

神经网络理论与

MATLAB 7

MATLAB APPLICATION

飞思科技产品研发中心 编著

实现

TP183
27

MATLAB应用技术

神经网络理论与

MATLAB 7

MATLAB APPLICATION

实现

飞思科技产品研发中心

编著



北方工业大学图书馆



00576777

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是“MATLAB 应用技术”系列丛书之一,以最新推出的 MATLAB 7 中的神经网络工具箱 4.0.3 版本为基础。本书前两章介绍了 MATLAB 7 和神经网络的基础知识,对神经网络工具箱的重要函数分门别类地进行了详细介绍,并给出了完整的示例。从第 3 章到第 5 章,分别介绍了几种比较重要的神经网络类型,包括感知器、线性网络和 BP 网络等,并介绍了这些网络的结构及学习算法,以及 MATLAB 的实现方法。第 6 章介绍了神经网络的图形用户界面。后 5 章分别讲述了如何利用神经网络工具箱解决控制、故障诊断、预测和有源消声等应用领域中的实际问题。

本书可作为理工科各专业的高年级本科生、研究生学习神经网络的辅助教材,也可作为研究和应用这一领域的科技工作者的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

神经网络理论与 MATLAB 7 实现 / 飞思科技产品研发中心编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.3

(MATLAB 应用技术)

ISBN 7-121-00934-X

I. 神... II. 飞... III. 人工神经元网络—计算机辅助计算—软件包, MATLAB 7 IV. TP183

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 010631 号

责任编辑: 郭 晶 孙伟娟

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21 字数: 537.6 千字

印 次: 2005 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册

定价: 29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

MATLAB 是当今最优秀的科技应用软件之一，它以强大的科学计算与可视化功能、简单易用、开放式可扩展环境，特别是所附带的 30 多种面向不同领域的工具箱支持，使得它在许多科学领域中成为计算机辅助设计和分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。

MATLAB 具有其他高级语言难以比拟的一些优点，如编写简单、编程效率高、易学易懂等，因此 MATLAB 语言也被通俗地称为演算纸式科学算法语言。在控制、通信、信号处理及科学计算等领域中，MATLAB 都被广泛地应用，已经被认可为能够有效提高工作效率、改善设计手段的工具软件，掌握了 MATLAB 就好比掌握了开启这些专业领域大门的钥匙。

MATLAB 是从事众多工业、科研领域的必备工具。无论是在校学生，还是已经参加工作的工程技术人员和科研人员，都非常渴望快速学习 MATLAB 并熟练运用它来解决各种科学问题、工程问题。非常遗憾的是，目前市场上很难找到一套能够从入门到精通快速掌握该软件的最新学习资料，致使使用者在学习过程中遇到了实际问题而难以解决。虽然 MATLAB 软件本身具有一定的帮助功能，但是它们阅读起来并不方便，而且某些重要的概念没有给予详细的解释和说明，应用举例也偏少，使用者难以快速掌握它。

这套丛书的推出，将在 MATLAB 新版本软件 and 使用者之间架起一座桥梁，让国内的工程技术人员无需花费太多的时间和精力，就能尽快掌握该软件及它的一些新特性和新功能，并通过大量的实例告诉使用者如何解决面临的实际问题。

本套丛书首批将推出 5 种图书，简介如下：

MATLAB 7 基础与提高
全面系统地介绍了 MATLAB 7 这个功能强大的软件。首先详细讲解了 MATLAB 数值运算、符号运算、程序设计初步和基本绘图功能；然后举出了很多应用实例，旨在通过实践操作巩固学习前面所介绍的知识；最后讲述了 MATLAB 的高级部分，包括 GUI 界面设计、Simulink、Notbook、几种常用的工具箱，以及外部程序接口知识等。
小波分析理论与 MATLAB 7 实现
以最新推出的小波分析工具箱 Wavelet Toolbox 3.0 版本为基础。全书共分为三大部分，第 1 部分着重介绍了小波理论基础，包括小波基础知识、连续小波变换、离散小波变换、多分辨率分析与正交小波变换、小波变换和多采样滤波器组、二维小波变换与图像处理及小波包的基本原理等；第 2 部分重点说明了小波分析工具箱的详细使用方法，包括图形用户接口、小波通用函数、一维小波变换的 MATLAB 实现、二维小波变换的 MATLAB 实现、小波包变换的 MATLAB 实现、信号和图像的降噪和压缩，以及最新的信号和图像的提升小波变换等内容；第 3 部分主要介绍了小波工具箱的应用基础，以及小波变换在语音和生物医学信号处理中、故障诊断中、数字水印中的应用方法。

