

MATLAB

Stateflow 逻辑系统建模

张 威 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

TP391.75/43

2007

Stateflow 逻辑系统建模

张 威 编著

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

本书详细介绍了 MATLAB 产品体系中用于动态逻辑系统建模仿真的 Stateflow 产品的应用方法。本书的前六章内容是 Stateflow 的基础, 重点介绍了有限状态系统中状态、状态转移、连接节点、历史节点、动作、数据对象、事件等各种概念在 Stateflow 产品中的实现方法, 还着重介绍了层次化系统建模、并行机制、事件广播、隐含事件和时间逻辑等有限状态系统的建模方法。本书的后三章内容涉及 Stateflow 的高级话题, 涵盖了 Stateflow Coder 代码生成、真值表、Embedded MATLAB Function 以及 Stateflow API 的使用方法等内容。

本书内容丰富、全面、系统而且权威, 对 Stateflow 有限状态系统中的每一种语法现象都进行了详尽的介绍, 并列出了丰富的应用实例, 便于读者掌握具体工具的使用方法。

本书既可作为需要完成动态逻辑系统建模和仿真的工程人员的参考书, 也可作为在校本科生、硕士研究生和博士研究生的教材, 还可作为 MATLAB 相应产品培训课程的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

Stateflow 逻辑系统建模 / 张威编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.10

ISBN 978-7-5606-1852-4

I. S… II. 张… III. 计算机辅助计算—软件包, Stateflow IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 083728 号

策 划 毛红兵

责任编辑 阎 彬 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

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 20.5

字 数 482 千字

印 数 1~4000 册

定 价 30.00 元

ISBN 978-7-5606-1852-4/TP · 0963

XDUP 2144001-1

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,那时由 MathWorks 公司推出了 MATLAB 的第一个版本。在编写本书的时候, MATLAB 的最新版本是 7.3,即 MATLAB Release 2006b。MATLAB 产品提供了丰富的应用函数,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, MATLAB 已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、数字信号处理设计与仿真、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、兵器与国防工业、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 20 世纪 90 年代 MATLAB 进入中国起, MATLAB 软件在国内已经拥有了众多用户。目前在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,并把它作为应用数学、控制、信号处理、通信等专业博士研究生、硕士研究生、本科生必须掌握的工具软件之一。

基于模型的系统级设计是 MathWorks 公司近年来大力倡导的一种系统设计方法,它定义了从系统设计、仿真到具体实现的一系列工具以及应用方法。基于模型的系统级设计的核心工具是 MATLAB 软件族当中以 Simulink 为基础的模块集合和相应的工具。而 Stateflow 是 MATLAB 产品体系中非常重要的一个分支,它是在基于框图的动态系统建模仿真环境——Simulink 的基础上完成动态逻辑系统建模与仿真的可视化开发平台。Stateflow 能够对那些基于有限状态机理论的事件驱动系统进行建模和仿真,也能够针对复杂逻辑系统进行建模和仿真。结合 Simulink 的动态系统建模和仿真能力, MATLAB 产品为广大用户提供了多领域系统建模和仿真的统一开发环境。目前, Stateflow 产品主要被用来完成下列系统中动态逻辑部分的建模和仿真工作:

■ 嵌入式系统应用:

航空电子设备;

车辆设备,例如中控门锁逻辑、电动车窗逻辑等;

电信设备,例如路由算法;

通信系统,例如计算机外设;

可编程逻辑控制器(PLCs);

工业机械设备。

■ 人机交互界面(MMI):图形化用户界面(GUI)的控制逻辑。

■ 复杂系统:例如航空空管通信系统,其中包含了 DSP、控制系统以及人机界面的开发等。

本书详细介绍了使用 Stateflow 进行动态逻辑系统建模和仿真的方法。本书的内容组织如下:

第1章对 MATLAB 产品体系以及 Simulink 的应用进行简要的回顾,是学习 Stateflow 动态逻辑系统建模和仿真的基础。

第2章介绍 Stateflow 图形对象的创建方法,详细介绍状态、状态转移、连接节点等常用图形对象的使用方法。

第3章介绍 Stateflow 非图形对象——数据对象、事件等的使用方法以及如何完成简单事件驱动系统的建模和仿真。

第4章介绍 Stateflow 创建流程图的方法。

第5章介绍 Stateflow 层次化有限状态系统的建模与仿真方法。

第6章介绍 Stateflow 层次化框图的并行运行机制。

第7章介绍 Stateflow 的各种代码生成目标及 Stateflow Coder 产品的使用方法。

第8章介绍 Stateflow 的真值表和 Embedded MATLAB Function 的应用方法。

第9章介绍利用 Stateflow API 在 MATLAB 命令行中实现 Stateflow 框图模型的创建方法。

本书的附录中还详细总结了 Stateflow 的语法等内容,供大家在使用相应工具时参考。

本书的前六章内容是掌握 Stateflow 产品的必修内容,其中第1~3章是第4~6章的基础,而掌握了第4~6章的内容就基本掌握了各种动态逻辑系统的建模和仿真方法。从第7章开始的后三章内容涉及 Stateflow 的高级话题。建议初学者从第1章开始循序渐进地学习到第6章,这样就能够基本掌握 Stateflow 产品的应用方法。而后三章的内容可以快速地浏览一下,等需要时再仔细学习。另外,要掌握 Stateflow 并且能灵活地应用,还需要用户对 Simulink 产品的应用有足够的了解,因此,对于没有 Simulink 应用基础的读者,作者建议先学习掌握 Simulink 产品的应用方法。如果读者已经有 Simulink 甚至 Stateflow 的应用基础,则可以直接从本书的第4章开始学习。

本书是在作者收集了国内外大量的最新权威资料,总结了自身丰富的动态系统建模与仿真的开发经验和 MATLAB 产品技术支持、培训教学以及应用经验的基础上编写而成的,内容详实、全面、权威,示例丰富,便于读者学习具体工具的使用方法。

本书既可作为需要完成动态逻辑系统建模和仿真的工程人员的参考书,也可作为在校本科生、硕士研究生和博士研究生的教材,还可作为 MATLAB 相应产品培训课程的教材。

本书的编写前前后后历经了三年的时间,期间 MATLAB 软件几次升级,Stateflow 模块的特性也多次发生变化,而作者本人也经历了不少事情以及意外。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。还要感谢北京九州恒润科技有限公司以及北京赛四达科技有限公司的全体员工,特别是这两家公司的工程技术人员。和他们在一起共同学习、钻研 MATLAB 软件以及研究实时仿真、系统仿真应用的日子让我终生难忘。更要感谢父母、兄长以及我的妻子余志鸿,我花费了太多的时间在计算机前而没能很好地尽到自己应尽的义务和责任,如果没有父母、兄长多年来对我的培养和教育,没有家人对我的关心、支持和鼓励,也就没有了今天这本书的出版。

Stateflow 涉及的内容比较丰富,在这样一本 300 多页的书籍中不可能将每个技术细节都介绍到。不过,希望此书能够发挥引路者的作用,带领大家进入 Stateflow 逻辑系统建模的大门。需要提醒读者的是,学习 Stateflow 的基础是 Simulink,如果读者对 Simulink 不甚

了解，可以阅读作者编写的《Simulink 动态系统建模与仿真基础》一书。

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。

本书没有为读者提供任何示例源文件，希望读者在使用本书学习 Stateflow 的过程中能够边学习边动手，在实践的过程中掌握 Stateflow 产品的应用方法。如果对本书的内容有任何疑问或者想法，可以通过 E-mail 与作者直接联系：way.buaa@gmail.com，或者登录作者的博客 matlabworld.tianyablog.com。

