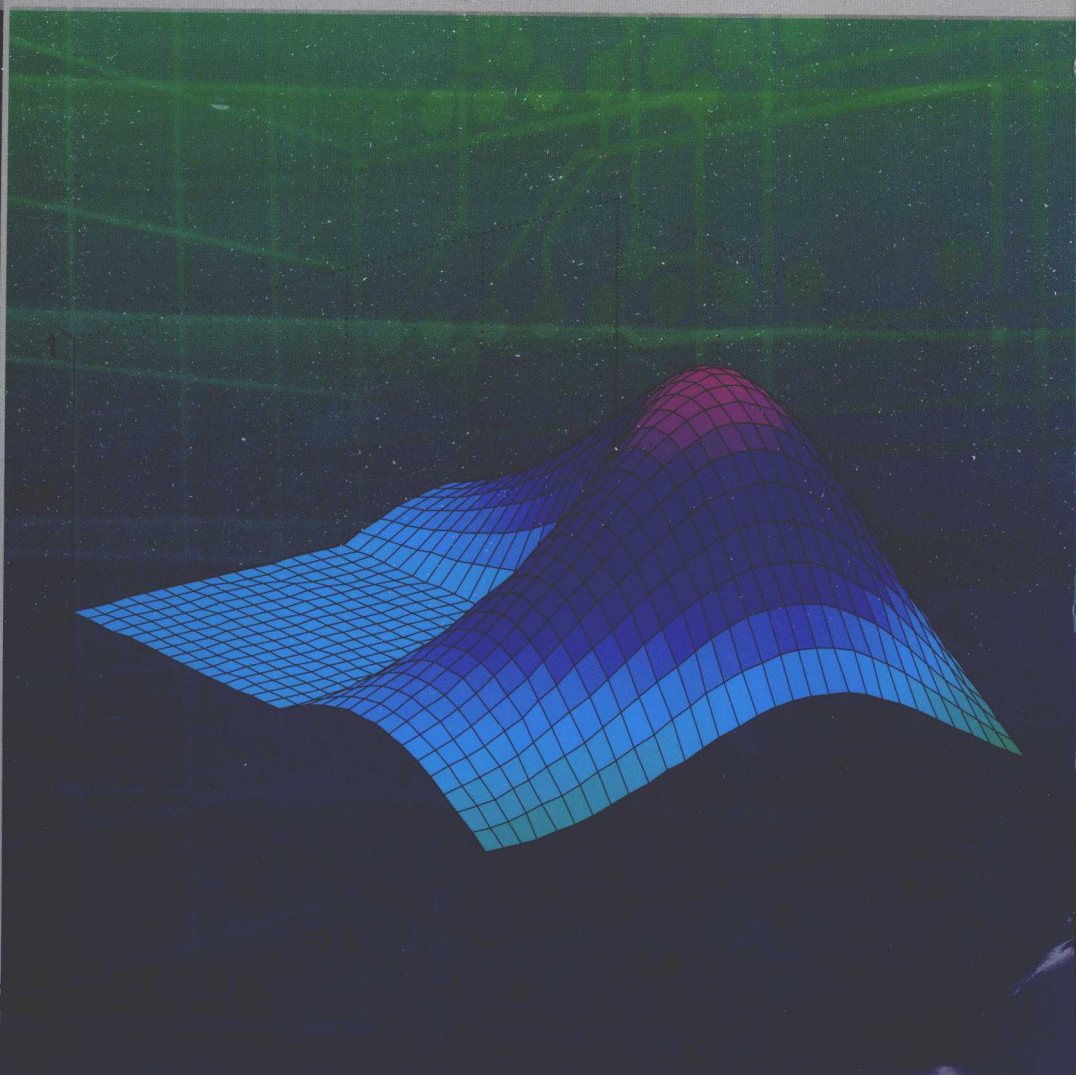


高等院校“十二五”电子科学与技术类丛书

MATLAB基础应用 及仿真实现

杨 凯 周 伟 马 莉 编著





中青院 11 000680943

高等院校“十二五”电子科学与技术类丛书

MATLAB 基础应用及仿真实现

杨 凯 周 伟 马 莉 编 著



西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

MATLAB 基础应用及仿真实现 / 杨凯编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2012.9
(高等院校“十二五”电子科学与技术类丛书)
ISBN 978-7-5643-1965-6

I. ①M… II. ①杨… III. ①Matlab 软件—高等学校
—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 212272 号

高等院校“十二五”电子科学与技术类丛书

MATLAB 基础应用及仿真实现

杨 凯 周 伟 马 莉 编著

责任编辑	张 雪
特邀编辑	高银银
封面设计	宋 岩
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川川印印刷有限公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	12.125
字 数	304 千字
版 次	2012 年 9 月第 1 版
印 次	2012 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1965-6
定 价	24.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

MATLAB 具有强大的数值计算功能、通俗易懂的语句、丰富的函数及可方便调用的工具箱, 获得了广大科学工作者和工程技术人员的一致认可。MATLAB 已经在国外许多大学普及, 成为一门通用课程, 而近年来随着国内大学对解决实际工程应用问题的日益重视, MATLAB 也逐渐成为学生需要掌握的一门基础工具。

