

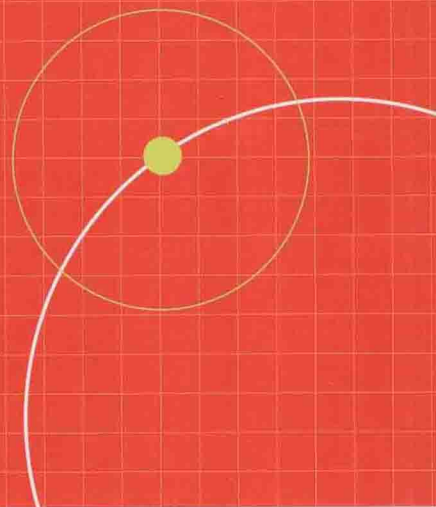
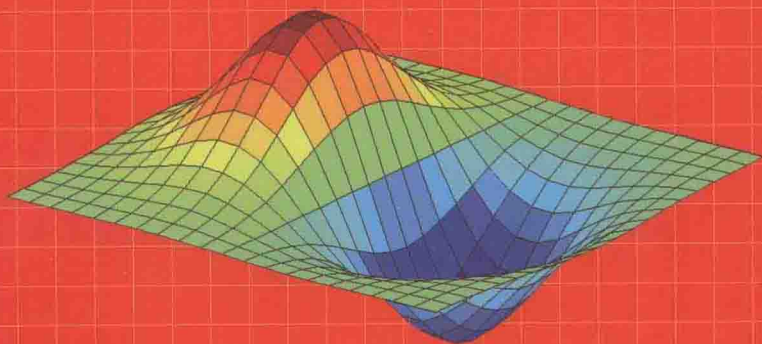


一线工程师撰写，国内首本基于MATLAB R2014a平台的系统仿真权威著作
系统归纳和总结了MATLAB/Simulink系统仿真的理论与实践
书中提供了100多个MATLAB/Simulink系统仿真的典型实例

精通

Proficient in MATLAB/Simulink System Simulation

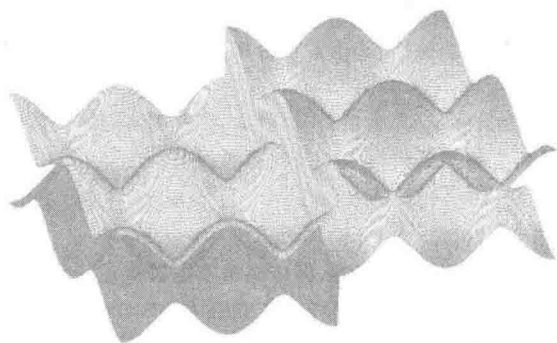
MATLAB/Simulink 系统仿真



李 献 骆志伟◎编著
Li Xian Luo Zhiwei



清华大学出版社



精通

Proficient in MATLAB/Simulink System Simulation

MATLAB/Simulink 系统仿真

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 MATLAB 2014a 版为基础,由浅入深地全面讲解了 MATLAB/Simulink 软件的知识,内容涉及面广,涵盖了一般用户需要使用的各种功能。本书按逻辑编排,自始至终采用实例描述;内容完整且每章相对独立,是一本较为有参考价值的 MATLAB/Simulink 参考书。

全书主要分为三大部分,共 15 章。第一部分主要介绍 MATLAB 基础知识、Simulink 仿真入门、Simulink 模型的建立与仿真、Simulink 常用命令库分析等;第二部分主要为基于 Simulink 的 S-Function 建模、控制系统 Simulink 仿真、基于 PID 的控制系统仿真等;第三部分则涉及 Simulink 高级应用,包括模糊逻辑控制仿真、电力系统仿真、通信系统仿真、神经网络控制仿真、滑模控制、车辆系统仿真、群智能算法控制系统仿真等。

本书以工程应用为目标,深入浅出,实例引导,讲解翔实,适合作为理工科高等院校研究生、本科生教学用书,也可作为广大科研工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

