

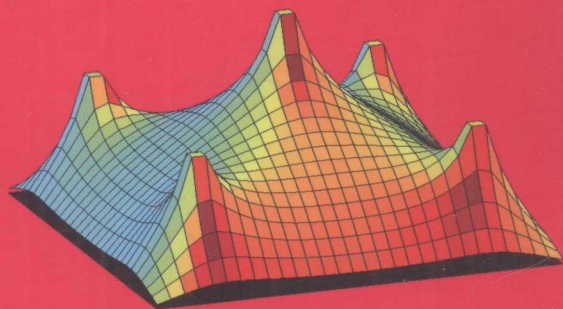


资深作者编写，基于MATLAB R2015a平台的小波分析研究成果的权威著作
系统性、实用性与先进性相结合，理论与实践相交融
书中提供200多个实例，全部源于作者的实际工作

MATLAB R2015a Wavelet Analysis

MATLAB R2015a

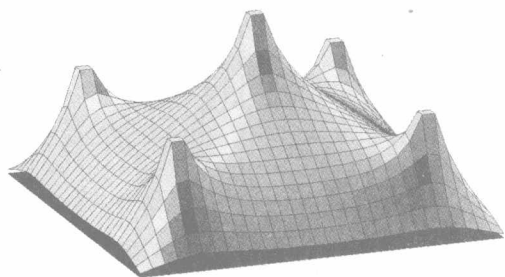
小波分析



◎ 蔡静 编著
Cai Jing

清华大学出版社





MATLAB R2015a Wavelet Analysis

MATLAB R2015a 小波分析

◎ 蔡静 编著

Cai Jing

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书基于 MATLAB R2015a 平台,全面、系统地介绍小波变换的各种技术及应用,重点介绍小波变换的 MATLAB 实现方法,并在讲解各实现方法时给出相应的实例,使得本书应用性更强,实用价值更高。

全书共 8 章,分别介绍 MATLAB R2015a 的基础知识、小波变换的基本概念、小波图形用户界面、小波 MATLAB 工具箱、小波用于信号处理、小波用于图像处理、小波在其他领域中的应用、提升小波及其应用等内容,力求系统性、实用性与先进性相结合,理论与实践相交融。读者通过阅读本书可快速掌握 MATLAB 软件,同时学习利用 MATLAB 解决小波分析中的相关问题。

本书面向学习小波分析理论和 MATLAB 工程实践等不同层次的读者,包括小波分析爱好者、在校本科生和研究生、相关培训机构的老师和学员,同时也可作为工程技术人员的参考书。

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

MATLAB R2015a 小波分析/蔡静编著.--北京:清华大学出版社,2016

精通 MATLAB

ISBN 978-7-302-43551-8

I. ①M… II. ①蔡… III. ①Matlab 软件—应用—小波分析 IV. ①TP317 ②O177

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 081984 号

责任编辑:刘 星

封面设计:刘 键

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

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:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:25.25 字 数:599 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版 印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00 元

产品编号:069163-01

工程的许多问题往往通过各种数学模型以科学的方式表示出来,在这些数学模型的基础上诞生了各种理论和算法。但是,工程实际问题的影响因素很多,理论模型通常也是一些近似的结果,在这种近似的情况下如果单纯通过理论分析和逻辑推导,往往不能得到比数值计算更好的结果,有时甚至会出现一些谬误。随着计算机性能的不断提高,人们发现工程上的许多问题可以通过计算机强大的运算功能来辅助解决。利用 BASIC、FORTRAN 和 C 语言编制计算程序,既需要对有关算法有深刻的了解,还需要熟练地掌握所用语言的语法及编程技巧。对多数科学工作者而言,同时具备这两方面技能有一定困难。另外,编制程序十分繁杂,不但消耗人力与物力,而且影响工作进程和效率。为克服上述困难,美国 MathWorks 公司于 1967 年推出了 Matrix Laboratory(缩写为 MATLAB)软件包,之后又不断加以更新和扩充,目前最新版本为 R2015a(Windows 环境下运行)。MATLAB 已经成为一种功能强、效率高,便于进行科学和工程计算的交互式软件。

MATLAB 将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中,为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案,并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言(如 C、FORTRAN)的编辑模式,代表当今科学计算软件的先进水平。

