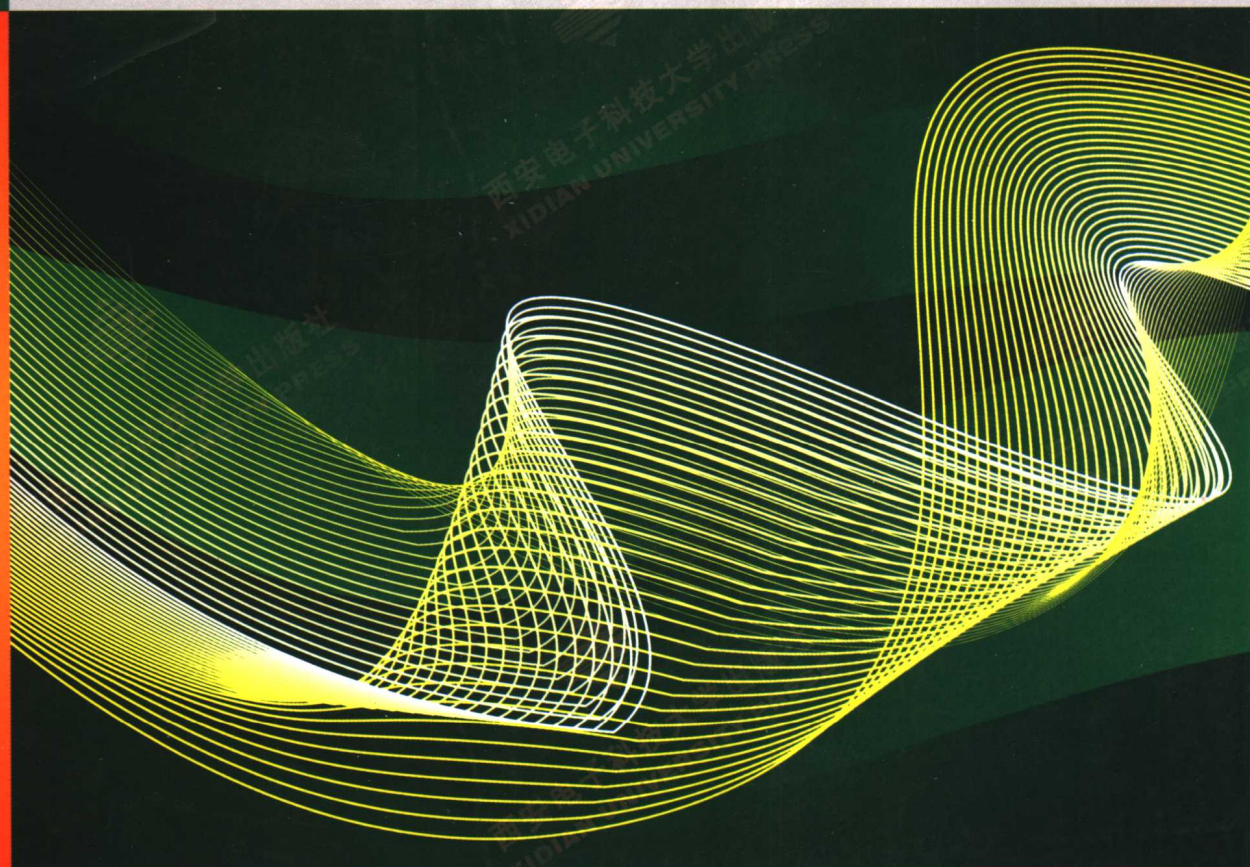


MATLAB

MATLAB

应用程序集成与发布



□ 张威 编著

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

MATLAB 应用程序集成与发布

张威 编著

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书重点介绍了 MATLAB 应用程序集成与发布的相关内容, 涉及到了 MATLAB COM 客户端/服务器应用和 MATLAB Compiler、MATLAB Builder for COM、MATLAB Builder for Excel、Excel Link 等工具的使用方法。全书共分五章。其中: 第一章回顾了 MATLAB 的基本使用方法; 第二章详细介绍了 MATLAB 自动化客户端/服务器应用; 第三、四章分别介绍了如何采用 MATLAB Compiler、MATLAB Builder for COM 和 MATLAB Builder for Excel 工具实现应用程序的发布工作; 第五章介绍了 Excel Link 的使用方法。在本书的附录中, 总结了 MATLAB Release 14 的新特性、MATLAB Compiler 等工具的详细使用方法。

本书内容丰富、全面、系统而且权威, 对每一种工具的使用方法都进行了详尽的介绍, 并列举了丰富的应用程序实例, 涉及到了 Visual Basic、Visual C++、Microsoft Excel 等常用的 Windows 桌面软件或编程语言与 MATLAB 集成开发的过程。

