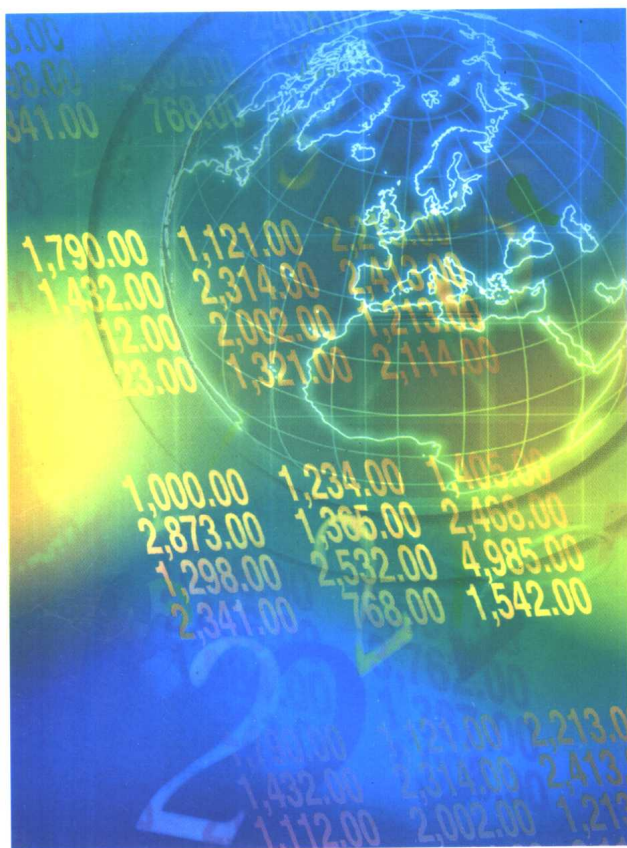


MATLAB 在数字信号 处理中的应用

- ◆ MATLAB 6.1 应用基础
- ◆ 图形用户界面设计基础
- ◆ 数字信号处理基础
- ◆ 数字信号变换技术
- ◆ 窗函数
- ◆ IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的设计
- ◆ 功率谱估计
- ◆ 小波分析的应用
- ◆ SPTool 工具和 FDATool 工具



薛年喜 主编



清华大学出版社

高等院校计算机应用技术系列教材

MATLAB 在数字 信号处理中的应用

薛年喜 主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

MATLAB 是一种功能强大的数据分析和工程计算高级语言, 在工业、电子、信号处理、医学、建筑以及航空等领域有着广泛的应用。本书以最新的 MATLAB 6.1 版本为对象, 从工程实际应用的角度出发, 对数字信号处理做了层次清晰、浅显易懂的介绍。

本书从内容上可分为两大部分, 基础篇和应用篇。基础篇主要介绍了 MATLAB 6.1 的入门基础和图形用户界面设计基础; 应用篇是本书的重点, 详细介绍了 MATLAB 6.1 关于数字信号处理方面的具体应用, 主要包括以下内容: 数字信号处理基础、数字信号变换技术、窗函数、IIR 数字滤波器的设计、FIR 数字滤波器的设计、功率谱估计、小波分析在信号处理中的应用以及信号处理的图形用户界面工具。

本书可作为有关数字信号处理等专业课程的参考教材。主要读者为数字信号处理领域的科技工作者和理工科大学相关专业的本科生、研究生; 对其他领域的科研人员也有一定的参考作用。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 在数字信号处理中的应用/薛年喜主编. —北京: 清华大学出版社 2003

ISBN 7-302-07040-7

I. M… II. 薛… III. 数字信号—信号处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070084 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 胡伟卷

文稿编辑: 胡伟卷

封面设计: 王 永

版式设计: 康 博

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 24.25 字数: 575 千字

版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-07040-7/TP·5174

印 数: 1~5000

定 价: 35.00 元

前 言

MATLAB 是 MathWorks 公司于 1982 年推出的一种功能强大、效率高、交互性好的数值计算和可视化计算机高级语言, 它将数值分析、矩阵运算、信号处理和图形显示有机地融合为一体, 形成了一个极其方便、用户界面友好的操作环境。随着其自身版本的不断提高, MATLAB 的功能越来越强大, 应用范围也越来越广, 如广泛应用于数字信号处理、数字图像处理、仿真、自动控制、小波分析、神经网络等领域。