目前, 国内许多高校都开设了 MATLAB 的相应课程, MATLAB 方面的教材和专著陆续问世, 这些书籍在基础性与实用性、宽泛性和专业性、以及广度和深度上各有侧重。为适应高校学生的特点并结合分析实际问题的需要, 作者在多年 MATLAB 教学的基础上, 结合自身的科研体会, 编写了这本教材。

针对学校各专业的不同需求, 本书重点考虑了通用性, 能够对各专业起到较好的兼容作用。重点放在基础知识的讲解和实际应用的介绍上, 既保证必要的、基础的程序设计知识, 又增加了部分自学提高的内容。同时结合较多的实际案例, 让学生学习课程后掌握 MATLAB 的学习方法, 以便举一反三, 可根据自身专业需要, 进一步深入学习相关具体知识。

全书共分 10 章。第 1~4 章重点介绍了 MATLAB 程序设计的基础知识; 第 5~6 章介绍了数值计算和数据分析方法; 第 7 章介绍 Simulink 的基础应用; 第 8 章介绍 GUI 图形用户界面; 第 9~10 章介绍了 MATLAB 在信号处理和图像处理, 以及在接口方面的综合运用。

本书在编写过程中参阅了一些国内外公开发表的有关专著及文献, 在此一并表示诚挚的谢意。同时感谢在本书编写和出版过程中给予帮助的领导、老师和同学, 尤其感谢参与教材编著的周伟、马莉老师和校对的刘静元老师。

由于作者水平有限, 加之时间仓促, 书中不妥之处在所难免, 敬请读者指正。

杨 凯

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 丰富多彩的 MATLAB 世界	1
1.1 强大的数学运算能力	1
1.2 强大的图形功能	1
1.3 强大的建模分析功能	2
1.4 强大的工具箱功能	4
1.5 简洁的界面功能	9
1.6 良好的外部程序接口功能	9
第 2 章 MATLAB 基础及基本运算	10
2.1 MATLAB 基础	10
2.2 数组和矩阵	13
第 3 章 MATLAB 程序控制	23
3.1 变量及运算符	23
3.2 M 文件介绍	25
3.3 程序控制结构	26
3.4 函数文件	35
第 4 章 MATLAB 的图形功能	39
4.1 二维绘图	39
4.2 三维绘图	59
4.3 图形修饰处理 (自学内容)	70
第 5 章 MATLAB 解方程和符号计算	75
5.1 MATLAB 解方程	75
5.2 MATLAB 符号计算	84
第 6 章 MATLAB 数据分析	99
6.1 数据统计处理	99
6.2 数据插值	103
6.3 曲线拟合	105
6.4 离散傅里叶变换	107
6.5 多项式计算	108

第 7 章 Simulink 仿真基础知识及设计	111
7.1 Simulink 简介	111
7.2 Simulink 功能模块的处理	114
7.3 Simulink 仿真常用设置	116
7.4 Simulink 仿真举例	120
7.5 S 函数设计与应用	125
第 8 章 MATLAB 图形用户界面	131
8.1 图形用户界面概述	131
8.2 图形对象句柄	134
8.3 脚本文件设计 GUI	138
8.4 图形用户界面工具箱 GUIDE 的使用	143
第 9 章 MATLAB 在信号处理中的应用	148
9.1 MATLAB 在时域信号处理中的应用	148
9.2 MATLAB 在频域信号处理中的应用	151
第 10 章 MATLAB 在图像处理中的应用	154
10.1 数字图像处理基础	154
10.2 图像数字化基础	156
10.3 灰度变换与空间滤波基础	158
10.4 频率域滤波	173
10.5 图像复原的概念	181
参考文献	188

第1章 丰富多彩的 MATLAB 世界

本章重点

本章介绍 MATLAB 的重要功能及特点，在其中你可以发现 MATLAB 的无穷魅力。

MATLAB 是一款应用非常广泛的软件，有人称它是“演草纸”，有人称它是算法开发的“左膀右臂”，甚至有人说它无所不能。那么 MATLAB 究竟有怎样的功能，究竟在哪些方面能够给我们提供便利和帮助，下面就来认识一下丰富多彩的 MATLAB 世界。

简要概括，MATLAB 是以矩阵为基本运算单元的高级工程软件工具集。它在以下方面有独特的优势：

1.1 强大的数学运算能力

可以说，MATLAB 几乎涵盖了数学运算的各个方面，通常来说，常见的高等数学、线性代数、概率统计分析、优化分析……都可以通过 MATLAB 简单地解决。

如积分：
$$\int_0^1 \frac{x^5 + 9x^4 + 7x + 6}{x + 3} dx$$

这样的问题对读者来说，要手工求解需要一定的时间，但是对于 MATLAB 就非常容易了，仅仅需要一个命令就可以轻而易举地解决。尤其对于更加复杂的运算，MATLAB 也会快速解答。

1.2 强大的图形功能

我们平时接触的很多图形无法轻易地画出来，只能通过教材中的图表或想象了解图形的特征，很难有直观的认知。MATLAB 的图形功能是 MATLAB 发展里程碑式的一个飞跃。通过对各种图形的简单绘制，直观地展示出各种专业图形。二维、三维图形都可以便捷地呈现在面前。

