

Broadview®  
www.broadview.com.cn

MATLAB  
精品丛书

# 精通

# MATLAB

# 神经网络

朱凯 王正林 编著

- 实例丰富、高效实用
- 语言简练、通俗易懂
- 内容详实、全面系统

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



MATLAB  
精品丛书

# 精通 MATLAB 神经网络

朱凯 王正林

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以应用为方向,以实用为目标来讲述 MATLAB 的神经网络计算,在简要介绍神经网络的各种典型网络以及训练过程之后,重点讲述应用 MATLAB 神经网络工具箱进行神经网络的设计与应用,并辅以大量的实例及综合实战应用。

本书由 MATLAB 入门篇、神经网络提高篇和神经网络综合实战篇 3 篇组成。MATLAB 入门篇主要介绍 MATLAB 软件、基本运算、图形绘制、程序设计和 Simulink 仿真;神经网络提高篇讲述神经网络的主要内容,包括神经网络工具箱和 GUI 工具,以及感知器、线性、BP、径向基、自组织、反馈等各种不同的神经网络,讲述各种神经网络的性能分析与直观的图形结果,使读者更加透彻地了解各种神经网络的性能及其优缺点,从而达到理解和应用神经网络的目的。综合实战篇通过综合实例,讲述应用 MATLAB 来分析、解决具体的神经网络问题,包括神经网络优化、控制、故障诊断和预测等典型应用,还讲述了 Simulink 神经网络设计及自定义神经网络。

本书语言简练、实例丰富、阐述清晰,可供计算机、信息处理、控制、地球物理、医学、管理等专业的本科生、研究生作为神经网络教材和参考书使用,也可供相应的工程技术人员参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

精通 MATLAB 神经网络 / 朱凯, 王正林编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.1

(MATLAB 精品丛书)

ISBN 978-7-121-09985-4

I. 精… II. ①朱… ②王… III. 计算机辅助计算—软件包, Matlab—应用—神经网络

IV. TP391.75 TP183

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218369 号

责任编辑: 朱沐红

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.5 字数: 640.7 千字

印 次: 2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 59.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

# 前 言

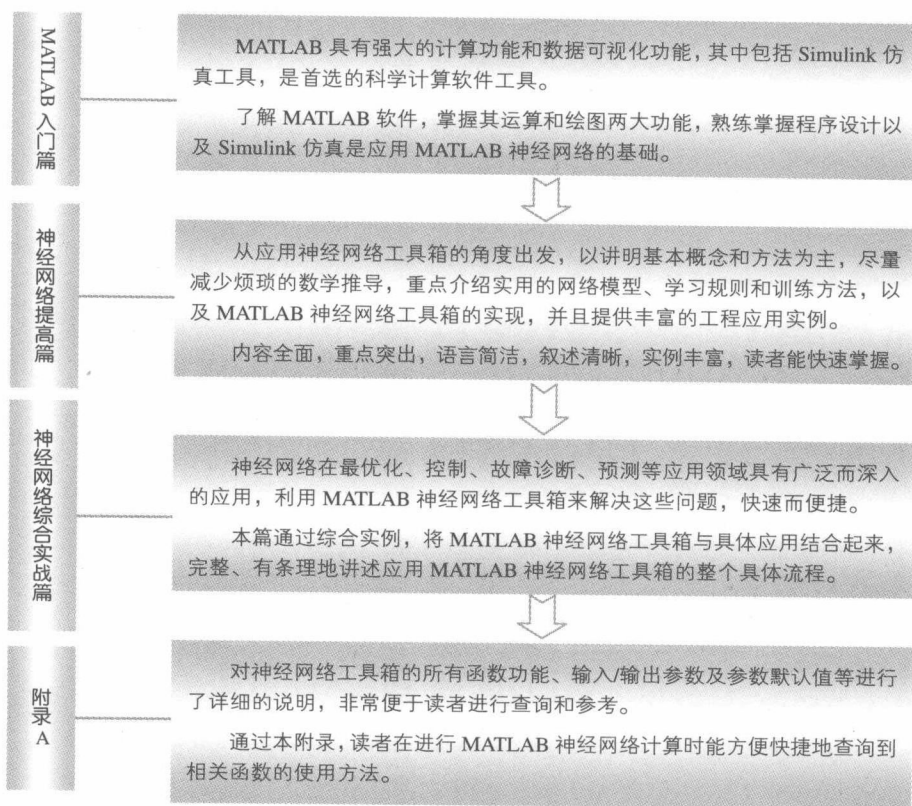
神经网络是一种能适应新环境的系统，它通过对过去经验（信息）的重复学习，而具有分析、预测、推理、分类等功能，是当今能够仿效人类大脑去解决复杂问题的系统，神经网络是人工智能技术领域的重要方向，在自动控制、信号处理、工业控制，以及模式识别等诸多领域获得了广泛的应用。