本书主要介绍了 MATLAB 6.1 在数字信号处理领域中的基本原理和应用。随着计算机技术和信息科学的飞速发展, 数字信号处理已经逐渐发展成为一门独立的学科并成为信息科学的重要组成部分, 在语音处理、图像处理、雷达、航空航天、地质勘探、通信、生物医学工程等众多领域得到了广泛的应用。MATLAB 语言更是在数字信号处理方面具有得天独厚的优势。本书将 MATLAB 的工具应用和数字信号处理的基础知识有机地结合起来, 在简要阐明函数原理和算法的基础上, 给出了详细的函数使用说明, 再通过具体的工程实例, 进一步加深了用户对该函数的应用方法及技巧的认识。而且, 每章的最后不但给出了本章的全部知识小结, 还给出了一些富有针对性、实用性的练习题, 更加适合于用户对知识的学习和掌握。本书结构合理、层次清晰、说理透彻、浅显易懂。相信用户通过本书的学习, 定能够在数字信号处理领域驾轻就熟, 得心应手。

本书在内容上可分为两大部分, 基础篇和应用篇。基础篇为两章, 第 1 章简要介绍了 MATLAB 6.1 的入门基础, 包括 MATLAB 6.1 的历史发展、主要功能和 MATLAB 6.1 的新特色, 还有 MATLAB 6.1 的应用初步基础知识。第 2 章则对图形用户界面的设计基础做了详细说明, 主要包括句柄图形、GUI 技术、菜单设计、控件设计以及对话框设计等技术。应用篇是本书的重点, 共为 8 章: 第 3 章简单介绍了数字信号处理的一些基础知识, 如波形产生、信号运算和系统的结构等; 第 4 章给出了数字信号变换技术的详细内容, 有离散傅立叶变换、快速傅立叶变换(FFT)、离散余弦变换、Z 变换、Chirp z 变换、Hilbert 变换以及倒谱变换等重要变换; 第 5 章简单说明了有关窗函数的知识; 第 6 章和第 7 章分别详细阐述了 IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的设计方法和技巧; 第 8 章提供了数字信号处理中有关功率谱估计的内容; 第 9 章概括性地介绍了有关信号处理中小波分析应用的一些基础知识, 例如常用小波函数、小波滤波器的简介以及小波消噪和压缩等应用; 第 10 章对信号处理中主要的图形用户界面工具——SPTool 工具以及 FDATool 工具进行了介绍。

本书主要由薛年喜编写。另外参加本书编写的人员还有尹建民、冯东梅、李磊等，参加素材整理及录入工作的人员有张勇、郭亮、董涛、李兴、马志国、苏琴、宋威、卢明、李浩、夏乾、张碧、崔理军、王同秉、罗虎、张信、鲁港、柳平、隋键、董令冬、李廷、杜群、汪海、谢理、魏清、何新、祝岩、楚聪、吴丽丽、郭欣等，在此一并表示感谢！

数字信号处理是一门博大精深的学科，涉及的知识面非常广；而且 MATLAB 本身也是一种综合性强的交互式面向对象的语言，也涉及了众多的知识。由于作者学识水平有限，再加上时间紧张，本书疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

2003 年 9 月

读者意见反馈卡

亲爱的读者：

感谢您购买了本书，希望它能为您的工作和学习带来帮助。为了今后能为您提供更优秀的图书，请您抽出宝贵的时间填写这份调查表，然后剪下寄到：北京清华大学出版社第五事业部(邮编 100084)；您也可以把意见反馈到 service@tupwk.com.cn。邮购咨询电话：010-62770175/77 转 3505。我们将充分考虑您的意见和建议，并尽可能地给您满意的答复。谢谢！

本书名：_____

个人资料：_____

姓名：_____ 性别：☐男 ☐女 出生年月(或年龄)：_____

文化程度：_____ 职业：_____ 通讯地址：_____

电话(或手机)：_____ 传真：_____ 电子信箱(E-mail)：_____

您是如何得知本书的：_____

☐别人推荐 ☐出版社图书目录 ☐网上信息 ☐书店

☐杂志、报纸等的介绍(请指明)_____ ☐其他(请指明)_____

您从何处购得本书：☐书店 ☐电脑商店 ☐软件销售处 ☐邮购 ☐商场 ☐其他

影响您购买本书的因素(可复选)：

☐封面封底 ☐装帧设计 ☐价格 ☐内容提要、前言或目录 ☐书评广告

☐出版社名声 ☐作者名声 ☐责任编辑

☐其他：_____

您对本书封面设计的满意度：☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意 ☐改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意 ☐改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从文字角度：☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意

