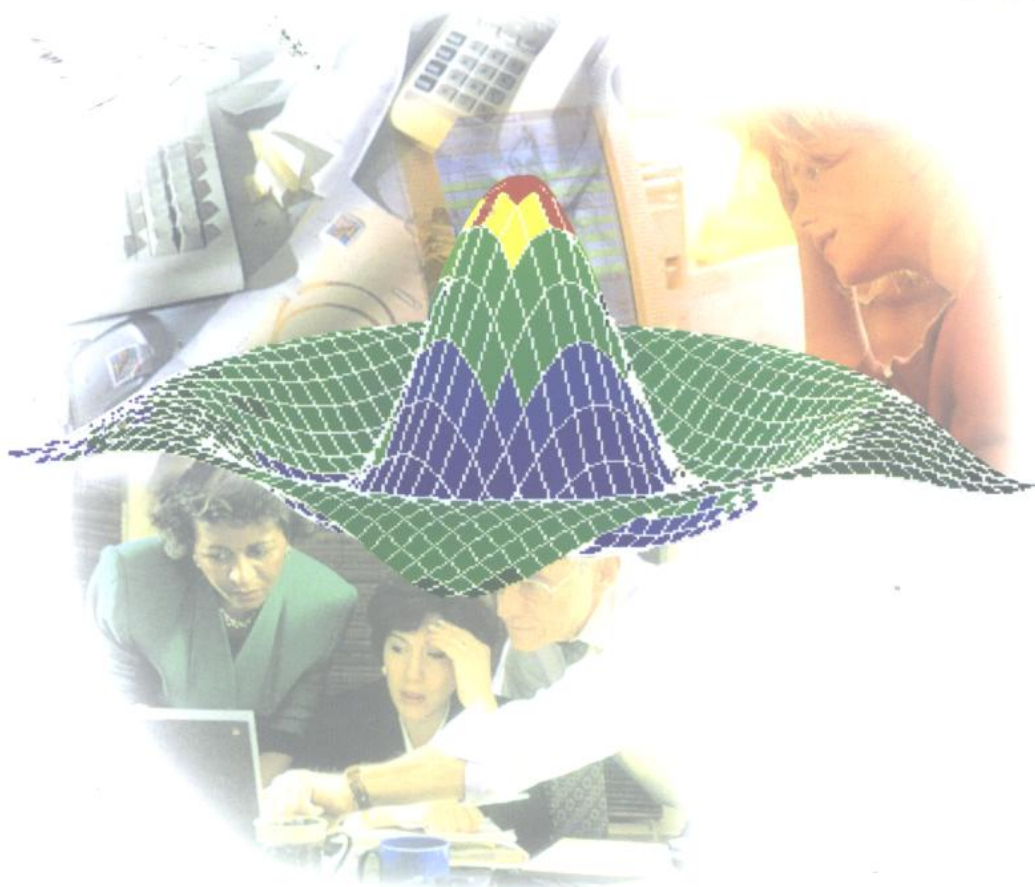


精通

张志涌 等编著

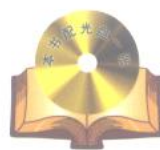
MATLAB

5.3 版



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.cn.net>



TP391.75
ZZY/1

精通 MATLAB

(5.3 版, 附光盘)

张志涌 等编著



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.cn.net>

0059408

内 容 简 介

本书系统讲述 MATLAB5.3 的全新数据结构和扩展后的全部通用功能, 详述了 SIMULINK 3.0 (与 5.3 配套) 的基本操作和新增功能。新数据类型是 MATLAB 升级后最本质的变化。书中用两章的篇幅专述任意高维双精度数值数组、字符串数组、元胞数组和构架数组四种基本内建数据类型; 用九章的篇幅讲述 MATLAB5.3 的数值计算、符号计算、函数和数据可视、面向对象编程、GUI 交互操作界面设计、EXE 独立应用程序生成和 API、M-book 数据图形文字环境集成等通用功能; 另用一章由浅入深地专述 SIMULINK 3.0 全部基本功能, 以及多变量信号仿真、分层多级模型建立、触发和使能条件执行、逻辑和关系执行等最新的扩展功能。

