



工程软件应用精解

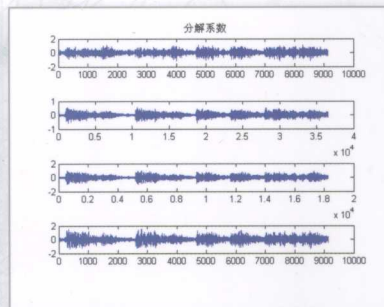
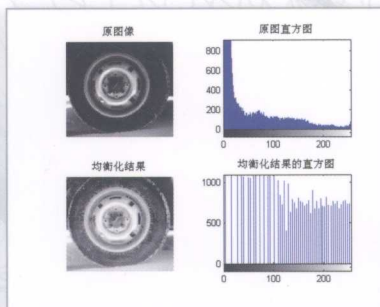
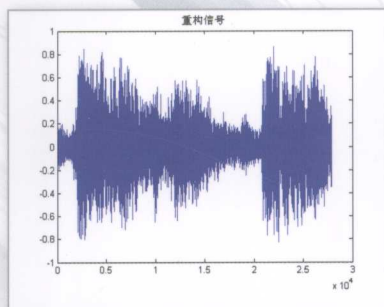


MATLAB

小波分析

超级学习手册

MATLAB技术联盟 孔玲军 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工程软件应用精解

MATLAB

小波分析

超级学习手册

MATLAB技术联盟 孔玲军 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

MATLAB小波分析超级学习手册 / 孔玲军编著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-115-34789-3

I. ①M… II. ①孔… III. ①Matlab软件—应用—小波分析—自学参考资料 IV. ①TP317②O177

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第046106号

内 容 提 要

本书对小波分析在 MATLAB 中的应用进行了详细的介绍, 全书以小波为主题展开叙述, 不仅对小波理论有详细的介绍, 而且将理论与实际相结合, 列举了数百个利用小波方法来处理信息的综合算例, 这些算例均可在 MATLAB R2013a 版本中运行。

全书共分为 17 章。第 1、第 2 两章主要介绍了 MATLAB 的基本功能, 包括 MATLAB 的环境、数据类型、M 文件、句柄和高级用户界面 GUI 等。第 3~8 章是关于小波分析的基础知识与应用, 包括傅立叶变换、连续小波变换、离散小波变换、多分辨分析、小波基和小波包及其应用。第 9~17 章是小波分析的应用部分, 分别介绍了小波分析用于信号滤波、信号去噪、信号压缩、信号识别与检测、图像去噪、图像压缩、图像增强、图像融合、图像特征提取和样本估计。每一章都配备了大量的 MATLAB 实例。

本书适合学习小波分析理论和 MATLAB 工程实践等不同层次的读者需要, 包括从事小波分析的科研工作者、小波分析爱好者、信号处理与图像处理工程师以及在校学生, 同时也可作为工程技术人员自学的参考用书。

◆ 编 著 MATLAB 技术联盟 孔玲军

责任编辑 王峰松

责任印制 彭志环 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 31

字数: 732 千字

印数: 1—3 000 册

2014 年 5 月第 1 版

2014 年 5 月北京第 1 次印刷



定价: 69.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前 言

本书主要针对 MATLAB R2013a 中的小波工具箱进行详细的介绍。小波分析是在传统傅立叶分析和短时傅立叶分析的基础上产生的,不但具有局部化时频分析能力,而且时间分辨率和频率分辨率均可以调整,非常适合分析非平稳信号,目前在语音、图像、图形、通信、地震、生物医学、机械振动、计算机视觉等领域都有很好的应用。

小波分析包含了丰富的数学内容,并推动了泛函分析、调和分析理论的发展,同时,在诸如图像压缩、信号去噪、自适应滤波、数值分析和物理学等领域得到了广泛的应用,是当前最为活跃的应用研究领域之一,并逐渐形成为一门极具有生命力的新学科。

MATLAB 软件在算法开发、数据采集、数学建模、数学计算、系统仿真、数据分析和工程绘图等方面因其实用性和易操作性而具有独特的优势。

秉承小波与 MATLAB 各自的特点,作者在撰写本书的过程中始终平衡着各种层次的小波学习者。在本书的全面介绍下,无论读者是否使用过 MATLAB 软件,都可轻松解决小波处理信号与图像等方面的问题。