从技术角度：☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐讲解浅显易懂 ☐内容充实详尽 ☐示例丰富到位 ☐指导明确合理 ☐其他：_____

您希望本书在哪些方面进行改进？_____

您希望增加什么系列或软件的图书：_____

您最希望学习的其他软件：1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

您对使用中文版软件或外文版软件介意吗？更喜欢使用哪一种版本？

☐介意 ☐无所谓 ☐中文版 ☐外文版

您对图书所用软件版本是否很介意？是否要求用最新版本？

☐是，要求是最新版本 ☐无所谓 ☐不，因为硬件或软件跟不上要求

您是如何学习最新软件的？

☐看计算机书 ☐看多媒体教学光盘 ☐自己摸索或查看软件的帮助信息 ☐参加培训班 ☐向其他人请教

☐其他：_____

您的其他要求：_____

目 录

第 1 章	MATLAB 6.1 基础	1
1.1	MATLAB 概述	1
1.1.1	MATLAB 语言简介	1
1.1.2	MATLAB 的主要功能	2
1.1.3	MATLAB 6.1 的特色	4
1.2	MATLAB 的应用窗口	5
1.2.1	MATLAB 桌面平台的菜单栏和工具栏	5
1.2.2	MATLAB 桌面平台的组件窗口	16
1.2.3	MATLAB 帮助系统的使用	28
1.3	MATLAB 语言初步	31
1.3.1	矩阵	31
1.3.2	运算符	34
1.3.3	变量	37
1.3.4	函数	37
1.4	小结	40
1.5	习题	40
第 2 章	图形用户界面设计基础	41
2.1	句柄图形	41
2.1.1	图形句柄对象概述	41
2.1.2	图形句柄的获取	42
2.1.3	图形句柄的操作	43
2.1.4	句柄对象的属性和设置	46
2.2	GUI 设计技术	49
2.2.1	图形属性编辑器	49
2.2.2	GUI 工具介绍	54
2.3	菜单设计	60
2.3.1	利用向导设计菜单	60
2.3.2	利用程序建立菜单	63
2.4	控件设计	65
2.4.1	利用向导设计控件	65

2.4.2 利用程序建立控件	67
2.5 对话框	71
2.5.1 专用对话框	71
2.5.2 标准对话框	78
2.6 小结	83
2.7 习题	83
第 3 章 数字信号处理基础	84
3.1 数字信号处理概述	84
3.2 波形的产生	85
3.2.1 周期波形	85
3.2.2 特殊波形	86
3.2.3 脉冲信号	88
3.2.4 扫频信号	90
3.3 信号的运算	92
3.4 采样率转换	95
3.4.1 信号整数倍抽取	95
3.4.2 信号整数倍插值	96
3.4.3 任意倍数信号重采样	97
3.5 离散时间系统	98
3.5.1 离散时间系统的概念	98
3.5.2 离散时间系统模型	100
3.5.3 离散系统模型变换	103
3.6 小结	111
3.7 习题	112
第 4 章 数字信号变换技术	113
4.1 信号变换概述	113
4.2 离散傅立叶变换	113
4.2.1 傅立叶变换的几种形式	114
4.2.2 离散傅立叶级数	116
4.2.3 离散傅立叶变换(DFT)	117
4.2.4 DFT 的性质	119
4.2.5 与 DFT 有关的几个问题	123
4.3 快速傅立叶变换(FFT)	126
4.3.1 概念	127
4.3.2 函数应用	129