随着计算机技术的迅猛发展，神经网络技术与计算机技术不断融合，催生了一系列可用于神经网络的软件，如 NeuroSolutions、NeuralSight、MATLAB 等，这些软件的广泛应用，极大地推动了神经网络的发展。

MATLAB 已成为国际公认的最优秀的科技应用软件，具有编程简单、数据可视化功能强、可操作性强等特点，而且具备功能强大、专业函数丰富的神经网络工具箱，是进行神经网络方面工作必备的高效软件工具。

利用 MATLAB 的神经网络工具箱，通过任意连接及合成不同的网络架构以实现类神经网络仿真及专业化应用，而且还具有美观的操作界面，可以快速构建出相应的神经网络，便捷地训练、测试网络。

## 本书导读



## 本书读者

本书可作为从事计算机、信息处理、控制、地球物理、医学、管理等专业的本科生，研究生学习神经网络的辅助教材和参考书，也可供相应的工程技术人员参考使用。

## 作者致谢

本书在编写过程中，尤其是综合实战篇部分，参考、借鉴了一些国内外书籍、论文和文献资料，对此特向各位从事神经网络研究和应用工作的专家老师们表示真诚的敬意和感谢！

最后，感谢父母和朋友们的支持与鼓励，使得本书的创作过程得以坚持下去；感谢朱沫红老师、许艳老师的大力支持和辛勤劳动！

由于作者水平和经验有限，书中错漏之处在所难免，还望得到专家、读者和行内人士的批评指正，我们的邮箱是：wa\_2003@126.com。

编著者 2009年11月18日



# 目 录

## 第一篇 MATLAB 入门篇

第 1 章 MATLAB 概述	2
1.1 MATLAB 的产生与发展	2
1.2 MATLAB 的优势与特点	2
1.3 MATLAB 系统的构成	4
1.4 MATLAB 桌面操作环境	5
1.4.1 MATLAB 启动和退出	5
1.4.2 MATLAB 主菜单及功能	6
1.4.3 MATLAB 命令窗口	9
1.4.4 MATLAB 工作空间	11
1.4.5 M 文件编辑/调试器	13
1.4.6 图形窗口	14
1.4.7 MATLAB 文件管理	16
1.4.8 MATLAB 帮助	16
1.5 MATLAB 的工具箱	17
1.6 小结	18
第 2 章 MATLAB 计算基础	19
2.1 MATLAB 数值类型	19
2.2 关系运算和逻辑运算	21
2.3 矩阵及其运算	22
2.3.1 矩阵的创建	22
2.3.2 矩阵的运算	24
2.4 复数及其运算	25
2.4.1 复数表示	25
2.4.2 复数绘图	27
2.4.3 复数操作函数	28
2.5 符号运算	28
2.5.1 符号运算概述	28
2.5.2 常用的符号运算	30
2.6 小结	33
第 3 章 MATLAB 绘图入门	34
3.1 MATLAB 中绘图的基本步骤	34

3.2 在工作空间直接绘图	35
3.3 利用绘图函数绘图	36
3.3.1 绘制二维图形	36
3.3.2 绘制三维图形	37
3.4 图形的修饰	41
3.5 小结	44
第 4 章 MATLAB 编程入门	45
4.1 MATLAB 编程概述	45
4.2 MATLAB 程序设计原则	46
4.3 M 文件	47
4.4 MATLAB 程序流程控制	49
4.5 MATLAB 中的函数及调用	52
4.5.1 函数类型	52
4.5.2 函数参数传递	55
4.6 函数句柄	60
4.7 MATLAB 程序调试	61
4.7.1 常见程序错误	61
4.7.2 调试方法	64
4.7.3 调试工具	64
4.7.4 M 文件分析工具	67
4.7.5 Profiler 分析工具	69
4.8 MATLAB 程序设计技巧	70
4.8.1 嵌套计算	70
4.8.2 循环计算	72
4.8.3 使用例外处理机制	72
4.8.4 使用全局变量	74
4.8.5 通过 varargin 传递参数	76
4.9 小结	77
第 5 章 Simulink 仿真入门	78
5.1 Simulink 仿真概述	78
5.1.1 Simulink 的启动与退出	78
5.1.2 Simulink 模块库	79
5.2 Simulink 仿真模型及仿真过程	84
5.3 Simulink 模块的处理	86