1. 本书特点

由浅入深,循序渐进。本书以初、中级读者为对象,首先从 MATLAB 使用基础讲起,接着叙述小波分析的相关知识,配合 MATLAB 相关实例进行讲解,最后综合介绍 MATLAB 的一些实际应用。

内容详实,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上的应用,甚至涉及了小波分析在统计中的应用,内容新颖。本书在讲解的过程中,章节安排合理,既注重理论研究,又加强在实际中的应用,使读者能快速掌握书中内容。

实例经典,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 最好的方式。在本书的后 9 章通过综合应用案例,透彻详尽地讲解了 MATLAB 在小波分析中各方面的应用。

2. 本书内容

本书基于 MATLAB 2013a,讲解了 MATLAB 的基础知识和在小波分析中的应用,向读者提供精通小波分析与 MATLAB 所需的必要方法。对于本书的大部分内容,读者通过简单操作即可使用。本书在结构上具体安排如下。

前两章为第一部分,是有关 MATLAB R2013a 基础方面的内容。

第 1 章介绍了 MATLAB 的基本功能,包括 MATLAB 开发环境、编程语法、数据类型及 M 文件等,这些 MATLAB 中的基本功能是操作基础,同时也是小波实现的必备知识。

第 2 章介绍了高级用户界面接口 GUI,其中包括句柄、GUI 概述、GUI 的编写流程以及 GUI 设计实例等,这些内容会使读者对小波工具箱的认识向更高的目标迈进。

接下来的6章为第二部分，主要介绍了小波分析的基础知识。

第3章介绍了预备知识，包括傅立叶变换、Z变换及MATLAB的相关函数以及数字滤波器等，这些内容主要是学习小波分析的基础内容，读者可以适当选读。

第4章介绍了连续小波变换，包括小波分析的发展过程、连续小波变换的基本数学概念和连续小波的计算与其反变换的应用，还有就是重点介绍了MATLAB提供的连续小波工具箱等。

第5章介绍了离散小波变换，包括一维离散小波变换的基本数学概念、小波框架、离散小波反变换和其计算过程与方法，以及MATLAB提供的离散小波工具箱（一维离散小波界面和二维离散小波界面式操作）等。

第6章介绍了经典的多分辨分析理论及其Mallat算法，其中包括多分辨分析的基本概念、几种常见的正交小波基、尺度函数和小波函数的基本性质、双尺度方程与多分辨滤波器组、Mallat算法及其在MATLAB中的实现方法、离散序列的多分辨分析，以及二维正交小波变换等。

