

CAX工程应用丛书

# MATLAB

## 8.0 从入门到精通

- 针对全新的MATLAB R2012b ( V8.0 ) 版本从基础到应用进行详细讲解
- 全面介绍MATLAB科学计算、系统仿真、数据处理等相关技术及应用
- 结合435个实例，采用边学边练的教学方式，非常易于掌握

温 正 编著

清华大学出版社





## 内 容 简 介

本书是针对 MATLAB R2012b (V8.0) 最新版本进行编写的。书中讲述的内容是使用 MATLAB 进行科学研究、系统仿真、数据分析与处理的必备知识。通过全面学习本书, 用户可以获得使用 MATLAB 进行数学计算、数据分析及处理的相关技能, 并能快速掌握使用 MATLAB 进行工作的一般方法。

全书可分为五篇: 基础知识部分包括 MATLAB 概述、MATLAB 基础、数据输入输出基础、编程基础和可视化基础; 数学基础部分包括数组与矩阵操作、数学函数运算和符号数学计算; 数据分析部分包括多项式分析、数值运算、优化和概率统计; 拓展知识部分包括句柄图形、GUI 编程、Simulink 基础、编译器和应用程序接口; MATLAB 应用部分包括信号处理应用、图像处理应用、小波分析应用和偏微分方程应用等内容。

本书是理想的自学参考书, 适合广大 MATLAB 初中级读者使用; 也可作为大中专院校相关专业以及社会有关培训班的教材。

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 8.0 从入门到精通 / 温正编著. — 北京: 清华大学出版社, 2013

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-33510-8

I. ①M… II. ①温… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 189814 号

责任编辑: 王金柱  
封面设计: 王 翔  
责任校对: 闫秀华  
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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 190mm×260mm

印 张: 34.5

字 数: 883 千字

版 次: 2013 年 10 月第 1 版

印 次: 2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000 册

定 价: 79.00 元

MATLAB R2012b(V8.0)为数据分析与处理提供了强大的工具。目前, MATLAB 已经在很多领域取得了成功应用。

MATLAB 具有的科学计算、仿真和基于模型的设计功能使其在嵌入式系统、控制系统、数字信号处理、通讯系统、图像和视频处理、FPGA 设计、机电系统设计、测试与测量、计算生物学和计算金融学等领域取得了巨大的成功,并在航空和国防、汽车、生物技术和医药、通信、电子和半导体、能源生产、金融服务、工业自动化和机械等行业中取得了广泛应用。另外,相比 MATLAB 过去版本, MATLAB R2012b 新增 MATLAB Desktop、Simulink 编辑器以及 Documentation Center 功能组件,使得产品在用户界面上有很多改观,更方便用户操作。

由于在各个行业中, MATLAB 体现的技术优势越来越明显,而且在中国已有大量的工程师将 MATLAB 作为设计分析软件,因此学习 MATLAB 显得十分必要。

本书分为五篇共 20 章,第一篇为基础知识(第 1~5 章),第二篇为数学基础(第 6~8 章),第三篇为数据分析(第 9~12 章),第四篇为拓展知识(第 13~16 章),第五篇为 MATLAB 应用(第 17~20 章)。各章内容简单介绍如下:

第 1 章 MATLAB 概述,主要介绍工作环境、文件管理和帮助系统等,旨在使用户了解使用 MATLAB 的基础入门知识。

第 2 章 MATLAB 基础,主要介绍 MATLAB 支持的数据类型、进行编程计算时涉及的运算符与运算、简单的字符串处理和矩阵操作基础等内容。

第 3 章 数据输入输出基础,主要介绍打开和关闭文件的方法、读写不同类型的文件,进行工作空间数据导入操作等。

第 4 章 编程基础,主要介绍编程的相关基本概念,包括变量与语句、程序控制、M 文件与脚本、函数与程序调试等。通过该章的学习,用户可以了解使用 MATLAB 编程的基础知识。