本书可以作为那些需要将 MATLAB 软件同其他高级语言或软件进行集成开发的工程人员的参考书, 也可以作为计算机编程爱好者学习使用 MATLAB 的参考书。同时, 还可以作为 MATLAB 培训课程的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 应用程序集成与发布 / 张威编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2005.7

ISBN 7-5606-1530-9

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 (2005) 第 055880 号

策 划 毛红兵

责任编辑 杨宗周 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: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安文化彩印厂

版 次 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 19 875

字 数 475 千字

印 数 1~4000 册

定 价 30.00 元

ISBN 7-5606-1530-9 / TP·0819

XDUP 1821001 - 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的时间是在 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 7.0.4, 即 MATLAB Release 14 Service Pack 2。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, 在不断吸收各行各业专家、学者、工程师的经验之后, 成为了国际上优秀的工程应用软件之一。目前, 该软件涵盖了控制系统设计与仿真、数字信号处理与仿真、数字图像处理、嵌入式系统设计与实现、通信、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、通信、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六十余万, 遍布世界上 100 多个国家和地区, 而自从上个世纪 90 年代 MATLAB 进入国内起, 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(选)修课程。该软件已经成为应用数学、控制、信号处理、通信等专业博士生、硕士生、本科生必须掌握的工具软件之一。

MATLAB 程序的桌面集成与发布是 MATLAB 产品体系的一个重要功能。所谓 MATLAB 应用程序集成, 是指在桌面环境下, 将其他的软件(例如 Excel)与 MATLAB 集成在一起, 实现复杂应用程序的开发。而所谓 MATLAB 应用程序发布是指将 MATLAB 开发的算法脱离 MATLAB 环境, 与其他高级的开发语言(例如 C/C++)混合开发应用程序, 实现复杂应用程序的开发。MATLAB 应用程序集成与发布的主要内容

包括:

- MATLAB 自动化客户端/服务器应用;
- 利用 MATLAB Compiler 将 M 语言函数算法发布;
- 利用 MATLAB Builder for COM 创建 COM 组件;
- 利用 MATLAB Builder for Excel 创建 Excel 插件。

此外, 还包含了 Excel Link 等开发工具的基本应用。

在本书中, 详细介绍了 MATLAB 应用程序集成与发布工具的使用方法, 本书的组织如下:

第一章对 MATLAB 的应用进行简要的回顾, 是学习 MATLAB 应用程序集成与发布的基础。

第二章介绍 MATLAB COM 自动化客户端/服务器的应用, 详细介绍如何利用 COM 标准丰富 MATLAB 的功能。同时介绍了如何在流行开发工具中使用 COM 标准集成

MATLAB.

第三章介绍 MATLAB Compiler 的使用方法。

第四章介绍 MATLAB Builder for COM 和 MATLAB Builder for Excel 的使用方法。

第五章介绍 MATLAB Excel Link 工具箱。

另外本书的附录中还详细总结了 MATLAB Compiler 的使用步骤与方法,供大家在使用相应工具时参考。

MATLAB 应用程序集成与发布是很多 MATLAB 用户非常关注的技术,主要原因是 MATLAB 软件作为工程软件并不十分适合进行桌面应用程序开发。MATLAB 是用来进行工程算法开发的软件,它提供的 M 语言是一种科学计算的高级编程语言,能够帮助工程师解决诸多领域的工程、科研难题。但是,在开发桌面应用程序方面,使用 Visual C++ MFC、Visual Basic、Linux/Motif 等是首选,因此每个进行算法开发的工程师或多或少都需要使用到 MATLAB 应用程序集成与发布技术。但是要全面掌握 MATLAB 应用程序集成与发布技术绝非易事,因为此项技术对工程师的要求比较全面,需要工程师能够掌握 C/C++、Visual Basic Application 等高级开发语言,还需要掌握诸如 MFC、COM、DCOM 等应用程序开发技术,同时还要能够实现工程算法的开发。所以,全面掌握 MATLAB 应用程序集成与发布技术是一个略显漫长的过程,希望学习阅读本书的读者能够持之以恒,争取早一天掌握此类技术。

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,总结了自身丰富的应用程序开发经验。本书可以作为那些需要将 MATLAB 软件同其他高级语言进行交互编程的工程人员的参考书,也可以作为计算机编程爱好者学习使用 MATLAB 应用程序集成与发布的教材,同时,还可以作为 MATLAB 相应产品培训课程的教材。