第7章介绍了小波基函数及其构造，其中包括8种常见小波和小波的性质、MATLAB对小波基的命名方式，以及小波基的构造方法与提升法构造二代小波等。

第8章介绍了小波包分析及其应用，其中包括小波包分析的概念、性质与算法，以及MATLAB提供的小波包工具箱与小波包分析的综合应用实例等。

第三部分共4章，主要介绍了小波分析在信号处理方面的应用。

第9章介绍了小波分析用于信号滤波的内容，主要包括信号滤波的概念，以及滤波器的设计与滤波函数的MATLAB使用方法。

第10章介绍了小波分析用于信号去噪的内容，其中包括小波变换与小波包去噪方法，这其中主要介绍了阈值法，同时也列举了信号去噪方面的实例。

第11章介绍了小波分析用于信号压缩的内容，包括小波用于信号压缩实现方法、小波工具箱压缩方法及MATLAB提供小波函数进行压缩，以及小波压缩的综合实例。

第12章介绍了小波分析用于信号识别与检测的内容，其中包括信号的奇异性检测与信号边缘检测、信号的间断点检测、信号的自相似检测，还有信号特征提取以及模态参数识别。

第四部分主要介绍了小波用于图像处理方面的应用。

第13章介绍了小波分析用于图像去噪的内容，其中包括小波变换与小波包图像去噪方法，以及MATLAB提供小波函数进行图像去噪和小波图像去噪的综合实例等。

第14章介绍了小波分析用于图像压缩的内容，包括图像压缩技术、小波工具箱压缩方法及MATLAB提供小波函数进行图像压缩等。

第15章介绍了小波分析用于图像增强的内容，包括图像的钝化、锐化、增强及平滑，以及MATLAB提供小波函数进行图像增强的实例等。

第16章介绍了小波分析用于其他图像处理领域的应用，其中包括图像融合、小波包图像融合技术、图像分解及图像特征提取等。

第五部分讲解的是小波分析与统计分析的相关内容。

第17章介绍了小波分析用于样本估计的内容，是小波分析与统计分析相融合的内容，包括小波分析用于密度估计与回归估计，并且介绍了MATLAB的两类估计方法的小波工具箱。

3. 读者对象

本书结构合理、叙述详细、实例丰富,适合于 MATLAB 小波分析工具箱的初学者和期望学习小波分析工具箱高级仿真技术的读者,具体说明如下:

- ★ MATLAB 及小波分析应用的爱好者
- ★ 从事图像处理的技术人员
- ★ 大、中专院校的教师和在校生
- ★ 参加工作实习的“菜鸟”
- ★ 广大科研工作人员
- ★ 从事数字信号处理的技术人员
- ★ 相关培训机构的教师和学员

在使用本书时,对 MATLAB 有一定基础的读者,可以从第 3 章学起;对 MATLAB 还略显生疏的读者,可按顺序学习。书中用到的程序代码和数据,请到作者博客下载。无论怎样,我们的目的就是希望您能体会到此书的方便性和实用性。

4. 本书作者

本书由 MATLAB 技术联盟孔玲军编著,另外李昕、刘成柱、史洁玉、孙国强、代晶、贺碧蛟、石良臣、柯维娜等人为本书的编写提供了大量的帮助,在此一并表示感谢。

由于本书篇章布局以及编者水平受限,对小波分析在其他领域的应用并没有过多涉猎,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,希望读者能够及时指出,共同促进本书质量的提高。

5. 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遇到与本书有关的技术问题,可以发邮件到邮箱 book_hai@126.com,或者访问博客 <http://blog.sina.com.cn/tecbook>,编者会尽快给予解答,我们将竭诚为您服务。

编者

目 录

第 1 章	MATLAB 基础	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.2	MATLAB 组成结构	2
1.2.1	目录结构	2
1.2.2	工作环境	3
1.2.3	系统帮助	8
1.3	掌握 MATLAB 编程	11
1.3.1	通用命令	11
1.3.2	演示示例	12
1.3.3	编程语句	12
1.4	数据类型	15
1.4.1	整数数据类型	15
1.4.2	浮点数数据类型	18
1.4.3	字符串	19
1.4.4	逻辑运算符	23
1.4.5	单元数组类型	25
1.4.6	结构体	26
1.4.7	函数句柄	28
1.5	M 文件	28
1.5.1	脚本	28
1.5.2	M 函数	31
1.6	本章小结	35
第 2 章	MATLAB GUI 基础	36
2.1	句柄简介	36
2.1.1	对象句柄	36
2.1.2	对象属性	37
2.1.3	get 和 set	37
2.1.4	查找对象	44
2.1.5	用鼠标选择对象	45
2.1.6	位置和单位属性	46

2.2 图形用户界面	48
2.2.1 图形用户界面简介	48
2.2.2 预定义对话框	49
2.2.3 M 文件对话框	50
2.2.4 对话框小结	50
2.2.5 GUI 对象层次结构	51
2.2.6 GUI 创建的基本步骤	54
2.2.7 GUI 对象的大小和位置	54
2.2.8 捕获鼠标动作	55
2.2.9 事件队列	57
2.2.10 回调编程	57
2.2.11 M 文件示例	63
2.3 GUI 设计编程	67
2.3.1 M 文件以及 GUI 数据管理	67
2.3.2 回调函数的使用方法	69
2.3.3 图形窗口的行为控制	71
2.4 图形读者界面设计应用实例	72
2.4.1 数据相互转换	72
2.4.2 绘制数据点	76
2.5 本章小结	83
第 3 章 小波分析基础	84
3.1 一维傅立叶变换及其应用	84
3.1.1 一维傅立叶变换	84
3.1.2 一维离散傅立叶级数	85
3.1.3 一维离散傅立叶变换及应用	87
3.1.4 一维快速傅立叶变换及应用	88
3.2 二维傅立叶变换及其应用	90
3.3 Z 变换及其应用	92
3.4 滤波器	94
3.4.1 连续滤波器	94
3.4.2 数字滤波器及其应用	94
3.4.3 滤波器设计与分析	105
3.5 本章小结	107
第 4 章 连续小波变换	108
4.1 小波分析简介	108
4.1.1 小波分析发展概述	108
4.1.2 小波分析优缺点	109