精通 MATLAB/Simulink 系统仿真/李献,骆志伟编著. —北京:清华大学出版社,2015

精通 MATLAB

ISBN 978-7-302-39113-5

I. ①精… II. ①李…②骆… III. ①自动控制—系统—系统仿真—Matlab 软件 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 017637 号



责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:梁毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:34.75

字 数:868 千字

版 次:2015 年 5 月第 1 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:69.00 元

MATLAB/Simulink 是用于动态系统和嵌入式系统的多领域仿真和基于模型的设计工具。Simulink 是 MATLAB 中的一种可视化仿真工具,是一种基于 MATLAB 的框图设计环境,是实现动态系统建模、仿真和分析的一个软件包,被广泛应用于线性系统、非线性系统、数字控制及数字信号处理的建模和仿真中。

对各种时变系统,包括通信、控制、信号处理、视频处理和图像处理系统,Simulink 提供了交互式图形化环境和可定制模块库来对其进行设计、仿真、执行和测试。Simulink 可以用连续采样时间、离散采样时间或两种混合的采样时间进行建模,它也支持多速率系统,也就是系统中的不同部分具有不同的采样速率。

为了创建动态系统模型,Simulink 提供了一个建立模型方块图的图形用户接口(GUI),这个创建过程只需单击和拖动鼠标操作就能完成,它提供了一种更快捷、直接明了的方式,而且用户可以立即看到系统的仿真结果。

1. 本书特点

由浅入深,循序渐进:本书以 MATLAB 爱好者为对象,首先从 MATLAB 使用基础讲起,再辅以 MATLAB/Simulink 在工程中的应用案例帮助读者尽快掌握 MATLAB/Simulink 进行工程应用分析的技能。

步骤详尽,内容新颖:本书结合作者多年 MATLAB/Simulink 使用经验与实际工程应用案例,将 MATLAB/Simulink 软件的使用方法与技巧详细地讲解给读者。本书在讲解过程中步骤详尽、内容新颖,讲解过程辅以相应的图片,使读者在阅读时一目了然,从而快速掌握书中所讲内容。

实例典型,轻松易学:通过学习实际工程应用案例的具体操作是掌握 MATLAB/Simulink 最好的方式。本书通过综合应用案例,透彻详尽地讲解了 MATLAB/Simulink 在各方面的应用。

2. 本书内容

本书基于 MATLAB 2014a 版,讲解了 MATLAB/Simulink 的基础知识和核心内容。本书主要围绕 MATLAB/Simulink 在工程问题中的应用进行仿真运算。全书内容分为三部分,共 15 章。第一部分主要介绍了 MATLAB 及 Simulink 基本操作知识;第二部分为 Simulink 的控制系统仿真应用;第三部分则为 Simulink 的高级应用。

第一部分为 MATLAB 及 Simulink 基本应用,主要包括第 1~4 章,主要围绕矩阵的应用、MATLAB 计算基础、程序设计基础、绘图功能、微积分应用、非线性方程求解、Simulink 基本操作、Simulink 运行仿真参数设置、Simulink 子系统封装展开、Simulink 模块库分析等讲解。

第二部分为 Simulink 控制系统仿真,主要包括第 5~7 章,主要介绍了采用 S-Function 进行控制系统设计、采用 S 函数进行 Simulink 模块设计、控制系统计算机仿真算法分析、控制系统数字仿真的实现、控制系统计算机仿真等。

第三部分为 Simulink 高级系统仿真应用,主要包括第 8~15 章,主要分析了模糊逻辑控制器的设计、电力系统仿真设计、通信系统仿真设计、Simulink 神经网络应用、滑模控制、车辆系统仿真、群智能算法控制系统仿真等。

本书附录部分为 Simulink 常用命令库,基本包括所有的常用 Simulink 命令函数。

3. 读者对象

本书适合 MATLAB/Simulink 初学者和研究算法提高并解决工程应用能力的读者,具体说明如下:

- 广大科研工作人员
- 初学 MATLAB/Simulink 的技术人员
- 大中专院校的教师和在校生
- 相关培训机构的教师和学员
- 参加工作实习的“菜鸟”
- MATLAB/Simulink 爱好者
- 初、中级 MATLAB/Simulink 从业人员

4. 读者服务

为了方便解决本书疑难问题,读者朋友在学习过程中若遇到与本书有关的技术问题,可以发邮件到邮箱 caxart@126.com,或者访问博客 <http://blog.sina.com.cn/caxart>,编者会尽快给予解答,我们将竭诚为您服务。

另外,本书所涉及的素材文件(程序代码)已经上传到为本书提供的博客中,读者可以到此下载。

本书主要由李献、骆志伟编著,另外李昕、孙国强、林晓阳、刘冰、张岩、宋玉旺、郭海霞和王芳也参与了本书的编写工作。虽然作者在本书的编写过程中力求叙述准确、完善,但由于水平有限,书中欠妥之处在所难免,希望读者和同仁能够及时指出,共同促进本书质量的提高。

最后再次希望本书能为读者的学习和工作提供帮助!

编者
2015 年 1 月

第一部分 MATLAB 及 Simulink 基本应用

第 1 章	MATLAB 基础知识	3
1.1	MATLAB 简介	3
1.2	MATLAB 的通用命令	5
1.2.1	MATLAB 菜单说明	6
1.2.2	MATLAB 路径设置	6
1.2.3	MATLAB 系统常量说明	7
1.2.4	MATLAB 程序注解符说明	8
1.3	MATLAB 的计算基础	9
1.3.1	MATLAB 的预定义变量	9
1.3.2	常用运算和基本数学函数	11
1.3.3	数值的输出格式	17
1.4	MATLAB 程序设计基础	21
1.4.1	MATLAB 基本程序设计	21
1.4.2	MATLAB 程序控制语句运用	28
1.5	MATLAB 的绘图功能	30
1.5.1	离散数据图形绘制	31
1.5.2	函数图形绘制	31
1.5.3	网格图形绘制	32
1.5.4	曲面图形绘制	35
1.5.5	特殊图形绘制	36
1.6	微积分问题的 MATLAB 求解	37
1.6.1	符号微积分	37
1.6.2	微分方程的数值解	39
1.6.3	龙贝格积分法微积分运算	41
1.6.4	有限差分方法求边值问题	43
1.6.5	样条函数求积分	46
1.6.6	常微分方程符号解	46
1.7	非线性方程与线性规划问题求解	47
1.7.1	非线性方程组求解	47
1.7.2	无约束最优化问题求解	49
1.7.3	线性规划问题	50
1.7.4	二次型规划问题	52

目录

1.8 本章小结	54
第2章 Simulink 仿真入门	55
2.1 Simulink 基本操作	55
2.1.1 运行 Simulink	56
2.1.2 Simulink 模块库	56
2.1.3 Simulink 模块的操作	63
2.2 运行仿真和参数设置简介	66
2.2.1 模型的创建	66
2.2.2 模块的连接与简单处理	69
2.2.3 仿真参数设置简介	70
2.3 子系统及其封装	72
2.3.1 创建子系统	72
2.3.2 使能子系统	74
2.3.3 触发子系统	76
2.3.4 使能触发子系统	77
2.3.5 封装子系统	78
2.4 用 MATLAB 命令创建和运行 Simulink 模型	85
2.4.1 创建 Simulink 模型与文件	85
2.4.2 添加模块和信号线	86
2.4.3 设置模型和模块属性	87
2.4.4 仿真	88
2.5 本章小结	89
第3章 Simulink 模型的建立与仿真	90
3.1 Simulink 模块库简介	90
3.2 信号源模块组	90
3.2.1 Clock 模块	90
3.2.2 Digital Clock 模块	91
3.2.3 Constant 模块	92
3.2.4 Band-Limited White Noise 模块	93
3.2.5 Chirp Signal 模块	94
3.2.6 Sine Wave 模块	95
3.2.7 Pulse Generator 模块	97
3.2.8 Random Number 模块	98
3.2.9 Step 模块	99
3.2.10 Uniform Random Number 模块	100

