

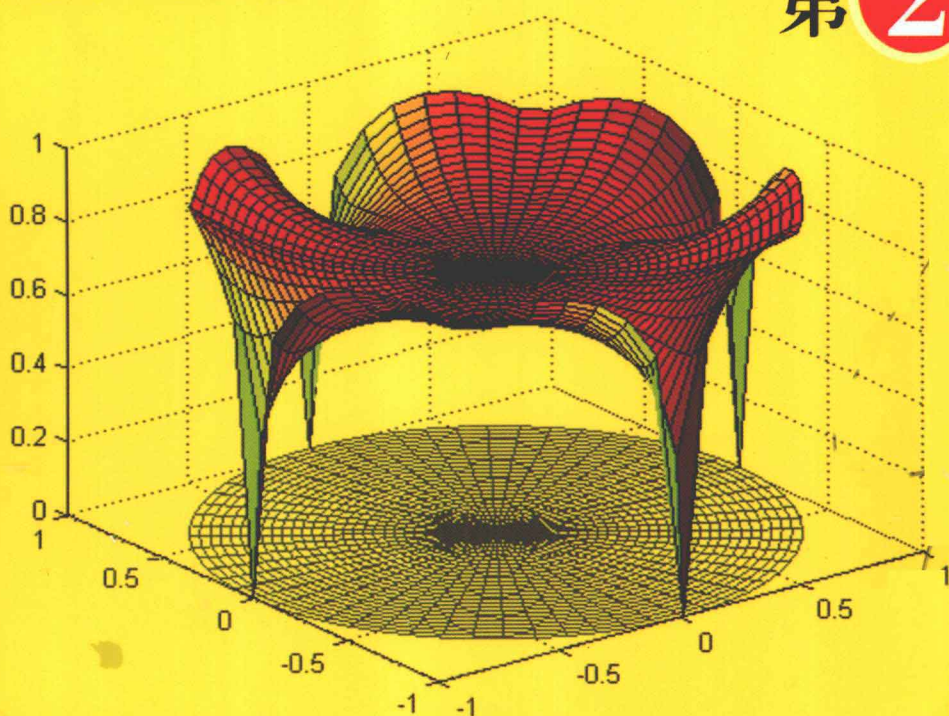
MATLAB 工程应用书库

MATLAB

神经网络应用设计

张德丰 等编著

第2版



网上提供源代码下载
www.cmpbook.com

- 合理、完善的知识体系结构
- 内容丰富，重点突出，应用性强
- 免费提供相关程序源代码下载
- 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 工程应用书库

MATLAB 神经网络应用设计

第 2 版

张德丰 等编著



机械工业出版社

本书以 MATLAB R2011a 为平台编写, 简洁明了地介绍了神经网络理论及其实现方法、神经网络背景及其 MATLAB 工具箱。同时又紧密联系实际应用, 以具体的实例说明函数的使用方法, 在实例中强调了如何应用 MATLAB 神经网络工具箱解决实际中的问题、难题。全书共分 9 章, 首先讲解了 MATLAB 及神经网络的概述, 让读者对 MATLAB 及神经网络有一个大致的认识, 接着分别介绍了神经网络工具箱函数、前向型神经网络、反馈型神经网络、竞争型神经网络、神经网络的控制系统预测及诊断、神经网络图形用户接口、神经网络的 Simulink 和自定义神经网络等内容, 让读者全面领略到 MATLAB 在神经网络中的应用。

本书可作为高等理工科院校电子信息、通信工程及自动控制等学科的本科生的教学参考用书, 也可供研究生以及从事神经网络研究的科研工作者学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 神经网络应用设计 / 张德丰等编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2011. 12

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-37308-7

I. ①M… II. ①张… III. ①人工神经网络—Matlab 软件—程序设计
IV. ①TP183

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 014644 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁 诚 张淑谦

责任编辑: 张淑谦

责任印制: 杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 3 月第 2 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm · 25.75 印张 · 638 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37308-7

定价: 59.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言



MATLAB R2011a 作为美国 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的理想的集成环境,是目前最好的科学计算类软件。MATLAB R2011a 新功能包括 MATLAB 和 Simulink 的新功能、两种新产品以及对 81 种其他产品的更新和缺陷修复程序。