MATLAB 的另一个主要特点是提供了功能丰富的工具箱函数,将应用最广泛的一些功能集成到工具箱中,用户在使用时只需关注问题本身的特点,从而得以从繁复的重复劳动中解脱出来。本书介绍的就是 MATLAB 提供的众多工具箱中的一个——近年发展迅速且备受关注的小波工具箱(Wavelet Toolbox)。

小波变换是近年来在图像处理中十分重视的新技术,面向图像压缩、特征检测以及纹理分析的许多新方法,如多分辨率分析、时频域分析、金字塔算法等,都最终归于小波变换的范畴中。它是一种新的变换分析方法,继承和发展了短时傅里叶变换局部化的思想,同时又克服了窗口大小不随频率变化等缺点,能够提供—个随频率改变的“时间-频率”窗口,是进行信号时频分析和处理的理想工具。小波变换的主要特点是通过变换能够充分突出所处理问题的一些特征,因此在许多领域都得到了成功的应用,特别是小波变换的离散数字算法已被广泛用于许多问题的变换研究中。

小波分析的应用与小波分析的理论研究紧密地结合在一起,已经在科技信息产业领域取得了令人瞩目的成就。电子信息技术是六大高新技术中重要的领域,它的重要方面是图像和信号处理。信号处理已经成为当代科学技术工作的重要部分,信号处理的目的是准确地分析、诊断、编码压缩和量化、快速传递或存储、精确地重构(或恢复)。从数学的角度来看,信号与图像处理可以统一看作是信号处理(图像可以看作是二维信号),小波分析的许多分析和应用问题,都可以归结为信号处理问题。对于性质随时间稳定不变的信号(平稳随机过程),处理的理想工具仍然是傅里叶分析。但是,实际应用中的绝大多数信号是非稳定的(非平稳随机过程),而特别适用于非稳定信号的工具就是小波分析。

本书具有以下特点:

(1) 内容由浅入深,循序渐进。本书结构合理,内容由浅入深,不仅适合初学者阅读,

也非常适合有一定小波变换基础的读者进一步学习。

(2) 内容翔实,涉及广泛。本书较为全面地包含了小波分析在数字信号和图像处理等多个领域的应用,甚至涉及小波分析在化学分析中的应用,内容新颖。章节安排合理,既注重理论研究,又强调实际应用,使读者可快速掌握书中内容。

(3) 重点突出,目的明确。本书立足于基本理论,面向应用技术,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为重点,加强理论知识和实际应用的统一。

(4) 实例经典,轻松易学。本书有详细的实例,每个例子都经过精挑细选,有很强的针对性。书中的程序都有完整的代码,而且非常简洁和高效,便于读者学习和调试,可以快速利用 MATLAB 解决小波分析中的问题。

(5) 语言通俗,图文并茂。本书中的实例程序都有详细的注释和说明,程序的运行结果提供了大量的图片,让读者对不同算法的运算结果有更加直观的印象。

本书共 8 章:

第 1 章 介绍 MATLAB R2015a,主要包括 MATLAB 软件历史、编程环境、MATLAB 基本元素、MATLAB 矩阵运算、程序控制流等内容。

第 2 章 介绍小波变换的基本概念,主要包括小波由来、小波分析方法、傅里叶变换、小波变换的定义等内容。

第 3 章 介绍小波图形用户界面,主要包括一维小波分析、二维小波分析、一维小波专用工具、二维小波专用工具等内容。

第 4 章 介绍小波 MATLAB 工具箱,主要包括小波通用函数,一维、二维连续小波变换函数及一维、二维离散小波变换函数。

第 5 章 介绍小波用于信号处理,主要包括小波在信号滤波、信号压缩处理、信号处理中的应用等内容。

第 6 章 介绍小波用于图像处理,主要包括小波分析用于图像分解与重构、小波分析用于图像去噪、小波分析用于图像压缩等内容。

第 7 章 介绍小波在其他领域中的应用,主要包括小波在样本估计中的应用、小波在化学中的应用、小波在信号识别与检测中的应用等内容。

第 8 章 介绍提升小波及其应用,主要包括提升小波的概述、提升小波算法、提升小波的应用等内容。

本书主要由蔡静编写,参加编写的还有栾颖、周品、曾虹雁、邓俊辉、邓秀乾、邓耀隆、高泳崇、李嘉乐、李旭波、梁朗星、梁志成、刘超、刘泳、卢佳华、张棣华、张金林、钟东山、詹锦超、叶利辉、杨平和何正风。