4.2 连续小波变换及其性质	110
4.2.1 短时傅立叶变换	110
4.2.2 一维连续小波变换	111
4.2.3 高维连续小波变换	112
4.3 连续小波变换的计算	113
4.3.1 如何计算连续小波变换	113
4.3.2 连续小波变换的应用	114
4.3.3 连续小波界面式应用实例	118
4.3.4 连续小波反变换的应用	126
4.4 本章小结	127
第5章 离散小波变换	128
5.1 离散小波变换及其逆变换	128
5.1.1 一维离散小波变换	128
5.1.2 小波框架	131
5.1.3 离散小波变换的逆变换	132
5.1.4 二进小波变换及其逆变换	133
5.2 离散小波变换的计算	136
5.2.1 离散小波变换计算过程	136
5.2.2 一维离散小波变换算法	136
5.3 离散小波变换在 MATLAB 中的函数及应用	139
5.3.1 一维离散小波变换函数	139
5.3.2 一维离散小波逆变换函数	142
5.3.3 二维离散小波变换函数	145
5.3.4 二维离散小波逆变换函数	148
5.4 离散小波变换界面式应用	150
5.4.1 一维离散小波界面式应用实例	150
5.4.2 二维离散小波界面式应用实例	157
5.5 离散小波变换的综合演示实例	159
5.6 本章小结	169
第6章 多分辨分析与 Mallat 算法	170
6.1 多分辨分析	170
6.1.1 多分辨分析理论	170
6.1.2 几种常见的正交小波基	173
6.1.3 尺度函数和小波函数性质	175
6.2 双尺度方程及多分辨滤波器组	176
6.2.1 双尺度方程	176
6.2.2 滤波器组系数 $h_0(n)$ 和 $h_1(n)$ 的性质	178

6.3	Mallat 算法	179
6.3.1	一维 Mallat 算法	179
6.3.2	二维 Mallat 算法	180
6.3.3	Mallat 算法在 MATLAB 中的实现	182
6.3.4	Mallat 算法在 MATLAB 中的应用	185
6.4	离散序列的多分辨分析与正交小波变换	192
6.4.1	离散序列的小波分解	193
6.4.2	离散序列的小波重构	195
6.5	二维正交小波变换	195
6.5.1	$L^2(R^2)$ 空间的两种正交小波基	195
6.5.2	正方块二维正交小波变换的快速算法	199
6.6	本章小结	200
第 7 章	小波基及其构造	201
7.1	几种常用的小波	201
7.1.1	Haar 小波	201
7.1.2	Daubechies (dbN) 小波系	202
7.1.3	双正交小波 Biorthogonal (biorNr.Nd) 小波系	203
7.1.4	Coiflet (coifN) 小波系	203
7.1.5	SymletsA (symN) 小波系	204
7.1.6	Morlet (morl) 小波	204
7.1.7	MexicanHat (mexh) 小波	204
7.1.8	Meyer 函数	205
7.2	小波基的性质及其在 MATLAB 中的命名	206
7.3	小波基的构造	206
7.3.1	由尺度函数构造正交小波基	207
7.3.2	紧支集正交小波基的性质和构造	209
7.3.3	实现小波基的构造	213
7.4	提升方案构造二代小波并实现	217
7.4.1	提升方案的基本原理	217
7.4.2	提升法实现第二代小波变换	223
7.4.3	提升方法实现图像的分解与重构	226
7.5	小波和尺度函数的提取及消失矩的作用	230
7.6	本章小结	234
第 8 章	小波包及其应用	235
8.1	小波包	235
8.1.1	小波包的定义	235
8.1.2	小波包的性质	237