5.3.1	Simulink 模块参数设置	86	8.1.1	感知器神经元模型	140
5.3.2	Simulink 模块基本操作	88	8.1.2	单层感知器神经网络 结构	141
5.3.3	Simulink 模块连接	90	8.2	感知器学习规则	142
5.4	Simulink 仿真设置	92	8.2.1	感知器网络学习算法	143
5.4.1	仿真器参数设置	92	8.2.2	标准化感知器网络 学习算法	144
5.4.2	工作空间数据导入/导出 设置	94	8.3	感知器网络的 MATLAB 实现	144
5.5	Simulink 仿真举例	95	8.3.1	感知器网络的生成	144
5.6	小结	98	8.3.2	感知器网络的仿真	146
			8.3.3	感知器网络的初始化	147
			8.3.4	感知器网络的学习和 训练	148
<b>第二篇 神经网络提高篇</b>			8.4	感知器网络的局限性	152
<b>第 6 章 MATLAB 神经网络工具箱概述</b>			8.4.1	单层感知器网络的 局限性	152
6.1	神经网络简介	100	8.4.2	多层感知器神经网络	152
6.2	神经网络模型及训练	101	8.5	感知器神经网络设计实例	153
6.2.1	生物神经元模型	101	8.5.1	输入向量的二类划分	153
6.2.2	神经网络模型	102	8.5.2	奇异样本输入向量的 训练	155
6.2.3	神经网络的训练	104	8.5.3	标准化感知器学习规则 实例	158
6.2.4	神经网络的分类	105	8.5.4	线性不可分样本问题	159
6.3	神经网络的应用	106	8.6	小结	161
6.4	神经网络工具箱简介	108	<b>第 9 章 线性神经网络</b>		
6.4.1	工具箱的功能	108	9.1	线性神经网络结构	162
6.4.2	工具箱的新特性	108	9.1.1	线性神经元模型	162
6.4.3	MATLAB 中的神经网络 数据结构	110	9.1.2	线性神经网络结构	163
6.4.4	工具箱函数简介	112	9.2	线性滤波器	164
6.5	小结	113	9.3	线性神经网络学习规则	164
<b>第 7 章 MATLAB 神经网络 GUI 工具</b>			9.3.1	均方误差	165
7.1	基础 GUI 工具 nntool	114	9.3.2	LMS 算法	165
7.1.1	网络创建	114	9.4	线性神经网络的 MATLAB 实现	166
7.1.2	网络训练	119	9.4.1	线性神经元生成	166
7.1.3	网络仿真	121	9.4.2	线性神经网络生成	169
7.1.4	图形界面数据操作	122	9.4.3	线性滤波器生成	170
7.2	数据拟合 GUI 工具 nftool	127	9.4.4	线性神经网络训练	171
7.3	模式识别 GUI 工具 nprtool	131	9.5	线性网络的局限性	175
7.4	数据聚类 GUI 工具 nctool	136			
7.5	小结	139			
<b>第 8 章 感知器神经网络</b>					
8.1	感知器神经网络结构	140			