本书适用于:

- MATLAB 及小波分析应用的爱好者;
- 广大科研工作人员;
- 在校的本科生、研究生;
- 相关培训机构的老师和学员;
- 工程人员。

由于时间仓促,加之作者水平有限,所以错误和疏漏之处在所难免。在此,诚恳地期望得到广大读者的批评指正。

作者
2016 年 3 月

第 1 章	MATLAB R2015a 大揭密	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.1.1	MATLAB 的发展史	1
1.1.2	MATLAB 的优点	2
1.1.3	MATLAB 的缺点	4
1.1.4	MATLAB R2015a 的新特性	4
1.2	MATLAB 的安装	6
1.3	MATLAB 的操作界面	11
1.3.1	菜单/工具栏	12
1.3.2	命令窗口	12
1.3.3	命令历史窗口	15
1.3.4	工作空间窗口	15
1.4	帮助窗口	16
1.4.1	纯文本帮助	16
1.4.2	Demos 帮助	17
1.4.3	帮助导航浏览器	18
1.5	MATLAB 基本元素	18
1.5.1	变量	18
1.5.2	赋值语句	19
1.5.3	矩阵及表示	20
1.6	矩阵的运算	22
1.6.1	代数运算	22
1.6.2	关系运算	26
1.6.3	逻辑运算	27
1.6.4	元胞数组	28
1.6.5	结构数组	30
1.7	MATLAB 的程序流程	33
1.7.1	循环控制结构	33
1.7.2	条件选择结构	34
1.8	M 文件	36
1.8.1	脚本文件	36
1.8.2	函数文件	37
1.9	MATLAB 的图形绘制	39
1.9.1	二维图形的绘制	39

目录

1.9.2	三维绘图	48
第2章	小波变换的基本概念	52
2.1	小波由来	52
2.2	分析方法	53
2.3	傅里叶变换	53
2.3.1	经典傅里叶变换	53
2.3.2	傅里叶变换的性质	54
2.3.3	快速傅里叶变换	56
2.3.4	短时傅里叶变换	59
2.4	小波分析与傅里叶变换的对比	60
2.5	滤波器	60
2.5.1	连续滤波器	61
2.5.2	数字滤波器及应用	61
2.5.3	滤波器的分析	68
2.6	小波变换定义	71
2.6.1	基本定义	71
2.6.2	小波类型	75
2.6.3	小波基的构造	83
2.6.4	构造紧支撑正常小波基	84
2.6.5	小波基构造的实现	87
2.7	小波包	90
2.7.1	小波包的定义	90
2.7.2	小波包的空间分解	91
2.7.3	小波包的算法	92
2.7.4	小波包的分解与重构	93
2.7.5	最优小波包基的选择	93
第3章	小波图形用户界面	97
3.1	小波图形窗口的启动	97
3.2	一维小波分析	98
3.2.1	一维小波变换工具	98
3.2.2	小波工具箱图形通用方法	104
3.2.3	一维小波包工具	105
3.2.4	一维连续小波工具	109
3.2.5	一维离散小波工具	111
3.3	二维小波分析	121

3.3.1	二维小波压缩工具	122
3.3.2	二维小波降噪工具	125
3.3.3	二维小波统计工具	125
3.3.4	二维小波直方图工具	126
3.3.5	二维小波包工具	127
3.4	一维小波专用工具	132
3.4.1	一维平稳小波消噪	132
3.4.2	一维小波密度估计	133
3.4.3	一维小波回归估计	134
3.4.4	一维小波系数的选取	135
3.4.5	一维分数布朗迭代	135
3.5	二维小波专用工具	136
3.5.1	二维小波压缩	136
3.5.2	二维平稳小波消噪	137
3.5.3	二维小波系数的选取	138
3.5.4	图像融合	138
3.6	显示工具类	139
3.7	扩展工具集	141
3.7.1	信号扩展工具	141
3.7.2	图像扩展工具	144
第 4 章	小波 MATLAB 工具箱	146
4.1	小波通用函数	148
4.2	一维连续小波变换函数	162
4.3	一维离散小波变换函数	164
4.4	一维平稳小波变换函数	176
4.5	二维离散小波变换函数	178
4.6	二维平稳小波变换函数	189
4.7	小波包函数	191
第 5 章	小波用于信号处理	205
5.1	小波用于信号滤波	205
5.1.1	小波滤波的原理	205
5.1.2	小波滤波的基本方法	205
5.1.3	滤波器	207
5.1.4	小波滤波器函数的实现	211
5.1.5	重构滤波器组	214