作者

2007年8月

目 录

第 1 章 概述.....	1
1.1 MATLAB 产品简介.....	1
1.2 基于模型的设计思想.....	8
1.2.1 系统设计的基本过程.....	8
1.2.2 传统设计手段的缺陷.....	9
1.2.3 基于模型的设计优势.....	11
1.3 Simulink 回顾.....	13
1.3.1 创建 Simulink 模型.....	13
1.3.2 参数设置与 Model Explorer.....	15
1.3.3 创建子系统.....	18
1.4 Stateflow 概述.....	24
1.5 安装配置 Stateflow.....	27
1.6 本章小结.....	29
第 2 章 创建状态图.....	30
2.1 Stateflow 编辑器.....	30
2.1.1 创建 Simulink 模型.....	30
2.1.2 Stateflow 编辑器概览.....	32
2.2 创建和编辑状态图.....	34
2.2.1 插入图形对象.....	34
2.2.2 编辑图形对象外观.....	50
2.3 本章小结.....	54
第 3 章 状态图的仿真.....	56
3.1 状态图的基本概念.....	56
3.2 事件.....	57
3.2.1 添加事件.....	57
3.2.2 使用多个输入事件.....	61
3.2.3 默认转移的注意事项.....	63
3.3 数据对象.....	65
3.3.1 添加数据对象.....	65
3.3.2 数据对象的属性.....	67
3.3.3 使用非标量的数据对象.....	72
3.3.4 设置数据对象的数据类型.....	75
3.4 状态图的更新模式.....	79

3.5 Stateflow 模型查看器	84
3.5.1 启动 Stateflow 模型查看器	84
3.5.2 查看并修改对象属性	85
3.5.3 增加新的非图形对象	87
3.6 本章小结	89
第 4 章 流程图	91
4.1 转移冲突	91
4.1.1 转移冲突的产生与默认处理	91
4.1.2 用户自定义检测次序	93
4.2 流程图的创建	96
4.2.1 常用逻辑结构模型	97
4.2.2 流程图的回溯现象	101
4.2.3 流程图应用实例	103
4.3 图形函数	110
4.3.1 状态中的流程图	110
4.3.2 创建图形函数	111
4.3.3 应用实例	115
4.4 Stateflow 调试器	120
4.4.1 启动调试器	120
4.4.2 设置断点	122
4.4.3 调试过程	124
4.5 本章小结	127
第 5 章 有限状态系统——层次化建模	128
5.1 状态图回顾	128
5.2 状态动作深入	129
5.2.1 状态动作的分类	129
5.2.2 动作的执行次序	132
5.2.3 在动作中使用事件	133
5.3 层次化建模	143
5.3.1 层次化模型的构成	143
5.3.2 层次化状态图的转移	146
5.3.3 历史节点	149
5.3.4 内部转移	150
5.3.5 层次化模型的转移检测优先权	155
5.3.6 本地数据对象	158
5.4 子状态图	162
5.4.1 使用组合的状态	162
5.4.2 创建子状态图	164
5.4.3 子状态图的超转移	166

5.5 Stateflow 查询工具	168
5.6 本章小结	171
第 6 章 有限状态系统——并行机制	172
6.1 并行机制	172
6.1.1 概述	172
6.1.2 状态的解析关系	173
6.1.3 并行状态的执行次序	176
6.1.4 图形盒的应用	177
6.2 本地事件广播	181
6.2.1 定义本地事件	181
6.2.2 广播本地事件	183
6.2.3 直接事件广播	184
6.2.4 受限事件广播	184
6.2.5 事件广播的执行次序	185
6.3 简化并行状态图的设计	193
6.3.1 隐含事件	194
6.3.2 时间逻辑	195
6.4 Stateflow 搜索替换工具	198
6.5 应用实例	201
6.6 本章小结	210
第 7 章 Stateflow Coder 目标编译	211
7.1 Stateflow 的编译目标	211
7.2 仿真目标	212
7.2.1 仿真目标属性对话框	212
7.2.2 仿真目标编译属性	214
7.2.3 代码生成选项和自定义集成代码选项	215
7.2.4 编译目标	217
7.3 Real-Time Workshop 目标	218
7.3.1 RTW 目标配置	218
7.3.2 生成的代码	226
7.4 自定义目标	233
7.4.1 创建目标	233
7.4.2 配置选项	234
7.4.3 生成的代码	237
7.5 集成自定义代码	243
7.6 本章小结	253
第 8 章 可复用图形结构	254
8.1 真值表	254
8.1.1 真值表概述	254