如高斯分布的三维曲面图可以便捷地被 MATLAB 画出。其程序如下：

```
z=peaks(25);
```

```
surf(z);
```

图 1.1 是用 MATLAB 画出的高斯分布的三维曲面图。

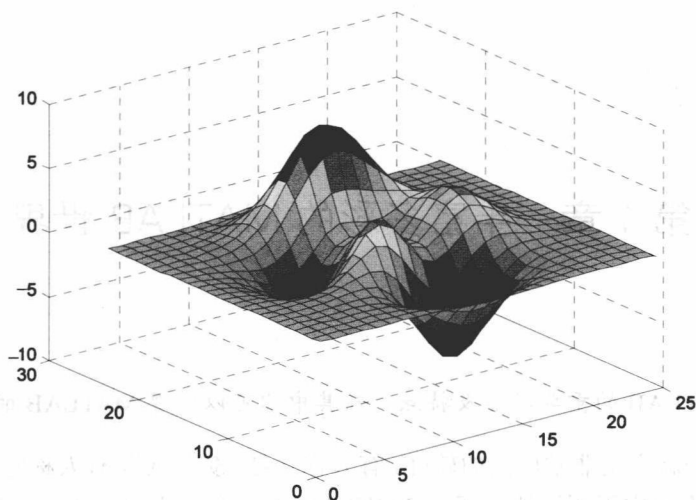


图 1.1 高斯分布的三维曲面图

1.3 强大的建模分析功能

除了基本的程序语言数学建模之外, MATLAB 还提供了专门以模块化方式来建模仿真的专用工具 Simulink, 它的基本思想是:

- (1) 用一些模块组成的图形界面代表系统;
- (2) 使用计算引擎, 通过时间步长步进系统。

下面通过建立一个简单的正弦波观察模型来说明它的方便与独特之处。

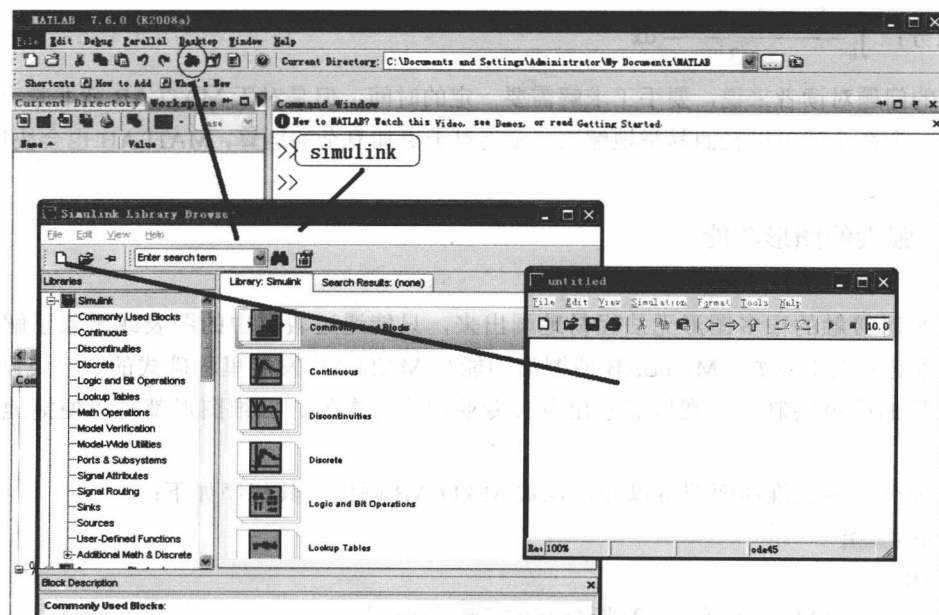


图 1.2 正弦波观察模型建立步骤 1

(1)如图 1.2 所示步骤 1, 首先启动 Simulink, 可以点击如图 1.1 所示的图标, 或输入 simulink

即可启动 Simulink 模型开发窗口，再点击新文件图标，即可启动一个新的任务；

(2) 主窗口上左边为模块库，右边为在模块库中的模块，当找到合适的模块后，直接用鼠标拖动即可，如图 1.3 所示步骤 2。

(3) 找到 Sine、Gain、Scope 模块，其中 Sine Wave 模块在 Sources 模块库中，Gain 模块在 Math Operations 模块库中，Scope 模块在 Sinks 模块库中，并连接，如图 1.4 所示步骤 3。