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,在这里对她表示衷心的感谢。同时还要感谢父母和兄长多年来对我的培养和教育。更要感谢我的妻子余志鸿,在这一年之中发生了太多的事情,如果没有她对我默默的关心、支持,还有鼓励,也就没有了今天这本书的出版。

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,并提出宝贵的意见和建议,以便我们再版时改进。

如果需要得到本书所涉及的例子的源代码,请直接与作者联系:

zhang_v@tom.com

编著者

2005 年初夏

目 录

第一章 概述	1
1.1 MATLAB 产品简介	1
1.2 MATLAB 桌面应用程序开发	6
1.3 MATLAB 基础回顾	7
1.3.1 使用帮助	8
1.3.2 MATLAB 的数据类型	11
1.3.3 M 语言编程入门	15
1.4 本章小结	22
第二章 MATLAB 与 COM 应用	23
2.1 COM 技术概述	23
2.2 MATLAB 的 COM 应用	25
2.3 MATLAB COM 客户端支持	26
2.3.1 MATLAB COM 客户端函数	27
2.3.2 应用实例	49
2.4 MATLAB COM 服务器支持	62
2.4.1 MATLAB COM 服务器函数	62
2.4.2 应用实例	72
2.5 本章小结	88
第三章 MATLAB Compiler 应用	90
3.1 MATLAB Compiler 概述	90
3.2 安装与配置	93
3.2.1 安装	93
3.2.2 配置	94
3.3 mcc 的应用	97
3.3.1 生成独立可执行应用程序	98
3.3.2 生成函数库	109
3.3.3 创建 MEX 文件	140
3.4 发布应用程序	144
3.5 高级技巧	147
3.5.1 M 代码与 C/C++ 代码混合编译	147
3.5.2 编译指示宏定义	152

3.5.3 处理可变长度输入输出参数	165
3.5.4 编译 Java 对象	174
3.5.5 使用 Visual Studio Add-in	180
3.6 本章小结	184
第四章 MATLAB Builder 应用	186
4.1 MATLAB Builder 概述	186
4.2 MATLAB Builder 应用	188
4.3 高级技巧	206
4.3.1 事件与属性	206
4.3.2 varargin 和 varargout	210
4.3.3 修改 BAS 文件	218
4.4 应用实例	223
4.5 本章小结	233
第五章 Excel Link 应用	234
5.1 安装与配置	234
5.2 Excel Link 函数	237
5.2.1 连接管理函数	238
5.2.2 数据管理函数	240
5.3 应用实例	251
5.4 本章小结	256
附录 A MATLAB Compiler 命令快速参考	257
附录 B MATLAB Compiler 命令行开关选项	259
附录 C MATLAB C 结构——mxArray	270
附录 D MATLAB C++应用类	288
附录 E MATLAB Release 14 新特性	291
附录 F MATLAB 需要的编译器	304
附录 G MATLAB Compiler 支持的工具箱	306
附录 H MATLAB Builder 的数据类型转换	308
参考文献	312

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、通信系统仿真与设计、金融财经系统分析等领域。学习使用 MATLAB，首先需要了解的就是 MATLAB 软件的基本环境及其使用方法。本章简要介绍 MATLAB 软件产品的体系，然后介绍桌面应用程序开发以及本书重点介绍的工具，最后回顾 MATLAB 基础应用。

本章要点：

- ★ MATLAB 产品简介
- ★ MATLAB 桌面应用程序开发
- ★ MATLAB 基础回顾

1.1 MATLAB 产品简介

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。利用 MATLAB 产品的开放式结构，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完善 MATLAB 产品，以提高产品自身的竞争能力。

目前 MATLAB 产品族可以用来进行数值分析、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、通信系统设计与仿真、财务与金融工程。

目前，MATLAB 的最新版本为 MATLAB 7.0.4，MathWorks 公司将其称之为 MATLAB Release 14 Service Pack 2(R14SP2)。不过，本书编写过程使用的 MATLAB 版本为 7.0.1，即 MATLAB Release 14 Service Pack1，新版本的相关特性请读者参阅相应产品的 Release Notes。

【提示】 本书的重点是介绍 MATLAB 桌面应用程序开发工具，由于 MATLAB 最新版本的产品并不十分普及，因此本书在介绍 MATLAB R14SP1 的桌面开发工具的同时，兼顾介绍了旧版本 MATLAB(MATLAB R13SP1)的桌面应用程序开发工具，特别介绍了新旧版本工具的不同之处。

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 Blocksets、Real-Time Workshop (RTW)、Stateflow、Stateflow Coder。