MATLAB 7 辅助控制系统设计与仿真
通过介绍 MATLAB 7 软件及其控制系统工具箱的使用方法,并结合控制系统的设计流程及实际应用,全面系统地介绍了控制系统设计与仿真的全过程。全书内容由浅入深,以工程应用为背景,从基础知识、建模与分析、设计与仿真流程三个方面对控制系统的设计与仿真进行了深入的说明,同时书中列举大量实例,尽量贴近工程实际,具有很强的代表性。
MATLAB 7 辅助信号处理技术与应用
系统地介绍了信号与系统基础知识、常用信号变换、离散系统结构、IIR 数字滤波器设计、FIR 数字滤波器设计、平稳信号分析、非平稳信号分析、高斯信号分析及信号处理的 GUI 实现。其中,信号与系统基础知识包括连续信号与模型、离散信号与模型;常用信号变换包括 z 变换、Chirp z 变换、FFT 变换、DCT 变换和 Hilbert 变换等;离散系统结构包括 IIR、FIR 和 Lattice 结构;IIR 滤波器设计包括模拟和数字低通、高通、带通与带阻滤波器设计,以及基于冲激响应不变法和双线性 z 变换法的 IIR 滤波器设计等;FIR 滤波器设计包括基于窗函数、频率抽样法和切比雪夫逼近法的 FIR 滤波器设计;平稳信号分析包括经典功率谱估计、基于参数模型的功率谱估计和基于非参数模型的功率谱估计;非平稳信号分析包括 STFT 变换、Gabor 展开、Wigner-Ville 分布与 Choi-Williams 分布;非高斯信号分析包括基于非参数法的双谱估计、基于参数模型的双谱估计,以及双谱估计的应用;信号处理的 GUI 实现包括滤波器设计与分析的 FDATool 工具和滤波器设计与信号分析的 SPTool 工具。
神经网络理论与 MATLAB 7 实现
以最新推出的神经网络工具箱 4.0.3 版本为基础。本书前两章介绍了 MATLAB 7 和神经网络的基础知识,对神经网络工具箱的重要函数分门别类地进行了详细介绍,并给出了完整的示例。从第 3 章到第 5 章,分别介绍了几种比较重要的神经网络类型,包括感知器、线性网络和 BP 网络等,并介绍了这些网络的结构及学习算法,以及 MATLAB 的实现方法。第 6 章介绍了神经网络的图形用户界面。后 5 章分别讲述了如何利用神经网络工具箱解决控制、故障诊断、预测和有源消声等应用领域中的实际问题。

总之,这套书涵盖了 MATLAB 使用基础、高级编程和重要领域的应用,相信这套丛书的推出,将为 MATLAB 工程技术人员提供最权威最系统的知识参考,帮助他们快速解决学习、科研和工程实际中面临的问题。

我们的联系方式如下:

咨询电话: (010) 68134545 68131648

电子邮件: support@fecit.com.cn

服务网址: <http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址: 计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

飞思科技产品研发中心

前 言

自上世纪 80 年代末以来,神经网络这个涉及多种学科的新的科技领域,吸引了众多神经生理学家、心理学家、数理科学家、计算机与信息科学家及工程师和企业家等进行研究和应用。大量的有关神经网络机理、模型、算法特性分析,以及在各领域应用的学术论文像雨后春笋般在报刊杂志上和许多国际学术会议中涌现。神经网络日益成为当代高科技领域中方兴未艾的竞争热点。