人工神经网络是由大量简单的神经元相互连接而成的自适应非线性动态系统。人工神经网络作为生物控制论的一个成果,其触角几乎已延伸到各个工程领域,吸引着不同专业领域的专家从事这方面的研究和开发工作,并且在这些领域中形成了新的生长点。人工神经网络从理论探索进入大规模工程实用阶段,到现在也只有短短十几年的时间。它的工作原理和功能特点接近于人脑,不是按给定的程序一步一步地机械执行,而是能够自适应环境,总结规律,完成运算、识别和控制工作。一般人工神经网络的主要特征为:①大规模的并行处理和分布式的信息存储;②极强的自学、联想和容错能力;③良好的自适应性和自组织性;④多输入、多输出的非线性系统。这些特征使它基本符合工程的要求。

正是由于人工神经网络是一门新兴的学科,它在理论、模型、算法、应用和实现等方面都还有很多空白点需要努力探索、研究和开发。因此,许多国家的政府和企业都投入了大量的资金,组织大量的专家对人工神经网络的广泛问题立项研究。我国对人工神经网络的研究起步于 20 世纪 70 年代末期,20 世纪 90 年代以来发展迅速。目前,人工神经网络已在我国科研、生产和生活中产生了普遍而巨大的影响。

MATLAB 中所搭配的 Neural Network Toolbox,将神经网络领域研究的成果完整地覆盖,它以人工神经网络理论为基础,用 MATLAB 语言构造出典型神经网络的激活函数,如 S 型、线性、竞争层、饱和线性等激活函数,使设计者对所选定网络输出的计算,变成对激活函数的调用。另外,根据各种典型的修正网络权值的规则,加上网络的训练过程,用 MATLAB 编写出了各种网络设计与训练的子程序,网络的设计者可以根据自己的需要去调用工具箱中有关神经网络的设计训练程序,使自己能够从烦琐的编程中解脱出来,集中精力去思考问题和解决问题,从而提高效率和解题质量。

本书内容共包括 9 章,下面阐述每章的主要内容。

第 1 章: MATLAB 及神经网络的概述。主要介绍了 MATLAB 的发展史、MATLAB 用户界面、MATLAB 工作环境、程序结构、神经网络的基本概念等内容。

第 2 章: 神经网络工具箱函数。主要介绍了感知器神经网络工具箱函数、线性神经网络工具箱函数、BP 神经网络工具箱函数、径向基神经网络工具箱函数等内容。

第 3 章: 前向型神经网络。主要介绍了感知器神经网络、线性神经网络、BP 神经网络、径向基神经网络等内容。

第 4 章: 反馈型神经网络。主要介绍了反馈网络的概念、Hopfield 神经网络、Elman 神经网络、Boltzmann 机网络等内容。

第 5 章: 竞争型神经网络。主要介绍了竞争型神经网络的概念与原理、几种联想学习规



则、自组织竞争神经网络模型等内容。

第 6 章：神经网络的控制系统预测及诊断。主要介绍了神经网络的预测控制、NARMA-L2（反馈线性化）控制、地震预报的 MATLAB 实现、基于 RBF 网络的船用柴油机故障诊断等内容。

第 7 章：神经网络图形用户接口。主要介绍了图形用户界面介绍、网络设计、网络的训练与仿真、GUI 数据处理等内容。

第 8 章：神经网络的 Simulink。主要介绍了 Simulink 交互式仿真集成环境、Simulink 神经网络模块、Simulink 神经网络设计等内容。

第 9 章：自定义神经网络。主要介绍了自定义网络、自定义函数等内容。

本书结合了作者多年来的教学和研究实践经验，并力图体现以下三个特点。首先，将神经网络理论和应用举例两者相结合，本书每介绍一个知识点的理论都有相应的应用举例；其次，系统介绍了神经网络设计应用的知识内容，使读者对数字神经网络学科有一个全面的了解；最后，根据国内有关专业本科生和研究生的培养规划，介绍了神经网络技术方面的新理论、新技术、新标准和新应用，使读者充分了解神经网络技术的发展与应用。