8.1.2 创建并应用真值表.....	255
8.1.3 内部结构.....	260
8.2 Embedded MATLAB Function	263
8.2.1 调用 M 函数.....	263
8.2.2 创建并应用 Embedded MATLAB Function.....	265
8.2.3 代码生成.....	269
8.3 本章小结	270
第 9 章 Stateflow API	272
9.1 概述	272
9.2 对象的属性和方法	274
9.2.1 获取句柄.....	274
9.2.2 查看属性和方法.....	275
9.3 创建 Stateflow 模型	279
9.3.1 创建新模型.....	279
9.3.2 创建状态.....	280
9.3.3 增加节点.....	282
9.3.4 创建转移.....	284
9.3.5 创建数据对象和事件.....	288
9.3.6 层次化模型.....	292
9.4 本章小结	294
附录 A MATLAB 可用的 LaTeX 字符集	295
附录 B Stateflow 对象层次.....	296
附录 C Stateflow 语法小结.....	297
附录 D Stateflow 动作语言.....	300
附录 E Embedded MATLAB 语言	302
附录 F SimEvents 简介	313
参考文献	317

第 1 章 概 述

MATLAB 产品是用来解决工程与科学实际问题的应用软件,该产品包含了很多产品模块和工具箱。本书介绍的 Stateflow 是其产品体系中非常重要的产品之一。不过,在正式介绍 Stateflow 产品之前,作为本书的基础,首先简要回顾一下 MATLAB 产品的概况以及 Simulink 产品的使用方法。如果读者对 MATLAB 产品体系和 Simulink 模块的使用方法比较熟悉,则可以快速浏览本章的内容,甚至可以跳过本章,学习后面的内容。

本章的主要内容包括:

- MATLAB 产品简介。
- Simulink 回顾。
- Stateflow 概述。
- 安装配置 Stateflow。

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强大的数据可视化功能集成在一起,提供了大量的内置函数,因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;而且利用 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的认识的同时,不断完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

目前, MATLAB 产品族可以完成以下功能:

- 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。

编写本书时,作者使用的 MATLAB 版本为 MATLAB 7.3, MathWorks 公司将其称为 MATLAB Release 2006b。

提示:

对于 MATLAB 的版本, 国内习惯以 MATLAB 产品体系中核心模块——MATLAB 模块的版本号作为整个产品体系的版本号。例如有的读者可能使用的 MATLAB 核心模块版本是 MATLAB 7.2, 而 MathWorks 公司对 MATLAB 产品使用的是以产品发布次数计数的版本号, 对应 MATLAB 7.2 的是 MATLAB Release 2006a, 是 MATLAB 产品体系第 15 次正式发布版。每个 MATLAB 核心模块都对应一个完整的版本号, 这里将常见的 MATLAB 版本对照总结如下:

MATLAB 5.3	MATLAB Release 11
MATLAB 6.0	MATLAB Release 12
MATLAB 6.1	MATLAB Release 12.1
MATLAB 6.5	MATLAB Release 13
MATLAB 6.5.1	MATLAB Release 13 Service Pack 1
MATLAB 6.5.2	MATLAB Release 13 Service Pack 2
MATLAB 7.0	MATLAB Release 14
MATLAB 7.0.1	MATLAB Release 14 Service Pack 1
MATLAB 7.0.4	MATLAB Release 14 Service Pack 2
MATLAB 7.1	MATLAB Release 14 Service Pack 3
MATLAB 7.2	MATLAB Release 2006a
MATLAB 7.3	MATLAB Release 2006b
MATLAB 7.5	MATLAB Release 2007a

根据 MathWorks 公司 2006 年初发表的声明, 从 2006 年开始 MATLAB 每年将进行两次产品发布, 以发布的年份作为版本号, 3 月份发布的版本为 a 版本, 9 月份发布的版本为 b 版本, 因此 2006 年 3 月份该公司发布了 MATLAB Release 2006a, 而 2006 年 9 月份该公司发布了 MATLAB Release 2006b。

请读者核对自己所使用的 MATLAB 产品版本, 不同版本的 MATLAB 产品有诸多特性上的差别。如果需要了解特性上的差别, 请读者自行查看相应版本的 Release Notes 信息。

MATLAB 产品由若干个模块组成, 不同的模块可完成不同的功能。这些模块有:

- MATLAB
- MATLAB Toolboxes
- MATLAB Compiler
- Simulink
- Simulink Blocksets
- Real-Time Workshop (RTW)
- Stateflow