MATLAB 是一款强大的工程计算和仿真软件,刚刚发布的 R14 产品族比以往任何版本都更加强大,其中的神经网络功能提供了大量可直接调用的函数和命令,基本上囊括了目前应用比较成熟的神经网络设计方法。用 MATLAB 来编写各种网络设计与训练的子程序,可以使用户从繁琐的编程中解脱出来,大大提高工作效率和解题质量。因此,如何应用神经网络工具箱函数来解决工程实践中的问题已成为燃眉之急。我们根据自身多年来从事神经网络系统设计和 MATLAB 使用的经验编写了本书。除了详细介绍各个工具箱函数之外,还着重讲解了利用 MATLAB 进行神经网络系统分析与设计的大量实例。

本书是介绍应用 MATLAB 软件 R14 版本进行神经网络设计和应用的最新书籍。本书前两章介绍了 MATLAB 7 和神经网络的基础知识,对神经网络工具箱的重要函数分门别类地进行了详细介绍,并给出了完整的示例。从第 3 章到第 5 章,分别介绍了几种比较重要的神经网络类型,包括感知器、线性网络和 BP 网络等,并介绍了这些网络的结构及学习算法,以及 MATLAB 的实现方法。第 6 章介绍了神经网络的图形用户界面。后 5 章分别讲述了如何利用神经网络工具箱解决控制、故障诊断、预测和有源消声等应用领域中的实际问题。

全书通过大量的 MATLAB 实例为读者讲述了神经网络的 MATLAB 实现方法,形象生动,图文并茂,深入浅出,脉络清晰,可读性强。相信广大读者通过认真学习本书,可以快速学会神经网络技术和 MATLAB 实现方法,并建立牢固的知识基础,真正做到“事半功倍”,起到课堂上无法达到的学习效果。

本书由飞思科技产品研发中心策划并组织编写,孙志强、葛哲学负责全书的统稿与审校工作。孙志强、廖剑利、张建、肖俊同志负责本书第 1 章到第 5 章的编写;葛哲学、邱忠、安卫华、杨勇等负责本书第 6、7、9、10 章的编写;刘瑛、李浩明、潘薇、陈仲生负责本书的第 8 章和第 11 章的编写。此外,张丽娜、安莹、孙金华、刘美琴、张珏琼、谢光军、朱国强、郭玉玲、卿慧玲、王勇、葛诚、胡雷、胡艳等负责书稿的材料整理和测试工作,并提供了大量的帮助与意见。另外,还有很多同志在本书的编校过程中付出了大量的劳动,在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为各领域工程技术人员的参考用书,也可作为高等学校理工类各专业高年级本科生和研究生的神经网络课程的教材,还可作为其他科技工作者应用神经网络的参考资料。

由于时间仓促加之作者本身水平有限,书中错误之处在所难免。在此,敬请各领域专

家和广大读者批评指正。

我们的联系方式如下：

咨询电话：（010）68134545 68131648

电子邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

编著者

2005 年 1 月 1 日

目 录

第 1 章 概述.....	1
1.1 MATLAB 语言简介.....	1
1.1.1 MATLAB 概述.....	1
1.1.2 MATLAB 语言特点.....	3
1.1.3 MATLAB 7 的安装.....	5
1.1.4 MATLAB 7 的新特点.....	5
1.1.5 MATLAB 7 的新产品及更新产品.....	6
1.1.6 Simulink 6.0 的新特点.....	9
1.2 MATLAB 快速入门.....	10
1.2.1 命令行窗口.....	10
1.2.2 其他重要窗口.....	13
1.2.3 Editor/Debugger 窗口.....	15
1.2.4 MATLAB 帮助系统.....	16
1.2.5 神经网络工具箱快速入门.....	17
1.3 神经网络发展史.....	18
1.3.1 初期阶段.....	18
1.3.2 停滞期.....	19
1.3.3 黄金时期.....	19
1.3.4 发展展望.....	20
1.4 神经网络模型.....	20
1.4.1 神经元结构模型.....	20
1.4.2 神经网络的互连模式.....	21
1.5 神经网络的特性及实现.....	23
1.6 小结.....	23
第 2 章 神经网络工具箱函数及实例.....	25
2.1 概述.....	25
2.2 神经网络工具箱中的通用函数.....	26
2.2.1 神经网络仿真函数 sim.....	27
2.2.2 神经网络训练及学习函数.....	28
2.2.3 神经网络初始化函数.....	31
2.2.4 神经网络输入函数.....	33
2.2.5 神经网络传递函数.....	34
2.2.6 其他重要函数.....	36
2.3 感知器的神经网络工具箱函数.....	36
2.3.1 感知器创建函数.....	37
2.3.2 显示函数.....	37
2.3.3 性能函数.....	38