9.5.1 非线性系统	175	11.4.3 概率神经网络的创建	231
9.5.2 超定系统	178	11.4.4 广义回归神经网络的 创建	232
9.5.3 不定系统	178	11.5 径向基网络设计实例	233
9.5.4 线性相关向量	181	11.5.1 径向基网络函数逼近	233
9.5.5 学习速率过大	183	11.5.2 散布常数的影响之欠 交叠情形	236
9.6 线性神经网络设计实例	185	11.5.3 散布常数的影响之过 交叠情形	238
9.6.1 线性预测	185	11.5.4 广义回归网络函数 逼近	239
9.6.2 自适应滤波噪声抵消	187	11.5.5 概率神经网络模式 分类	242
9.6.3 自适应滤波系统辨识	189	11.6 小结	245
9.7 小结	192	<b>第 12 章 自组织神经网络</b>	246
<b>第 10 章 BP 神经网络</b>	193	12.1 自组织竞争网络	246
10.1 BP 神经网络结构	193	12.1.1 自组织竞争网络结构 模型	246
10.1.1 BP 网络神经元模型	193	12.1.2 自组织竞争神经网络 的学习算法	247
10.1.2 BP 神经网络结构	194	12.2 自组织特征映射网络	250
10.2 BP 网络学习规则	195	12.2.1 自组织特征映射网络 模型	250
10.2.1 BP 算法	195	12.2.2 自组织特征映射网络 结构	258
10.2.2 批处理学习算法	198	12.2.3 自组织特征映射网络的 学习规则	259
10.3 BP 网络的 MATLAB 实现	199	12.3 学习矢量量化网络	259
10.3.1 BP 网络的创建与仿真	199	12.3.1 学习矢量量化网络 结构	260
10.3.2 BP 网络的训练	200	12.3.2 学习矢量量化网络的 学习规则	260
10.4 BP 网络的局限性	215	12.3.3 与自组织映射网络的 比较	262
10.5 BP 神经网络设计实例	216	12.4 自组织神经网络的 MATLAB 实现	263
10.5.1 函数逼近	216	12.4.1 自组织竞争网络的 设计	263
10.5.2 回归分析	218	12.4.2 自组织竞争网络的 训练	264
10.5.3 特征识别	220		
10.6 小结	224		
<b>第 11 章 径向基神经网络</b>	225		
11.1 基本径向基神经网络	225		
11.1.1 径向基网络神经元 模型	225		
11.1.2 径向基神经网络结构	226		
11.2 概率神经网络	227		
11.3 广义回归神经网络	228		
11.4 径向基网络的 MATLAB 实现	229		
11.4.1 径向基神经网络的 精确创建	230		
11.4.2 更有效的径向基神经 网络创建	231		



12.4.3	SOFM 网络的设计	265			
12.4.4	SOFM 网络的训练	267			
12.4.5	LVQ 网络的设计	267			
12.4.6	LVQ 网络的训练	270			
12.5	自组织神经网络应用实例	271			
12.5.1	自组织竞争网络模式 分类	271			
12.5.2	一维自组织特征映射 网络	273			
12.5.3	二维自组织特征映射 网络	275			
12.5.4	LVQ 网络应用实例	277			
12.6	小结	279			
<b>第 13 章 反馈神经网络</b>			<b>280</b>		
13.1	Hopfield 网络	280			
13.1.1	离散 Hopfield 网络 模型	281			
13.1.2	连续 Hopfield 网络 模型	283			
13.1.3	联想记忆	285			
13.1.4	Hopfield 网络结构	287			
13.2	Elman 反馈神经网络	287			
13.3	反馈神经网络的 MATLAB 实现	288			
13.3.1	设计 Hopfield 网络	288			
13.3.2	Elman 网络的创建与 仿真	290			
13.3.3	训练 Elman 网络	291			
13.4	反馈神经网络应用实例	292			
13.4.1	二神经元 Hopfield 网络设计	292			
13.4.2	Hopfield 网络中的伪 平衡点	295			
13.4.3	三神经元 Hopfield 网络设计	297			
13.4.4	利用 Elman 网络进行 振幅检测	300			
13.5	小结	303			
<b>第三篇 神经网络综合实战篇</b>			<b>第 14 章 神经网络优化</b>		
			<b>306</b>		
14.1	支持向量机	306			
14.1.1	统计学习理论	307			
14.1.2	支持向量机 (SVM) 理论	307			
14.1.3	支持向量机实例	310			
14.2	Boltzmann 机与模拟退火算法	314			
14.2.1	Boltzmann 机的网络 结构	314			
14.2.2	模拟退火算法	315			
14.2.3	Boltzmann 机的工作 原理	316			
14.3	基于遗传算法的神经网络 优化	317			
14.3.1	遗传算法介绍	318			
14.3.2	基于遗传算法的神经网络 优化算法	320			
14.3.3	遗传算法优化实例	321			
14.4	小结	325			
<b>第 15 章 神经网络控制</b>			<b>326</b>		
15.1	神经网络控制概述	327			
15.1.1	监督式神经网络控制	327			
15.1.2	直接逆模型神经网络 控制	328			
15.1.3	神经网络自适应控制	328			
15.1.4	神经网络内模控制	329			
15.1.5	神经网络预测控制	330			
15.1.6	神经网络自适应判断 控制	331			
15.1.7	多层神经网络控制	331			
15.1.8	分级神经网络控制	332			
15.2	神经网络模型预测控制	333			
15.2.1	系统辨识	334			
15.2.2	预测控制	335			
15.2.3	预测控制的 Simulink 实例	335			