3.3	连续模块组	101
3.3.1	Derivative 模块	101
3.3.2	Integrator 模块	102
3.3.3	Transfer Fcn 模块	104
3.3.4	Transport Delay 模块	105
3.3.5	Zero-Pole 模块	107
3.3.6	State-Space 模块	108
3.4	离散模块组	110
3.4.1	Discrete Transfer Fcn 模块	110
3.4.2	Discrete Filter 模块	111
3.4.3	Unit Delay 模块	112
3.4.4	Memory 模块	113
3.4.5	Discrete Zero-Pole 模块	114
3.4.6	Discrete State-Space 模块	116
3.4.7	Zero-Order Hold 模块	117
3.5	查表模块组	118
3.5.1	1-D Lookup Table 模块	118
3.5.2	2-D Lookup Table 模块	119
3.6	用户自定义函数模块组	120
3.6.1	Fcn 模块	120
3.6.2	MATLAB Function 模块	121
3.6.3	S-Function 模块	123
3.7	数学运算模块组	125
3.7.1	Abs 模块	126
3.7.2	Add 模块	127
3.7.3	Divide 模块	128
3.7.4	Dot Product 模块	129
3.7.5	Gain 模块	130
3.7.6	Complex to Magnitude-Angle 模块	131
3.7.7	Magnitude-Angle to Complex 模块	132
3.8	非线性模块组	133
3.8.1	Backlash 模块	134
3.8.2	Coulomb & Viscous Friction 模块	135
3.8.3	Dead Zone 模块	136
3.8.4	Quantizer 模块	137

目录

3.8.5	Rate Limiter 模块	138
3.8.6	Saturation 模块	140
3.9	信号与系统模块组	141
3.9.1	BusSelector 模块	141
3.9.2	BusCreator 模块	142
3.9.3	Mux 模块	144
3.9.4	Demux 模块	145
3.9.5	Data Store Memory 模块	146
3.9.6	Data Store Read 模块	147
3.9.7	Data Store Write 模块	148
3.9.8	Enable 模块	150
3.9.9	Ground 模块	151
3.10	本章小结	152
第4章	Simulink 常用命令库分析	153
4.1	Simulink 中常用的模块库	153
4.2	Simulink 命令代码	155
4.2.1	Simulink 系统路径	155
4.2.2	获取 Simulink 模型参数值	156
4.3	Simulink 系统创建命令	158
4.3.1	Simulink 命令	158
4.3.2	Simulink3 命令	159
4.3.3	find_system 命令	159
4.3.4	new_system 命令	161
4.3.5	open_system 命令	162
4.3.6	save_system 命令	162
4.3.7	bdclose 命令	163
4.4	Simulink 模型模块操作命令	165
4.4.1	add_block 命令	165
4.4.2	delete_block 命令	166
4.4.3	add_line 命令	166
4.4.4	delete_line 命令	167
4.4.5	replace_block 命令	168
4.5	获取 Simulink 文件路径命令	169
4.5.1	gcb 命令	170
4.5.2	gcbh 命令	170

4.5.3	gcs 命令	171
4.5.4	bdroot 命令	171
4.6	获取 Simulink 模型参数命令	172
4.6.1	get_param 命令	172
4.6.2	set_param 命令	173
4.7	Simulink 代码建模	175
4.8	本章小结	179