8.1.3	小波包的空间分解	237
8.1.4	小波包算法	238
8.2	一维小波包在 MATLAB 中的应用	238
8.2.1	一维小波包函数	239
8.2.2	一维小波包界面式应用——信号压缩	242
8.2.3	一维小波包界面式应用——信号去噪	246
8.3	二维小波包在 MATLAB 中的应用	249
8.3.1	二维小波包函数	249
8.3.2	二维小波包界面式应用——图像压缩	252
8.3.3	二维小波包界面式应用——图像去噪	255
8.4	小波包分析的综合应用实例	257
8.5	本章小结	263
第 9 章	小波分析用于信号滤波	265
9.1	小波滤波概述	265
9.1.1	小波滤波的原理	265
9.1.2	小波域的三种滤波法	266
9.2	滤波器	268
9.2.1	陷波滤波器	268
9.2.2	单陷波滤波器	270
9.2.3	多频率陷波滤波器	271
9.3	小波阈值滤波法	273
9.3.1	阈值的几种形式	273
9.3.2	阈值函数数学表达式	274
9.3.3	几种改进的阈值函数	275
9.4	MATLAB 中小波滤波函数及应用	276
9.4.1	MATLAB 小波滤波函数介绍	276
9.4.2	小波滤波器应用	279
9.5	重构滤波器组	280
9.5.1	完全重构滤波器组	281
9.5.2	完全重构滤波器组的滤波效应	283
9.6	小波滤波器构造 MATLAB 实例	284
9.7	小波阈值滤波器的设计	292
9.7.1	设计目标	292
9.7.2	子模块设计	294
9.7.3	滤波器模块	294
9.7.4	系数处理模块	294
9.8	本章小结	295

第 10 章 小波分析用于信号去噪	296
10.1 信号去噪原理	296
10.1.1 小波去噪概述	296
10.1.2 基于模极大值去噪法	298
10.1.3 小波阈值去噪	298
10.1.4 平移不变量法	299
10.1.5 其他方法	300
10.1.6 阈值的选取	300
10.1.7 现有方法的优缺点	301
10.1.8 小波去噪的基本原理	302
10.1.9 各种小波变换在小波去噪中的应用	303
10.2 MATLAB 函数去噪	303
10.2.1 一维小波分析进行信号去噪	303
10.2.2 阈值选取规则	307
10.2.3 对非平稳信号的去噪	308
10.2.4 小波包分析进行信号去噪	310
10.3 MATLAB 一维小波工具箱去噪	313
10.3.1 一维离散小波界面式去噪	313
10.3.2 一维小波包界面式去噪	316
10.4 小波去噪实例	318
10.5 基于小波变换的语音信号去噪	321
10.5.1 语音信号去噪	321
10.5.2 语音质量的评价	322
10.5.3 小波变换的语音去噪实例	323
10.6 本章小结	326
第 11 章 小波分析用于信号压缩	327
11.1 信号压缩	327
11.1.1 小波压缩概述	327
11.1.2 一维小波分析进行压缩的原理	328
11.1.3 小波压缩实现方法	329
11.2 MATLAB 压缩函数	330
11.2.1 一维小波分析进行信号压缩	330
11.2.2 小波包分析进行信号压缩	331
11.3 MATLAB 一维小波工具箱压缩	334
11.3.1 一维离散小波界面式压缩	334
11.3.2 一维小波包界面式压缩	337
11.4 小波压缩综合实例	340

