time Target;
- Embedded Target for Motorola MPC555;
- Embedded Target for TI TMS320 C6000 DSP;
- Embedded Target for Infineon C166;
- Embedded Target for Motorola HC12;
- Embedded Target for OSEK/VDX;
- xPC Target;

### ■ 第三方硬件平台。

在这些目标体系中,常用于控制系统原型仿真的目标平台主要包括 Real-Time Windows Target、xPC Target 以及 dSPACE 等第三方硬件平台。

Real-Time Windows Target 可以将一台运行 Windows 操作系统的 PC 机转变成为独立的自主目标机,目标机交互地实时运行 Simulink 模型。Real-Time Windows Target 支持直接的 I/O 访问,允许用户和模型之间实时交互,是一个易用的、廉价的低端快速原型开发和硬件在回路仿真的目标环境。

利用 xPC Target,用户可以将 Simulink 提供的支持 xPC Target 的 I/O 模块添加到 Simulink 的模型中,然后通过 RTW 的 xPC Target 选项,将模型下载到另一台运行在 xPC Target 实时内核的 x86 体系计算机上,这时模型在 xPC 实时内核上实时地运行。xPC 支持的板卡和 I/O 数量种类丰富,是理想的快速原型实现和硬件在回路仿真的测试工具。

在第三方硬件支持中,目前最流行的也是性能较高的就是德国 dSPACE 公司开发的 dSPACE 系统。dSPACE 系统是一套基于 MATLAB/Simulink 的控制系统开发及测试平台,实现了与 MATLAB/Simulink 的无缝连接。在 MATLAB/Simulink 和 dSPACE 系统的支持下,可以完善地解决控制系统的快速原型开发和硬件在回路仿真中遇到的各种问题,使工程师可以将自己的精力集中在控制系统算法的开发中,而不是耗费在大量繁琐的代码编写中。

dSPACE 系统的主要特点如下:

- 组合性强: dSPACE 系统设计了各种标准的组件系统,可以对系统进行任意的组合和配置,可以选择不同的处理器板卡,也可以针对具体的应用选择性能不同的 I/O 板卡。
- 易于掌握: 由于 dSPACE 系统和 MATLAB/Simulink 产品之间的无缝连接,使掌握了 MATLAB 的广大工程技术人员可以轻松掌握 dSPACE 系统。
- 快速性好: 由于 dSPACE 系统和 MATLAB/Simulink 产品之间的无缝连接,整个生成代码、编译、下载过程由计算机自动完成,而修改参数再次生成代码、编译、下载只需要几分钟,从而可以在短时间内对原型进行反复的更改和试验,减少了以往大量的编码修改、编写的时间,极大地提高了工作效率。

此外,dSPACE 系统还具有较高的实时性、可靠性,而且通过不同的板卡配置提供了灵活多变的应用,从而适应用户的各方面要求。

关于 dSPACE 系统的详细信息,请浏览该公司的网站: <http://www.dspaceinc.com>,也可以浏览该产品在中国的惟一代理商——北京九州恒润科技有限公司的网站: <http://www.hirain.com>。

像各种单片机一样,HC12、C166 等主要用于控制系统中嵌入式控制器的处理器在回路中的仿真开发,特别是 Embedded Target for TI C6000 DSP 能够将 Simulink 框图化的模型转变成直接在 C6000 系列 DSP 开发板或者 EVM 板上运行的可执行程序,从而直接通过硬件设备来验证系统的算法。

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。



## 1.2 MATLAB 的桌面环境

在运行 MATLAB 之前首先要在自己的操作系统中安装 MATLAB, 目前 MATLAB 可以在 Windows、Red-hat Linux、Sun Solaris、MAC OS 等操作系统中安装使用。如果读者使用 Windows 操作系统, 则建议使用 Windows 2000 或者 Windows XP Professional 版本作为 MATLAB 的运行平台。运行 MATLAB 时, 可以双击 MATLAB 的图标, 或者在命令行提示符(控制台方式)下键入指令: matlab, 这时将启动 MATLAB 的图形桌面工具环境。

MATLAB 的桌面环境可以包含多个窗口, 这些窗口分别为历史命令窗口(Command History)、命令行窗口(Command Window)、当前目录浏览器(Current Directory Browser)、工作空间浏览器(Workspace Browser)、目录分类窗口(Launch Pad)、数组编辑器(Array Editor)、M 文件编辑器/调试器(Editor/Debugger)、超文本帮助浏览器(Help Navigator/Browser), 这些窗口都可以内嵌在 MATLAB 主窗体中, 组成 MATLAB 的用户界面。其中当 MATLAB 安装完毕并首次运行时, 展示在用户面前的界面为 MATLAB 运行时的缺省界面窗口, 如图 1-8 所示。

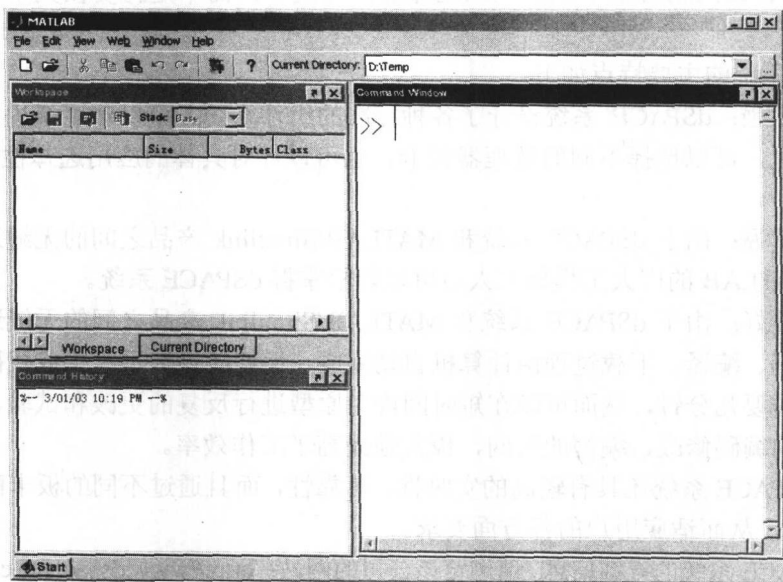


图 1-8 MATLAB 默认的用户界面

MATLAB 6.5 的缺省界面和 MATLAB 6.1 的缺省界面相比还是有一定变化的, 主要就是在界面的左下角有一个名为“Start”的启动菜单, 在这个菜单中可以执行 MATLAB 产品的各种工具, 并且可以查阅 MATLAB 包含的各种资源, 它的功能和 MATLAB 的目录分类窗口(Launch Pad)功能非常类似。在默认的缺省用户界面中, 新版本的 MATLAB 中没有了目录分类窗口(Launch Pad), 而是工作空间浏览器(Workspace Browser)。

MATLAB 启动的界面可以具有多种默认的选择, 用户可以通过 MATLAB 界面中的“View”菜单下的“Desktop Layout”子菜单下的命令选择不同的 MATLAB 界面, 这些命