4.3.3 离散傅立叶逆变换(IFFT).....	133
4.4 离散余弦变换.....	133
4.4.1 概念.....	134
4.4.2 函数应用.....	134
4.5 Z 变换.....	136
4.5.1 Z 变换.....	136
4.5.2 Z 反变换.....	137
4.5.3 Z 变换的特性.....	139
4.5.4 Z 变换解差分方程.....	142
4.6 Chirp z 变换.....	144
4.6.1 概念.....	144
4.6.2 函数应用.....	145
4.7 Hilbert 变换.....	146
4.7.1 概念.....	146
4.7.2 函数应用.....	147
4.8 倒谱变换.....	148
4.8.1 复倒谱分析.....	149
4.8.2 实倒谱分析.....	150
4.9 小结.....	151
4.10 习题.....	151
第 5 章 窗函数.....	153
5.1 窗函数基本概念.....	153
5.2 基本窗函数.....	154
5.2.1 矩形窗函数.....	154
5.2.2 三角窗函数.....	155
5.2.3 巴特利特窗函数.....	156
5.3 广义余弦窗.....	157
5.3.1 汉宁窗函数.....	158
5.3.2 海明窗函数.....	159
5.3.3 布莱克曼窗函数.....	160
5.4 凯塞窗.....	161
5.5 切比雪夫窗.....	162
5.6 小结.....	163
5.7 习题.....	163

第 6 章 IIR 数字滤波器的设计	164
6.1 数字滤波器的基本概念	164
6.1.1 滤波器的原理	165
6.1.2 滤波器的分类	168
6.1.3 数字滤波器的表达方式	170
6.2 IIR 数字滤波器的结构	171
6.2.1 直接 I 型	171
6.2.2 直接 II 型	172
6.2.3 级联型	173
6.2.4 并联型	173
6.3 IIR 数字滤波器的特性分析	174
6.3.1 脉冲响应	174
6.3.2 频率响应	176
6.3.3 零极点分析	180
6.4 模拟低通滤波器的设计	181
6.4.1 巴特沃斯低通滤波器的设计	181
6.4.2 切比雪夫低通滤波器的设计	184
6.4.3 椭圆低通滤波器的设计	189
6.5 高通、带通及带阻滤波器的设计	192
6.6 IIR 数字滤波器阶数的选择	197
6.7 模拟滤波器的离散化	201
6.7.1 脉冲响应不变法设计 IIR 数字滤波器	201
6.7.2 双线性变换法设计 IIR 数字滤波器	204
6.8 MATLAB 函数直接设计 IIR 数字滤波器	207
6.9 小结	215
6.10 习题	216
第 7 章 FIR 数字滤波器的设计	218
7.1 FIR 数字滤波器的结构	218
7.1.1 直接型	219
7.1.2 级联型	220
7.1.3 线性相位型	220
7.1.4 频率取样型	222
7.2 FIR 数字滤波器的特性分析	223
7.2.1 FIR 数字滤波器的频率响应	223
7.2.2 FIR 数字滤波器的零点位置	226
7.3 窗函数法设计 FIR 数字滤波器	226

7.3.1 设计原理	227
7.3.2 函数应用	229
7.4 频率抽样法设计 FIR 数字滤波器	234
7.5 切比雪夫逼近法设计 FIR 数字滤波器	235
7.5.1 设计原理	235
7.5.2 函数应用	237
7.6 约束最小二乘法设计 FIR 数字滤波器	244
7.6.1 设计原理	244
7.6.2 函数应用	244
7.7 小结	250
7.8 习题	251
第 8 章 功率谱估计	252
8.1 功率谱估计概述	252
8.2 随机信号处理基础	253
8.2.1 随机变量分布的特征量	253
8.2.2 相关函数估计	255
8.2.3 相关系数计算	258
8.2.4 相干函数	259
8.3 经典功率谱估计方法	261
8.3.1 直接法	261
8.3.2 间接法	263
8.3.3 基于经典谱估计的系统辨识	264
8.4 改进的直接法估计	266
8.4.1 Bartlett 法	266
8.4.2 Welch 法	270
8.5 AR 模型功率谱估计	273
8.5.1 Yule-Walker 法估计	275
8.5.2 Burg 法估计	277
8.5.3 协方差法估计	280
8.6 现代谱估计的非参数方法	281
8.6.1 MTM(Multitaper)法估计	281
8.6.2 MUSIC(Multiple Signal Classification)法估计	283
8.6.3 特征向量(AV)法估计	285
8.7 小结	287
8.8 习题	288

