

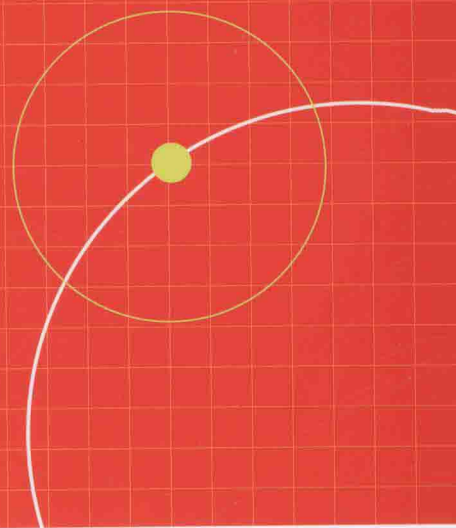
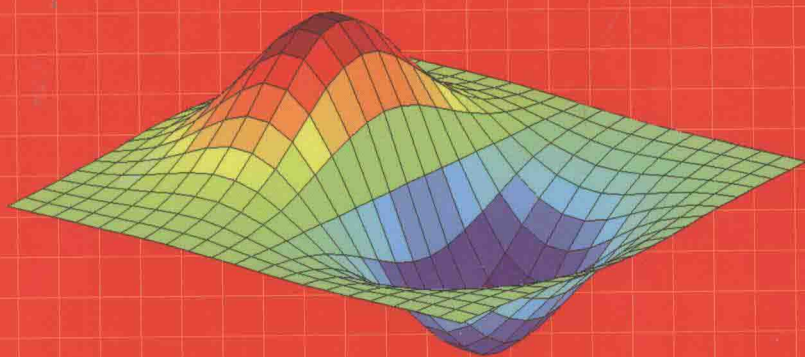


一线工程师撰写，国内首本基于MATLAB R2014a平台的科学计算权威著作
系统归纳和总结了MATLAB科学计算的理论与实践
书中提供了100多个MATLAB应用典型实例

精通

Proficient in MATLAB Scientific Computing

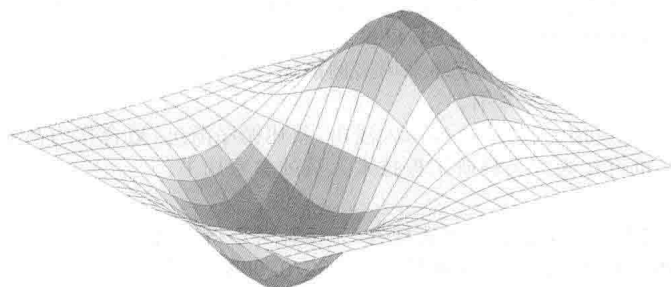
MATLAB 科学计算



温正◎编著

Wen Zheng

清华大学出版社



精通

Proficient in MATLAB Scientific Computing

MATLAB

科学计算

温正◎编著

Wen Zheng

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以最新推出的 MATLAB 2014a 软件为基础,详细介绍了各种科学计算方法及 MATLAB 在科学计算中的应用,是一本掌握 MATLAB 科学计算方法的综合性参考书。全书以科学计算在 MATLAB 中的应用为主线,结合各种应用案例,详细介绍了科学计算的 MATLAB 实现方法。

全书包括 MATLAB 基础应用及科学计算两部分,共 14 章。其中 MATLAB 基础应用部分详细介绍了 MATLAB 的计算入门知识、基本运算方法、图形的可视化及编程方法等,这些都是掌握科学计算的必备知识。科学计算部分详细介绍了 MATLAB 的插值拟合、数值拟合、微分方程求解、级数、微分方程(组)求解、线性方程(组)求解、非线性方程(组)求解、常微分方程(组)求解、概率与统计计算等相关知识。另外,本书还介绍了 MATLAB 模糊逻辑工具箱的应用及偏最小二乘应用分析等内容。本书按理论结合实践的方式编排,自始至终采用实例描述;内容完整且各章相对独立,是一本具有较高参考价值的 MATLAB 科学计算参考书。

本书以工程应用为目标,内容深入浅出,叙述循序渐进,适合作为高等院校相关专业研究生与本科生教学用书,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 科学计算/温正编著. —北京:清华大学出版社,2015

精通 MATLAB

ISBN 978-7-302-38744-2

I. ①精… II. ①温… III. ①计算机辅助计算—Matlab 软件 IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 286325 号

责任编辑:盛东亮
封面设计:李召霞
责任校对:白蕾
责任印制:沈露

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 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:31