11.5 本章小结	343
第 12 章 小波分析用于信号识别与检测	344
12.1 信号的奇异性检测理论	344
12.1.1 信号奇异性概念	344
12.1.2 Fourier 变换与信号奇异性的关系	345
12.1.3 小波变换与信号的奇异性	345
12.1.4 小波变换模极大值点同信号突变点之间的关系	346
12.1.5 信号与噪声的小波变换特性	347
12.2 信号的间断点检测	349
12.2.1 第一类间断点检测	349
12.2.2 第二类间断点检测	354
12.3 信号的自相似检测	357
12.4 信号识别与信号提取	358
12.4.1 信号发展趋势的识别	358
12.4.2 某一频率区间上信号的识别	359
12.4.3 信号的特征提取	361
12.5 模态参数识别介绍	363
12.5.1 模态分析的时频辨识方法概述	363
12.5.2 信号的小波脊提取及计算方法	364
12.5.3 基于小波包和改进 HHT 的瞬时特征分析	365
12.5.4 模态参数识别的应用	366
12.6 二维信号的边缘检测	371
12.7 本章小结	374
第 13 章 小波分析用于图像去噪	375
13.1 图像处理概述	375
13.1.1 常用图像格式	375
13.1.2 图像类型	377
13.1.3 图像类型转换	379
13.1.4 图像显示	381
13.2 小波用于图像去噪方法	382
13.2.1 图像噪声概述	382
13.2.2 图像去噪方法概述	383
13.2.3 图像去噪现有方法的优缺点	386
13.2.4 图像去噪质量的评价	387
13.3 MATLAB 去噪函数	388
13.3.1 基于去噪函数进行图像去噪	388
13.3.2 基于小波变换进行图像去噪	391

13.3.3 基于阈值法进行图像去噪	392
13.3.4 基于小波包分析进行图像去噪	394
13.4 MATLAB 二维小波工具箱去噪	398
13.4.1 二维离散小波界面式去噪	398
13.4.2 二维小波包界面式去噪	401
13.5 小波图像去噪实例	404
13.6 本章小结	406
第 14 章 小波分析用于图像压缩	407
14.1 图像压缩介绍	407
14.1.1 数据冗余	407
14.1.2 变换编码	409
14.1.3 图像压缩模型	409
14.1.4 图像压缩技术	410
14.1.5 JPEG 2000 压缩算法	411
14.1.6 JPEG 与 JPEG 2000 的区别	412
14.1.7 基于 DCT 的 JPEG 图像压缩编码	414
14.2 基于 DCT 的图像压缩 MATLAB 仿真实现	419
14.2.1 数字图像文件的读写	419
14.2.2 程序流程图	420
14.2.3 DCT 变换的编程实现	420
14.3 基于小波压缩函数进行图像压缩	422
14.3.1 小波变换压缩函数的应用实例	422
14.3.2 基于小波包变换的图像压缩	426
14.4 MATLAB 二维小波工具箱压缩	427
14.4.1 二维离散小波界面式压缩	427
14.4.2 二维小波包界面式压缩	430
14.5 利用小波分析进行图像压缩实例	433
14.6 本章小结	436
第 15 章 小波分析用于图像增强	437
15.1 图像增强技术	437
15.1.1 滤波增强	437
15.1.2 滤波器	438
15.2 MATLAB 图像增强函数及应用	438
15.2.1 图像增强函数	438
15.2.2 MATLAB 应用于数字图像增强和滤波	439
15.3 小波分析用于图像增强	445
15.3.1 图像增强问题描述	445

15.3.2 基于小波分析的图像钝化实现.....	445
15.3.3 基于小波分析的图像锐化实现.....	447
15.3.4 基于小波分析的图像增强实现.....	448
15.3.5 基于小波分析的图像平滑实现.....	449
15.4 本章小结.....	452
第 16 章 小波分析用于图像处理其他领域.....	453
16.1 图像融合.....	453
16.1.1 小波分析用于图像融合的方法.....	453
16.1.2 融合规则和融合算子.....	454
16.1.3 小波包图像融合.....	454
16.1.4 小波框架图像融合.....	455
16.1.5 多小波图像融合.....	455
16.1.6 小波分析用于图像融合的实例.....	456
16.2 图像分解.....	459
16.3 图像特征提取.....	462
16.4 本章小结.....	466
第 17 章 小波分析用于样本估计.....	467
17.1 小波分析用于密度估计.....	467
17.1.1 密度估计.....	467
17.1.2 小波变换进行密度估计的基本原理.....	468
17.1.3 小波变换进行密度估计界面工具的使用.....	469
17.2 小波分析用于回归估计.....	472
17.2.1 回归估计.....	472
17.2.2 小波变换进行回归估计的基本原理.....	473
17.2.3 小波变换进行回归估计界面工具的使用.....	474
17.3 本章小结.....	477
参考文献.....	478