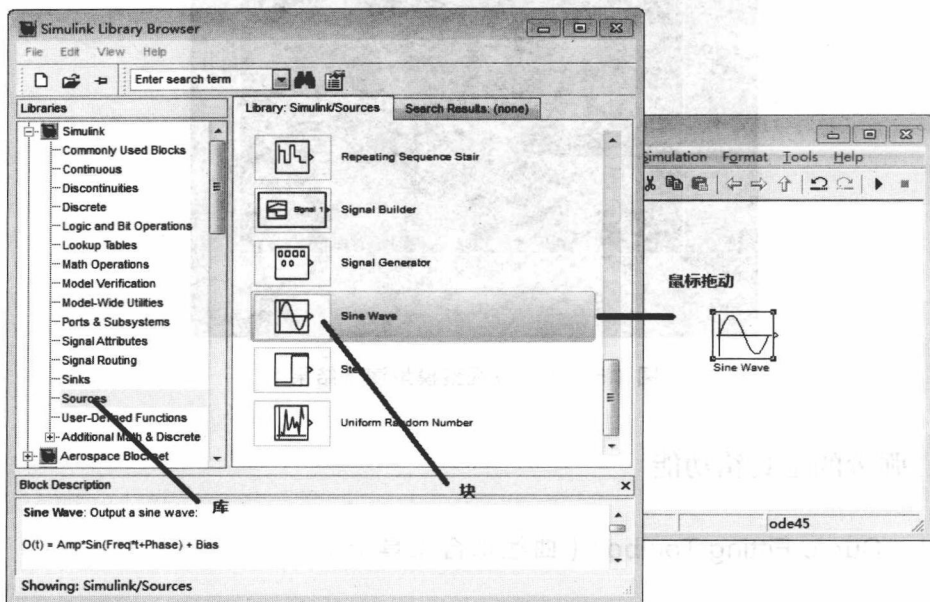
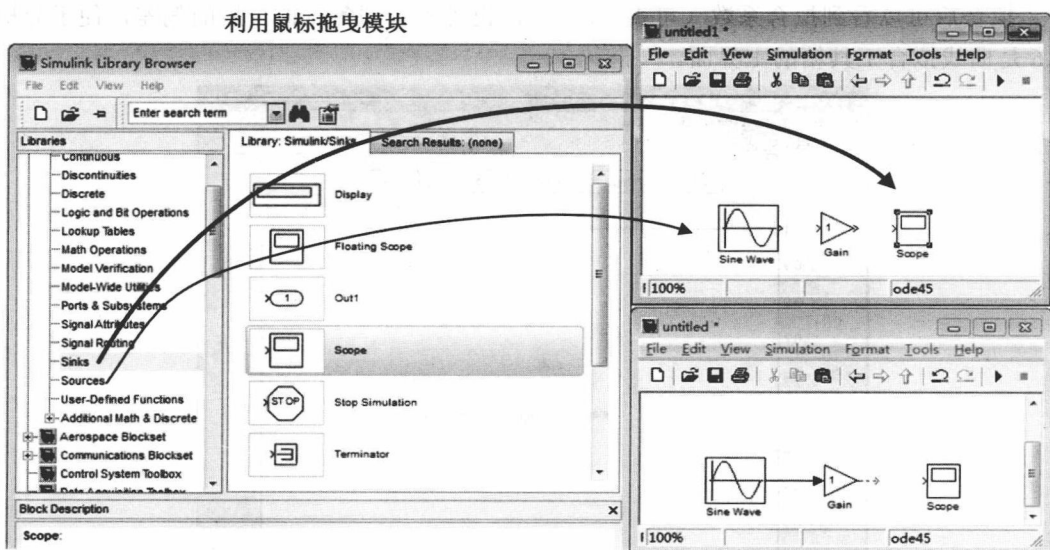


图 1.3 正弦波观察模型建立步骤 2



利用鼠标连接模块

图 1.4 正弦波观察模型建立步骤 3

(4) 观察模型建立完成后，点击右三角号运行按钮，即可运行，双击示波器按钮，即可

查看实际波形，如图 1.5 所示。

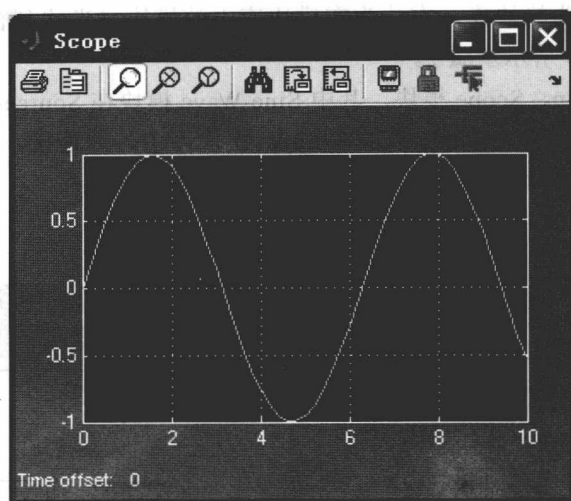


图 1.5 正弦波观察模型演示结果

1.4 强大的工具箱功能

1.4.1 Curve Fitting Toolbox (曲线拟合工具箱)

曲线拟合工具箱对信号的拟合处理非常方便，主要是通过对信号各种方式的拟合，选择合适的拟合方式并快速直观地看到效果，确定用某一种方式拟合后再运用相关的命令来编制程序。拟合后可以看到拟合系数（可直接运用），也可以看到各点拟合后的偏差，便于分析。图 1.6 是曲线拟合工具箱的主界面。