字 数:731 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

产品编号:058743-01

在科学研究和工程计算领域经常会遇到一些非常复杂的计算问题,这些问题利用计算器或手工计算无法完成,只能借助计算机完成。MATLAB 在数值计算方面表现卓越, MATLAB 语言具有编程效率高、图形界面友好、扩充能力强、交互性好、可移植性强等特点。因此, MATLAB 广泛应用于各行各业。

目前, MATLAB 已成为数学应用领域的首选实验平台。而对于学生而言,最有效的学习途径是结合专业课程来掌握该软件的使用与编程方法。本书将详细介绍应用 MATLAB 2014a 进行科学计算的实现方法。

1. 本书特点

由浅入深,循序渐进:本书首先从 MATLAB 使用基础讲起,再由简单的科学计算出发,逐渐过渡到 MATLAB 优化设计,并辅以工程中的应用案例,帮助读者快速掌握 MATLAB 科学计算和优化设计。

步骤详尽、内容新颖:本书融合了编者多年的 MATLAB 使用经验与实际工程应用案例,全面论述 MATLAB 的使用方法与技巧。叙述步骤详尽,算法理论严谨,并辅以实际案例,便于读者理论联系实际,从而快速掌握编程方法。

实例典型,轻松易学:通过学习实际工程应用案例,运用 MATLAB 科学计算求解,这是掌握 MATLAB 编程应用最好的方式。

2. 本书内容

本书基于 MATLAB 2014a,详细讲解 MATLAB 在科学计算中的应用。全书内容共分为两部分 14 章,具体如下:

第一部分: MATLAB 基础应用部分。详细讲解了 MATLAB 计算的入门知识、基本运算方法、图形的可视化以及编程方法等,这些都是掌握科学计算的必备知识。

第 1 章 MATLAB 计算入门

第 2 章 MATLAB 基本运算

第 3 章 MATLAB 图形可视化

第 4 章 MATLAB 编程入门

第二部分: MATLAB 科学计算部分。详细讲解了 MATLAB 的插值拟合、数据拟合、微分方程求解、级数、微分方程(组)求解、线性方程(组)求解、非线性方程(组)求解、常微分方程(组)求解、概率统计计算等相关知识。另外,还介绍了 MATLAB 模糊逻辑工具箱的应用以及偏最小二乘应用分析等内容。

第 5 章 插值拟合

第 6 章 数据拟合

第 7 章 微分方程求解

第 8 章 微分方程及级数

第 9 章 线性方程(组)求解

第 10 章 非线性方程(组)求解

第 11 章 常微分方程(组)求解

第 12 章 概率统计分布计算

3. 读者对象

本书适合于 MATLAB 初学者和研究算法并提高解决工程应用能力的读者,具体说明如下:

- 相关从业人员
- 大中专院校的教师和在校生
- 广大科研工作人员
- 初学 MATLAB 科学计算的技术人员
- 相关培训机构的教师和学员
- MATLAB 爱好者

4. 读者服务

为了方便解决本书疑难问题,读者在学习过程中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。

本书涉及的素材文件(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。

虽然编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,希望本书能为广大读者的学习和工作提供帮助!

编 者

2015 年 3 月

第一部分 MATLAB 基础知识

第 1 章 MATLAB 计算入门	3
1.1 MATLAB 平台简介	3
1.2 MATLAB 功能	4
1.3 图形绘制	9
1.4 用户路径设置	11
1.5 MATLAB 的帮助系统	12
1.5.1 联机帮助系统	12
1.5.2 命令窗口查询帮助系统	13
1.5.3 联机演示系统	13
本章小结	14
第 2 章 MATLAB 基本运算	15
2.1 MATLAB 的数据类型	15
2.1.1 变量和常量	15
2.1.2 数值型数据	16
2.1.3 字符型数据	18
2.1.4 元胞数组	19
2.1.5 结构体	20
2.1.6 函数句柄	21
2.1.7 数据类型间的转换	22
2.2 矩阵运算	24
2.2.1 矩阵生成	24
2.2.2 向量的生成	28
2.3 奇异值分解	30
2.4 矩阵的基本函数运算	31
2.4.1 矩阵的分解运算	32
2.4.2 关系运算和逻辑运算	32
2.5 线性方程组	33
2.5.1 矩阵逆和除法解恰定方程组	33
2.5.2 矩阵除法解超定方程组	35
2.5.3 矩阵除法解欠定方程组	36
2.6 符号运算	36
2.6.1 符号表达式的生成	36