第 1 章 MATLAB 基础

MATLAB 是一款专业的商业计算机软件开发工具，设计之初主要应用于工程科学中的数学运算，后来它又渐渐发展成了通用科技计算、图视交互系统和程序语言，由于其日益完善逐渐发展成为一种极其灵活的计算体系，用于解决各种重要的技术问题。

本章首先简要介绍 MATLAB 软件所要实现的功能及特点、MATLAB 软件的基本组成结构，其中包括目录结构、工作环境和系统帮助。1.3 节是让广大 MATLAB 软件的初学者了解 MATLAB 的基本运算功能并列举了示例以及 MATLAB 编程语句。最后，介绍了数据类型及 M 文件的操作。

学习目标：

- (1) 掌握通用命令
- (2) 熟练掌握编程语句
- (3) 熟练掌握 MATLAB 数据类型
- (4) 熟练掌握 M 文件

1.1 MATLAB 简介

20 世纪 80 年代，美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 教授使用 FORTRAN 编写了一组用于调用 LINPACK 和 EISPACK 程序库的接口，用于矩阵、线性代数和数值分析，这就是 MATLAB。它是取 MATrix LABoratory（矩阵实验室）两个单词的前 3 个字符组合而成。它是一种科学计算软件，专门以矩阵的形式处理数据。

随后，斯坦福大学的 Jack Little 使用 C 重写 MATLAB 内核，使得软件兼具数值分析和数据可视化两大功能，并成立了 MathWorks 公司，将 MATLAB 软件商业化并推向市场。MATLAB 支持 UNIX、Linux、Windows 多种操作平台系统。

如今，MATLAB 已经成为具备计算机程序设计语言（Computer Programming Language）和交互软件环境（an Interactive Software Environment）的高效率的计算机语言。它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，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 产品族广泛应用于：数值分析；数值和符号计算；工程与科学绘图；图形用户界面设计、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；财务与金融工程等领域。

MATLAB 的一个重要特色就是它有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱 (Toolboxes) 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。

MATLAB 程序执行 MATLAB 语言，并提供了一个极其广泛的预定义函数库，这样就使得技术工作变得简单高效。MATLAB 是一个庞大的程序，拥有难以置信的各种丰富的函数，即使是基本版本的 MATLAB 语言，其拥有的函数也比其他的工程编程语言要丰富得多。基本的 MATLAB 语言已经拥有超过 1 000 的函数。

MATLAB 主包和各种可选的 toolbox 工具包主要有数百个核心内部函数。迄今三十几个工具包分为两类功能性工具包和学科性工具包。

(1) 功能性工具包主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图视建模仿真功能、文字处理功能以及硬件实时交互功能，这种功能性工具包用于多种学科。

(2) 学科性工具包是专业性比较强的工具包，如控制工具包 (Control Toolbox)、信号处理工具包 (SignalProcessing Toolbox)、通信工具包 (Communication Toolbox) 和小波工具包 (Wavelet Toolbox) 等都属此类工具包。

也许 MATLAB 最重要、最受人欢迎的特点是：除内部函数外，所有 MATLAB 主包文件和各工具包文件都是可读可改的源文件，用户可通过对源文件的修改或加入自己的编写文件去构成新的专用工具包。

本书无意将 MATLAB 的所有函数和工具包介绍给大家，而是让大家在学习小波分析的基本内容的同时，通过 MATLAB 软件提供的小波工具包来实现小波的各种应用，从而辅助读者编写和调试相应的程序，帮助读者了解小波，用好小波。并且在学习小波的同时，将 MATLAB 小波工具包中提供的函数融会贯通。

1.2 MATLAB 组成结构

本节着重介绍 MATLAB 的组成体系，主要包括目录结构、工作环境和帮助系统，从感官上了解 MATLAB 软件的界面和环境。

1.2.1 目录结构

当用户成功安装 MATLAB 时，在用户所选择的安装目录下将包含如表 1-1 所示的文件夹目录。

表 1-1 MATLAB 的目录结构

文件 夹	描 述
\bin	MATLAB 系统中可执行的相关文件
\extern	创建 MATLAB 的外部程序接口的工具
\help	帮助系统