第 5 章 可视化基础,主要介绍绘图基本过程,包括使用 MATLAB 进行二维绘图、三维绘图、四维绘图的基本方法,与特殊图形(如饼图、直方图等)的绘制方法等。

第 6 章 数组与矩阵操作,主要介绍使用 MATLAB 进行数组运算、矩阵操作、矩阵元素运算、矩阵运算的基本方法和使用 MATLAB 处理稀疏矩阵的相关内容。

第 7 章 数学函数运算,主要介绍在 MATLAB 中实现初等函数和特殊函数运算的方法,包括三角函数、指数函数、复数函数、截断与求余函数、离散数学函数、坐标函数等在 MATLAB 中的实现方法。

第 8 章 符号计算,主要介绍符号变量的创建与运算、表达式操作、符号函数与反函数运算、符号微积分运算、符号 Fourier 变换及其他变换、符号矩阵算术运算及线性代数运算和符号代数方程与微分方程等在 MATLAB 中的实现方法。

第 9 章 多项式分析,主要介绍多项式及其函数的表达、计算、方程求根、四则运算、微积分的实现方法,以及使用 MATLAB 进行有理多项式展开和对函数求极限等。

第 10 章 数值运算,主要介绍解线性方程组、插值、拟合、微积分和求解常微分方程在 MATLAB 中的实现方式,具体包括使用 MATLAB 进行线性法和迭代法求解线性方程组,进行插值和曲线拟合,进行一元和多重数值积分的实现方法等。

第 11 章 优化, 主要介绍优化问题在 MATLAB 中的求解过程、在 MATLAB 中实现线性规划、二进制整数规划、二次规划、约束和无约束优化、多目标规划和最小二乘问题的操作方式。

第 12 章 概率统计, 主要介绍产生随机数的方法、抽样操作、求解特征统计量、绘制统计图表、计算概率密度和计算概率分布在 MATLAB 中的实现方法。

第 13 章 句柄图形, 主要介绍句柄图形对象方面的基本知识, 包括句柄图形对象系统、句柄图形对象操作、属性设置; 并进一步对句柄图形对象中的六大类型对象, 包括 Figure 对象、Axes 对象、Core 对象、Plot 对象、Group 对象和 Annotation 对象的基本知识进行说明。

第 14 章 GUI 编程, 主要介绍创建 GUI 的方法, 包括创建 GUI 控件、菜单和工具栏、对话框等; 重点讲述使用 MATLAB 创建 GUI 所需的各功能组件的实现方式与 GUI 的创建实现过程。

第 15 章 Simulink 基础, 主要介绍使用 Simulink 进行仿真的基础知识, 包括 Simulink 仿真相关的基本概念、工作环境、系统模型、仿真调试和 S 函数等内容。

第 16 章 MATLAB 编译器与接口, 主要介绍编译器安装与配置方法、编译过程、编译生成独立程序的方法、MEX 文件在接口中的应用方式、MATLAB 文件在接口中的应用方式和计算引擎的调用方式。

第 17 章 信号处理应用, 主要内容包括统计信号处理方法、IIR 滤波器实现、FIR 滤波器实现、信号参数建模和方便操作的 GUI 工具等内容。

第 18 章 图像处理应用, 主要内容包括图像处理基础知识、图像显示、图像运算、图像数据变换、图像分析与增强、图像区域处理和颜色处理等内容。

第 19 章 小波分析应用, 主要结合小波分析的基本概念和基本原理, 介绍连续小波分析、一维离散小波分析、二维离散小波分析、去噪和压缩等内容。

第 20 章 偏微分方程应用, 主要介绍使用 MATLAB 求解简单偏微分方程的实现方式, 着重介绍使用 MATLAB 进行偏微分方程求解的基本操作。

MATLAB 本身是一个庞大的资源库与知识库, 本书虽然卷帙浩繁, 仍难窥其全貌, 加之编者水平有限、时间仓促, 书中错误与缺点在所难免, 敬请广大读者批评指正, 也欢迎广大同行来电来信共同交流探讨。