目录

5.1.6	小波滤波器构造	215
5.2	信号去噪	219
5.2.1	小波变换特性	219
5.2.2	信号去噪过程	220
5.2.3	信号去噪方法	220
5.2.4	信号去噪原理	222
5.2.5	MATLAB 用于信号去噪	223
5.2.6	小波包进行信号去噪	245
5.3	信号压缩处理	246
5.3.1	小波压缩概述	246
5.3.2	信号压缩步骤	247
5.3.3	小波压缩实现法	248
5.3.4	信号压缩实现	249
5.4	小波在信号处理中的应用	250
5.4.1	小波分解在信号中的应用	250
5.4.2	小波信号去噪应用	259
第 6 章	小波用于图像处理	262
6.1	基本原理	262
6.1.1	小波变换的图像分解与重构	262
6.1.2	图像边缘处理方法	263
6.2	小波分析用于图像分解与重构	264
6.3	小波分析用于图像去噪	266
6.3.1	去噪原理	267
6.3.2	图像去噪实现	268
6.4	小波分析用于图像压缩	271
6.4.1	离散余弦变换图像压缩	271
6.4.2	小波变换的局部压缩	273
6.4.3	小波压缩原理	275
6.4.4	基本小波的图像压缩	276
6.4.5	小波包的图像压缩	279
6.5	小波分析用于图像增强	280
6.5.1	图像增强描述	280
6.5.2	小波实现图像增强	285
6.6	小波分析用于图像融合	293
6.6.1	融合原理	293

6.6.2	图像融合方法	294
6.6.3	融合规则和融合算子	294
6.6.4	小波包图像融合	295
6.6.5	多小波图像融合	295
6.6.6	小波实现图像融合实例	296
6.7	小波实现图像边缘检测	300
6.7.1	小波分解边缘检测	300
6.7.2	小波实现边缘检测实例	303
6.7.3	小波包实现图像边缘检测基本原理	304
6.8	小波在图像特征提取中的应用	306
第 7 章	小波在其他领域中的应用	308
7.1	小波在样本估计中的应用	308
7.1.1	密度估计	308
7.1.2	回归估计	314
7.2	小波在化学中的应用	319
7.3	小波变换的数字水印实现	323
7.3.1	数字水印的基本概述	324
7.3.2	小波变换数字水印法	326
7.3.3	小波变换频域数字水印法	329
7.4	小波在信号识别与检测中的应用	332
7.4.1	奇异性概念	332
7.4.2	第一类间断点检测	333
7.4.3	第二类间断点检测	338
7.4.4	自相似检测	342
7.4.5	信号的识别	343
7.5	小波在机械故障诊断中的应用	347
7.5.1	机械状态监测中的非平稳信号	347
7.5.2	分析信号故障检测	347
7.5.3	发动机故障诊断	348
7.5.4	齿轮故障诊断	349
7.6	模态参数识别	353
7.6.1	模态时频辨识方法	353
7.6.2	小波脊提取	353
7.6.3	改进 HHT 瞬时特征分析	354
7.6.4	模态参数识别的应用	354

目录

第 8 章 提升小波及其应用	360
8.1 提升小波的概述	360
8.2 提升小波算法	361
8.3 整数小波变换	361
8.4 MATLAB 提升小波变换函数	362
8.4.1 提升方案函数	363
8.4.2 双正交四联滤波器	364
8.4.3 正交及懒小波	367
8.4.4 提升小波变换和反变换	369
8.4.5 劳伦多项式和矩阵	375
8.5 提升小波的应用	377
8.5.1 提升小波在信号处理中的应用	377
8.5.2 提升小波在图像中的应用	382
参考文献	392