全书包含 350 个计算范例。所有算例的程序是可靠、完整的。读者可以在自己的 MATLAB 环境中完全准确地重现本书所提供的算例结果, 并可举一反三, 从而可很快掌握要领, 从模仿走向灵活应用。书中正文 (包括算例) 所涉及的指令全部罗列在附录 A 的“索引”中, 由此可很容易地根据关键字找到相关的正文说明和算例应用。

本书随带包含 460 个文件的光盘。光盘文件包含: 可直接在 Notebook 中运行的全部算例的 M-book DOC 文件; 可在 MATLAB 环境中直接运行的算例 M 和 MDL 文件; 可供读者实践 MATLAB 编译器的所有文件; 可在 PowerPoint 中放映幻灯的 PPT 文件。它们有效地弥补了印刷版没有交互能力、缺少色彩、没有 SIMULINK 模型源码文件、没有 PPT 源码文件、没有编译源文件和验证文件的缺陷。

本书全面实现印刷版和电子版的有机结合, 印刷版便于读者进行系统、全面、长时间连续地阅读, 便于随意的翻阅、浏览; 而本电子版则向读者提供色彩信息、动态交互的软件环境, 提供读者实践本书内容所需的各种文件。

本书既可作为理工科院校研究生、本科生系统学习的教材, 又可以作为广大科技工作者掌握和精通 MATLAB 的自学用书和使用手册。

图书在版编目 (CIP) 数据

精通 MATLAB/张志涌编著. —北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.6

ISBN 7-81012-980-5

I. 精... II. 张... III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB5.3 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 20213 号

JS360/25

精通 MATLAB (5.3 版)

张志涌 等编著

责任编辑 赵延永

责任校对 陈 坤

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号 (100083) 发行部电话 010-82317024

http://www.buaapress.cn.net

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 35.25 字数: 902.4 千字

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷 印数: 5000 册

ISBN 7-81012-980-5/TP·395 定价: 57.00 元

新版前言

1. 关于本书前版

《掌握和精通 MATLAB》(北京航空航天大学出版社出版)是本书作者在 1996 年编写的。当时国内对 MATLAB 软件已有相当认知,许多高校已开始使用 MATLAB 的 Windows 版本,其主流是 4.0、4.1、4.2b 及 4.2c,但在书市上很难见到 MATLAB 4.x 版的书籍,更没有全面介绍 MATLAB 4.x 系列软件中 4.2c 成熟版的书籍。

在《掌握和精通 MATLAB》书中,作者比较系统地介绍了 MATLAB 4.2c 的各种通用功能:数值计算、符号计算、图形可视、Notebook 活笔记本和 SIMULINK 建模仿真等。该书自 1997 年 8 月出版以来,承蒙读者厚爱,多次印刷,销量可观。

2. 编写本书的原因

(1) MATLAB 5.x 版的本质变化

用户若站在 4.2c 版上看新的 5.x 版,也许觉察不到什么大的变化。比如说,《掌握和精通 MATLAB》一书除符号计算章节外,其余章节的内容仍适用于 MATLAB 5.x 环境。然而,用户若站在 5.x 版(特别是最为成熟的 5.3 版)回眸 4.x 版,就会强烈地感受到新旧版本间的“高度差”。MATLAB 5.3 版采用了全新数据类型和面向对象编程技术,采用了新控制流和函数结构,推出了全新的符号计算工具包,增添了世界顶级水平的微分方程数值解算软件组,为方便编程、调试、程序优化、图形对象最佳可视、“用户应用界面”制作等提供了各种“友善”的交互式操作工具,还为加快程序运行速度和产生独立应用程序提供了编译器。

MATLAB 5.3 版的这些变化,不仅仅使 MATLAB 应用起来更加简捷方便,更重要的是:它将导致许多研究方法的变化。

考虑到 MATLAB 5.3 版升级变化的本质和广泛性,又考虑到未来更新的 MATLAB 必然建筑在 5.3 版基础上并对之兼容,所以需要彻底重写前版《掌握和精通 MATLAB》。