目录

2.6.2	符号矩阵	37
2.6.3	常用符号运算	39
2.7	复数及其运算	40
2.7.1	复数和复矩阵的生成	40
2.7.2	复数的运算	42
2.7.3	留数运算	43
2.7.4	Taylor 级数展开	45
2.7.5	Fourier 变换及其逆变换	45
2.7.6	Laplace 变换及其逆变换	46
2.7.7	Z 变换及其逆变换	47
2.8	多项式求解	48
	本章小结	51
第 3 章	MATLAB 图形可视化	52
3.1	图形绘制	52
3.1.1	离散数据图形绘制	52
3.1.2	函数图形绘制	53
3.1.3	图形绘制的基本步骤	54
3.2	二维图形	55
3.2.1	plot 指令	55
3.2.2	格栅	57
3.2.3	图形标记说明	57
3.2.4	线型、标记和颜色	59
3.2.5	子图绘制	61
3.2.6	拓扑关系图	62
3.2.7	双坐标轴绘制	64
3.2.8	二元函数的伪色彩	65
3.2.9	MATLAB 特殊符号标记	67
3.3	三维图形绘制	71
3.3.1	网格图绘制	71
3.3.2	曲线图绘制	73
3.3.3	曲面图的绘制	75
3.3.4	绘制等值线图	75
3.3.5	特殊图形绘制	77
3.4	MATLAB 动画设计	80
	本章小结	88

第 4 章	MATLAB 编程入门	89
4.1	MATLAB 编程概述	89
4.2	MATLAB 编程原则	90
4.3	M 文件	92
4.4	MATLAB 程序控制语句运用	96
4.5	MATLAB 中的函数及调用	102
4.5.1	函数类型	102
4.5.2	函数参数传递	104
4.6	MATLAB 程序调试	107
4.6.1	调试方法	107
4.6.2	M 文件分析工具	110
4.7	MATLAB 常用编程技巧	112
4.7.1	循环计算	112
4.7.2	使用例外处理机制	113
4.7.3	通过 varargin 传递参数	114
	本章小结	117

第二部分 MATLAB 科学计算

第 5 章	插值拟合	121
5.1	插值问题	121
5.1.1	拉格朗日插值	121
5.1.2	牛顿均差插值	123
5.2	一维数据插值	125
5.3	埃尔米特插值法	134
5.4	二维数据插值	136
5.5	回归分析	144
	本章小结	147
第 6 章	数据拟合	148
6.1	函数逼近	148
6.1.1	切比雪夫逼近	148
6.1.2	傅里叶逼近	151
6.2	最小二乘拟合	154
6.3	多项式拟合	156
6.4	曲线拟合的最小二乘法	161
6.5	用正交多项式作最小二乘拟合	164

目录

6.6	超定方程组的最小二乘解	168
6.7	非线性拟合转线性拟合	170
6.8	用 MATLAB 解决拟合问题	173
6.9	数据拟合	180
	本章小结	183
第 7 章	微分方程求解	184
7.1	符号微积分	184
7.1.1	极限	184
7.1.2	导数	185
7.1.3	积分	187
7.1.4	化简、提取和代入	187
7.1.5	Fourier 变换及其逆变换	189
7.1.6	Laplace 变换及其逆变换	191
7.1.7	Z 变换及其逆变换	193
7.2	数值积分	195
7.3	微分方程的数值解	197
7.4	微积分运算	203
7.4.1	龙贝格积分法	203
7.4.2	自适应积分法	206
7.4.3	样条函数求积分	208
7.5	动态微分方程模型	208
7.6	打靶法	214
	本章小结	217
第 8 章	微分方程及级数	218
8.1	微分方程基本运算	218
8.1.1	常微分方程符号解	218
8.1.2	常微分方程数值解	220
8.1.3	泰勒级数	223
8.2	微分方程在实际物理模型中的应用	226
8.2.1	肿瘤大小应用分析	226
8.2.2	放射性废料的处理问题	230
8.2.3	质点系转动惯量求解	234
8.2.4	储油罐的油量计算	235
8.2.5	香烟毒物摄入问题	236
8.2.6	冰雹的下落速度	238