MATLAB 是一种功能十分强大、运算效率很高的专业计算机软件,用于工程科学的矩阵数学运算。起初它是一种专门用于矩阵运算的软件,但经过多年的发展,MATLAB 逐渐成为一种极其灵活的计算体系,几乎可以解决科学计算中的任何技术问题。MATLAB 提供了一个极其丰富的预定义函数库,拥有难以置信的各种函数;即使基本版本的 MATLAB 也拥有 1000 多个函数,比其他编程语言要丰富得多,而其工具包带有更多函数,由此扩展了它在许多专业领域的能力。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司发布的用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境,主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中,为科学研究、工程设计以及需要进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案,在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言(如 C、FORTRAN)的编辑模式,代表了当今科学计算软件的先进水平。

MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。作为数学类科技应用软件,它在数值计算方面首屈一指。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等,主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

1.1.1 MATLAB 的发展史

起初,MATLAB 是专门用于矩阵技术的一种数学软件,但伴随 MATLAB 的逐步市场化,其功能也越来越强大。从 MATLAB 4.1 开始,MATLAB 开始拥有自己的符号运算功能,可以代替其他一些专用的符号软件。

在 MATLAB 环境下,用户可以集成地进行程序设计、数值计算、图形绘制、输入/输出、文件管理等多项操作。MATLAB 提供了数据分析、算法实现与应用开发的交互式开发环境,经历了 20 多年的发展历程。

20 世纪 70 年代中期,美国墨西哥大学计算机系主任 Clever Moler 博士和同事在美国国家自然科学基金的资助下,开发了调用 Linpack 和 Eispack 的 FORTRAN 子程序,20 世纪 70 年代后期,Moler 博士编写了相应的接口程序,并将其命名为 Matrix Laboratory,即 MATLAB。

1983 年,John Little 和 Moler、Banger 等一起合作开发了第 2 代专业版 MATLAB。1984 年,Moler 博士和一批数学专家、软件专家成立了 MathWorks 公司,继续 MATLAB 软件的研制与开发,并着力将软件推向市场。

1993 年,MathWorks 公司连续推出 MATLAB 3. x(第 1 个 Windows 版本)和 MATLAB 4.0。1997 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 5.0。2001 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 6. x。2004 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.0。MATLAB 5.3 对应于 Release 12, MATLAB 6.0 对应于 Release 13,而 MATLAB 7.0 对应于 Release 14。

MATLAB 分为总包和若干工具箱。随着版本的不断升级,它具有越来越强大的数值计算能力、更为卓越的数据可视化能力及良好的符号计算功能,逐步发展成为各种学科、多种工作平台下功能强大的大型软件,获得了广大科技工作者的普遍认可。一方面, MATLAB 可以方便实现数值分析、优化分析、数据处理、自动控制、信号处理等领域的数学计算;另一方面,也可以快捷实现计算可视化、图形绘制、场景创建和渲染、图像处理、虚拟现实和地图制作等分析处理工作。

1.1.2 MATLAB 的优点

与其他计算机高级语言相比, MATLAB 具有许多非常明显的优点。

1. 编程环境

MATLAB 由一系列工具组成。这些工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件,其中许多工具采用图形用户界面,包括 MATLAB 桌面和命令窗口,历史命令窗口,编辑器和调试器,路径搜索和用于浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级,其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。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。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统,程序不必经过编译就可以直接运行,而且能够及时报告出现的错误并进行出错原因分析。

2. 简单易用

MATLAB 是高级矩阵/阵列语言,包含控制语句、函数、数据结构、输入/输出,具有面向对象编程的特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步,也可以先编写好一个较大的复杂应用程序(M 文件)后再一起运行。新版本的 MATLAB 语言基于

最为流行的 C++ 语言,因此语法特征与 C++ 语言极为相似,而且更加简单,更符合科技人员对数学表达式的书写格式,更利于非计算机专业的科技人员使用。同时,这种语言可移植性好,可拓展性极强,这也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因之一。

3. 强处理能力

MATLAB 是一个包含大量算法的集合,拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数,便于实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果,而且经过了各种优化和容错处理。通常情况下,可以用它来代替底层编程语言,如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下,使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 的这些函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换的复杂函数。函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

4. 图形处理

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能,将向量和矩阵用图形表现,并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图,可用于科学计算和工程绘图。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能做了很大的改进和完善,不仅在一般数据可视化软件都具有的功能(如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等)方面更加完善,而且对于一些其他软件所没有的功能(如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等),MATLAB 同样表现了出色的处理能力。对一些特殊的可视化要求,如图形对话等,MATLAB 也有相应的功能函数,满足了不同层次的用户要求。另外,新版本的 MATLAB 还着重改善了图形用户界面(GUI)的制作,对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集和工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法,而不需要自己编写代码。目前,MATLAB 已经把工具箱延伸到科学研究和工程应用的诸多领域,如数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通信、电力系统仿真等,都在工具箱(Toolbox)家族中有了自己的一席之地。