第二部分 Simulink 控制系统仿真

第 5 章	基于 Simulink 的 S-Function 建模	183
5.1	Simulink S-Function 仿真应用	183
5.1.1	Simulink S-Function 仿真过程	183
5.1.2	S-Function 的回调方法	184
5.2	M-File S-Functions 应用	184
5.3	M-File S-Function 模板	192
5.3.1	S-Function 工作方式	196
5.3.2	S-Function 仿真过程	197
5.3.3	S-Function 的编写	198
5.3.4	M-File S-Function 的模块化	198
5.4	M-File S-Function 实现	200
5.5	本章小结	205
第 6 章	控制系统 Simulink 仿真	206
6.1	控制系统频域分析	206
6.1.1	频率特性的定义	207
6.1.2	频率特性和传递函数的关系	208
6.1.3	频率特性的图形表示方法	209
6.2	幅相频率特性	213
6.2.1	比例环节	213
6.2.2	微分环节	214
6.2.3	积分环节	216
6.2.4	惯性环节	217
6.2.5	一阶复合微分环节	221
6.2.6	二阶振荡环节	222
6.2.7	二阶复合微分环节	228
6.2.8	延迟环节	230

目录

6.2.9	开环系统的幅相特性曲线	230
6.3	对数频率特性	235
6.3.1	比例环节	235
6.3.2	微分环节	235
6.3.3	积分环节	235
6.3.4	惯性环节	236
6.3.5	一阶复合微分环节	237
6.3.6	二阶振荡环节	237
6.3.7	二阶复合微分环节	239
6.3.8	延迟环节	240
6.4	开环系统的 Bode 图	240
6.5	最小相角系统和非最小相角系统	243
6.6	奈奎斯特频域稳定判据	245
6.7	频域对数稳定判据	249
6.8	稳定裕度	251
6.8.1	稳定裕度的定义	251
6.8.2	稳定裕度的计算	252
6.9	本章小结	254
第 7 章	基于 PID 的 Simulink 控制系统仿真	255
7.1	PID 控制原理	255
7.2	基于 PID 的控制仿真	257
7.3	基于 S-Function 的 PID 控制系统仿真	261
7.4	基于 PID 的倒立摆小车控制仿真	267
7.5	本章小结	271

第三部分 Simulink 高级系统仿真应用

第 8 章	模糊逻辑控制仿真	275
8.1	模糊逻辑的概念	275
8.1.1	高斯型隶属函数	276
8.1.2	三角形隶属函数	277
8.2	模糊逻辑控制箱图形界面	279
8.2.1	基本 FIS 编辑器	279
8.2.2	隶属函数编辑器	281
8.2.3	绘制 FIS	282
8.2.4	设置模糊系统属性	283

8.2.5	规则编辑器和语法编辑器	284
8.2.6	规则观察器和模糊推理框图	285
8.3	模糊聚类分析	286
8.3.1	FIS 曲面	286
8.3.2	FIS 结构	287
8.3.3	模糊均值聚类	288
8.3.4	模糊聚类工具箱	290
8.4	模糊与 PID 控制器仿真设计	292
8.4.1	模糊逻辑工具箱	293
8.4.2	PID 控制	295
8.4.3	模糊控制器设计	296
8.4.4	模糊与 PID 控制仿真	300
8.5	本章小结	303
第 9 章	Simulink 在电力系统中的应用	304
9.1	同步发电机原理分析	304
9.2	简化同步电机模块使用	305
9.3	同步电机模块使用	309
9.4	负荷模型	317
9.4.1	静态负荷模块	317
9.4.2	三相动态负荷模块	318
9.5	异步电机模块	319
9.6	直流电机模块	324
9.7	本章小结	328
第 10 章	电力系统稳定性分析	329
10.1	Powergui 模块	329
10.1.1	仿真类型	330
10.1.2	分析工具	331
10.2	二极管模块	341
10.3	晶闸管模块	344
10.4	电力系统稳态仿真	348
10.4.1	连续系统仿真	348
10.4.2	离散系统仿真	350
10.5	电力系统电磁暂态仿真	352
10.5.1	断路器模块	353
10.5.2	三相故障模块	356