除封面署名作者, 沈再阳、李燕、杨斌、凌桂龙、何嘉扬、张杨、周文华、丁学英、吕广宪、孙万泉、王清、郑明辉、刘力、陈磊、李秀峰、刘磊、张希强、魏东明、徐庆翔、宋磊、黄鹏也参与了本书的编写。读者在学习过程中遇到与本书有关的问题, 可以与此邮箱 comshu@126.com 联系, 编者会尽快给予解答。素材文件可到清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载。

编者

2013.7

# 目 录

## 第一篇 基础知识

<b>第 1 章 MATLAB 概述</b> .....	<b>3</b>
1.1 工作环境 .....	3
1.1.1 系统组成 .....	3
1.1.2 工作窗口 .....	4
1.1.3 应用简介 .....	8
1.2 文件管理 .....	9
1.2.1 目录结构 .....	9
1.2.2 当前目录浏览器 .....	10
1.2.3 路径搜索 .....	10
1.3 帮助系统 .....	12
1.3.1 文本帮助 .....	12
1.3.2 演示帮助 .....	13
1.3.3 帮助导航窗口 .....	14
1.4 MATLAB 使用初步 .....	15
1.5 本章小结 .....	16
<b>第 2 章 MATLAB 基础</b> .....	<b>17</b>
2.1 数据类型 .....	17
2.1.1 数值类型 .....	17
2.1.2 字符与字符串 .....	22
2.1.3 结构 .....	22
2.1.4 单元数组 .....	25
2.1.5 函数句柄 .....	27
2.1.6 映射容器 .....	28
2.1.7 数据类型识别与转换 .....	31
2.2 运算符与运算 .....	32
2.2.1 算术运算符 .....	33
2.2.2 关系运算符 .....	33
2.2.3 逻辑运算符 .....	34
2.2.4 运算优先级 .....	35
2.3 字符串处理 .....	35

2.3.1	字符串构造 .....	36
2.3.2	字符串比较 .....	37
2.3.3	查找与替换 .....	37
2.3.4	字符串类型转换 .....	38
2.4	矩阵基础 .....	38
2.4.1	有关概念 .....	38
2.4.2	创建矩阵 .....	39
2.4.3	改变矩阵结构 .....	40
2.4.4	矩阵下标 .....	41
2.4.5	矩阵信息 .....	43
2.5	本章小结 .....	46
<b>第3章</b>	<b>数据输入输出基础 .....</b>	<b>47</b>
3.1	打开与关闭文件 .....	47
3.1.1	打开文件 .....	47
3.1.2	关闭文件 .....	49
3.2	读写二进制文件 .....	50
3.2.1	写二进制文件 .....	50
3.2.2	读二进制文件 .....	51
3.3	读写文本文件 .....	52
3.3.1	写文本文件 .....	52
3.3.2	读文本文件 .....	53
3.4	读写位置控制 .....	54
3.5	导入数据 .....	55
3.5.1	向导导入数据 .....	55
3.5.2	命令导入数据 .....	56
3.6	本章小结 .....	57
<b>第4章</b>	<b>编程基础 .....</b>	<b>58</b>
4.1	变量与语句 .....	58
4.1.1	变量命名 .....	58
4.1.2	变量类型 .....	59
4.1.3	特殊变量 .....	59
4.1.4	关键字 .....	60
4.1.5	语句构成 .....	60
4.2	程序控制 .....	61
4.2.1	顺序结构 .....	61
4.2.2	分支结构 .....	61
4.2.3	循环结构 .....	65
4.2.4	其他常用控制命令 .....	67
4.3	M文件与脚本 .....	69