本书主要由张德丰编写，参与编写的还有何正风、周品、赵新芬、赵书兰、余俊渠、刘志为、张欢、丁伟雄、杨文茵、周燕、崔如春和杨跃武。本书力求内容丰富、图文并茂、文字流畅，使之成为一本学习和使用 MATLAB 神经网络应用方面有价值的参考书，但错误或疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

性能监控方法，最后介绍了 Memcached 的几种升级产品和 Memcached 的使用经验。

数据备份恢复篇（第 4 章至第 6 章）

数据备份恢复篇介绍了几个常用的备份恢复软件：bacula、rsync、unison 和 ext3grep。

第 4 章讲述了开源备份软件 bacula 的安装、使用与管理技巧，然后通过实例方式介绍了在 bacula 上进行完全备份、增量备份、差异备份、完全恢复、不完全恢复的具体操作步骤。

第 5 章讲述了开源数据镜像备份工具 rsync 和 unison 的使用，主要介绍两个软件的安装和配置，接着通过两个实际的企业案例演示了这两个工具在生产环境中的使用过程。

第 6 章讲述了如何利用 ext3grep 工具恢复误删除的数据文件和 MySQL 数据库的方法。

网络存储应用篇（第 7 章和第 8 章）

网络存储应用篇介绍了网络存储技术 iSCSI 和分布式存储系统 MFS。第 7 章主要讲述 iSCSI 的概念、组成、安装、配置和使用，还介绍了 iSCSI 在安全方面的设置方法。第 8 章介绍了分布式文件存储系统 MFS 的结构、安装配置和基本的管理维护。

运维监控与性能优化篇（第 9 章和第 10 章）

运维监控与性能优化篇介绍了 Nagios 监控软件及 Linux 服务器的性能优化方法。第 9 章主要讲述 Nagios 的安装、配置和使用，以及如何利用外部插件扩展 Nagios 的监控功能。第 10 章通过理论与实践相结合的方法系统地讲述了 Linux 服务器的性能分析原则和优化方法，同时，还通过两个具体的案例一步步演示 Web 应用系统的优化过程。

集群高级应用篇（第 11 章至第 14 章）

集群高级应用篇是本书的重点，主要介绍了高可用集群和负载均衡集群的应用案例。第 11 章讲述了通过 LVS+heartbeat、piranha、LVS+Keepalived 构建高可用的负载均衡集群的方法。第 12 章介绍了红帽集群套件 RHCS 的安装、配置、管理、维护和监控。第 13 章讲解了 Oracle 集群解决方案，即 Oracle RAC 数据库的搭建、使用和维护过程。第 14 章是本书内容的综合体，从实战出发，系统讲述了 MySQL+heartbeat+DRBD+LVS 集群解决方案的搭建过程。

勘误和支持

本书主要由高俊峰编写，其中，第 3 章、第 14 章杨海潮参与撰写，第 8 章陶利军参与撰写。

由于作者的水平有限，加之编写的时间仓促，书中难免会出现一些错误或不准确的地方，不妥之处恳请读者批评指正。

本书的修订信息会发布在笔者的博客上，地址为 <http://ixdba.blog.51cto.com>。笔者会在该博客中不定期更新书中的遗漏，当然，也欢迎读者将遇到的疑惑或书中的错误在博客留言中

提出。如果您有更多的宝贵意见，也欢迎发送邮件至作者的邮箱（m13388@163.com），或加入本书的微群（q.weibo.com/943166），期待能够收到你们的真挚反馈。

致谢

首先要感谢我的爸爸妈妈，感谢你们将我培养成人，并时时刻刻向我传递信心和力量！

感谢好友杨海潮、陶利军、郑辉，他们从技术角度对本书某些章节进行了修改和补充，并提出了很多意见和建议。

感谢我所在公司的杨武先生，感谢我的挚友王超、兰海文，是他们的鼓励和支持让我坚持写完了这本书。

感谢机械工业出版社华章公司的编辑杨福川老师和姜影老师，此书的出版离不开他们的辛苦付出。

感谢 IXPUB 社区每一位充满创意和活力的朋友——IXPUB 管理员齐宝玮（网络忏悔）、资深系统管理员田逸（sery）、IXPUB 版主郭瑞佳（grjboy30）、IXPUB 版主李康（winsky）、CU 网友昌德胜（molecar），以及社区中遇到的其他朋友，感谢你们长期对社区的支持和贡献。感谢华章培训网妙妙老师的引荐，您的努力才促成了这本书的出版。