2.4	BP 网络的神经网络工具箱函数	44
2.4.1	BP 网络创建函数	44
2.4.2	神经元上的传递函数	45
2.4.3	BP 网络学习函数	49
2.4.4	BP 网络训练函数	50
2.4.5	性能函数	51
2.4.6	显示函数	52
2.5	线性网络的神经网络工具箱函数	59
2.5.1	线性网络创建和设计函数	59
2.5.2	学习函数	60
2.6	自组织竞争网络的神经网络工具箱函数	63
2.6.1	神经网络创建函数	64
2.6.2	传递函数	65
2.6.3	距离函数	67
2.6.4	学习函数	69
2.6.5	初始化函数	71
2.6.6	权值函数	71
2.6.7	显示函数	72
2.6.8	结构函数	72
2.7	径向基网络的神经网络工具箱函数	79
2.7.1	神经网络创建函数	79
2.7.2	转换函数	80
2.7.3	传递函数	81
2.8	反馈网络的神经网络工具箱函数	84
2.8.1	Hopfield 网络的工具箱函数	84
2.8.2	Elman 网络的工具箱函数	85
2.9	小结	87
第 3 章	前向型神经网络理论及 MATLAB 实现	89
3.1	感知器网络及 MATLAB 实现	89
3.1.1	单层感知器网络	89
3.1.2	多层感知器	95
3.2	BP 网络及 MATLAB 实现	99
3.2.1	BP 网络理论	100
3.2.2	BP 网络的 MATLAB 设计	104
3.3	线性神经网络及 MATLAB 实现	108
3.3.1	线性神经网络的结构	108
3.3.2	线性神经网络的学习	109
3.3.3	线性网络的 MATLAB 仿真	110
3.4	径向基函数网络及 MATLAB 实现	116
3.4.1	径向基网络结构	116
3.4.2	径向基函数的学习过程	117
3.4.3	RBF 网络应用实例	119

3.4.4	基于 RBF 网络的非线性滤波	121
3.4.5	基于 GRNN 的函数逼近	123
3.4.6	基于概率神经网络的分类	126
3.5	GMDH 网络及 MATLAB 实现	127
3.5.1	GMDH 网络理论	127
3.5.2	GMDH 网络的训练	128
3.5.3	基于 GMDH 网络的预测	129
3.6	小结	130
第 4 章	反馈型神经网络理论及 MATLAB 实现	131
4.1	Elman 神经网络及应用	131
4.1.1	Elman 神经网络结构	131
4.1.2	Elman 神经网络的学习过程	132
4.1.3	Elman 神经网络的工程应用	132
4.1.4	基于 Elman 网络的空调负荷预测	136
4.2	Hopfield 神经网络及 MATLAB 实现	141
4.2.1	Hopfield 网络描述	142
4.2.2	Hopfield 网络的学习过程	143
4.2.3	几个重要结论	143
4.2.4	Hopfield 网络的 MATLAB 开发	143
4.2.5	基于 Hopfield 网络的数字识别	147
4.3	CG 网络模型及应用	149
4.3.1	CG 神经网络理论	149
4.3.2	基于 CG 网络的有限元分析	150
4.4	盒中脑 (BSB) 模型及 MATLAB 实现	150
4.4.1	BSB 神经网络模型描述	150
4.4.2	BSB 的 MATLAB 实现	151
4.5	双向联想记忆 (BAM) 及 MATLAB 实现	153
4.5.1	Kosko 型 BAM 网络模型	153
4.5.2	BAM 网络的实例分析	154
4.6	回归 BP 网络及应用	156
4.6.1	回归 BP 网络概述	156
4.6.2	基于回归 BP 网络的房价预测	157
4.7	Boltzmann 机网络及仿真	158
4.7.1	BM 网络的基本结构	158
4.7.2	BM 模型的工作规则和学习规则	159
4.7.3	BM 网络的 MATLAB 仿真	162
4.8	小结	164
第 5 章	自组织与 LVQ 神经网络理论及 MATLAB 实现	165
5.1	自组织竞争网络及 MATLAB 实现	165
5.1.1	基本竞争型神经网络概述	165
5.1.2	自组织竞争网络的应用	166