由这些模块构成的 MATLAB 产品体系如图 1-1 所示。其中, MATLAB 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来实现用户自己的算法。同时, MATLAB 基础模块具有灵活的软件兼容性, 可以通过 COM 标准在 Windows 环境中同其他软件进行交互开发, 本书的第二章将着重介绍这方面的内容。

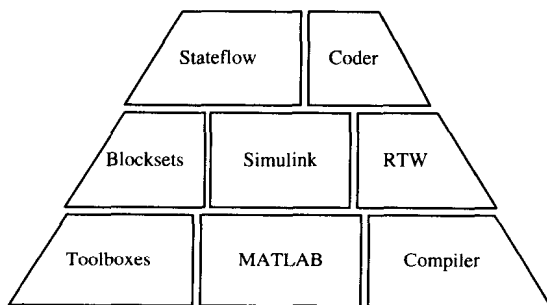


图 1-1 MATLAB 产品体系

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成为独立可执行的应用程序或者可独立发布的软件组件。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, 丰富程序开发的手段。

另外, 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, 能够和任何支持 COM 标准的软件协同工作。在 MATLAB 产品体系中, 还包含了 MATLAB Compiler 的扩展产品——MATLAB 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和可扩展的, 用户不仅可以查看其中的算法, 还可以针对一些算法进行修改, 甚至允许开发自己的算法来扩充工具箱的功能。目前 MATLAB 产品的工具箱有四十多种, 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 主要的专业工具箱有数学与数据分析(Optimization、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、OPC、Excel), 信号处理与图像处理(Signal Processing、Image Processing、Communication、System Identification、Wavelet、Filter Design、Filter Design HDL Coder、MATLAB Link for Code Composer Studio、Link for ModelSim), 控制系统设计与分析(Control

system、Fuzzy Logic、Robust Control、Model Predictive Control), 财经与金融(Financial、Financial Time Series、GARCH、Datafeed、Financial Derivatives、Fixed Income)。

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、通信系统、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。Simulink 的库浏览器如图 1-2 所示。

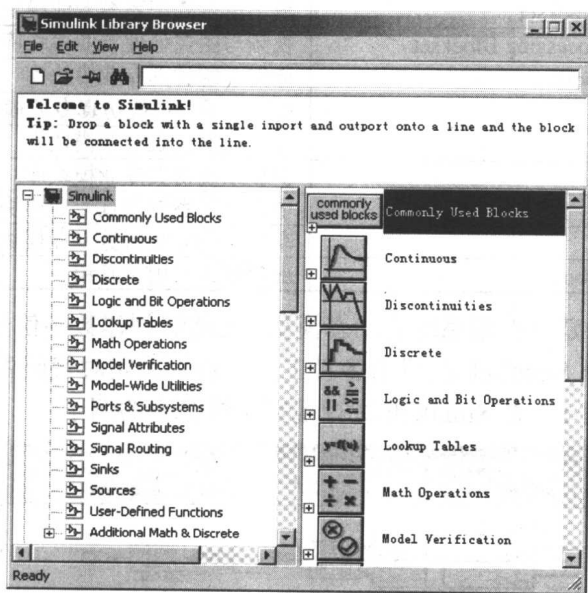


图 1-2 Simulink 的库浏览器

Simulink 的特点:

- 交互式建模: Simulink 本身就提供了大量的功能块, 以方便用户快速建立动态系统的模型, 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。

- 交互式仿真: Simulink 的框图提供了可交互的仿真环境, 可以将仿真结果动态显示出来, 并且可以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。

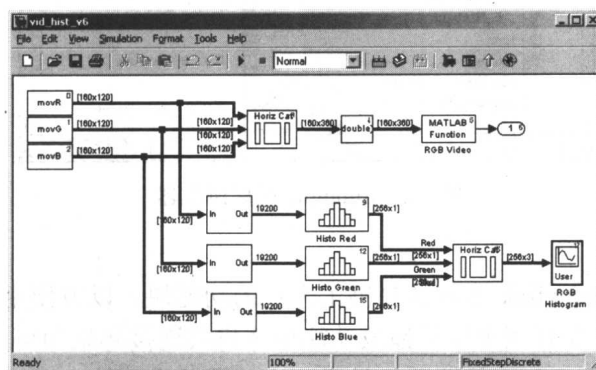
- 与 MATLAB 工具集成: Simulink 的基础是 MATLAB, 在 Simulink 框图中就可以直接利用 MATLAB 的数学、图形和编辑功能, 完成诸如数据分析、过程自动化分析、优化参数等工作。

- 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, 就可以完成不同专业领域动态系统的建模工作。Simulink 的相关专业模块如表 1-1 所示。