101	4.3.1 M 文件 .....	69
501	4.3.2 脚本 .....	70
401	4.4 函数 .....	71
201	4.4.1 M 文件函数 .....	71
601	4.4.2 匿名函数 .....	73
701	4.4.3 子函数 .....	73
801	4.4.4 私有函数 .....	74
801	4.4.5 重载函数 .....	74
901	4.4.6 内联函数 .....	75
811	4.4.7 eval、feval 函数 .....	75
411	4.4.8 函数的函数 .....	76
611	4.4.9 内嵌函数 .....	77
611	4.4.10 函数编写建议 .....	77
611	4.5 M 文件变量检测 .....	77
811	4.5.1 输入输出变量检测 .....	78
811	4.5.2 可变数量输入输出 .....	78
	4.6 程序调试 .....	79
	4.6.1 直接调试 .....	79
	4.6.2 工具调试 .....	79
151	4.7 本章小结 .....	80
	<b>第 5 章 可视化基础 .....</b>	<b>81</b>
151	5.1 图形绘制对象 .....	81
151	5.2 二维图形 .....	81
151	5.2.1 plot 命令 .....	81
151	5.2.2 图形叠绘 .....	86
131	5.2.3 子图绘制 .....	87
131	5.2.4 交互绘图 .....	88
131	5.2.5 双纵坐标图 .....	89
131	5.2.6 特殊坐标绘图 .....	90
131	5.2.7 函数绘图 .....	92
140	5.3 三维图形 .....	94
141	5.3.1 曲线图 .....	94
141	5.3.2 网格图 .....	96
141	5.3.3 曲面图 .....	97
141	5.4 四维图形 .....	98
130	5.4.1 第四维表达 .....	98
131	5.4.2 四维图绘制 .....	99
131	5.5 特殊图形 .....	100
131	5.5.1 饼状图 .....	100



5.5.2	直方图	101
5.5.3	柱形图	102
5.5.4	离散数据点图	104
5.5.5	散点图	105
5.5.6	向量图	106
5.5.7	等值线图	107
5.6	图形处理	108
5.6.1	图形输出	108
5.6.2	图形细化	109
5.6.3	坐标轴控制	113
5.6.4	视角与透视	114
5.7	绘图窗口	116
5.7.1	创建绘图窗口	116
5.7.2	操作绘图窗口	116
5.7.3	绘图窗口工具栏	118
5.8	本章小结	118

## 第二篇 数学基础

第6章	数组与矩阵操作	121
6.1	数组运算	121
6.1.1	创建与访问数组	121
6.1.2	数组运算	124
6.2	矩阵操作	128
6.2.1	创建矩阵	128
6.2.2	改变矩阵结构	133
6.3	矩阵元素运算	135
6.3.1	矩阵四则运算	135
6.3.2	矩阵元素幂运算	138
6.3.3	矩阵元素查找与排序	138
6.3.4	矩阵元素求和、求积与求差分	140
6.4	矩阵运算	142
6.4.1	矩阵分析	142
6.4.2	矩阵分解	146
6.4.3	特征值与特征向量	149
6.4.4	矩阵函数运算	150
6.5	稀疏矩阵	152
6.5.1	稀疏矩阵存储方式	152
6.5.2	创建稀疏矩阵	153
6.5.3	稀疏矩阵运算	154