这些产品大体上可以分为以 MATLAB 为基础的产品和以 Simulink 为基础的产品两大分支, 由这些模块构成的 MATLAB 产品体系如图 1-1 所示。

其中, MATLAB 模块是 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、数值分析算法等。MATLAB 集成了 2D 和 3D 图形功能, 可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。用户利用 M 语言可以通过编写脚本或者函数文件来实现自己的算法。

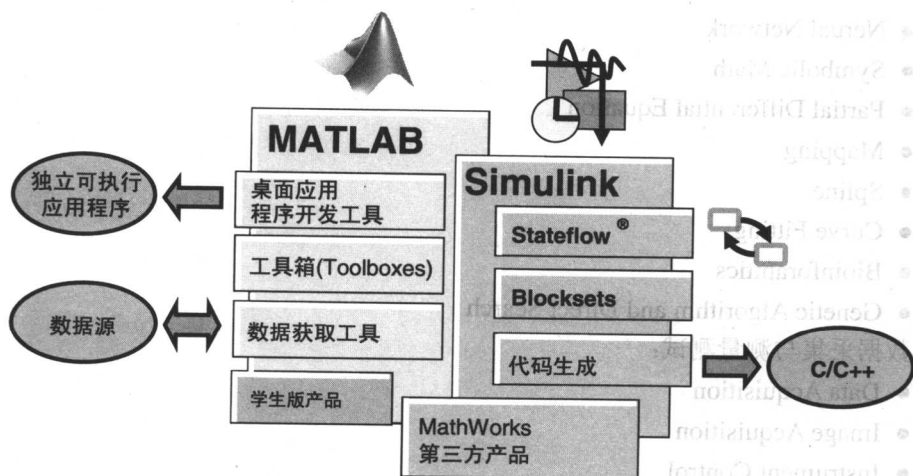


图 1-1 MATLAB 产品体系

MATLAB 的桌面应用程序开发工具是以 MATLAB Compiler 为核心的一组编译工具。MATLAB Compiler 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。从 MATLAB Release 14 开始, MATLAB Compiler 4 能够支持所有 M 语言特性,可以将大多数工具箱函数都编译生成为独立可执行应用程序,这极大地提高了 MATLAB 的应用范围。

另外, MATLAB 除了能够和 C/C++ 语言集成开发以外,还提供了和 Java 语言接口的能力,并且还支持 COM 标准,能够 and 任何支持 COM 标准的软件协同工作。特别是从 Release 13 开始,包含了 MATLAB Compiler 的扩展产品——MATLAB Builder 能够将 MATLAB 的函数文件打包成 COM 组件或者 .NET 组件、Excel 插件,甚至可以打包成 Java 对象,这样就能够将 MATLAB 应用程序算法集成到相应的开发工具或者应用软件中。

MathWorks 公司及其他厂商利用 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,用户不仅可以查看其中的算法,还可以针对一些算法进行修改,甚至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,分别涵盖了数据采集、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 的数据采集工具可以将各种数据源提供的信号直接读入 MATLAB 环境,无论工程师使用的是 PC 插卡式的数据采集卡或图像采集卡,还是基于总线协议的高端仪器仪表设备以及各种关系型数据库, MATLAB 都提供了与其进行数据 I/O 的交互工具、函数等。利用 MATLAB 开放的集成环境还能够引入更加丰富的数据 I/O 能力。

MATLAB 的主要工具箱和产品模块包括:

■ 数学与数据分析:

- Optimization
- Statistics

- Neural Network
- Symbolic Math
- Partial Differential Equation
- Mapping
- Spline
- Curve Fitting
- Bioinformatics
- Genetic Algorithm and Direct Search
- 数据采集与测量测试:
 - Data Acquisition
 - Image Acquisition
 - Instrument Control
 - Database
 - OPC Toolbox
 - Excel Link
- 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
- 应用程序集成与发布:
 - MATLAB Compiler

- MATLAB Report Generator
- MATLAB Web Server
- MATLAB Builder for .NET
- MATLAB Builder for Excel
- MATLAB Builder for Java