谨以此书献给我最亲爱的家人以及众多热爱 Linux 的朋友们。

高俊峰（南非蚂蚁）

原书致谢

本书编辑人员感谢各位同仁为本书的出版所投入的时间和所付出的努力。除了各位编辑人员做出的贡献以外，为本书出版做出贡献的还有 Dominique Brunel, Leo Chan, Renaud Cuny, Karol Drazynski, Frank Frederiksen, Jack Gora, Zhi-Chun Honkasalo, Seppo Hämäläinen, Kari Horneman, Markka Junti, Jorma Kaikkonen, Troels Kolding, Martin Kristensson, Janna Laiho, Fabio Longoni, Atte Länsisalmi, Nina Madsen, Preben Mogensen, Peter Muszynski, Laurent Noel, Maciej Pakulski, Klaus Pedersen, Johama Pekonen, Patry Pisowacki, Karri Ranta-aho, Jussi Reunanen, Oscar Salonaho, Jouni Sadonen, Hams-Jurgen Schwarzbauer, Kari Sipilä, Tommi Uitto, Jukka Vialen, Jaakko Vihriälä, Achim Wachker, Jeroen Wigard。

就在我们致力于本书的出版过程中，来自诺基亚和诺基亚西门子网络的我们的许多同事为本书的内容提出了许多的建议并发现了不少有误之处。另外，其他一些公司的同仁们也帮助我们改进本书的质量。本书的编辑要感谢来自 Heikki Ahava, Erkka Ala-Tauriala, David Astely, Erkki Autio, Mattew Baker, Luis Barreto, Johan Bergnan, Angelo Cenonza, Kai Heikkinen, Kari Heiska, Kimmo Hiltunen, Klaus Hugl, Alberg Höglund, Kaisu Iisakkila, Ann-Louise Johansson, /Kalle Jokio, Susanna Kallio, Istvan Kovacs, Ilkka Keskitalo, Pasi Kinnunen, Tero Kola, Petri Komulainen, //Mika Laasonen, Lauri Laitinen, Olivier Claude Lebreton, Anne Leino, Arto Leppisasari, Perti Lukander, Esko Lutinen, ///Peter Merz, Wolf-Dietrich Moeller, Risto Mononen, Jonathan Moss, Jari Mäkinen, Magdalena Duniewicz Noel, Olli Nurminen, Tero Ojanperä, Lauri Oksanen, Kari Pajukoski, Kari Pehkonen, /Eetu Prieur, Mika Rinne, Sabine Roessel, Rauno Ruismaki, David Soldani, Agnieszka Szufarska, Pekka Talmola, Kimmo Terävä, Mitch Tseng, Anti Tölli, Veli Voipio, Helen Wait, Dong Zhao 等人的宝贵意见。

John Wiley & Son 公司参与本书制作的团队为本书的出版提供了很好的支持并一直努力保证本书的进度要求。我们各位编辑要特别感谢 Sarah Tiley 和 Mark Hammond, 感谢他们在本书的制作过程中帮助解决了很多实际问题。还要特别感谢负责本书校订的编辑，因为他的努力使得书中英语的表达更符合工程的习惯用语。

我们还要向我们各自的家庭和各位作者的家庭表示深深的致意，感谢他们的

容忍和支持，特别是在本书制作的各个重要当口，每当需要在夜深人静和周末加班编辑的时候他们所体现的容忍和给予的支持。

在此还要特别感谢我们所在的机构——诺基亚西门子网络公司，感谢它对本书的支持和鼓励，并感谢公司为本书的出版提供了插图。

最后，我们对在无线领域工作的各位同仁的努力表示感谢，感谢大家在第三代伙伴计划 (3GPP) 里所做的大量工作。正是这些工作，在短短一年的时间里产生了全球的 WCDMA 标准，是它为本书创设了一个基本架构。没有这样一些原创性的工作，绝不可能有本书的出版。