(2) 读者需求的根本变化

在《掌握和精通 MATLAB》出版后的三年里,作者在听到读者肯定之声的同时,更关注到读者的如下意见和建议:

- 相当多的读者认为:新书应继续保持《掌握和精通 MATLAB》旧版的编写宗旨,即把内容限定为只介绍 MATLAB 5.3 通用功能,而尽量少涉及学科性强的专用功能;新书内容应充分反映新数据类型和面向对象编程等特征。
- 相当数量的读者一再提醒作者:MATLAB 5.x 版与 4.x 版不同,5.x 版随带有十分完备的“在线帮助”和“使用指南”文件,所以作为专述 MATLAB 的新书不应沦为原版文件的删减翻译本。新书的主要篇幅不应花费在对指令的笼统解释和原则性的用法说明上,而应尽量通过算例描绘出各指令间的有机配合和协调使用。
- 相当多的本科生和研究生建议:新书应发挥理论和应用之间的桥梁作用。比如在介绍

MATLAB 数值计算指令时，既要阐明 MATLAB 数值算法与教科书概念、算法的联系，又要指出它们之间的不同。又如对于一个问题，应介绍 MATLAB 所可能提供的多种处理手段，以供用户选择。

- 研究生和从事教学工作的用户，对图形对象属性设置技术、GUI 图形用户界面制作技术的要求比较迫切，因为他们常常需要制作一些表演或仿真程序。
- 许多从事开发研究的科技工作者关心，MATLAB 的丰富资源能否脱离 MATLAB 环境应用的问题。他们特别希望知道：如何利用 MATLAB 开发能脱离 MATLAB 平台的 EXE 独立可执行程序。

面对读者的这些意见和建议，笔者深深感到：MATLAB 的应用广度、深度和读者水平已远非 1997 年可比。前版《掌握和精通 MATLAB》已不能满足新的需求，因此必须重写。考虑到 MATLAB 自身帮助文件详于规则而乏于算例的特点，又考虑到市场上迄今缺少详述 MATLAB 5.3 的书籍，新书将以算例为引导，系统阐述本书第 1.2 节所列的 MATLAB 5.3 和 SIMULINK 3.0 的各种功能。这使得新版必须采用全新的叙述文字、引导算例和结构章节。

3. 内容梗概

(1) 全书的结构和功用

全书由“前言”、“目录”、“正文”、“附录”、“参考文献”和“随书光盘”组成。

“正文”部分共分 13 章，包含算例 350 多个。章节内容是遵循“由浅入深”、“相对独立”和“算例引导”原则安排的。从全书看，概念相对简单的篇章安排在前；每章中，操作比较容易的节次安排在前。新版算例不仅比前版多，而且算例“深浅”层次远比前版丰富。每章的入门或前一、二节的简单算例，可以让读者轻松地学会 MATLAB 各种功能的初步使用。而配置在各章中的综合算例，将向读者展示 MATLAB 解决复杂问题的可能途径，引导读者向纵深发展。正文内容的安排既考虑了系统讲授的需要，又考虑了不同水平读者自学和查阅的需要。

附录 A 是“索引”。它汇集了本书涉及的所有 MATLAB 标点符号、函数指令、SIMULINK 库模块和图形对象属性。它们（除标点符号外）根据英文字母的次序排列。每个英文指令（或符号、属性、模块）后，罗列着该指令以不同方式被介绍、使用的具体节次。“索引”主要用来做英文关键词查阅。

附录 B 是“光盘使用说明”，详细介绍光盘文件的种类、工作环境和使用方法。

“参考文献”列出了本书成文的文献基础。读者如有疑问或想寻根求源，这部分资料是十分有用的。

“随书光盘”上存放着近 500 个文件。它们是与印刷版算例相对应的可运行文件。

(2) 正文概要

“第 1 章概论”简述了 MATLAB 的发展历史和影响，重点叙述了 MATLAB 5.3 版的基本组成和特点。通过本章，读者可以比较全面地看到 MATLAB 的传统风格和 5.3 版所体现的版本升级的影响；看到 MATLAB 软件的稳定性和发展性。此后各章内容就围绕着本章所列 5.3 版的各种特点展开。