5.2	自组织特征映射 (SOM) 神经网络及 MATLAB 实现	168
5.2.1	SOM 网络的结构	169
5.2.2	SOM 网络学习算法	170
5.2.3	基于 SOM 网络的土壤分类	171
5.2.4	基于 SOM 网络的人口分类	173
5.3	自适应共振理论模型 (ART) 及 MATLAB 实现	178
5.3.1	ART-1 型网络模型描述	178
5.3.2	ART-1 网络的学习及工作过程	179
5.3.3	ART-1 网络的应用实例	180
5.4	学习矢量量化 (LVQ) 神经网络及 MATLAB 实现	183
5.4.1	LVQ 网络的结构	183
5.4.2	LVQ 网络的学习规则	184
5.4.3	基于 LVQ 网络的模式识别	185
5.5	对向传播网络 (CPN) 及 MATLAB 实现	189
5.5.1	CPN 概述	189
5.5.2	CPN 应用实例	192
5.6	小结	197
第 6 章	图形用户界面 GUI	199
6.1	概述	199
6.2	网络设计	200
6.3	网络训练与仿真	202
6.4	数据操作	204
6.4.1	工作空间到 GUI 的数据导入	204
6.4.2	GUI 到工作空间的数据导出	205
6.4.3	数据的存储和读取	207
6.4.4	数据删除	208
6.5	小结	209
第 7 章	神经网络控制理论及应用设计	211
7.1	神经网络控制结构	211
7.1.1	神经网络监督控制	211
7.1.2	神经网络直接逆控制	213
7.1.3	NN 自适应控制	213
7.1.4	神经网络内模控制	215
7.1.5	神经网络预测控制	215
7.1.6	神经网络自适应评判控制	216
7.2	反馈线性化控制及 MATLAB 实现	217
7.2.1	基于神经网络的反馈线性化控制原理	217
7.2.2	反馈线性化控制实例	218
7.3	基于 Simulink 的神经网络控制	222
7.3.1	基于神经网络的 MPC 原理	222
7.3.2	模型预测控制实例	224

7.4	小结	230
第 8 章	基于神经网络的故障诊断	231
8.1	神经网络与故障模式识别	231
8.1.1	常用的模式识别方法	232
8.1.2	神经网络在故障模式识别中的应用	232
8.2	基于 BP 网络和 Elman 网络的齿轮箱故障诊断	234
8.2.1	工程描述	234
8.2.2	输入和目标向量设计	234
8.2.3	BP 网络设计	235
8.2.4	Elman 网络设计	238
8.3	基于 SOM 网络的回热系统故障诊断	240
8.3.1	背景	240
8.3.2	SOM 网络设计	241
8.4	基于概率神经网络的故障诊断	243
8.4.1	概述	243
8.4.2	基于 PNN 的故障诊断	243
8.4.3	结论	245
8.5	基于 BP 网络的设备状态分类器设计	246
8.5.1	BP 网络设计	246
8.5.2	网络训练	248
8.5.3	网络测试与应用	249
8.6	基于 RBF 网络的船用柴油机故障诊断	250
8.6.1	问题描述	250
8.6.2	涡轮增压系统的故障诊断	251
8.6.3	网络设计	253
8.7	小结	255
第 9 章	基于神经网络的预测	257
9.1	引言	257
9.2	基于神经网络的预测原理	258
9.2.1	正向建模	258
9.2.2	逆向建模	258
9.3	电力系统负荷预报的 MATLAB 实现	259
9.3.1	问题描述	259
9.3.2	输入/输出向量设计	260
9.3.3	BP 网络设计	261
9.3.4	网络训练	262
9.4	河道浅滩演变预测的 MATLAB 实现	264
9.4.1	基于 BP 网络的演变预测	264
9.4.2	基于 RBF 网络的演变预测	270
9.4.3	结论	271
9.5	地震预报的 MATLAB 实现	271