6.6	本章小结 .....	154
<b>第 7 章</b>	<b>数学函数运算 .....</b>	<b>155</b>
7.1	初等函数运算 .....	155
7.1.1	三角函数 .....	155
7.1.2	指数与对数函数 .....	157
7.1.3	复数函数 .....	158
7.1.4	截断和求余函数 .....	159
7.1.5	离散数学函数 .....	160
7.1.6	基本数据分析函数 .....	161
7.1.7	多项式函数 .....	163
7.2	特殊函数运算 .....	163
7.2.1	特殊函数 .....	163
7.2.2	坐标变换函数 .....	165
7.3	本章小结 .....	166
<b>第 8 章</b>	<b>符号计算 .....</b>	<b>167</b>
8.1	符号计算概述 .....	167
8.2	符号变量与表达式 .....	168
8.2.1	符号对象 .....	169
8.2.2	符号计算运算符与函数 .....	171
8.2.3	符号对象识别 .....	175
8.2.4	符号变量 .....	175
8.2.5	符号表达式显示 .....	177
8.2.6	表达式项操作 .....	177
8.2.7	符号数值和精度 .....	181
8.3	符号函数 .....	182
8.3.1	复合函数操作 .....	182
8.3.2	反函数运算 .....	183
8.4	符号微积分 .....	184
8.4.1	符号表达式的极限 .....	184
8.4.2	符号表达式的导数 .....	185
8.4.3	符号表达式的积分 .....	186
8.4.4	符号表达式的级数求和积 .....	186
8.4.5	符号表达式的泰勒级数 .....	187
8.5	符号积分变换 .....	189
8.5.1	Fourier 变换 .....	189
8.5.2	Laplace 变换 .....	189
8.5.3	Z 变换 .....	190
8.6	符号矩阵计算 .....	191
8.6.1	算术运算 .....	191

8.6.2	线性代数运算 .....	191
8.6.3	特征值分解 .....	192
8.7	符号方程求解 .....	193
8.7.1	代数方程求解 .....	193
8.7.2	微分方程求解 .....	195
8.8	符号计算界面 .....	196
8.8.1	funtool 分析界面 .....	196
8.8.2	taylortool 分析界面 .....	198
8.9	本章小结 .....	199

### 第三篇 数据分析

第 9 章	多项式分析 .....	203
9.1	多项式及函数 .....	203
9.1.1	多项式及其函数 .....	203
9.1.2	多项式计算 .....	203
9.1.3	多项式方程求根 .....	204
9.1.4	多项式四则运算 .....	204
9.1.5	多项式微积分 .....	206
9.1.6	有理多项式展开 .....	207
9.2	极限 .....	208
9.3	本章小结 .....	208
第 10 章	数值运算 .....	209
10.1	解线性方程组 .....	209
10.1.1	线性法 .....	209
10.1.2	迭代法 .....	211
10.2	插值与拟合 .....	212
10.2.1	插值 .....	213
10.2.2	曲线拟合 .....	218
10.3	数值微积分 .....	220
10.3.1	一元数值积分 .....	220
10.3.2	多重数值积分 .....	221
10.3.3	数值微分 .....	222
10.4	常微分方程 .....	223
10.5	本章小结 .....	224
第 11 章	优化 .....	225
11.1	优化问题求解过程 .....	225
11.1.1	选择求解器 .....	225

11.1.2	设置变量	226
11.1.3	写目标函数	226
11.1.4	写约束条件	228
11.1.5	设置求解器参数	228
11.1.6	求解并检查结果	230
11.1.7	改善优化结果	230
11.2	线性规划	230
11.3	二进制整数规划	232
11.4	二次规划	233
11.5	非线性规划	235
11.5.1	无约束优化	235
11.5.2	约束优化	237
11.6	多目标规划	240
11.6.1	多目标规划	240
11.6.2	最大最小化问题	242
11.7	最小二乘问题	243
11.7.1	线性最小二乘问题	243
11.7.2	非线性最小二乘问题	245
11.8	GUI 工具	247
11.9	本章小结	248
<b>第 12 章</b>	<b>概率统计</b>	<b>249</b>
12.1	统计量操作	249
12.1.1	产生随机数	249
12.1.2	抽样	253
12.2	数据统计分析	254
12.2.1	特征统计量	254
12.2.2	统计图表	257
12.3	概率分布与计算	263
12.3.1	概率密度计算	263
12.3.2	概率分布计算	265
12.4	本章小结	268
<b>第四篇 拓展知识</b>		
<b>第 13 章</b>	<b>句柄图形</b>	<b>271</b>
13.1	句柄图形对象系统	271
13.1.1	句柄图形对象组织	271
13.1.2	句柄图形对象简介	272
13.2	句柄图形对象操作	273