“第 2 章基础准备及入门”是专门为没有接触过 MATLAB 的读者写的。本章以最简单通俗的方式循序渐进地叙述：如何安装 MATLAB 和进入 MATLAB 环境；如何进行指令操作、实

现计算和结果图形可视化；如何保存和管理变量；如何获得自己的操作记录、编写 M 文件；如何从 MATLAB 中寻找所需的帮助。根据作者多年的教学经验和许多读者的反映，可以较有把握地说，MATLAB “生手” 借助本章可以毫无困难地跨入 MATLAB 使用者的行列。对于熟悉 MATLAB 4.x 版的读者来说，也有必要化一点时间对第 2 章进行快速浏览，因为 5.3 版包含一些 4.x 版所没有的内容和工具。

“第 3 章数值数组及其运算” 集中叙述一维、二维、任意高维双精度数值数组的生成和操作。这是 MATLAB 最常用最基本又最传统的数据类型，定义在此类“对象”上的“方法”就是最具魅力的数组运算。对于具有 MATLAB 4.x 版使用经验的读者来说，只要认真阅读描述高维数组的内容即可。

“第 4 章” 介绍字符串、元胞和构架数组三种数据类型。后两种是 MATLAB 升级为 5.x 版才引进的新数据类型。这章内容概念较新，但并不复杂。特别提醒读者不要忽视本章，因为其内容不仅对理解 MATLAB 5.x 版自身的面向对象特征、理解各种升了级的专业工具包十分重要，而且对掌握 MATLAB 提供的面向对象编程技术也至关重要。

“第 5 章数值计算” 的篇幅在所有章节中最长，因为正是这顶级水准的数值计算使 MATLAB 立身于世界、称雄于天下。

本章对数学问题的描述遵循“最低限度自封闭”原则，即以最简明的方式阐述理论数学、数值数学和 MATLAB 计算指令间的内在联系与差别。比如在讨论线性方程的解时，先回顾性地列出若干常见的“教科书解法”，并指出这些理论算法在实际应用中的缺陷，然后在简述数值计算原理的基础上给出精良的 MATLAB 计算指令。

对于第 5 章涉及较多知识的地方，都配置了综合性算例。跟随着解题步骤，读者不难掌握 MATLAB 所提供的相关解题指令和工具。本章部分内容的知识跨度较大，读者不必企求一口气读完或读懂所有内容。

“第 6 章符号计算” 的内容即便对熟悉 MATLAB 4.x 版的“老手”来说也是全新的。MATLAB 5.3 版的符号计算本身是应用面向对象编程技术的范例。Symbolic Toolbox 2.1 版符号工具包就是由定义符号类型数据“方法”的重载程序组成的。在外表上，新版符号计算的操作指令，与数值计算没有太大的区别；在表述形式上，新版符号计算又与理论数学的演绎过程相似。因此，很容易掌握。

“第 7 章数据和函数的可视化” 围绕数据成图机理、绘图要旨和修饰技法系统介绍 MATLAB 5.3 版的“高层”绘图指令和交互操作工具。对于熟悉 MATLAB 4.x 版的读者来说，以下内容是全新的：图形上各种数学公式和特殊字符的标识；三维图形的灯光照明和表面反射模式控制；借助鼠标操作实现对图形的修饰；各种图像文件的读写；数学函数的直接成图等。至于各种指令的配合使用，是通过 52 个算例向读者展示的。

“第 8 章 M 文件和面向对象编程” 的内容在理解 MATLAB 自身和应用 MATLAB 两方面都有十分重要的作用。本章只用很少篇幅对 MATLAB 传统控制流进行简述，而大量的篇幅花在 5.3 版的新功能叙述上。新功能包括：新控制流；新的变长度输入输出宗量；跨空间运作的串演算指令和赋值指令；新型的内联函数、子函数、私有函数和 P 伪码文件；新型 M 文件编辑调试器和函数性能评估；面向对象编程技术。