各位编辑和作者欢迎为本书的改进和修改提出任何的评论和建议，这些都有可能将在本书未来的版本中得以体现。欢迎将反馈意见发送到编辑部的邮箱地址 harri.holma@nsn.com 和 atti.toskala@nsn.com。

本书是一本非常著名和权威的 WCDMA 技术方面的参考书，主要介绍了第三代移动通信系统中的 WCDMA 无线传输技术，重点是 WCDMA 的技术特点和演进。具体内容为：WCDMA 技术及其标准化、WCDMA 无线接入网络结构、物理层与无线接口协议、无线网络规划与无线资源管理、高速下行链路分组接入（HSDPA）、高速上行链路分组接入（HSUPA）、WCDMA 新业务与性能分析、高速分组接入技术的演进（HSPA+）、UT-RAN 的长期演进（LTE）、基于 TDD 的 TD-SCDMA、家庭基站以及终端射频的设计等。

本书可供从事电信工作，特别是从事移动通信工作的工程技术人员和管理人员阅读；也可作为高等院校相关专业或从事相关课题研究的本科生、研究生的重要参考书。

关于书籍

1. 您购买的图书书名: _____ ISBN: _____
2. 您是通过何种渠道了解到本书的?
☐报刊杂志 ☐电视台电台 ☐书店 ☐别人推荐 ☐其他 _____
3. 您对本书的评价
内容 ☐好 ☐一般 ☐较差
编排 ☐易于阅读 ☐一般 ☐不好阅读
封面 ☐好 ☐一般 ☐较差
4. 您在何处购买的本书
☐书店 ☐网络 ☐机场 ☐超市 ☐其他 _____
5. 您所关注的图书领域是:
☐投资理财 ☐人力资源 ☐销售/营销 ☐财务会计 ☐管理学与实务 ☐其他 _____
6. 您愿意以何种方式获得我们相关图书的信息?
☐电子邮件 ☐传真 ☐书目 ☐试读本
7. 如果您希望我们发送新书信息给您公司的负责人, 请注明所推荐人的:
姓名 _____ 职务 _____ 电话 _____
地址 _____ 邮件 _____

感谢合作! 请确认我们的联系方式

联系人: 胡嘉兴

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号机械工业出版社经管分社

邮编: 100037

电话: 010-88379705

传真: 010-68311604

电子邮箱: hjx872004@yahoo.com.cn

登记表电子版下载请登录:

<http://www.golden-book.com/clubcard.asp> 或 <http://www.golden-book.com>

如方便请赐名片, 谢谢!

目 录

前言

第 1 章 MATLAB 及神经网络的概述	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的发展史	1
1.1.2 MATLAB 的主要功能	3
1.1.3 MATLAB 的语言特点	4
1.1.4 MATLAB R2011a 新功能	4
1.2 MATLAB 工作环境	5
1.2.1 命令窗口	6
1.2.2 历史窗口	8
1.2.3 工作空间	9
1.2.4 数组编辑窗口	9
1.2.5 当前文件夹	10
1.2.6 搜索路径	10
1.3 帮助系统	12
1.3.1 文本格式帮助文件	12
1.3.2 PDF 格式帮助文件	14
1.3.3 帮助交互界面	14
1.4 MATLAB 的通用命令	16
1.5 MATLAB 的数值	17
1.6 MATLAB 的变量	17
1.7 MATLAB 矩阵处理	19
1.7.1 矩阵的操作	19
1.7.2 矩阵与数组区别	21
1.8 M 文件	21
1.8.1 脚本文件	21
1.8.2 函数文件	23
1.8.3 M 文件的组成	24
1.9 MATLAB 的流程控制结构	25
1.9.1 分支结构	25
1.9.2 循环结构	28
1.9.3 continue 结构	29
1.9.4 break 结构	30
1.10 神经网络的基本概念	30
1.10.1 生物神经元的结构与功能特点	30