第 9 章 小波分析在信号处理中的应用	289
9.1 小波分析概述	289
9.2 小波变换	290
9.3 常用小波函数简介	292
9.3.1 Haar 小波	294
9.3.2 Daubechies 小波	294
9.3.3 Biorthogonal 小波	295
9.3.4 Coieflet 小波	297
9.3.5 Symlets 小波	298
9.3.6 Morlet 小波	300
9.3.7 Mexican Hat 小波	300
9.3.8 Meyer 小波	301
9.4 小波滤波器的计算函数	303
9.5 小波分析在数字信号处理中的应用	312
9.5.1 连续小波分析	313
9.5.2 一维离散小波分析	314
9.6 基于小波的信号消噪处理和压缩处理	326
9.7 小结	337
9.8 习题	338
第 10 章 信号处理的图形用户界面工具	339
10.1 SPTool 工具	339
10.1.1 主窗口	340
10.1.2 SPTool 菜单功能介绍	340
10.1.3 数据载入 SPTool 实例	343
10.2 信号浏览器	346
10.2.1 信号浏览器的打开	346
10.2.2 信号浏览器功能介绍	347
10.3 滤波器浏览器	349
10.3.1 滤波器浏览器的打开	349
10.3.2 滤波器浏览器功能介绍	350
10.4 频谱浏览器	351
10.4.1 频谱浏览器的打开	351
10.4.2 频谱浏览器功能介绍	351
10.5 滤波器设计器	353
10.5.1 滤波器设计器的打开	354
10.5.2 滤波器设计器功能介绍	354

10.5.3 IIR 滤波器的设计	357
10.5.4 FIR 滤波器的设计	358
10.6 FDATool 工具	359
10.6.1 FDATool 工具的菜单栏	360
10.6.2 FDATool 工具的工具栏	366
10.6.3 FDATool 工具的面板	366
10.7 小结	370
10.8 习题	371
参考文献	372

第1章 MATLAB 6.1基础

通过对本书第1、2章的学习，无论是MATLAB的中、高级用户，还是初学者，都可以轻松地进入到MATLAB 6.1的殿堂中，初步掌握MATLAB的历史发展和MATLAB 6.1的主要功能和新的特色以及熟悉MATLAB 6.1的操作环境，为后面的进一步学习打下坚实的基础。本部分主要介绍了MATLAB 6.1的入门和图形用户界面设计基础的知识。通过对基础篇的学习，一定能够开启MATLAB的大门，能够掌握MATLAB 6.1的初步使用方法和技巧。将会看到，MATLAB 6.1展现的将是一个更为方便、快捷，更加绚丽的天堂！

本章是MATLAB 6.1的基础，内容主要包括MATLAB的历史发展、主要功能和MATLAB 6.1的新特色，以及MATLAB的应用基础知识，例如操作环境、帮助功能和一些基本的变量、语法结构等。

本章的学习目标：

- 了解MATLAB语言的背景知识
- 掌握MATLAB基本窗口的使用
- 掌握MATLAB语言的基础知识

1.1 MATLAB 概述

本节将首先向用户介绍有关MATLAB的概括性知识，主要包括下面这些内容：MATLAB语言简介、MATLAB的主要功能以及MATLAB 6.1的新特色。

1.1.1 MATLAB 语言简介

实践的需要推动了科技的发展，从而促进了社会的进步。由于与数学经常打交道的科学家、工程技术人员在实际工作中大量数学计算的需要，便促进了具有数值计算强大功能和卓越的数据可视化能力的计算机高级语言MATLAB的出现。MATLAB是在20世纪80年代初期，由美国的MathWorks软件开发公司正式推出的一种数学工具软件。MATLAB软件以矩阵运算为基础，把计算、可视化、程序设计有机地融合到了一个简单易学的交互式工作环境中，其出色的数值计算能力和强大的图形处理功能得到了广大科研人员和工程技术人员垂青。MATLAB拥有功能全面的函数库，它把大量的函数封装起来，让用户脱离了繁琐复杂的程序设计过程，只需要将精力集中到模型建立的工作上即可，大大提高了

工作效率。MATLAB 系统由 MATLAB 内核和其辅助工具箱组成。MATLAB 内核是由大量的内部函数及用户自定义的函数构成。通过对这些函数的调用,可以简便地处理具体的技术问题。利用 MATLAB 可以实现科学计算、符号运算、算法研究、数学建模和仿真、数据分析和可视化、科学工程绘图以及图形用户界面设计等强大功能。