“第 9 章 SIMULINK 交互式仿真集成环境” 是围绕（与 MATLAB 5.3 配用的）SIMULINK 3.0 最新版展开的。SIMULINK 3.0 版从内容到结构形式都与它（分别配用与 MATLAB 5.3 以

前版)的 1.x、2.x 版有明显的不同。在系统地介绍建模和分析方法的过程中,着重于阐述:模型处理向量信号的能力;借助筒装和精装子系统进行的“分层”建模方法;复杂系统建模中不可缺少的逻辑关系运算和“使能”、“触发”技术;SIMULINK 与 MATLAB 的协调运作。

“第 10 章”讲述图、轴、线、面、方、块、象、字、光九种基本图形对象,“第 11 章”则专门讲述制作图形用户界面的 Uimenu 用户菜单和 Uicontrol 用户控件。这两章都是通过算例展开的。这样安排是基于以下考虑:几百个对象属性的内容非常庞杂;MATLAB 帮助文件对每个属性的说明严格而详尽,但是缺少展现各属性相互搭配和综合影响的可操作示例。作者相信:读者只要认真实践这两章的 37 个算例,就能比较容易地理解对象属性间的内在关系,独立地制作自己所需的图形界面。

“第 12 章 MATLAB 编译器和 API”对利用 MATLAB 开发应用程序的读者来说尤为重要。本章以介绍 Compiler 2.0 为主,适度介绍目前仍使用得较多的 Compiler 1.2,内容包括:如何产生运行得较快的 MEX 文件;如何开发能脱离 MATLAB 环境运行的 EXE 程序;如何在其他软件程序中调用 MATLAB “引擎”。

“第 13 章”是正文的最后一章,系统地叙述 MATLAB 5.3 版 Notebook 的安装、启动和使用;最后一节则专门讲述,如何通过 MATLAB、Notebook、PowerPoint 三者之间的协调链接来制作科技演讲稿。该章内容对需要撰写科技论文、“电子版”科技著作、多媒体科技演讲稿的读者十分有用。

4. 读者对象和使用建议

MATLAB 自身性质决定了本书的主要读者对象是:需要数学计算、数学函数或计算结果可视的各类大学生、研究生、教师、研究人员和科技工作者。

本书内容的自封闭性、350 个算例、完善的检索系统和随书光盘,使之既能用做教材或自学用书,又能当作实践 MATLAB 的软件环境。书中的内容不仅可作为 MATLAB 使用方法的参考手册,也可当作科学计算方法的选用参考。

MATLAB 自身很强的综合性决定了本书有较大的知识跨度。书中有的章节涉及较深的数学内容,有的则涉及较多 C 语言或其他软件的知识;有的章节要求对微分方程有较好的理解,有的则需要对计算机色彩系统有较好的认识。在编写本书时,充分考虑了 MATLAB 的这种特点,也考虑了多方面读者的不同层次的需要,在书中所有需要高层次知识的地方配置了相对简单的引导性算例。这样处理后,不管读者原来的知识背景如何,只要循着算例所给指令进行操作,就至少能直观地感受到这些指令的运作结果。假如再认真地阅读指令后的注解说明,就能举一反三,更好地掌握利用 MATLAB 解决该类问题的技法。

当本书用做自学材料时,建议读者先从比较简单的内容开始。这部分内容一般被安排在每章的前一、二节。笔者还建议自学者特别注意对书中所给算例的实践,注意通过算例去感悟一般规则。

当本书用做本科生教材时,应注意避开那些涉及较深数学内容的节次,如第 5 章中的奇异值分解、多项式拟合和非线性最小二乘、插值等内容。此外,由于第 9、10、11、12 章的应用场合比较专业,所以一般也不必列为本科教学内容。

当本书被当作参考手册使用时,分类检索可从书前“目录”进行,而指令、模块、属性等关键词检索则应从书后“索引”着手。书中的大量应用实例与 MATLAB 自身帮助文件有很

强的互补性。

5. 随书的光盘文件

引入光盘的指导思想是：营造一个与印刷版对应的软件环境，使读者能从“可直接运作的”不同形式的光盘文件中，更快更好地掌握和理解 MATLAB。

光盘装载着近 500 个各类文件。这些文件可引出 Notebook 环境；可引出交互界面；可引出 SIMULINK 模型、运行界面；可引出编译环境、产生独立应用程序；可引出把幻灯放映、Word 文字处理、MATLAB 计算结合在一起的综合环境。