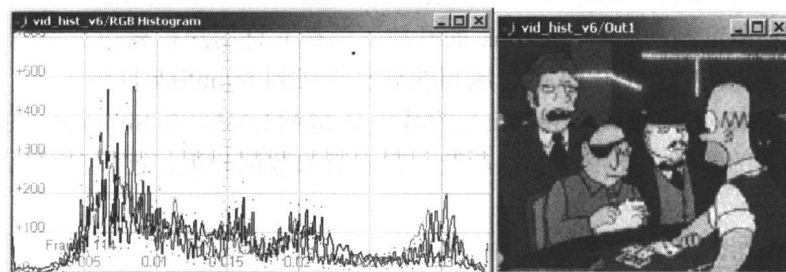
表 1-1 MATLAB 中的 Simulink 相关模块

产 品 名 称	描 述
Simulink	图形化建模仿真环境
Simulink Accelerator	性能优化调试工具
Simulink Report Generator	Simulink 自动文档生成工具
Simulink Validation and Verification	系统测试与验证工具
Simulink Parameter Estimation	系统参数工具与优化
Simulink Control Design	控制系统设计工具
Simulink Response Optimization	控制系统参数调节与响应优化
Aerospace Blockset	航空航天及国防专业模块库
Simulink Fixed-Pointed	定点代码应用专业模块库
Signal Processing Blockset	数字信号处理系统专业模块库
Video and Image Processing Blockset	视频与图像处理专业模块库
Communication Blockset	通信系统仿真专业模块库
CDMA Blockset	IS95A 通信系统仿真专业模块库
Gauges Blockset	虚拟仪器仪表专业模块库
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
SimDriveLine	车辆传动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,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 是 Simulink 进行视频系统仿真的例子。



(a)



(b)

图 1-3 Simulink 视频系统仿真实例

(a) 视频仿真的 Simulink 模型; (b) 视频仿真的运行结果

利用 MATLAB 产品中提供的 Embedded Target for TI C6000 DSP 产品可将该模型下载到 C6416DSK 开发板中, 以完成算法的验证与测试。

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。

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 则可以对上述的系统进行建模, 如图 1-4 所示。

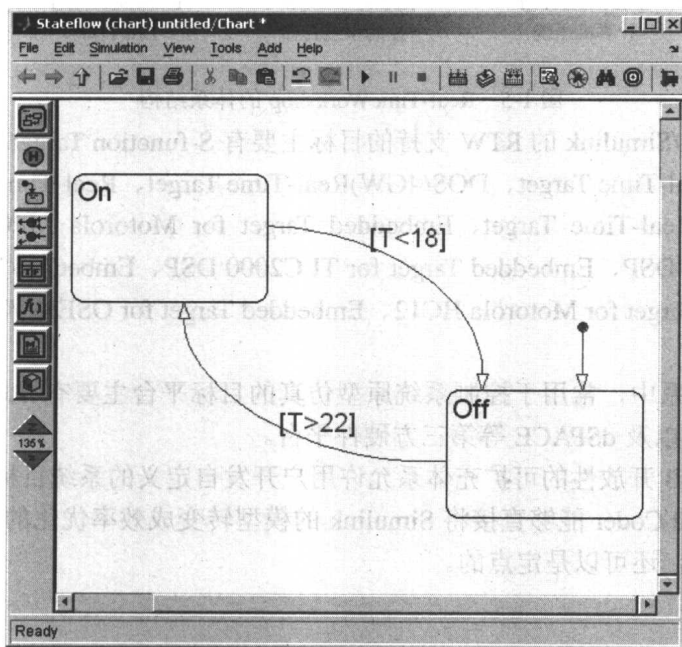


图 1-4 利用 Stateflow 建模

Stateflow 主要用于各种动态逻辑、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。

在 MATLAB 产品中, 自动化的代码生成工具主要有 Real-Time Workshop(RTW)和 Stateflow Coder(如图 1-5 所示), 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/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, 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。