MATLAB 经过这些年的不断更新,交互性越来越好,功能也变得越来越强大。现在, MATLAB 软件已经成为了国际上应用最广泛的、公认的最优秀的数学应用软件之一。MATLAB 为用户提供了丰富而实用的资源,它涵盖了许多门类的科学研究,如数学、控制、通信、数字信号处理、数字图像处理、经济和地理等。这极大地方便了社会上各个行业的科技工作者。在国外的大学中, MATLAB 是学生必须要掌握的一种基本技能。近年来,它已经由最初在科研单位和高等院校中的仿真研究,逐渐普及到了具体工业部门中被用来解决实际具体问题。在国内最近几年也正由于 MATLAB 本身的巨大优势而兴起了学习 MATLAB、应用 MATLAB 的高潮。

作为一种非常流行并受广大用户喜爱的科学语言, MATLAB 自然有它的独到、超群之处。它的主要特点有:

简单易学。与 C 和 Fortran 等高级语言相比较, MATLAB 语法规则简单,语言思维特点更符合人们在实际应用中的习惯。

先进的技术界面支持。MATLAB 提供给用户的是一种最简洁、最直观的程序开发环境。用 MATLAB 编写程序时,就如同在现实中的便笺上列公式和求解一样,因而 MATLAB 又被称为“便笺式”的科学工程计算语言。

开放式的体系结构。这也是 MATLAB 得以成功的又一因素。除了内部函数外,所有的 MATLAB 主包文件和各工具包文件都是对用户开放的源文件,用户可以通过修改源文件来构成新的适合自己使用的专用工具包。

集成了许多领域专家的智慧。MATLAB 软件内包含的许许多多工具箱,为使用 MATLAB 软件的不同领域内的科学研究人员提供了非常便利的捷径。而这些工具箱,都是由各个领域内的专家,根据本领域的实际情况、充分调动本身的积极性而开发出的专业性很强的实用软件工具。

1.1.2 MATLAB 的主要功能

MATLAB 中的核心是一个基于矩阵运算的快速解释程序。它以交互式操作接收用户输入的各项指令,输出计算结果。它提供了一个开放式的集成环境,用户可以运行系统所提供的各种命令,来实现自己所要达到的目标操作。具体地说来, MATLAB 的主要功能有:强大的数值运算功能;数据可视化功能;动态系统仿真;数据处理;数学计算;数字信号处理及与外部应用程序(C 和 Fortran)进行动态链接等。

MATLAB 在数值运算上有其独到之处,不仅如此,它还提供了非常丰富的图形图像处理功能,对数值计算的结果进行图形化处理,进一步方便了用户的操作,深化了用户的数

值处理。而且, MATLAB 还提供了句柄这一功能非常强大的面向对象的图形系统概念, 实现了对图形更深层次的操作。更重要的是, MATLAB 提供了图形用户界面(GUI)设计功能, 用户可以自行设计别具风格的人机交互界面。此外, MATLAB 提供了与 C 语言或 Fortran 语言的交互操作, 使用户能通过程序接口很方便地进行程序间的调用和转换。

MATLAB 有着功能强大、丰富的函数工具箱, 这是整个 MATLAB 语言得以如此快速发展的重要因素之一。这些函数工具箱大致可分为两大类: 功能型工具箱和领域型工具箱。功能型工具箱提供了对内核的支持, 它主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及和硬件实时交互功能, 属于 MATLAB 自身系统, 可以用于多种学科。而领域型工具箱是专业性很强的学科研发性工具箱, 应用于不同的学科。MATLAB 的主要工具箱有:

MATLAB —— MATLAB 核心部分工具箱

MATLAB Compiler —— MATLAB 编译器

MATLAB Report Generator —— MATLAB 报告发生器

Control System Toolbox —— 控制系统工具箱

Robust Control Toolbox —— 鲁棒控制工具箱

System Identification Toolbox —— 系统辨识工具箱

Optimization Toolbox —— 最优化工具箱

Fuzzy Logic Toolbox —— 模糊逻辑工具箱

Neural Network Toolbox —— 神经网络工具箱

Image Processing Toolbox —— 图像处理工具箱

Signal Processing Toolbox —— 信号处理工具箱

Wavelet Toolbox —— 小波工具箱

Filter Design Toolbox —— 滤波器设计工具箱

Communications Toolbox —— 通信工具箱

Financial Toolbox —— 金融工具箱

Mapping Toolbox —— 地图绘制工具箱

Database Toolbox —— 数据库工具箱

Symbolic Math Toolbox —— 符号数学工具箱

Data Acquisition Toolbox —— 数据采集工具箱

Partial Differential Equation Toolbox —— 偏微分方程工具箱

LMI Control Toolbox —— 线性矩阵不等式工具箱

Spline Toolbox —— 样条工具箱

Statistics Toolbox —— 统计学工具箱

Virtual Reality Toolbox —— 虚拟现实工具箱

Fixed-Point Blockset —— 定点运算工具箱

High-Order Spectral Analysis Toolbox —— 高阶谱分析工具箱

Model Predictive Control Toolbox——模型预测控制工具箱

Nonlinear Control Design Blockset——非线性控制设计工具箱

1.1.3 MATLAB 6.1 的特色

自从 1984 年推出第一个版本以来, MATLAB 软件已经发展到了现在的 MATLAB 6.1 版。在这其中, Mathworks 公司于 1992 年推出的 MATLAB 4.0 版本最具有划时代意义。该公司在 1993 年推出了 MATLAB 4.0 的微机版, 从而使 MATLAB 进入到了 Windows 的广阔天地下, 更加简单易学, 加速了该软件的成长。同时在这个版本中, Mathworks 公司还推出了用于控制系统仿真和设计的交互式模型输入与仿真环境 Simulink1.0。1994 年 Mathworks 公司又推出了扩充的 4.0 版本功能的 4.2 版本, 它在图形界面设计方面提出了新方法。

此后的 MATLAB 5.0、5.1、5.2、5.3 版本依次出现, 逐渐完善并扩充其功能。今天, MATLAB 已经发展到了 MATLAB 6.1 版本, 其功能也已变得非常的完善和强大。该版本较之以前的版本, 又有了一些很大的改进。

- 加强了开发环境的功能(Development Environment Features)

首先, MATLAB 6.1 在命令窗口中新增加了两项功能: 一是可以通过 Preference(属性)对话框来设置命令窗口的特征; 另外一个就是当运行 M 文件的时候, 如果单击命令窗口中出现的错误提示的下划线部分或者直接按 Ctrl+Enter 键, 可以立即进入到 M 文件中有此错误的那一行处。另一个比较重要的特征就是 MATLAB 6.1 在编辑调试窗口中新增加了“书签”(Bookmark)的功能, 极大地方便了用户操作。当然, MATLAB 6.1 在工作空间、当前路径浏览器以及源控制等, 都有了许多新的改进, 这些将在后面的叙述中一一介绍。

- 增强了数学应用的功能(Mathematics Features)

MATLAB 6.1 在数学应用方面, 既增加了许多新的应用函数, 又对原来的部分函数进行了调整, 大大加强了这一部分的应用功能。例如, MATLAB 6.1 新增加了 Deval 函数来求解微分方程的问题, 增加了 Symmlq、Minres、Lsqqr 等函数来用于迭代求解对称正定问题以及最小二乘问题。同时 MATLAB 6.1 还对原来的 Eigs、Svds、Quad 等函数进行了改进, 使函数能够更为高效、准确地解决问题。

- 增强了程序和数据结构的功能(Programming and Data Types Features)

在这一部分, MATLAB 6.1 主要增加了许多新的数据结构函数, 实现了新的功能。这些数学函数主要有: 在一字符串中查找另一字符串(Strfind、Findstr)、关于新数据类型(CDF、FITS 和 HDF)的 I/O 函数(Cdfindfo、Cdfread、Fitsinfo、Fitsread、Hdfinfo、Hdfread)以及新的声音函数(audioplayer、audiorecorder)等。

- 改进了图形处理功能(Graphics Features)

首先, 使图例透明化。Legend 函数可以使用户的数据点浮现在用户所画的曲线上, 使人一目了然。其次, MATLAB 6.1 对图形对象输出时特性的设置, 进行了很大的改进, 丰富了图形的输出效果。