本章小结	241
第 9 章 线性方程(组)求解	242
9.1 递推算法	242
9.1.1 循环迭代	242
9.1.2 迭代收敛性	244
9.1.3 Newton 迭代	248
9.2 Gauss 消元法	252
9.3 追赶法	255
9.4 范数	257
9.5 方程组的性态	260
9.6 高斯-赛德尔迭代法	264
9.7 迭代法的收敛性	267
9.8 雅可比迭代法	270
本章小结	273
第 10 章 非线性方程(组)求解	274
10.1 线性规划问题	274
10.2 非线性规划问题	276
10.2.1 有约束的一元函数的最小值	276
10.2.2 无约束多元函数最小值	277
10.2.3 有约束的多元函数最小值	280
10.2.4 二次规划问题	282
10.3 “半无限”有约束的多元函数最优解	285
10.4 极小化极大问题	289
10.5 多目标规划问题	291
10.6 最小二乘最优问题	294
10.6.1 约束线性最小二乘	294
10.6.2 非线性曲线拟合	296
10.6.3 非线性最小二乘	297
10.6.4 非负线性最小二乘	298
10.7 非线性方程求解	299
10.7.1 非线性方程的解	299
10.7.2 非线性方程组的解	300
本章小结	304
第 11 章 常微分方程(组)求解	305
11.1 常微分方程解	305

目录

11.2	欧拉方法	306
11.2.1	向前欧拉方法	306
11.2.2	向后欧拉方法	311
11.2.3	梯形公式	314
11.2.4	改进欧拉公式	319
11.3	龙格-库塔方法	322
11.3.1	二阶龙格-库塔法	323
11.3.2	三阶龙格-库塔法	325
11.3.3	四阶龙格-库塔法	328
11.4	亚当斯方法	338
11.4.1	亚当斯外推公式	339
11.4.2	亚当斯内推公式	342
11.4.3	亚当斯矫正公式	345
11.4.4	Hamming 法	351
11.5	一阶微分方程(组)的数值解计算	354
11.6	高阶微分方程(组)的数值计算	357
11.7	边值问题的数值计算	362
11.8	有限差分方法	366
11.9	常微分方程(组)边值问题数值解	369
	本章小结	372
第 12 章	概率统计分布计算	373
12.1	概率密度函数	373
12.2	随机变量的一般特征	375
12.2.1	期望	375
12.2.2	方差、标准差、矩	377
12.2.3	协方差、相关系数	380
12.3	一维随机数生成	382
12.4	特殊连续分布	396
12.5	特殊离散分布	402
12.6	生成多维联合分布随机数	403
12.6.1	各维度独立	404
12.6.2	协方差阵生成多元正态分布	406
12.7	统计图绘制	408
12.8	方差分析	413
12.8.1	单因素试验的方差分析	413

12.8.2 双因素试验的方差分析	415
12.9 蒙特卡罗方法	417
本章小结	423
第 13 章 MATLAB 模糊逻辑工具箱使用	424
13.1 隶属函数	424
13.1.1 高斯隶属函数	424
13.1.2 两边型高斯隶属函数	425
13.1.3 一般钟型隶属函数	425
13.1.4 两个 sigmoid 型隶属函数之差组成的隶属函数	427
13.1.5 通用隶属函数	427
13.1.6 Π 型隶属函数	428
13.1.7 两个 sigmoid 型隶属函数乘积组成的隶属函数	429
13.1.8 Sigmoid 型隶属函数	429
13.1.9 S 型隶属函数	431
13.1.10 梯形隶属函数	433
13.1.11 三角形隶属函数	434
13.1.12 Z 型隶属函数	436
13.1.13 两个隶属函数之间转换参数	438
13.1.14 基本 FIS 编辑器	438
13.1.15 隶属函数编辑器	440
13.2 模糊推理结构 FIS	441
13.2.1 不使用数据聚类从数据生成 FIS 结构	441
13.2.2 使用减法聚类从数据生成 FIS 结构	443
13.2.3 生成 FIS 曲面	443
13.2.4 mamdan 型 FIS 转换为 Sugeno FIS	444
13.2.5 完成模糊推理计算	444
13.2.6 模糊均值聚类	445
13.2.7 模糊均值和减法聚类	446
13.2.8 绘制 FIS	447
13.2.9 绘制给定变量的所有隶属曲线	448
13.2.10 从磁盘装入 FIS	449
13.2.11 从 FIS 中删除某一隶属函数	450
13.2.12 从 FIS 中删除变量	451
13.2.13 设置模糊系统属性	452
13.2.14 以分行形式显示 FIS 结构所有属性	453

目录

13.2.15	完成模糊运算	455
13.2.16	解析模糊规则	456
13.2.17	规则编辑器和语法编辑器	457
13.2.18	规则观察器和模糊推理框图	458
13.2.19	保存 FIS 到磁盘	459
13.2.20	显示 FIS 的规则	459
13.3	模糊聚类工具箱	461
13.4	直接自适应模糊控制	463
13.4.1	问题描述	464
13.4.2	控制器的设计	464
13.4.3	自适应律设计	465
13.4.4	直接自适应模糊控制仿真	467
	本章小结	471
第 14 章	偏最小二乘应用分析	472
14.1	偏最小二乘回归	472
14.2	偏最小二乘案例分析	475
	本章小结	481
	参考文献	482