13.2.1	创建与保存	273
13.2.2	访问、复制和删除	274
13.2.3	图形输出控制	276
13.3	属性设置	282
13.3.1	通用对象属性	282
13.3.2	属性设置函数	282
13.3.3	默认属性设置	283
13.4	Figure 对象	285
13.4.1	Figure 对象简介	285
13.4.2	Figure 对象操作	287
13.5	Axes 对象	287
13.5.1	Axes 对象简介	287
13.5.2	Axes 对象操作	287
13.6	Core 对象	295
13.7	Plot 对象	297
13.7.1	创建 Plot 对象	297
13.7.2	连接变量	298
13.8	Group 对象	299
13.8.1	创建 Group 对象	299
13.8.2	对象变换	299
13.9	Annotation 对象	301
13.10	本章小结	301
<b>第 14 章</b>	<b>GUI 编程</b>	<b>302</b>
14.1	GUI 基础	302
14.1.1	GUI 介绍	302
14.1.2	创建 GUI	303
14.1.3	回调函数	306
14.2	GUI 控件	307
14.2.1	GUI 控件类型	307
14.2.2	创建 GUI 控件	307
14.3	GUI 菜单和工具栏	310
14.3.1	GUI 菜单	310
14.3.2	GUI 工具栏	313
14.4	对话框	314
14.4.1	创建函数	314
14.4.2	创建方法	314
14.5	布局	317
14.5.1	布局函数	317
14.5.2	布局方式	318

14.6	GUI 行为控制编程 .....	322
14.6.1	回调与中断 .....	322
14.6.2	数据管理 .....	323
14.7	GUI 实例 .....	324
14.8	本章小结 .....	327
<b>第 15 章</b>	<b>Simulink 基础 .....</b>	<b>328</b>
15.1	概述 .....	328
15.1.1	基本概念 .....	328
15.1.2	工作环境 .....	329
15.1.3	Simulink 数据类型 .....	332
15.1.4	模块和模块库 .....	332
15.1.5	Simulink 常用工具 .....	336
15.2	Simulink 模型 .....	337
15.2.1	模块基本操作 .....	337
15.2.2	设置输出提示 .....	341
15.2.3	模型和模型文件 .....	342
15.2.4	保存系统模型 .....	345
15.2.5	打印模型框图及生成报告 .....	346
15.3	子系统 .....	350
15.3.1	子系统介绍 .....	350
15.3.2	高级子系统技术 .....	352
15.4	运行仿真 .....	366
15.4.1	启动仿真过程 .....	366
15.4.2	仿真过程诊断 .....	367
15.4.3	仿真配置 .....	367
15.4.4	仿真的设置 .....	369
15.5	调试 .....	372
15.5.1	模型调试 .....	373
15.5.2	调试器控制 .....	376
15.5.3	设置断点 .....	379
15.6	S 函数 .....	383
15.6.1	S-函数概述 .....	383
15.6.2	M 文件 S-函数 .....	386
15.7	本章小结 .....	389
<b>第 16 章</b>	<b>MATLAB 编译器与接口 .....</b>	<b>390</b>
16.1	编译器安装与配置 .....	390
16.1.1	编译器介绍与安装 .....	390
16.1.2	编译器配置 .....	391
16.2	编译过程 .....	393

16.2.1	MCR 安装	393
16.2.2	MCR 编译过程	393
16.3	编译生成独立程序	393
16.3.1	编译命令 mcc	394
16.3.2	编译独立程序	395
16.4	接口概述	398
16.4.1	MEX 文件	398
16.4.2	MAT 文件介绍	398
16.4.3	计算引擎	399
16.5	基于 C/C++ 的 MEX 文件	399
16.5.1	MEX 文件结构	399
16.5.2	创建 C/C++ MEX 文件	400
16.5.3	调试 C/C++ MEX 文件	404
16.6	基于 C/C++ 的 MAT 文件	405
16.6.1	创建 C/C++ MAT 文件	405
16.6.2	读取 C/C++ MAT 文件	408
16.7	基于 C/C++ 的计算引擎调用	410
16.7.1	引擎库函数	410
16.7.2	创建引擎调用程序	411
16.8	本章小结	413