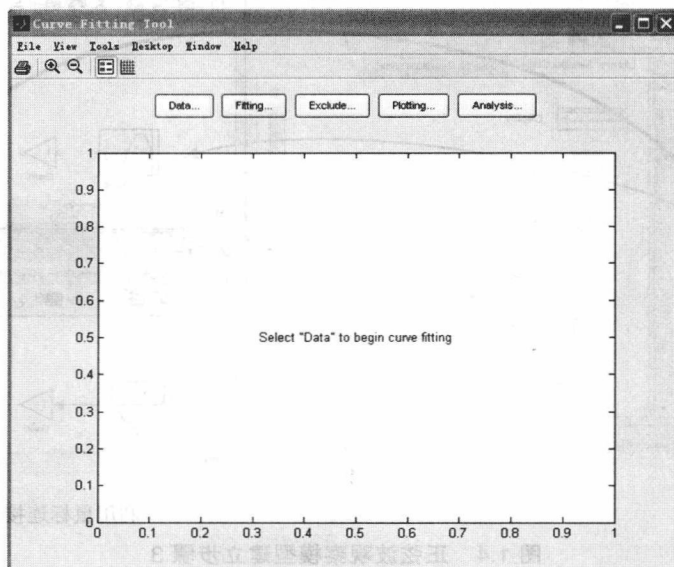


图 1.6 曲线拟合工具箱主界面

图 1.7 为对离散点的一阶最小二乘拟合演示。

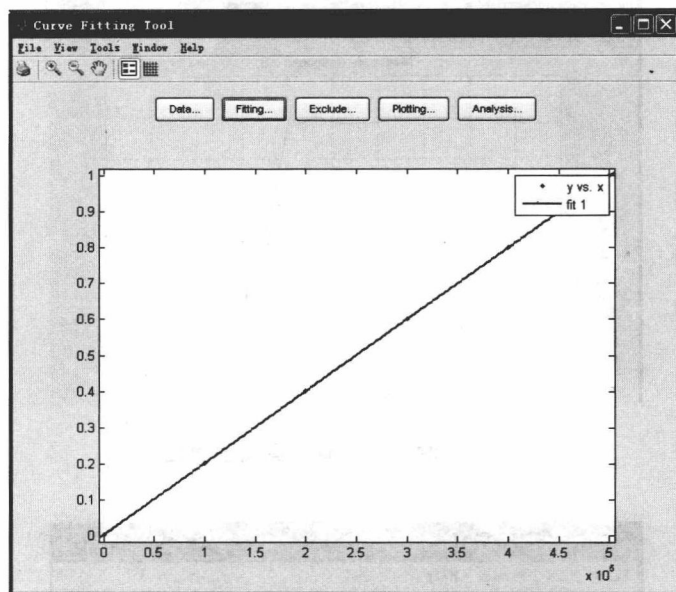


图 1.7 离散点的一阶最小二乘拟合演示

1.4.2 滤波器系列工具

- (1) FDATool (滤波器设计分析工具箱), 图 1.8 是其主界面;
- (2) FVTool(b,a) (滤波器查看工具箱), 图 1.9 是其主界面;
- (3) SPTool (信号、滤波、谱分析综合工具箱), 图 1.10 是其主界面。