9.5.1	概述	272
9.5.2	BP 网络设计	273
9.5.3	BP 网络训练与测试	273
9.5.4	地震预测的竞争网络模型	278
9.6	交通运输能力预测的 MATLAB 实现	280
9.6.1	背景概述	280
9.6.2	网络创建与训练	281
9.6.3	结论与分析	285
9.7	股市预测的 MATLAB 实现	287
9.7.1	股市概述	287
9.7.2	网络训练与测试	288
9.8	财务失败预测的 MATLAB 实现	289
9.8.1	问题描述	290
9.8.2	样本的收集和处理	290
9.9	农作物虫情预测的 MATLAB 实现	292
9.9.1	基于神经网络的虫情预测原理	293
9.9.2	BP 网络设计	293
9.10	小结	297
第 10 章	基于神经网络的模糊控制	299
10.1	引言	299
10.2	神经网络模糊控制的结构和特征	299
10.2.1	神经网络模糊控制器的结构	299
10.2.2	神经网络模糊控制器的特征	300
10.2.3	神经网络模糊控制器的应用实例	302
10.3	基于 MATLAB 的神经模糊控制洗衣机仿真	305
10.3.1	洗衣机的模糊控制	305
10.3.2	洗衣机的神经网络模糊控制器的设计	307
10.4	小结	310
第 11 章	基于神经网络的自适应噪声抵消技术	313
11.1	引言	313
11.2	自适应噪声抵消实现原理	314
11.2.1	自适应滤波器	314
11.2.2	自适应噪声抵消系统基本原理	315
11.3	噪声抵消系统的 MATLAB 仿真	316
11.3.1	BP 网络模型建立	316
11.3.2	基于神经网络工具箱的 BP 网络学习和训练	316
11.3.3	基于 Simulink 的噪声抵消系统设计及动态仿真	319
11.4	小结	321
参考文献		323

第 1 章 概 述

本章主要介绍了 MATLAB 和神经网络的一些基础知识。首先介绍了 MATLAB 7 及其神经网络工具箱的知识,这里介绍的知识在以后的几章中都会用到,是基于 MATLAB 7 进行神经网络分析、设计与实现工作的知识基础。对于神经网络,本章从神经网络的产生、发展,神经网络模型的建立,以及人工神经网络等方面进行了概括性的说明,使读者对神经网络有个初步的认识。

本章主要内容:

- MATLAB 语言简介
- MATLAB 快速入门
- 神经网络发展史

1.1 MATLAB 语言简介

1.1.1 MATLAB 概述

MATLAB 诞生于 20 世纪 70 年代,它的编写者是 Cleve Moler 博士和他的同事。当时,他们利用 Fortran 开发了两个子程序库——EISPACK 和 LINPACK。这两个子程序库是求解线性方程的程序库。但是, Cleve Moler 发现学生使用这两个程序库有困难,主要问题是因为接口程序不好写,很费时间。于是, Cleve Moler 自己动手,在业余时间编写了 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB,意为矩阵(Matrix)和实验室(Laboratory)的组合。以后几年, MATLAB 作为免费软件在大学里被广泛使用,深受大学生的喜爱。

1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司,正式把 MATLAB 推向市场,并继续进行 MATLAB 的开发。1993 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0; 1995 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版 (For Win3.x); 1997 年,推出 MATLAB 5.0; 2000 年 10 月, MathWorks 公司推出 MATLAB 6.0; 2002 年 8 月,发布了 MATLAB 6.5, 2004 年 9 月发布了最新版本的 MATLAB 7。每一次版本的推出都使 MATLAB 有了长足的进步,界面越来越友好,内容越来越丰富,功能越来越强大,帮助系统越来越完善。

MATLAB 长于数值计算,能处理大量的数据,而且效率比较高。MathWorks 公司在此基础上加强了 MATLAB 的符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制能力,增强了 MATLAB 的市场竞争力,使 MATLAB 成为了市场主流的数值计算软件。

MATLAB 产品族是支持从概念设计、算法开发、建模仿真到实时实现的理想的集成环境。无论是进行科学研究还是产品开发, MATLAB 产品族都是必不可少的工具。

1. MATLAB 的应用领域

MATLAB 产品族可用于以下领域:

- 数据分析
- 数值和符号计算
- 工程与科学绘图
- 控制系统设计
- 数字图像信号处理
- 财务工作
- 建模、仿真、原型开发
- 图形用户界面设计等

MATLAB 产品族被广泛地应用于包括信号与图像处理、控制系统设计、系统仿真等诸多领域。开放式的结构使 MATLAB 产品族很容易针对特定的需求进行扩充,从而在不断深化对问题的认识的同时,提高自身的竞争力。

MATLAB 产品族的一大特性是有众多的面向具体应用的工具箱和仿真模块,包含了完整的函数集,用来对信号与图像处理、控制系统设计、神经网络等特殊应用进行分析和设计。同时,其他的产品也延伸了 MATLAB 的能力,包括数据采集、报告生成和依靠 MATLAB 语言编程产生独立的 C/C++ 代码等。

2. MATLAB 的产品构成

MATLAB 主要产品有:

- **MATLAB:** 所有 MathWorks 公司产品的数值分析和图形基础环境。MATLAB 将 2D 和 3D 图形、MATLAB 语言编程集成到一个单一的、易学易用的环境之中。
- **MATLAB Toolbox:** 一系列专用的 MATLAB 函数库,用于解决特定领域的问题。工具箱是开放的、可扩展的,可以查看其中的算法或开发自己的算法。
- **MATLAB Compiler:** 将 MATLAB 语言编写的 M 文件自动转换成 C 或 C++ 文件,支持用户进行独立的应用开发。结合 Mathworks 提供的 C/C++ 数学库和图形库,用户可以利用 MATLAB 快速地开发出功能强大的独立应用系统。
- **Simulink:** 是结合了框图界面和交互仿真能力的非线性动态系统仿真工具。它以 MATLAB 的数学、图形和语言为基础。
- **Stateflow:** 与 Simulink 框图模型相结合,描述复杂事件驱动系统的逻辑行为,驱动系统可以在不同的模式之间进行切换。
- **Real-Time Workshop:** 直接从 Simulink 框图自动生成 C 或 Ada 代码,用于实现快速原型和硬件的仿真,整个代码的生成可以根据需要完全定制。
- **Simulink Blockset:** 专门为特定领域设计的 Simulink 功能模块的集合,用户也可以利用已有的模块或自行编写的 C 和 MATLAB 程序建立自己的模块。

3. MATLAB 的功能

MATLAB 的核心是一个基于矩阵运算的快速解释程序,它交互式地接收用户输入的各项命令,输出计算结果。MATLAB 提供了一个开放式的集成环境,用户可以运行系统提供的大量命令,包括数值计算、图形绘制和代码编制等。具体来说, MATLAB 具有以下功能:

- 数据可视化功能
- 矩阵运算功能
- 大量的工具箱
- 绘图功能
- GUI 设计
- Simulink 仿真

通过运用 MATLAB 这些强大的功能,工程师、科研人员、数学家和教育工作者可以在统一的平台下完成相应的科学计算工作。这些工作涉及到的领域非常广泛,例如汽车、电子、仪器仪表和通讯等。

MathWorks 公司刚刚推出了 MATLAB R14 版本产品,即 MATLAB 7,主要包括 12 个新产品模块,同时还升级了 28 个产品模块。

1.1.2 MATLAB 语言特点

MATLAB 语言有不同于其他高级语言的特点,它被称为第四代计算机语言。如同第三代计算机语言(如 Fortran 语言、C 语言等)使人们摆脱了对计算机硬件的依赖一样,第四代语言 MATLAB 使人们从繁琐的程序代码中解放了出来。它丰富的函数库使开发者省去了大量的重复编程。MATLAB 语言最大的特点就是简单和快捷。

1. 编程效率高

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言,允许用数学形式的语言来编写程序,比 Basic、Fortran 和 C 等语言更加接近我们书写计算公式的思维方式,用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列出公式与求解问题一样。因此, MATLAB 语言也可以通俗地称为“演算纸”式科学算法语言,正是由于它编写简单,所以编程效率高,易学易懂。