第1章 MATLAB及神经网络的概述



MATLAB 是 MATRIX LABORATORY (矩阵实验室) 的简称, 是以线性代数软件包 LINPACK 和特征值计算软件 EISPACK 中的子程序为基础发展起来的, 是运用于科学计算和数据可视化的开放型高级编程语言。其主要优点体现在很多方面。

- 拥有交互式的程序开发环境, 用户可以直接在窗口中修改程序, 使程序的编写和执行同步进行。
- 运用符合人们思维习惯和数学表达方式的程序语言设计。
- 提供了丰富的函数和工具箱, 用户仅需调用简单的函数指令, 即可执行任务操作。
- 提供了丰富的图形及动画来对计算效果进行可视化显示, 直接给用户直观的认识。
- 所有数值对象都默认以双精度浮点类型数组存储, 无需用户进行数据类型的声明和转换。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是一款成熟的软件, 同时也是不断扩展的软件, 其更新速度比较快, 功能也越来越强大。

1.1.1 MATLAB 的发展史

1. 最初版本的 MATLAB

在 20 世纪 70 年代, Cleve Moler 博士和同事共同开发了一个 Fortran 子程序库, 调用 EISPACK 和 LINPACK。其中, EISPACK 是特征值求解的程序库, LINPACK 是解线性方程的程序库。在 20 世纪 70 年代后期, Cleve Moler 编写了 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序, 并给这个接口程序命名为 MATLAB。这就是历史上最初版本的 MATLAB。

2. 第一个商业版本

在 1983 年, 工程师 John Little 首先察觉到 MATLAB 在工程领域的应用前景。他和 Cleve Moler、Steve Bangert 用 C 语言开发了第二代 MATLAB, 并成立了 MathWorks 公司。这个版本的 MATLAB 语言具备了数值计算和数据图示化的功能。同时, 该公司在同年推出了第一个商业版本的 MATLAB。

3. MATLAB 4.X 版本

在 20 世纪 90 年代初, MathWorks 公司推出了 MATLAB 的 4.X 版本, 1992 年推出了 MATLAB 4.0 版本。并在 1993 年推出微机版, 可在 Windows 操作系统中正常使用, 使得软件的应用范围逐渐扩大。1994 年推出的 4.2 版本扩充功能在图形界面设计方面更提供了新的方法。

4. MATLAB 5.X 版本

在 20 世纪 90 年代后期, MathWorks 公司继续推出 MATLAB 5.X 版本。MATLAB 5.0 版

本可以处理更多的数据结构,如数据结构体、多维矩阵、对角与类等,使其成为编程更方便的语言。1999年初推出的 MATLAB 5.3 版本则进一步改进了 MATLAB 语言的功能。

5. MATLAB 6.X 版本

在 2000 年 10 月底,MathWorks 公司推出 MATLAB 6.0 正式版,在数值算法、界面设计和外部接口等诸多方面有了极大的改进。同时,该公司在 2003 年推出了 MATLAB 6.5 版本。这个版本较前面版本有了质的提升。MATLAB R6.5 采用最新的 JIT 加速技术,提供了更快的执行速度。同时,该版本附带的 Simulink R5 创建出完整的嵌入式系统设计环境。同时,开发者可以在单一的环境下完成工程,并且可以选择自动将算法及应用程序转换成 C++ 程序代码等。该版本在工程通信领域中应用十分广泛。

6. MATLAB 7.X 版本

在 2004 年,MathWorks 公司推出 MATLAB 7.0 版本。该版本相对于之前的 6.X 版本,在界面和功能上都有质的飞跃。其中,在 MATLAB 7.0 中,用户既可以同时使用多个文件和图形窗口,也可以根据自己的习惯和喜好来定制桌面环境,同时还可以为自己定义常用的快捷键;MATLAB 7.0 支持函数嵌套、有条件中断点,可以使用匿名函数定义单行函数;MATLAB 7.0 还提供了新的绘图界面窗口,用户可以不输入 M 函数代码而直接在界面窗口中交互性地创建并编辑图形,同时可以直接从图形窗口中创建对应的 M 代码文件等。在随后的几年中,MathWorks 公司陆续推出 MATLAB 的 7.1~7.13 版本,都不断地优化和提高了 MATLAB 的性能。