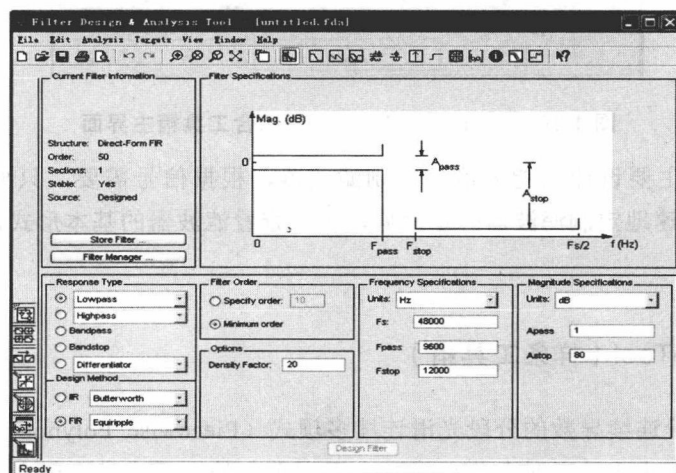


图 1.8 滤波器设计分析工具箱主界面

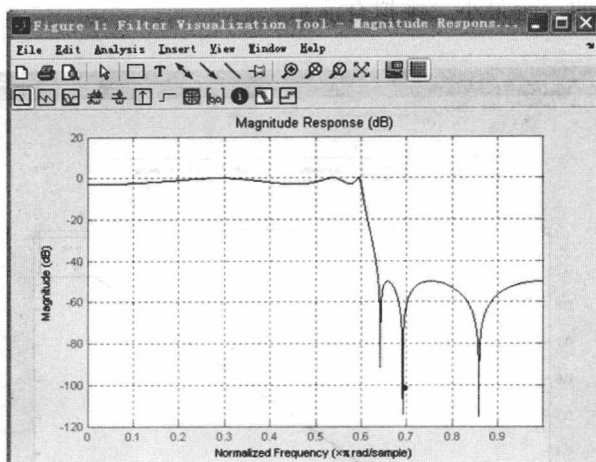


图 1.9 滤波器查看工具箱主界面

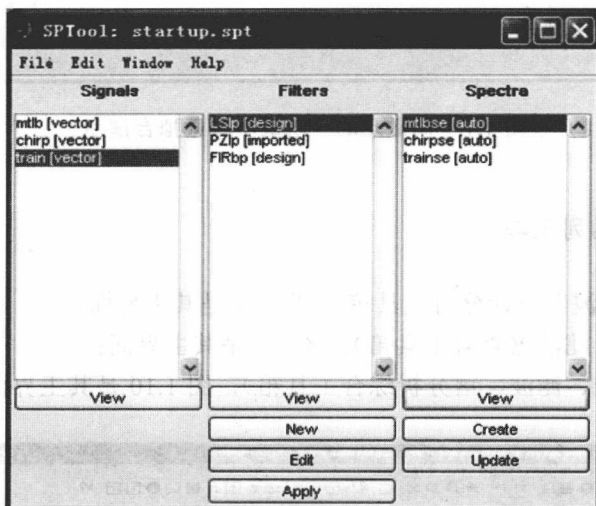


图 1.10 信号、滤波、谱分析综合工具箱主界面

信号滤波器的主要设计功能为信号定制滤波器，根据信号需要，只要填入相关参数，MATLAB 即可以快速地定制滤波器。定制后，可以查看滤波器的基本形式，看到滤波后信号的状态等。

1.4.3 SplineTool (样条工具箱)

样条是存在几阶连续导数的分段光滑连续多项式 (Piecewise Polynomial, PP) 函数，用来在一个大的区间上表达各种各样的函数，而用单一的多项式是不现实的。由于样条是光滑的，简单而易于操作，可以用来给任意函数建模：诸如曲线建模，曲线拟合，函数逼近，函数方程求解等。图 1.11 即为样条工具箱启动主界面。

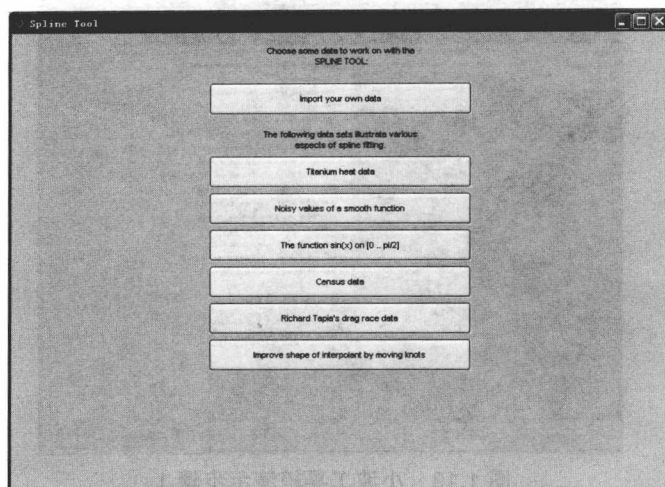


图 1.11 样条工具箱启动主界面

1.4.4 Wavemenu (小波工具箱)

小波分析成为目前研究的热点, 由于小波自身良好的时间和频率特性, 基于小波分析的信号处理越来越受到人们的重视。而对于 MATLAB 小波函数及分解层次, 并没有明确的规则和规律, 因此小波工具箱特别有作用, 可以不断地选择并查看效果, 直到选择最有效的小波为止。选择后再利用相关的命令编程。图 1.12 为其主界面。

例: 直接操作 MATLAB 小波工具箱, 对一信号进行小波处理。选择连续小波中 Basic Signals—with db3 at level 5—Sum of sines, 步骤如图 1.13、图 1.14 和图 1.15 所示(图 1.15 采用 db10 小波处理)。