2. 用户使用方便

MATLAB 语言是一种解释执行的语言(在没被专门的工具编译之前),它灵活、方便,调试手段丰富,调试速度快。人们用任何一种语言编写程序和调试程序一般都要经过 4 个步骤:编辑、编译、连接,以及执行和调试。各个步骤之间是顺序关系,编程的过程就是在它们之间做瀑布型的循环。MATLAB 语言与其他语言相比,把编辑、编译、连接和执行融为一体。它能在同一界面上进行灵活操作,快速排除输入程序中的书写错误、语法错误,甚至语义错误,从而加快了开发者编写、修改和调试程序的速度,可以说,在编程和调试过程中它是一种比 Visual Basic 还要简单的语言。

具体地说,在运行 MATLAB 时,如果直接在命令行输入 MATLAB 语句(命令),包括调用 M 文件的语句,每输入一条语句,就会立即对其进行处理,完成编译、连接和运行的全过程。又如,将 MATLAB 源程序编辑为 M 文件时,由于 MATLAB 磁盘文件也是 M 文件,所以编辑后的源文件就可直接运行,而不需要进行编译和连接。在运行 M 文件时,如果有错误,计算机屏幕上就会给出详细的出错信息,使它经过修改后再执行,直到正确为止。所以, MATLAB 语言不仅是一种语言,广义上更可以称为一种语言开发系统、语言调试系统。

3. 扩充能力强, 交互性好

高版本的 MATLAB 语言拥有丰富的库函数, 在进行复杂的数学运算时可以直接调用, 而且 MATLAB 的库函数同用户文件在形成方式上一样, 所以用户文件也可以作为 MATLAB 的库函数被调用。因而, 开发者可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数, 以便提高 MATLAB 的使用效率和扩充它的功能。另外, 为了充分利用 Fortran、C 等语言的资源, 包括开发者已经编辑好的 Fortran、C 语言等程序, 可以通过建立 Me 文件的形式, 进行混合编程, 方便地调用有关的子程序; 还可以在 C 语言和 Fortran 语言中方便地使用 MATLAB 的数值计算功能, 这些良好的交互性使程序员可以使用以前编写过的程序, 减少重复性工作, 也使编写的程序具有可重复利用的价值。

4. 移植性很好, 开放性很好

MATLAB 是用 C 语言编写的, 而 C 语言的可移植性很好。于是, MATLAB 可以很方便地被移植到能运行 C 语言的操作平台上。MATLAB 适合的工作平台有 Windows 系列、UNIX、Linux、VMS 6.1 和 PowerMac。除了内部函数外, MATLAB 所有的核心文件和工具箱文件都是公开的, 都是可读可写的源文件, 用户可以通过对源文件的修改和自己编程构成新的工具箱。

5. 语句简单, 内涵丰富

MATLAB 语言中最基本最重要的成分是函数, 其一般形式为「a,b,c,...」= fun(d,e,f,...), 即一个函数由函数名、输入变量 d,e,f,... 和输出变量 a,b,c,... 组成。同一函数名 F、不同数目的输入变量 (包括无输入变量) 及不同数目的输出变量, 代表着不同的含义 (有点像面向对象中的多态性)。这不仅使 MATLAB 的库函数功能更丰富, 而且大大减少了需要的磁盘空间, 使得 MATLAB 编写的 M 文件简单、短小而高效。

6. 高效方便的矩阵和数组运算

MATLAB 语言像 Basic、Fortran 和 C 语言一样规定了矩阵的算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符, 而且这些运算符大部分可以原封不动地照搬到数组间的运算中, 有些如算术运算符只要增加 “.” 就可用于数组间的运算。另外, 它不需要定义数组的维数, 只需给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数, 使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时, 显得更加简捷、高效, 这是其他高级语言所不能比拟的。在此基础上, 高版本的 MATLAB 已逐步扩展到科学及工程计算的其他领域。因此, 不久的将来, 它一定能名副其实地成为 “万能演算纸” 式的科学算法语言。

7. 方便的绘图功能

MATLAB 的绘图功能是十分方便的, 它有一系列绘图函数 (命令), 例如线性坐标、对数坐标、半对数坐标及极坐标。使用时均只需调用不同的绘图函数 (命令), 在图上标出图题、XY 轴标注, 格 (栅) 绘制也只需调用相应的命令, 简单易行。另外, 在调用绘图函数时可以通过调整自变量绘出不变颜色的点、线、复线或多重线。这种为科学研究着想的设计是其他通用的编程语言所不及的。