15.3 神经网络反馈线性化控制 (NARMA-L2) .....	341	17.4.2 问题实例 .....	385
15.3.1 NARMA-L2 系统辨识 .....	341	17.5 基于神经网络的股市预测 .....	388
15.3.2 NARMA-L2 控制器 .....	342	17.5.1 问题背景 .....	388
15.3.3 NARMA-L2 控制器 Simulink 实例 .....	343	17.5.2 问题实例 .....	389
15.4 神经网络模型参考控制 .....	347	17.6 基于神经网络的信用风险 预测 .....	391
15.5 小结 .....	352	17.6.1 问题背景 .....	391
<b>第 16 章 神经网络故障诊断</b> .....	<b>353</b>	17.6.2 问题实例 .....	392
16.1 神经网络故障诊断概述 .....	353	17.7 小结 .....	394
16.2 基于神经网络的滚动轴承 故障诊断 .....	354	<b>第 18 章 Simulink 中的神经网络设计</b> .....	<b>395</b>
16.2.1 问题背景 .....	354	18.1 Simulink 神经网络模块 .....	395
16.2.2 问题实例 .....	356	18.1.1 传递函数模块库 .....	396
16.3 基于神经网络的汽车防抱死 系统故障诊断 .....	359	18.1.2 网络输入函数模块库 .....	397
16.3.1 问题背景 .....	359	18.1.3 权值函数模块库 .....	397
16.3.2 问题实例 .....	361	18.1.4 处理函数模块库 .....	398
16.4 基于神经网络的柴油机 故障诊断 .....	364	18.1.5 控制系统模块库 .....	398
16.4.1 问题背景 .....	364	18.2 神经网络 Simulink 模型设计 实例 .....	399
16.4.2 问题实例 .....	366	18.3 小结 .....	403
16.5 基于神经网络的水循环系统 故障诊断 .....	371	<b>第 19 章 自定义神经网络</b> .....	<b>404</b>
16.5.1 问题背景 .....	371	19.1 自定义网络 .....	404
16.5.2 问题实例 .....	372	19.1.1 定制网络 .....	405
16.6 小结 .....	374	19.1.2 定义网络 .....	406
<b>第 17 章 神经网络预测</b> .....	<b>375</b>	19.1.3 网络行为 .....	414
17.1 神经网络预测概述 .....	375	19.2 相关工具箱函数 .....	417
17.2 基于神经网络的地震预测 .....	378	19.2.1 初始化函数 .....	417
17.2.1 问题背景 .....	378	19.2.2 传递函数 .....	417
17.2.2 问题实例 .....	378	19.2.3 学习函数 .....	420
17.3 基于神经网络的人口预测 .....	382	19.3 自定义函数 .....	425
17.3.1 问题背景 .....	382	19.3.1 网络构建函数 .....	425
17.3.2 问题实例 .....	382	19.3.2 初始化函数 .....	431
17.4 基于神经网络的电信业务量 预测 .....	385	19.3.3 学习函数 .....	432
17.4.1 问题背景 .....	385	19.3.4 自组织映射函数 .....	435
		19.4 小结 .....	437
		<b>附录 A 工具箱函数列表</b> .....	<b>438</b>
		<b>参考文献</b> .....	<b>444</b>

# Part 1

## MATLAB 入门篇

- 第 1 章 MATLAB 概述
- 第 2 章 MATLAB 计算基础
- 第 3 章 MATLAB 绘图入门
- 第 4 章 MATLAB 编程入门
- 第 5 章 Simulink 仿真入门

# 第 1 章 MATLAB 概述

经过 20 余年的补充与完善以及多个版本的升级换代，MATLAB 已发展至 R2009b 版本。MATLAB 是一个包含众多科学、工程计算的庞大系统，是目前世界上最流行的计算机软件之一。