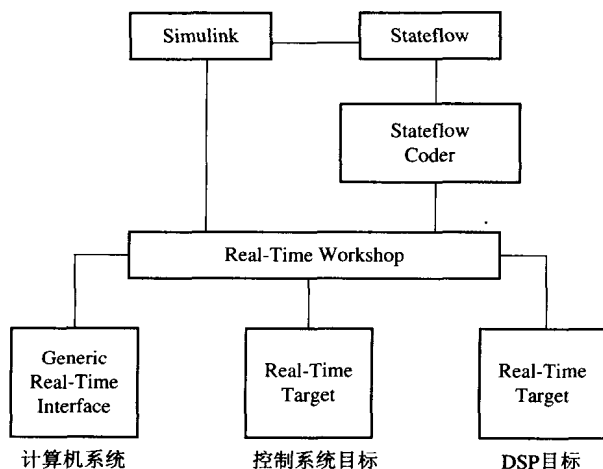


图 1-5 Real-TimeWorkshop 的体系结构

目前 MATLAB/Simulink 的 RTW 支持的目标主要有 S-function Target、Rapid Simulation Target、General Real-Time Target、DOS(4GW)Real-Time Target、Real-Time Windows Target、Tornado(VxWorks)Real-Time Target、Embedded Target for Motorola MPC 555、Embedded Target for TI C6000 DSP、Embedded Target for TI C2000 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有 Real-Time Windows Target、xPC Target 以及 dSPACE 等第三方硬件平台。

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 桌面应用程序开发

MATLAB 产品体系庞大复杂，应用领域广泛，而且，MATLAB 软件可以与众多流行的开发工具(如 C/C++、Visual Basic、Excel 等)进行交互式开发。

MATLAB 的桌面应用程序集成与开发可以通过两种技术手段完成，其中第一种手段是 MATLAB 的外部接口。MATLAB 的外部接口(MATLAB External Interface)是 MATLAB 产品的一个重要功能，通过外部接口的编程，用户可以非常方便地利用 MATLAB 同其他的开发语言或者软件进行交互，充分发挥各自的优势，提高工作效率。MATLAB 的外部接口应用主要包括：

- 在 MATLAB 中调用已有的 C 或者 Fortran 语言代码；
- 在 C 或者 FORTRAN 语言应用程序中调用 MATLAB 的算法函数；
- 在 C 或者 FORTRAN 语言应用程序中读/写 MATLAB 的数据文件；
- 通过 Java 语言在 MATLAB 实现高级应用；

- 在 MATLAB 中调用动态链接库文件;
- 通过 COM 标准与其他的软件建立客户端/服务器应用。

MATLAB 外部接口主要适用于将已经开发完毕的算法集成到 MATLAB 软件。也就是说,将已经开发成熟的 C 代码或者 FORTRAN 代码集成到 MATLAB 中,避免重复开发工作。在本书中,将重点介绍 MATLAB 自动化客户端/服务器的应用,其余的外部接口应用可以参阅 MATLAB 的帮助文档或《MATLAB 外部接口编程》*一书。

MATLAB 桌面应用程序集成与开发的另外一种手段就是利用 MATLAB 提供的应用程序发布工具,将 MATLAB 开发的算法发布给第三方软件使用。MATLAB 的应用程序发布工具包括:

- MATLAB Compiler;
- MATLAB Builder for COM;
- MATLAB Builder for Excel;
- MATLAB Web Server。

其中, MATLAB Compiler 是桌面应用程序集成与发布的核心工具。它能够在第三方 C/C++ 编译器的支持下,将 M 语言开发的函数文件转变成可以独立执行的应用程序或者可以脱离 MATLAB 环境运行的软件组件。生成的软件组件可以脱离 MATLAB 环境,与第三方的开发工具——C/C++ 语言或者 Visual Basic 等进行集成,开发出功能更加复杂的桌面应用程序。

MATLAB Builder for COM 和 MATLAB Builder for Excel 是 MATLAB Compiler 的扩展。这两个工具在 MATLAB Compiler 的基础之上,能够将 M 语言函数文件转变成标准的 COM 组件或者 Excel Add-ins。COM 应用是一种 Windows 环境下非常流行的桌面程序开发方法,所以 MATLAB Builder for COM 和 MATLAB Builder for Excel 两个工具能够灵活地将 MATLAB 算法与其他第三方软件集成并且发布。也就是说,在 Windows 环境下,只要用户使用的开发工具支持 COM 标准,就可以与 MATLAB 的算法集成开发。

本书介绍的重点就是 MATLAB Compiler 以及 Compiler 工具的扩展——MATLAB Builder for COM 和 MATLAB Builder for Excel。

MATLAB Web Server 是在网络上(互联网)发布应用程序和算法的手段。它可以通过互联网以 Web 的形式将数据传递给后台运行的 MATLAB, MATLAB 处理数据后将计算的结果和可视化结果以网页的形式输出,用户在 Web 浏览器上就可以完成算法的调用和结果的显示。

另外, MATLAB 软件还可以通过 Excel Link 与 Microsoft Excel 软件进行数据交互,通过 Notebook 工具与 Microsoft Word 软件进行交互式应用,本书将介绍这 Excel Link 工具的使用方法。