这些产品一般作为整个 MATLAB 产品的基础，它们的共同特点是可通过 M 语言编程或者命令行窗体指令完成具体的功能，即需要一定的代码工作才能够完成算法的开发与实现。在所有 MATLAB 产品基础之上就形成了 Simulink 产品，Simulink 产品的特点是使用拖放方式开发，较少需要编写代码。

Simulink 也是两个单词的缩写——Simulation 和 Link，它是一个框图化的建模环境，能够针对各种复杂的动态系统建立相应的系统仿真模型。Simulink 利用其内建的数学求解器，能够针对任何一种使用数学手段建立的系统进行建模和仿真。目前该产品被广泛应用于控制系统建模与仿真、数字信号处理系统的建模与仿真等领域。

Simulink 的特点：

■ 交互式建模。Simulink 本身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。建模的过程只需要利用鼠标拖放功能块并将其连接起来即可完成。Simulink 的基本模块库如图 1-2 所示。

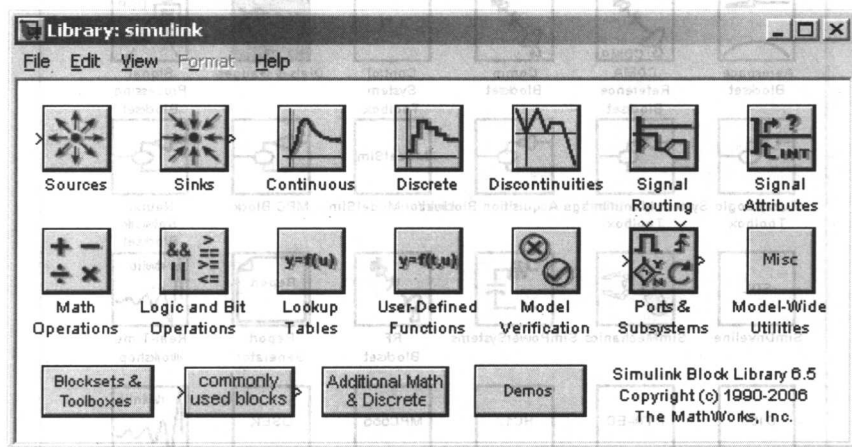


图 1-2 Simulink 的基本模块库

■ 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，并且可在各种仿真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，那么在 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。

为了丰富该产品在不同领域内的应用，MathWorks 公司还专门开发了不同的功能模块(如图 1-3 所示)，用于特殊领域的应用。这些模块包括：

- Signal Processing Blockset
- Simulink Fixed-Point
- Simulink Control Design
- Simulink Parameter Estimation
- Simulink Response Optimization
- SimPowerSystems
- Communications Blockset
- CDMA Reference Blockset
- SimMechanics
- SimDriveline
- SimHydraulic
- Aerospace Blockset
- Video and Image Processing Blockset