## 第五篇 MATLAB 应用

第 17 章	信号处理应用	417
17.1	信号处理基础	417
17.1.1	连续信号	417
17.1.2	离散信号	418
17.1.3	波形发生函数	421
17.1.4	信号基本运算	427
17.2	统计信号处理	429
17.2.1	相关性与协方差	429
17.2.2	频谱分析	431
17.2.3	窗函数	432
17.2.4	经典谱估计	435
17.2.5	现代谱估计	437
17.2.6	时频分析	438
17.2.7	特殊变换	439
17.2.8	重采样	444
17.3	IIR 滤波器	445
17.3.1	经典法 IIR 滤波器设计	445

17.3.2	直接法 IIR 滤波器设计	451
17.4	FIR 滤波器	452
17.4.1	窗函数法	452
17.4.2	约束最小二乘法	453
17.4.3	其他 FIR 滤波器设计方法	454
17.5	参数建模	455
17.5.1	时域建模	455
17.5.2	频域建模	457
17.6	GUI 工具介绍	458
17.6.1	信号综合处理工具	458
17.6.2	波形查看器	459
17.6.3	谱分析查看器	459
17.6.4	滤波器可视化工具	460
17.6.5	滤波器设计与分析工具	460
17.6.6	滤波处理工具	461
17.7	本章小结	462
<b>第 18 章</b>	<b>图像处理应用</b>	<b>463</b>
18.1	图像处理基础	463
18.1.1	图像表达	463
18.1.2	图像类型与文件	464
18.1.3	图像数据读写	471
18.2	图像显示	472
18.2.1	标准图像显示技术	472
18.2.2	特殊图像显示技术	473
18.3	图像运算	476
18.3.1	代数运算	476
18.3.2	空间变换	478
18.4	图像变换	481
18.4.1	二维傅立叶变换	482
18.4.2	离散余弦变换	482
18.4.3	其他变换	484
18.5	图像分析与增强	485
18.5.1	像素分析	485
18.5.2	图像分析	489
18.5.3	图像调整	493
18.5.4	图像平滑	496
18.6	图像区域处理	498
18.6.1	区域设置	498
18.6.2	区域滤波	500



18.6.3	区域填充 .....	500
18.7	图像颜色处理 .....	501
18.7.1	显示颜色位数 .....	501
18.7.2	减少颜色 .....	501
18.7.3	转换颜色 .....	502
18.8	本章小结 .....	503
<b>第 19 章</b>	<b>小波分析应用 .....</b>	<b>504</b>
19.1	小波分析基础 .....	504
19.1.1	小波变换 .....	504
19.1.2	常用小波基函数 .....	505
19.2	连续小波分析 .....	508
19.2.1	连续小波变换 .....	508
19.2.2	GUI 连续小波变换 .....	509
19.3	一维离散小波分析 .....	510
19.3.1	一维离散小波变换与重构 .....	510
19.3.2	GUI 一维离散小波分析 .....	514
19.4	二维离散小波分析 .....	515
19.4.1	二维离散小波变换与重构 .....	515
19.4.2	GUI 二维离散小波分析 .....	518
19.5	去噪与压缩 .....	518
19.5.1	小波去噪与压缩 .....	518
19.5.2	GUI 小波去噪与压缩 .....	521
19.6	本章小节 .....	523
<b>第 20 章</b>	<b>偏微分方程应用 .....</b>	<b>524</b>
20.1	PDE 应用 GUI .....	524
20.2	PDE 求解设置 .....	525
20.2.1	PDE 求解过程 .....	525
20.2.2	2-D 几何构型 .....	526
20.2.3	划分网格 .....	527
20.3	PDE 求解 .....	528
20.3.1	方程类型介绍 .....	529
20.3.2	PDE 求解示例 .....	530
20.4	本章小结 .....	534