目录

10.5.3 暂态仿真分析	357
10.6 本章小结	360
第 11 章 通信系统仿真设计	361
11.1 通信系统仿真简介	361
11.2 信源与信道模型	364
11.2.1 随机数产生器	364
11.2.2 泊松分布产生器	366
11.2.3 伯努利二进制信号产生器	368
11.2.4 高斯噪声产生器	370
11.3 滤波器分析	372
11.4 调制与解调	384
11.4.1 基带模型与调制通带分析	384
11.4.2 模拟调制解调器模型分析	385
11.4.3 数字调制解调器模型分析	402
11.5 本章小结	415
第 12 章 神经网络控制仿真	416
12.1 神经网络简介	416
12.2 人工神经元模型	417
12.3 神经网络的学习规则	419
12.4 MATLAB 神经网络工具箱	420
12.5 基于 BP 神经网络的 PID 自适应控制	423
12.6 基于 Simulink 的神经网络模块仿真	429
12.6.1 模块的设置	429
12.6.2 模块的生成	432
12.7 基于 Simulink 的神经网络控制系统	433
12.8 反馈线性化控制	436
12.9 本章小结	439
第 13 章 滑模控制	440
13.1 基于名义模型的滑模控制	440
13.1.1 名义控制系统结构	440
13.1.2 基于名义模型的控制	441
13.1.3 基于名义模型的滑模控制器的设计	442
13.1.4 基于名义模型的滑模控制仿真	443
13.2 全局滑模控制	449
13.2.1 全局滑模控制系统	449

13.2.2	全局滑模控制器的设计	450
13.2.3	基于全局滑模控制的仿真	451
13.3	基于线性化反馈的滑模控制	456
13.3.1	二阶非线性确定系统的倒立摆仿真	456
13.3.2	二阶非线性不确定系统的倒立摆仿真	460
13.3.3	输入/输出的反馈线性化控制	465
13.3.4	输入/输出的反馈线性化滑模控制	470
13.4	基于模型参考的滑模控制	475
13.5	本章小结	481
第 14 章	车辆系统仿真	482
14.1	汽车制动系统仿真	482
14.2	汽车悬架系统仿真	486
14.2.1	汽车悬架系统运动方程建立	486
14.2.2	汽车悬架系统仿真程序	488
14.2.3	白噪声路面模拟输入仿真	496
14.3	汽车四轮转向控制系统仿真	498
14.3.1	低速四轮转向系统仿真	501
14.3.2	高速四轮转向系统仿真	503
14.4	本章小结	505
第 15 章	群智能算法控制系统仿真	506
15.1	PID 控制	506
15.2	粒子群算法控制仿真	507
15.2.1	基本粒子群算法	507
15.2.2	粒子群算法流程	508
15.2.3	被控对象 PID 整定	509
15.2.4	阶跃响应性能检测	514
15.3	遗传算法控制仿真	515
15.3.1	选择算子	516
15.3.2	交叉算子	516
15.3.3	变异算子	517
15.3.4	适应度值评估	517
15.3.5	遗传算法流程	518
15.3.6	被控对象 PID 整定	518
15.3.7	阶跃响应性能检测	522

目录

15.4	人群搜索算法控制仿真	524
15.4.1	搜索步长的确定	524
15.4.2	搜索方向的确定	525
15.4.3	搜寻者个体位置的更新	526
15.4.4	人群搜索算法流程	526
15.4.5	被控对象 PID 整定	526
15.4.6	阶跃响应性能检测	531
15.5	本章小结	533
附录	Simulink 常用命令库	534
	参考文献	540



第一部分

MATLAB及Simulink基本应用

- 第 1 章 MATLAB 基础知识
- 第 2 章 Simulink 仿真入门
- 第 3 章 Simulink 模型的建立与仿真
- 第 4 章 Simulink 常用命令库分析