⋮

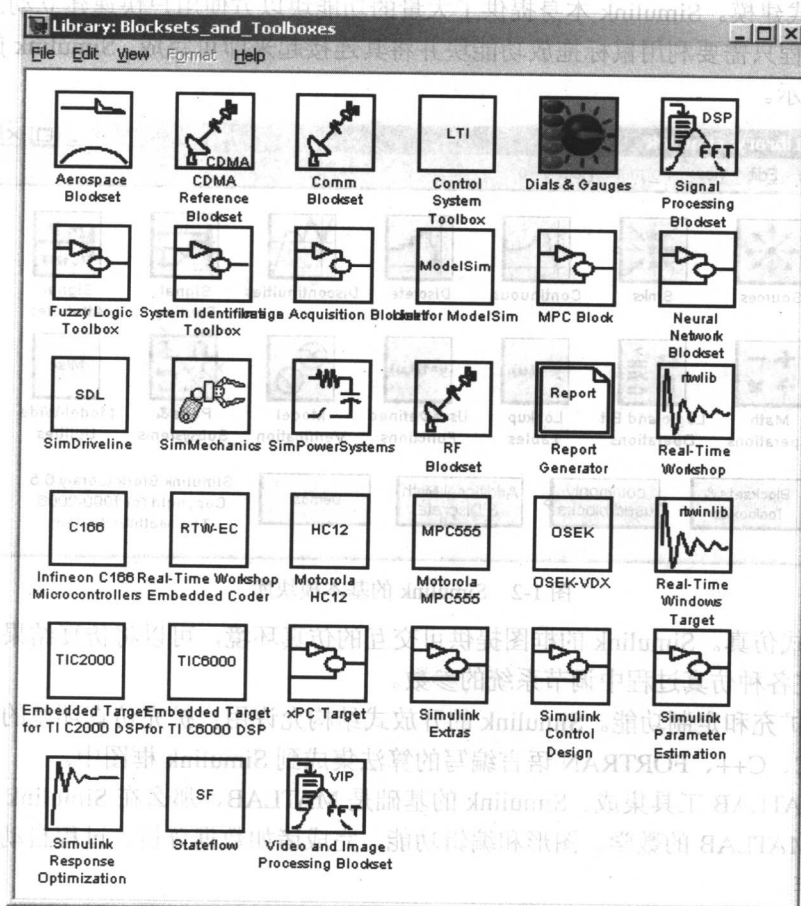


图 1-3 Simulink 的特殊模块库

在 MATLAB 产品体系中, Simulink 的代码生成工具是指 Real-Time Workshop 和 Real-Time Workshop Embedded Coder, 以及在其基础上开发出来的各种实时目标。Real-Time Workshop(RTW)是用来将 Simulink 框图化的模型转变成标准 C/C++语言的工具, 利用该工具转变出来的 C/C++语言代码, 可以进行实时仿真、产品快速原型开发等。而利用 RTW 的扩展——Real-Time Workshop Embedded Coder 可以直接生成用于产品的嵌入式代码。并且 MathWorks 公司也提供了相应的快速原型目标来辅助不同的应用开发。目前 MATLAB 产品中包含的系统目标有:

- Embedded Target for Motorola MPC555
- Embedded Target for Infineon C166
- Embedded Target for Motorola HC12
- Embedded Target for OSEK/VDX
- Real-Time Windows Target
- xPC Target
- Embedded Target for TI C6000 DSP
- Embedded Target for TI C2000 DSP

利用 MATLAB 产品的开放性体系, 在全世界范围内共有 350 多家第三方厂商、公司在 MATLAB 的基础上开发了第三方产品。其中, 有些厂商利用 M 语言开发了面向某一特定专业领域的工具箱, 例如美国 Princeton Satellite System 公司开发的面向航天器控制系统设计、分析应用的 Spacecraft Control Toolbox 和 Aircraft Control Toolbox; 而有些厂商则在 Simulink 的基础上开发了面向某一特定应用领域的 Blocksets, 例如英国 RadioScape 公司开发的面向 WCDMA 标准系统仿真应用的 RadioLap 3G 产品。此外还有很多公司在 Real-Time Workshop 的基础上开发了实时系统目标, 其中包括德国 dSPACE 公司开发的 dSPACE 系统、加拿大 Opal-RT Technologies 公司开发的 RT-LAB 产品、英国 PI Technology 公司开发的 OpenECU 等产品。这些第三方产品极大地丰富了 MATLAB 产品在某一特定领域内的应用能力, 让 MATLAB 逐渐成为了众多工程师、研发团体的首选科研软件平台。

在 Simulink 产品的基础之上就是本书即将介绍的产品 Stateflow, 该产品是基于有限状态机理论, 针对事件驱动模型进行建模和仿真的图形化环境。Stateflow 相当于 Simulink 中特殊的产品模块, 它运行的基础是 Simulink 环境。一般地, 可以使用 Stateflow 创建各种复杂的动态逻辑系统, 当系统需要针对大量的时序逻辑或者事件逻辑进行建模时, Stateflow 是良好的选择。

使用 Stateflow 进行建模和仿真需要安装如下产品:

- MATLAB。
- Simulink。
- 第三方标准 C 编译器, 例如 Visual Studio 或者 Borland C/C++。

利用 Real-Time Workshop 和 Stateflow Coder 可以将包含了 Stateflow 有限状态机的 Simulink 模型生成为标准 C 代码, 用于系统的实时仿真或者产品级嵌入式代码。

编写本书时, 作者使用的 Stateflow 产品的版本为 6.5(R2006b), Stateflow Coder 产品的版本也为 6.5(R2006b)。