5. 程序接口

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库,将 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C/C++ 代码,允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C/C++ 语言程序。另外,MATLAB 网页服务程序还允许在 Web

应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。MATLAB 的重要特色就是具有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库,每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的,主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

6. 可移植性及扩充能力

MATLAB 的可移植性好,基本上不用修改就可在各种型号的计算机和操作系统上使用。此外,MATLAB 的扩充能力极强,其丰富的库函数可随时调用,也可以随时调用用户文件。用户可以随时扩充用户文件,增加功能,而且还可以充分利用 C、FORTRAN 等语言的资源,包括已经编好的 C、FORTRAN 语言程序或子程序。

1.1.3 MATLAB 的缺点

MATLAB 的缺点主要体现在两个方面。

首先,MATLAB 是一种合成语言,因此,与一般的高级语言相比,用 MATLAB 编写的程序运行起来时间往往要长一些。当然,随着计算机运行速度的不断提高,这个缺点正在逐渐减弱。而且,由于用户在使用 MATLAB 编写程序时比较节省时间,就从编写程序到运行完程序总的角度来说,使用 MATLAB 仍然比使用其他语言节省时间。

其次,MATLAB 软件价格比较贵,一般的用户可能支付不起。但是,由于 MATLAB 具有极高的编程效率,因此购买 MATLAB 的费用在很大程度上可以由使用其编写的程序的价值抵消。所以,就性价比来说,MATLAB 绝对是物有所值。即使这样,MATLAB 对一般的用户来说,仍然显得过于昂贵。幸运的是,MATLAB 的开发公司还发行了一种比较便宜的 MATLAB 学生版,这对广大希望学习和使用 MATLAB 的用户来说,无疑是一个好消息。MATLAB 学生版与 MATLAB 基本版几乎一样,可以解决很多科研和学习中遇到的问题。

总而言之,相对于 MATLAB 的优点来说,它的缺点是微不足道的。随着 MATLAB 版本的不断升级,它的缺点已经变得越来越不明显。掌握 MATLAB,将给我们的学习、科研和工作带来极大的帮助。

1.1.4 MATLAB R2015a 的新特性

MATLAB R2015a 新特性包括 MATLAB 和 Simulink 产品的新功能,以及其他产品的更新和补丁修改。

1. MATLAB 产品系列的新功能

(1) MATLAB:

- 将自定义工具箱的文档集成到 MATLAB 帮助浏览器;
- 将 mapreduce 算法扩展到 MATLAB Distributed Computing Server,用于数据密集型应用程序;

- 为 Arduino Leonardo 和其他 Arduino 板卡提供支持。
- (2) MATLAB Compiler: 包括创建插件的功能(用于 Microsoft Excel 桌面应用程序)。
- (3) MATLAB Compiler SDK: 对 MATLAB Compiler 的扩展,用于创建 C/C++、Java 和 .NET 共享库,还可用作 MATLAB Production Serve 的开发框架。
- (4) Statistics and Machine Learning Toolbox: 分类学习器应用程序,用于使用监督式机器学习来训练模型和分类数据。
- (5) Partial Differential Equation Toolbox: 三维有限元分析,包括几何结构导入、网格划分、PDE 求解和查看结果。

2. Simulink 产品系列的新增功能

(1) Simulink:

- 用于调节、测试和可视化仿真的画布内刻度盘、标尺和范围;
- 使用即时(JIT)编译实现快速模型更新,适用于 MATLAB 函数块和 Stateflow 图;
- 针对 Apple iOS 设备的硬件支持包,用于创建运行 Simulink 模型和算法的应用程序;
- 通过 GitHub、电子邮件或以封装的自定义工具箱的形式共享项目。

(2) SimDriveline 用于 Gears 组件库中所有块的热变量。

3. 信号处理和通信新功能

(1) Signal Processing Toolbox: 非统一采样数据的信号分析,简化的界面和样例,以及增强的信号测量。

(2) Communications System Toolbox: 基于 Zynq 的 SDR 的连接和目标定位,用于无线接收器的新同步方法,以及端对端 QAM 链路样例。