第一部分

MATLAB基础知识

- 第 1 章 MATLAB 计算入门
- 第 2 章 MATLAB 基本运算
- 第 3 章 MATLAB 图形可视化
- 第 4 章 MATLAB 编程入门

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致, 更加接近 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。而且新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。本章从最基本的运算单元出发, 讲述了 MATLAB 矩阵的表示方法, 矩阵的运算、线性方程组的求解以及微分方程的求解等。

学习目标:

- (1) 熟练掌握 MATLAB 矩阵的表示方法。
- (2) 熟练掌握矩阵变换和图形绘制。
- (3) 熟练掌握 MATLAB 用户工作路径设置。
- (4) 熟练掌握 MATLAB 联机查询、帮助系统使用等。

1.1 MATLAB 平台简介

MATLAB 语言相对于传统的科技编程语言有诸多的优点。

1. 易用性

MATLAB 是一种解释型语言, 就像各种版本的 BASIC。和 BASIC 一样, 它简单易用, 可直接在命令行窗口输入命令行处表达式的值, 也可执行预先写好的大型程序。

在 MATLAB 集成开发环境下, 程序可以方便地编写、修改和调试, 这是因为这种语言极易使用, 对于教育应用和快速建立新程序的原型它是一个理想的工具。

丰富的编程工具使得 MATLAB 十分简单易用, 这些工具包括一个集成的编译/调试器、在线文件手册、工作台和扩展范例。

2. 平台独立性

MATLAB 支持许多操作系统, 提供了大量的平台独立措施。在本书编写的时候, Windows 98/2000/NT 和许多版本的 UNIX 系统都支持它。

在一个平台上编写的程序在其他平台上一样可以正常运行,在一个平台上编写的数据文件在其他平台上一样可以编译。因此,用户可以根据需要把 MATLAB 编写的程序移植到新平台。

3. 预定义函数

MATLAB 带有一个极大的预定义函数库,它提供了许多已测试和打包过的基本工程问题的函数。例如,假设你正在编写一个程序,这个程序要求你必须计算与输入有关的统计量。在许多的语言中,你需要写出你所编数组的下标和执行计算所需要的函数,这些函数包括其数学意义、中值和标准误差等。像这样成百上千的函数已经在 MATLAB 中编写好,所以让编程变得更加简单。

除了植入 MATLAB 基本语言中的大量函数,还有许多专用工具箱,以帮助用户解决在具体领域的复杂问题。例如,用户可以购买标准的工具箱以解决在信号处理、控制系统、通信、图像处理、神经网络和其他许多领域的问题。

4. 机制独立的画图

与其他语言不同,MATLAB 有许多画图 and 图像处理命令。此功能使得 MATLAB 成为一个形象化技术数据的卓越工具。

5. 用户图形界面

MATLAB 允许程序员为他们的程序建立一个交互式的用户图形界面,利用 MATLAB 的这种功能,程序员可以设计出对于无经验的用户可以操作的复杂的数据分析程序。

6. MATLAB 编译器

MATLAB 的灵活性和平台独立性是通过将 MATLAB 代码编译成设备独立的 P 代码,然后在运行时解释代码来实现的,这种方法与微软的 VB 相类似。不幸的是,由于 MATLAB 是解释型语言,而不是编译型语言,产生的程序执行速度慢。当我们遇到执行速度慢的程序时,我们将会指出其这一特性。

当然,MATLAB 也有一定的缺点,缺点在于国内使用较多的 MATLAB 版本,存在 debug 问题,编译常出现不同的错误,大多数归因于盗版 MATLAB 版本问题。

另外,MATLAB 编译程序相对其他的软件而言编译时间较长;MATLAB 生成 .exe 软件安装 MATLAB 编译器后,启动 .exe 文件很慢,而且 .exe 占用资源很大。但是相对 MATLAB 本身优点而言,这是不足为道的,MATLAB 给科研和学习工作带来了极大的便利。

1.2 MATLAB 功能

当 MATLAB 程序启动时如图 1-1 所示,本文均给予 MATLAB 2013a 版本进行程序设计(本文涉及程序在 2009 版本以及以后版本均可以运行)。在 MATLAB 集成开发环