## 1.1 MATLAB 的产生与发展

MATLAB 语言的产生是与数学计算紧密联系在一起。1980 年，美国新墨西哥州大学计算机系主任 Cleve Moler 在给 学生讲授线性代数课程时，发现学生在高级语言编程上花费很多时间，于是着手编写供学生使用的 Fortran 子程序库接口程序，他将这个接口程序取名为 MATLAB（即 Matrix Laboratory 的前三个字母的组合，意为“矩阵实验室”）。这个程序获得了很大的成功，受到学生的广泛欢迎。

20 世纪 80 年代初期，Moler 等一批数学家与软件专家组建了 MathWorks 软件开发公司，继续从事 MATLAB 的研究和开发，1984 年推出了第一个 MATLAB 商业版本，其核心是用 C 语言编写的。而后，它又添加了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算，以及与其他流行软件的接口功能，使得 MATLAB 的功能越来越强大。

MathWorks 公司正式推出 MATLAB 后，于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版本，之后陆续推出了几个改进和提高的版本，2004 年 9 月正式推出 MATLAB Release 14，即 MATLAB 7.0，其功能在原有的基础上又有了进一步的改进，2009 年 9 月推出了 R2009b，它是目前 MATLAB 最新的版本。

MATLAB 经过几十年的研究与不断完善，现已成为国际上最为流行的科学计算与工程计算软件工具之一，现在的 MATLAB 已经不仅仅是一个最初的“矩阵实验室”了，它已发展成为一种具有广泛应用前景、全新的计算机高级编程语言，可以说它是“第四代”计算机语言。

自 20 世纪 90 年代以来，美国和欧洲的各大学将 MATLAB 正式列入研究生和本科生的教学计划，MATLAB 软件已成为数值计算、数理统计、信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具，成为学生必须掌握的基本软件之一。在研究单位和工业界，MATLAB 也成为工程师们必须掌握的一种工具，被认做进行高效研究与开发的首选软件工具。

## 1.2 MATLAB 的优势与特点

MATLAB 在学术界和工程界广受欢迎，其主要优势和特点有如下几方面。

- 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具组成, 其中许多工具采用的是图形用户界面, 包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。这些图形化的工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件。

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的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。

同时, MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。

MATLAB 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, 而且能够及时地报告出现的错误并进行出错原因分析。

- 简单易用的编程语言

MATLAB 语言是一种高级的矩阵语言, 它包含控制语句、函数、数据结构、输入和输出, 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。

MATLAB 语言是基于流行的 C++ 语言的, 因此语法特征与 C++ 语言极为相似, 而且更加简单, 更加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。而且这种语言可移植性好、可拓展性强, 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。

- 强大的科学计算数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合, 其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数, 可以方便地实现用户所需的各种计算功能。

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的组的求解、符号运算、傅里叶变换, 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。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。

在通常情况下, 可以用 MATLAB 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。

- 出色的图形处理功能

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能, 能够将向量和矩阵用图形的形式表现出来, 并且可以对图形进行标注和打印。

MATLAB 的高层次的作图功能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。

MATLAB 对整个图形处理功能进行了很大的改进和完善, 使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能 (例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 (例如图形的光照处理、色度处理, 以及四维数据的表现等), MATLAB 同样表现出色。

对一些特殊的可视化要求, 例如图形对话等, MATLAB 也有相应的功能函数, 保证了

用户不同层次的要求。MATLAB 还在图形用户界面 (GUI) 的制作上作了很大的改善, 对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

- 应用广泛的模块集合工具箱

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 (Toolbox)。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了科学研究和工程应用的诸多领域, 如神经网络、小波分析、优化算法、样条拟合、概率统计、偏微分方程求解、信号处理、图像处理、模糊逻辑、金融分析等, 都在工具箱家族中有了自己的一席之地。

- 实用的程序接口和发布平台

MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库, 将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码, 允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外, MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。

### 1.3 MATLAB 系统的构成

MATLAB 系统由 MATLAB 开发环境、MATLAB 数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形处理系统和 MATLAB 应用程序接口 (API) 五大部分构成。

- MATLAB 开发环境

这部分是一套方便用户使用 MATLAB 函数和文件的工具集, 其中许多工具是友好的、交互式的图形化用户接口。它是一个集成化的工作空间, 可以让用户输入、输出数据, 并提供了 M 文件的集成编译和调试环境。它包括 MATLAB 桌面、命令窗口、M 文件编辑调试器、代码分析器 (Code Analyzer)、查看帮助、工作空间、文件和其他工具的浏览器。

- MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库包括了大量的计算算法, 从基本运算 (如加法、正弦函数等) 到复杂算法, 如矩阵求逆、矩阵求特征值、贝塞尔函数、快速傅里叶变换等。

- MATLAB 语言

MATLAB 语言是一个高级的基于矩阵/数组的语言, 它有程序流控制、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程等特色。用户既可以用它来快速编写简单的程序, 也可以用它来编写庞大复杂、重用性高的应用程序。

- MATLAB 图形处理系统

图形处理系统使得 MATLAB 能方便地图形化显示向量和矩阵, 而且能对图形添加标注和打印。MATLAB 提供两个层次的绘图操作, 一种是对图形句柄进行的底层绘图操作, 另一种是建立在底层绘图操作之上的高层绘图操作。

- MATLAB 应用程序接口

MATLAB 应用程序接口是一个使 MATLAB 与 C、Fortran 等其他高级编程语言进行交



互的函数库，该函数库的函数通过调用动态连接库（DLL）实现与 MATLAB 文件的数据交换，其主要功能包括在 MATLAB 中调用 C 和 Fortran 程序，以及在 MATLAB 与其他应用程序间建立客户/服务器关系。

## 1.4 MATLAB 桌面操作环境

MATLAB 为用户提供了全新的桌面操作环境，了解并熟悉这些桌面操作环境是使用 MATLAB 的基础，下面介绍 MATLAB 的启动、主要功能菜单、命令窗口（Command Window）、工作空间（Workspace）、文件管理和帮助管理等。

### 1.4.1 MATLAB 启动和退出

以 Windows 操作系统为例，进入 Windows 后，选择“开始”→“程序”→“MATLAB R2008b”，便可以进入如图 1-1 所示的 MATLAB 默认主窗口。如果安装时选择在桌面上生成快捷方式，也可以双击快捷方式直接启动。

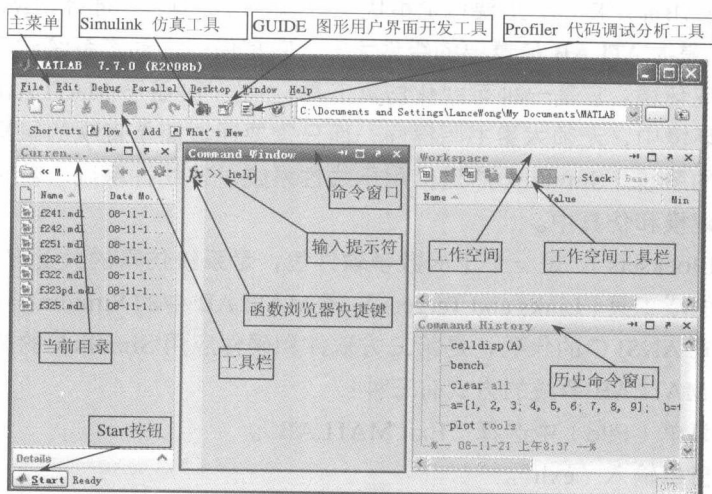


图 1-1 MATLAB 主窗口

MATLAB 主窗口是 MATLAB 的主要工作界面。主窗口除了嵌入一些子窗口外，还包括菜单栏和工具栏。

主窗口的工具栏共提供了 11 个命令按钮。这些命令按钮均有对应的菜单命令，但比菜单命令使用起来更快捷、方便。

单击主窗口左下角的“Start”按钮，会弹出一个菜单，如图 1-2 所示。选择其中的命令可以执行 MATLAB 产品的各种工具，并且可以查阅 MATLAB 包含的各种资源。