(3) DSP System Toolbox: 低延时音频设备 I/O,多重速率和可调节滤波器类型,增强的流传输范围和 Embedded Coder 优化的算法库(用于 ARM Cortex)。

(4) Phased Array System Toolbox: 简化了多雷达目标、阵列校准和高级驾驶辅助系统(ADAS)样例的建模和评估。

(5) LTE System Toolbox LTE Release 11: 版本中的协同多点(CoMP)仿真和 UMTS 波形生成。

(6) Antenna Toolbox: 用于设计、分析和可视化天线元件和天线阵列的新产品。

4. 代码生成新功能

(1) MATLAB Coder: 改进的 MATLAB Coder 应用程序,具有集成的编辑器和简化的工作流程,以及用于逻辑索引的更高效的代码。

(2) HDL Coder: 关键路径评估,无须运行合成。

(3) Vision HDL Toolbox: 一款用于为 FPGA 和 ASIC 设计图像处理、视频和计算机视觉系统的新产品。

(4) Simulink Desktop Real-Time: 包括 Real-Time Windows Target 功能,并增加了 Mac OS X 和 Thunderbolt 接口支持。

5. 测试和验证新功能

(1) Simulink Test: 用于创建测试用具、创作复杂的测试序列和管理基于仿真的测试的新产品。

(2) Simulink Verification and Validation: 用于 C 编码的 S 函数和 MATLAB 编码的系统对象的覆盖率衡量。

(3) Simulink Design Verifier: 用于简化和分割复杂模型的模型切片,能够方便调试和分析。

1.2 MATLAB 的安装

MATLAB R2015a 的安装与激活主要有以下步骤:

(1) 将 MATLAB R2015a 的安装盘放入 CD-ROM 驱动器,系统将自动运行程序,进入初始化界面。

(2) 启动安装程序后显示“MathWorks 安装程序”对话框,如图 1-1 所示。选择“使用文件安装密钥”单选按钮,再单击“下一步”按钮。

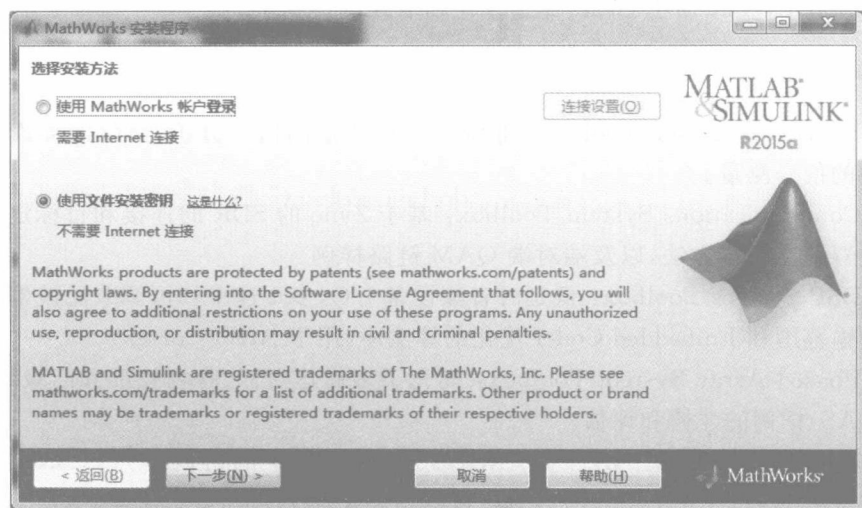


图 1-1 MathWorks 安装程序

(3) 弹出如图 1-2 所示的“许可协议”对话框,选择“是”单选按钮,同意 MathWorks 公司的安装许可协议,单击“下一步”按钮。

(4) 弹出如图 1-3 所示的“文件安装密钥”对话框,选择“我已有我的许可证的文件安装密钥”单选按钮,单击“下一步”按钮。

(5) 如果密钥正确,系统将弹出如图 1-4 所示的“文件夹选择”对话框,可以将 MATLAB 安装在默认路径中,也可自定义路径。如果需要自定义路径,选择“选择安装文件夹”下方文本框右侧的“浏览”按钮,即可选择所需要的路径实现安装,再单击“下一步”按钮。