1.3 MATLAB 基础回顾

本小节将回顾 MATLAB 软件的基本使用方法和基础编程手段。掌握这些基本知识对学习 MATLAB 桌面应用程序的集成与发布是非常必要的。如果读者对 MATLAB 了解得不够

* 张威. MATLAB 外部接口编程. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004

深入或者基础相对薄弱，建议读者仔细阅读一下本小节的内容。如果读者对 MATLAB 基础编程已经很熟悉，则可以快速浏览本小节的内容，甚至也可以跳过本小节的内容而直接进入下一章。

1.3.1 使用帮助

任何 MATLAB 的使用者，都应当学会使用 MATLAB 的帮助系统，因为 MATLAB 和相应的工具箱包含了上万个不同的指令，每个指令函数都对应着一种不同的操作或者算法，没有任何人能够将这些指令都清楚地记忆在脑海中，而且 MATLAB 的帮助系统是针对 MATLAB 应用的最好的教科书，讲解清晰透彻。所以养成良好的使用 MATLAB 帮助系统的习惯，对于使用 MATLAB 的用户是非常必要的。

在 MATLAB 中具有不同类型的帮助系统：在线帮助和窗口帮助。

1. 在线帮助

所有的 MATLAB 函数都具有自己的帮助信息，这些帮助信息都保存在相应的函数文件注释区中，这些帮助信息是由那些编写函数的工程人员在编写函数的同时添加在函数内的，所以，这些信息能够最直接地说明函数的用途，或者函数需要的一些特殊的输入参数，以及函数的返回变量等。甚至在有些函数中，将函数采用的算法也在这里加以说明。另外，在线帮助的获取需要通过具体的指令将在线帮助显示在命令行窗口中，所以，获取在线帮助的过程也非常快捷。因此，使用 MATLAB 的用户最常用的帮助就是在线帮助。获取在线帮助的方法是使用指令 `help` 或者 `helpwin`。

【例 1-1】 获取在线帮助。

在 MATLAB 命令行窗口中，有下面的指令：

```
>> %获取帮助主题
>> help
HELP topics:
matlab\general      - General purpose commands.
matlab\ops           - Operators and special characters.
matlab\lang          - Programming language constructs.
matlab\elmat         - Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\elfun         - Elementary math functions.
:
>> %获取帮助主题下的函数列表
>> help elfun
Elementary math functions.
Trigonometric.
    sin              - Sine.
    sinh             - Hyperbolic sine.
    asin             - Inverse sine.
    asinh            - Inverse hyperbolic sine.
```

:

```
>> %获取具体函数的帮助
```

```
>> help sin
```

```
SIN      Sine.
```

```
SIN(X) is the sine of the elements of X.
```

```
Overloaded methods
```

```
help sym/sin.m
```

在例 1-1 中, 使用省略符号是为了缩减篇幅而用, 在实际的 MATLAB 中, 将给出全部内容。在线帮助不仅可以显示在命令行窗口中, 还可以显示在 MATLAB 的帮助窗口中, 内容仍然是在线帮助的内容, 例如:

```
>> %在窗口中显示在线帮助信息
```

```
>> helpwin sin
```

这时 sin 函数的在线帮助将显示在帮助窗口中, 如图 1-6 所示:

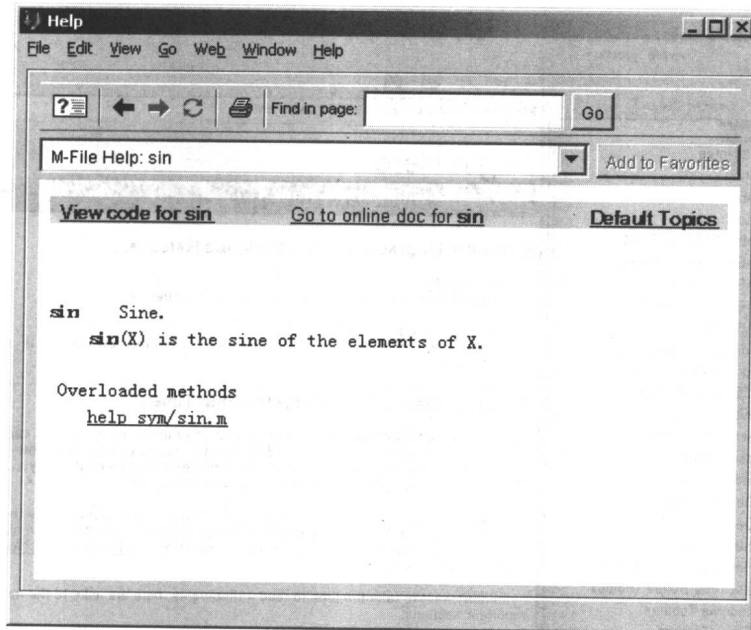


图 1-6 在线帮助将显示在窗口中

所有的 MATLAB 函数还具有一类在线帮助, 叫做 H1 帮助行, 这部分内容为每一个 M 语言函数文件的在线帮助的第一行, 它能够被 lookfor 函数搜索查询, 因此在这一行帮助中, 往往是言简意赅的说明性语言, 在所有的帮助中相对最重要。例如, 在 MATLAB 命令行窗口中键入:

```
>> %使用 H1 帮助行
```

```
>> lookfor Fourier
```

```
FFT Discrete Fourier transform.
```

```
FFT2 Two-dimensional discrete Fourier Transform.
```

```
FFTN N-dimensional discrete Fourier Transform.
```

IFFT Inverse discrete Fourier transform.

IFFT2 Two-dimensional inverse discrete Fourier transform.

IFFTN N-dimensional inverse discrete Fourier transform.

⋮

这时 MATLAB 将所有有关傅里叶变换的函数罗列在命令行窗口中，这些函数的 H1 帮助行都有关键字 Fourier。

2. 窗口帮助

尽管在线帮助使用起来简便快捷，但是在线帮助能够提供的信息毕竟有限，而且并不是所有与函数有关的内容都可以用在线帮助的形式表示，比如数学公式、图形等等。因此，MATLAB 还提供了内容更加丰富的帮助文档，作为 MATLAB 的用户指南出现。目前 MATLAB 的帮助文档有英文版和日文版，而在中国地区使用的 MATLAB 只有英文版。

MATLAB 的帮助文档显示在 MATLAB 的帮助窗口中，单击 MATLAB 用户界面上的 ? 按钮，将打开 MATLAB 的帮助文档界面，如图 1-7 所示。

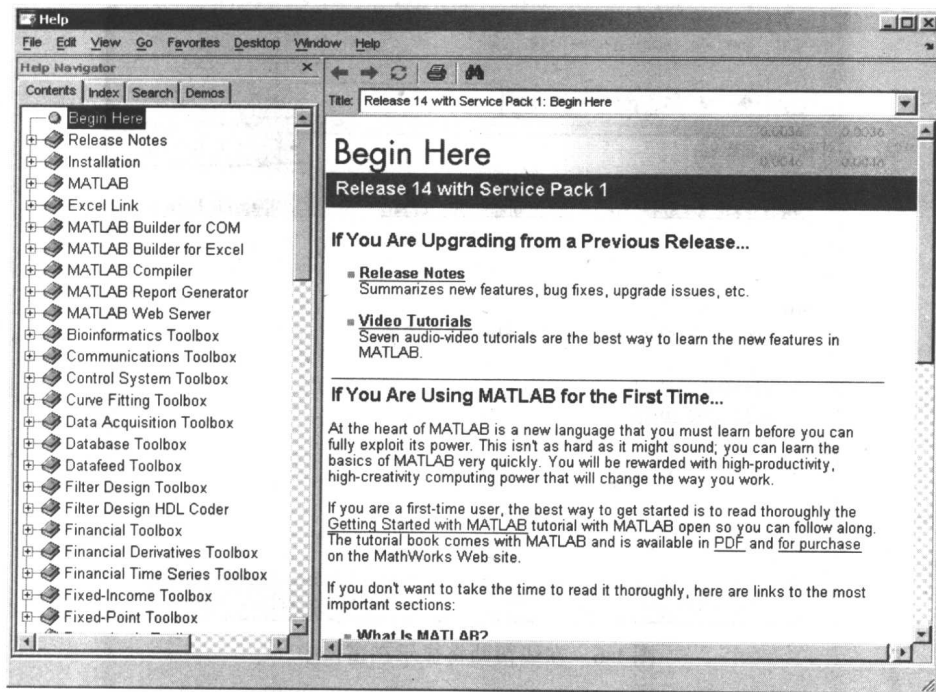


图 1-7 MATLAB 的帮助文档界面

这时看到的 MATLAB 帮助文档是跟随 MATLAB 产品一同发布的文档光盘经过安装之后的超文本内容。界面中的 Contents 标签页罗列了所有产品帮助文档的目录，单击这些目录以及目录下面的文章标题，就可以在右边的窗体中具体地浏览帮助信息。除此之外，还具有下面几个标签页：

Index 标签页	关键字索引查询
Search 标签页	关键字全文搜索
Demos 标签页	MATLAB 演示例子
Favorites 标签页	个人喜好的书签页