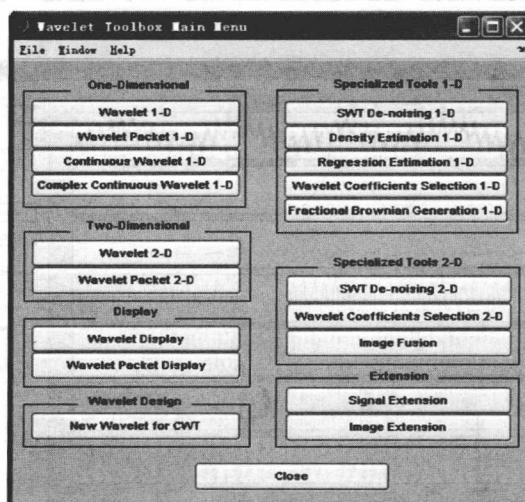


图 1.12 小波工具箱主界面

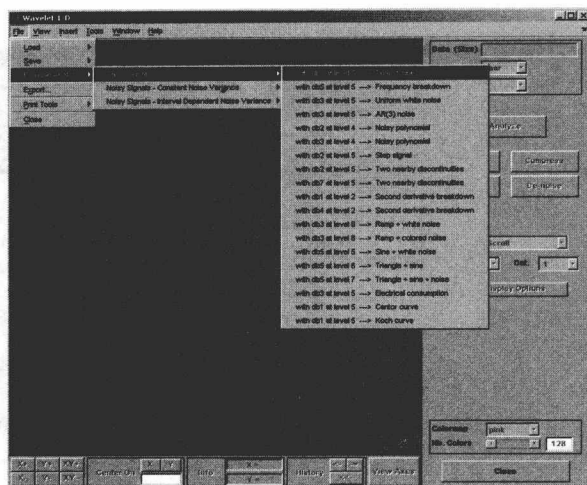


图 1.13 小波工具箱演示步骤 1

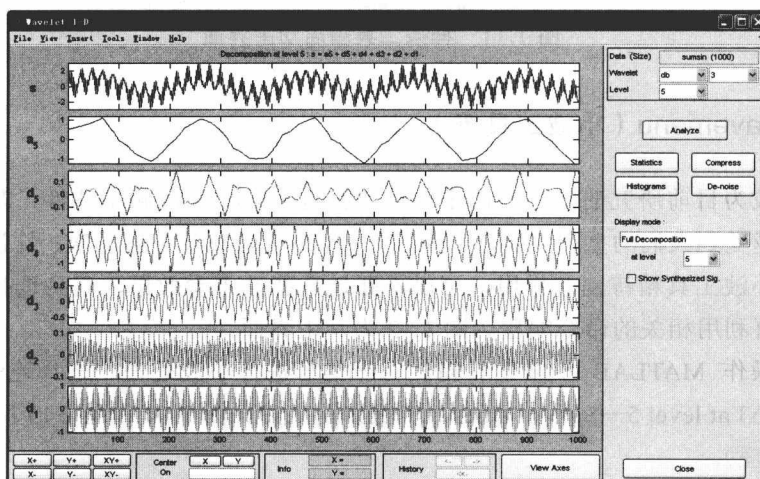


图 1.14 小波工具箱演示步骤 2 (采用 db3 小波)

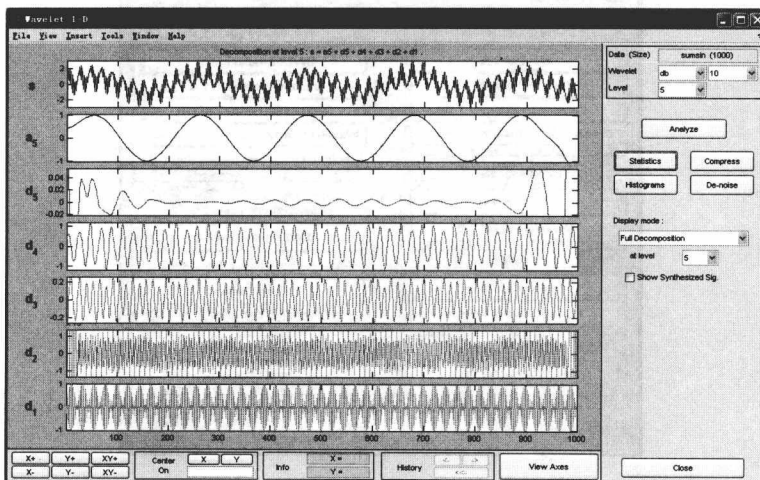


图 1.15 小波工具箱演示步骤 3 (采用 db10 小波)

1.5 简洁的界面功能

MATLAB 不是做界面的专家，界面功能比较简单，如图 1.16 所示图形用户界面设计的主窗口。程序集成时多数还是用其他软件来开发界面。

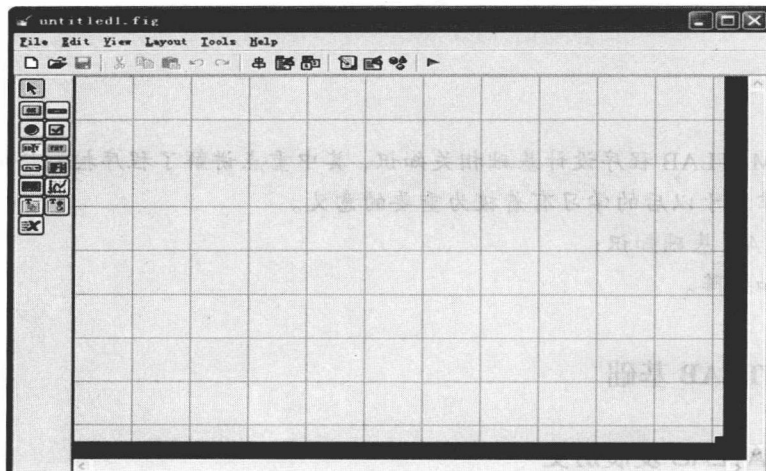


图 1.16 MATLAB 图形用户界面设计主窗口

1.6 良好的外部程序接口功能

MATLAB 可以和多种应用程序进行接口和通信，如常用的 OFFICE 中的 Excel 和 Powerpoint 等，此外，还可以与程序开发工具 VB、VC 等进行交互调试，极大地扩展了其应用范围。

MATLAB 功能强大，调试方便，特别适合于项目开发和算法验证，与其他软件接口可做联合调试。此外，开放的环境使得用户可以自己添加函数，形成工具箱，进一步扩展了其功能。有人把它称为“聪明人”和“懒人”都钟爱的软件，它也逐渐成为各行各业的好帮手。

第 2 章 MATLAB 基础及基本运算

本章重点

本章介绍 MATLAB 程序设计基础相关知识, 其中重点讲解了程序控制语句及求解方程方法, 掌握好本章对于以后的学习有着极为重要的意义。

- (1) MATLAB 基础知识;
- (2) 数据和矩阵。

2.1 MATLAB 基础

2.1.1 MATLAB 发展历史

MATLAB 由 MathWorks 公司 1984 年推出商用版, 其名称是矩阵实验室(MATrix LABoratory)的简称。

早在 1978 年, 新墨西哥大学教授 Cleve Moler 采用 LINPACK 和 EISPACK (第六版以上采用 PAPACK) 编写成了 MATLAB 的核心技术, 此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。