根据前面内容的介绍,总结了 MATLAB 的发展史,见表 1-1。

表 1-1 MATLAB 发展历程

版 本 号	建 造 编 号	发 布 时 间
MATLAB 1.0		1984
MATLAB 2		1986
MATLAB 3		1987
MATLAB 3.5		1990
MATLAB 4		1992
MATLAB 4.2C	R7	1994
MATLAB 5.0	R8	1996
MATLAB 5.1	R9	1997
MATLAB 5.1.1	R9.1	1997
MATLAB 5.2	R10	1998
MATLAB 5.2.1	R10.1	1998
MATLAB 5.3	R11	1999
MATLAB 5.3.1	R11.1	1999
MATLAB 6.0	R12	2000
MATLAB 6.1	R12.1	2001
MATLAB 6.5	R13	2002

(续)

版本号	建造编号	发布时间
MATLAB 6.5.1	R13SP1	2003
MATLAB 6.5.2	R13SP2	2005
MATLAB 7	R14	2004
MATLAB 7.0.1	R14SP1	2004
MATLAB 7.0.4	R14SP2	2005
MATLAB 7.1	R14SP3	2005
MATLAB 7.2	R2006a	2006
MATLAB 7.3	R2006b	2006
MATLAB 7.4	R2007a	2007
MATLAB 7.5	R2007b	2007
MATLAB 7.6	R2008a	2008
MATLAB 7.7	R2008b	2008
MATLAB 7.8	R2009a	2009.3.6
MATLAB 7.9	R2009b	2009.9.4
MATLAB 7.10	R2010a	2010.3.5
MATLAB 7.11	R2010b	2010.9.3
MATLAB 7.12	R2011a	2011.4.8
MATLAB 7.13	R2011b	2011.9.1



1.1.2 MATLAB 的主要功能

MATLAB 与 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件，它在数学类科技应用软件中在数值计算方面首屈一指。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等，主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。根据 MATLAB 可以实现的任务性质，将其强大的功能划分为如下几个方面。

1) 数值计算和符号计算功能。MATLAB 以矩阵作为数值操作的基本单位，还提供了十分丰富的数值计算函数。MATLAB 和著名的符号计算语言 Maple 相结合，使得 MATLAB 具有符号计算功能。

2) 绘图功能。MATLAB 提供了两个层次的绘图操作：一种是对图形控点进行的低层绘图操作，另一种是建立在低层绘图操作之上的高层绘图操作。

3) 编程语言。MATLAB 具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入/输出、面向对象等程序语言特征，而且简单易学、编程效果高。

4) MATLAB 工具箱。MATLAB 包含两部分内容，即基本部分和各种可选的工具箱。MATLAB 工具箱分为两大类，即功能性工具箱和学科性工具箱。

1.1.3 MATLAB 的语言特点

被称为第四代计算机语言的 MATLAB，利用其丰富的函数资源，使编程人员从烦琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁，它给用户带来的是最直观、最简洁的程序开发环境。以下简单介绍 MATLAB 的主要特点。

1) 语言简洁紧凑。使用方便灵活，库函数极其丰富。MATLAB 程序书写形式自由，库函数极其丰富。由于库函数都由本领域的专家编写，用户不必担心函数的可靠性。

2) 运算符丰富。由于 MATLAB 是用 C 语言编写的，MATLAB 提供了和 C 语言几乎一样多的运算符，灵活使用 MATLAB 的运算符将使程序变得极为简短。

3) MATLAB 既具有结构化的控制语句（如 for 循环、while 循环、break 语句和 if 语句），也有面向对象的编程的特性。程序限制不严格，程序设计自由度大。

4) 程序的可移植性好。不做修改就可以在各种型号的计算机和操作系统上运行 MATLAB 程序。

5) 强大的绘图功能。MATLAB 具有方便的数据可视化功能，以将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图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。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能作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（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（如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的处理等），MATLAB 同样表现了出色的处理能力。同时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。另外新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面（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。