从图 1-2 中可以看出，MATLAB 的主要资源有：

- MATLAB 主体：由 MATLAB 的编程集成环境、程序开发工具和与其他软件的扩展接口组成。

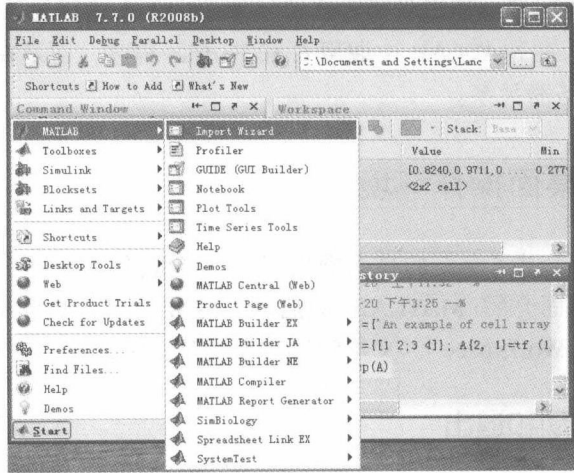


图 1-2 “Start” 按钮的弹出菜单

- 工具箱 (Toolboxes): 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, 主要包括最优化计算、遗传算法、神经网络等方面的应用。
- Simulink: 是 MATLAB 最重要的组件之一, 它提供一个动态系统建模、仿真和综合分析的集成环境。它是一种可视化仿真工具, 是一种基于 MATLAB 的框图设计环境, 在该环境中, 无须大量书写程序, 而只需要通过简单直观的鼠标操作, 就可构造出复杂的系统。Simulink 广泛应用于线性系统、非线性系统、数字控制及数字信号处理的建模和仿真中。
- 模块集 (Blocksets): 是一个个的数学软件包, 是系统仿真的关键部件。
- 自动代码生成工具 (Links and Targets): 将 MATLAB 中的 Simulink 程序框图自动转换成嵌入式 ANSI C 的代码, 是第三方软件和硬件应用 Simulink 的工具。

常用的退出 MATLAB 系统的方式有三种:

- (1) 在文件菜单 (File) 中选择 “Exit MATLAB”。
- (2) 在命令窗口输入 “exit”。
- (3) 用鼠标单击窗口右上角的关闭图标。

## 1.4.2 MATLAB 主菜单及功能

打开 MATLAB 主窗口后, 即弹出其主菜单栏, 共包含 File、Edit、Debug、Parallel、Desktop、Window 和 Help 共 7 个菜单项。主菜单栏的各菜单项及其下拉菜单的功能简要介绍如下。

### 1. File 主菜单

File 主菜单实现有关文件的操作, 其下拉菜单项有:

- (1) New: 用于建立新的 .m 文件、图形、模型和图形用户界面。
- (2) Open: 用于打开 MATLAB 的 .m 文件、.fig 文件、.mat 文件、.mdl 文件、.cdr 文

件等，也可通过快捷键“Ctrl+O”来实现此项操作。

(3) Close Command Window: 关闭命令窗口。

(4) Import Data: 用于从其他文件导入数据，单击此菜单项将弹出对话框，可在其中选择导入文件的路径和位置。

(5) Save Workspace As: 用于把工作空间的数据存放到相应的路径文件中。

(6) Set Path: 设置工作路径。

(7) Preferences: 用于设置命令窗的属性，单击该选项弹出一个属性画面。

(8) Page Setup: 用于页面设置。

(9) Print: 用于设置打印属性。

(10) Print Selection: 用于对选择的文件数据进行打印设置。

(11) Exit MATLAB: 退出 MATLAB 桌面操作环境。

## 2. Edit 主菜单

Edit 主菜单用于命令窗口的编辑操作，其下拉菜单项有：

(1) Undo: 用于撤销上一步操作。

(2) Redo: 用于重新执行上一步操作。

(3) Cut: 用于剪切选中的对象。

(4) Copy: 用于复制选中的对象。

(5) Paste: 用于粘贴剪贴板上的内容。

(6) Paste to Workspace: 用于打开 Import Wizard (输入向导) 对话框，将剪贴板上的数据粘贴到 MATLAB 的工作空间中。

(7) Select All: 用于全部选择。

(8) Delete: 用于删除所选的对象。

(9) Find: 用于查找所需选择的对象。

(10) Find Files: 用于查找所需文件。

(11) Clear Command Window: 用于清除命令窗口区的对象。

(12) Clear Command History: 用于清除命令窗口区的历史记录。

(13) Clear Workspace: 用于清除工作区的对象。

## 3. Debug 主菜单

用户可以通过 Debug 主菜单进行程序调试时的各种设置，其下拉菜单项有：

(1) Open M-Files when Debugging: 用于调试时打开 M 文件。

(2) Step: 用于单步调试程序。

(3) Step In: 用于单步调试进入子函数。

(4) Step Out: 用于单步调试从子函数中跳出。

(5) Continue: 程序执行到下一断点。

(6) Clear Breakpoints in All Files: 清除所有打开文件中的断点。

(7) Stop if Errors/Warnings: 在程序出错或报警处停止往下执行。