Jack Little 是第一个将 MATLAB 商业化的人, 他在 Stanford 大学主修控制。在 Little 的推动下, 由 Little、Moler、Steve Bangert 三人合作, 于 1984 年成立了 MathWorks 公司, 并把 MATLAB 正式推向市场, 从这时起, MATLAB 的内核采用 C 语言编写, 而且除原有的数值计算能力外, 还新增了数据视图功能。

MATLAB 以商品形式出现后, 仅短短几年, 就以其良好的开放性和运行的可靠性, 使原先控制领域里的封闭式软件包(如英国的 UMIST, 瑞典的 LUND 和 SIMNON, 德国的 KEDDC)纷纷淘汰, 而改以 MATLAB 为平台加以重建。在时间进入 20 世纪 90 年代时, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

MATLAB 核心发展历程如下:

- (1) 早期以矩阵运算为主;
- (2) 第 4 版开始推出图形句柄(Handle Graphics), 这是里程碑式的飞跃;
- (3) 第 5 版允许建立不同矩阵形态(多维矩阵, 机构阵列等), 也是里程碑式的飞跃;
- (4) MATLAB 上建立工具箱;
- (5) Simulink(连续或离散动态系统模拟)和 Stateflow(模拟有限状态机或事件驱动系统)的加入。

在欧美大学里, 诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程的教科书都把 MATLAB 作为必修内容。因此, MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本工具。

在设计研究单位和工业部门，MATLAB 被认作为进行高效研究、开发的首选软件工具。如美国 National Instruments 公司信号测量、分析软件 LabVIEW，Cadence 公司信号和通信分析设计软件 SPW 等，或者直接建筑在 MATLAB 之上，或者以 MATLAB 为主要支撑。又如 HP 公司的 VXI 硬件，TM 公司的 DSP，Gage 公司的各种硬卡、仪器等都接受 MATLAB 的支持。

2.1.2 MATLAB 初探

2.1.2.1 MATLAB 体系

图 2.1 是 MATLAB 的体系结构图，这个体系各部分的作用如下：

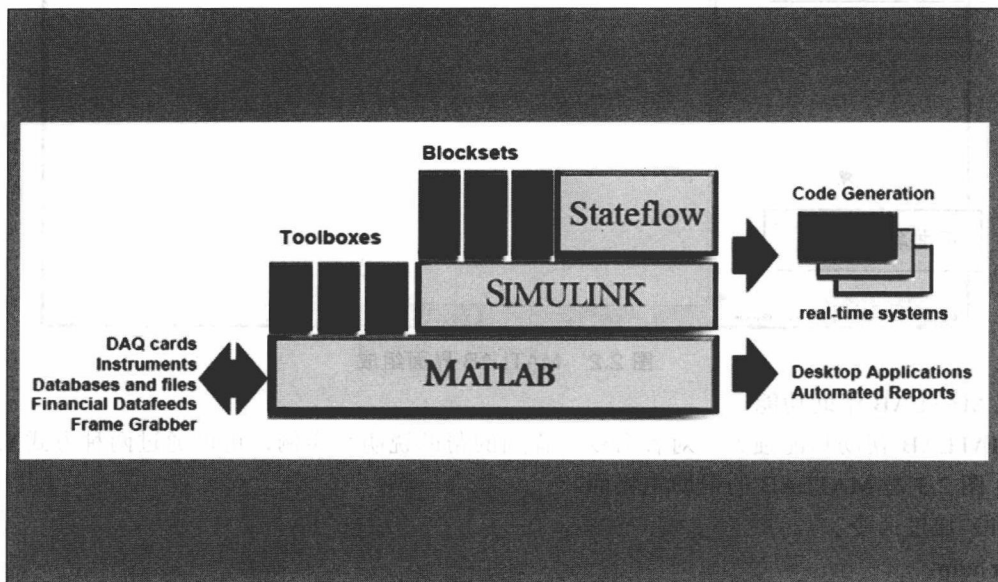


图 2.1 MATLAB 体系结构图

(1) MATLAB 基本平台：基本数学运算，编程环境（M 语言），数据可视化、GUIDE（图形用户界面）、所有 MATLAB 产品的基础。

(2) 支持建模、分析、计算应用的工具箱，包括数据 I/O 工具箱，扩展 MATLAB 能力，采集现场测试测量数据。MATLAB 开发工具进行发布算法和应用程序。

(3) Simulink：复杂动态系统建模、仿真、分析的可视化平台；Stateflow 基于有限状态机理论对事件驱动模型进行建模和仿真的可视化开发环境；Blocksets 是扩展 Simulink 功能的模块库。

(4) 自动代码生成：完成快速原型仿真、硬件在回路仿真和嵌入式代码开发；Real-Time 系统基于 PC 的快速原型和硬件在回路的仿真开发环境。

2.1.2.2 开始使用 MATLAB

1. MATLAB 界面组成

MATLAB 界面组成如图 2.2 所示。