6) 功能强大的工具箱是 MATLAB 的另一特色。MATLAB 包含两个部分：核心部分和各种可选的工具箱。核心部分中有数百个核心内部函数。其工具箱又分为两类，即功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能。功能性工具箱可用于多种学科。

7) 源程序的开放性。除内部函数外，所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件，用户可通过对源文件的修改及加入自己的文件构成新的工具箱。

MATLAB 的缺点是，和其他高级程序相比程序的执行速度较慢。由于 MATLAB 的程序不用编译等处理，也不生成可执行文件，程序解释执行，所以速度较慢。

1.1.4 MATLAB R2011a 新功能

MATLAB R2011a 新功能包括 MATLAB 和 Simulink 的新功能、两种新产品以及对 81 种其他产品的更新和缺陷修复程序。

在 MATLAB 产品系列中新增重要功能有。

- 改进了 MATLAB 中许多线性代数函数的性能。
- Optimization Toolbox（优化工具箱）中针对二次规划的大规模内点求解器，可对二次规划进行解算。
- Financial Toolbox（金融工具箱）中的面向对象的投资组合优化求解器，并附带周转

率和交易成本。

- Econometrics Toolbox (计量经济学工具箱) 中的 Engle-Granger 和 Johansen 共同测试, 以及 VEC 参数估计。

- MATLAB Compiler (编译器) 使用 Parallel Computing Toolbox (并行计算工具箱) 生成的可执行程序 and 组件最多可使用 8 个本地 worker。

新增了可用于在 MATLAB 和 Simulink 中进行设计的系统工具箱。

- 新增 DSP System Toolbox™ 产品, 结合了 Signal Processing Blockset (信号处理模块) 与 Filter Design Toolbox (滤波器设计工具箱) 功能。
- 新增 Communications System Toolbox (通信系统工具箱) 产品, 结合了 Communications Toolbox (通信工具箱) 与 Communications Blockset (通信模块) 功能。
- 新增 Computer Vision System Toolbox (计算机视觉系统工具箱) 产品, 集成了 Video and Image Processing Blockset (视频和图像处理模块) 的功能并添加了新的计算机视觉算法。
- 新增 Phased Array System Toolbox (相控阵系统工具箱) 产品, 可用于设计、仿真和分析相控阵信号处理系统。

新增代码生成产品有。

- 新增 MATLAB Coder (MATLAB 编译器) 产品, 可直接从 MATLAB 生成可移植 C/C++ 代码。
- 新增 Simulink Coder (Simulink 编译器) 产品, 结合了 Real-Time Workshop 与 Stateflow Coder 的功能。
- 新增 Embedded Coder (嵌入式编译器) 产品, 结合了 Real-Time Workshop Embedded Coder、Embedded IDE Link 与 Target Support Package 功能。

Simulink 产品系列重要功能。

- 信号记录选择器, 能在各模型间比较仿真效果, 并在 Simulink 中运行。
- 可在 Simulink Report Generator 中对来自 XML 文本比较的 Simulink 模型进行合并。
- 对 Simulink HDL Coder、EDA Simulator Link 与 xPC Target 中的 Xilinx 设备提供 FPGA 在环、可自定义 I/O 和板卡支持。
- 可使用 SimDriveline 中的 Simscape 语言进行自定义组件编写。
- 可使用 Simulink Design Verifier (Simulink 设计验证) 中的 Polyspace 技术自动检测溢出、除零设计错误。

1.2 MATLAB 工作环境

MATLAB 既是一种语言, 又是一种编程环境, 在这一环境中, 系统提供了许多编写、调试和执行 MATLAB 程序的便利工具。

用户完成 MATLAB R2011a 的安装并激活后, 启动软件。启动软件有如下三种方法:

- 在系统桌面单击【开始】菜单下的【所有程序】子菜单下的【MATLAB R2011a】选项, 即可打开如图 1-1 所示的工作界面。
- 双击桌面上的 MATLAB 快捷图标打开如图 1-1 所示的 MATLAB 工作界面。