引入光盘解决了印刷版的如下几个问题：(1) 印刷版很难（甚至无法）表述 MATLAB 不断升级后的“交互”能力。(2) 印刷版很难以低价格表现文件或计算结果中的“色彩”信息。(3) 印刷版很难提供完整的 SIMULINK 模型文件。(4) 印刷版无法提供由编译而得的 MEX 文件和能独立运行的 EXE 文件。(5) 印刷版很难提供 PowerPoint 幻灯文件。

此外，光盘提供的文件可作为读者练习时的参照物，便于读者找出自己编写指令或文件运行失败的原因。

6. 作者的期望

MATLAB 本身是一个贮藏量极为丰富的资源库。因此，对大多数用户来说，一定有部分 MATLAB 内容看起来是“透明”的，即用户能明白其全部细节；另有些内容表现为“灰色”，即用户虽明白其机理但不懂具体的执行细节；还有些内容则“全黑”，即用户对它们完全无知。本书虽仅涉及 MATLAB 整体的很小一角，但就是这部分内容已经构成了对作者的严重挑战。

本书起稿于 1998 年秋，先是按 MATLAB 5.0 学生版写的讲义，后随 5.1、5.2、5.3 版的不断升级，几易书稿。在写作过程中遇到过不少困难，通过再学习和向专家请教虽克服了，但仍难免错误和偏见。本书所有算例虽经多人在不同 PC 机上独立运作验证，但仍不敢说完全正确。在此，恳切期望得到各方面专家和广大读者的指教，电子信箱地址是：zyzh@njupt.edu.cn。

7. 致 谢

作者对 MATLAB 的兴趣始于留学荷兰的 1989 年。1990 年秋回国后，在各类科研项目经费的资助下，一直保持对 MATLAB 跟踪研究。1997 年春，前版《掌握和精通 MATLAB》出稿不久，作者调到南京邮电学院执教，但对 MATLAB 爱好并没有因此而改变，很快在原邮电部“预研”项目资助下，于 1998 年下半年开始编写以 MATLAB 5.0 为对象的讲义，后来它成了本书第一稿的主体。

今天，看着那从激光打印机中送出的一页页新稿，作者享受到了久违的轻松和愉悦。那白纸上的文字、公式、程序和图形，凝聚了作者的心血和来自各方面的贡献。

此时此刻，我首先要感谢的是杨祖樱教授，她以妻子和前版作者之一的双重身份给予我永恒的支持。是她与我一起，确定了本书新版的框架和范围；是她随时向我提供不同的认知和意见，并承担了全书第二稿的校对及终稿的部分校对工作。

在新版写作中，要特别提到的是我的研究生徐彦琴。她默默无声，用那本可休闲、娱乐

的时间，历经半年，以 MATLAB 5.2 为对象起草了本书“第 8、9、11、12 章”的第一稿，设计了不少别具匠心的例题。此外，她还担当了全书终稿的第一校对。我十分赞赏她用时间和智慧为本书所做的贡献，并深深感谢她为本书所做的一切。

本书前版作者之一，刘瑞桢博士在本新版写作过程中一如既往地给予了许多帮助。此外，我校许文龙、杜建昌、唐素兰、姚锡林、钱晨、陈向飞等专家、博士提供了许多软件方面的支持，并提出了不少宝贵的意见。值此新书出版之际，向他们一并表示诚挚的谢意。

此外，还要感谢为本写作提供软硬环境和良好氛围的南京邮电学院的各级领导；特别感谢副院长叶章钊教授，因为他早在 1997 年底为南京邮电子院引进了 MATLAB 5.0 学生版；特别感谢王绍棣、刘陈等各部门领导所给予的人力和时间上的支持。

最后要感谢北京航空航天大学出版社，感谢该社为本书前版所做的一切，感谢该社对作者重写新版所给予的鼓励，感谢该社对作者的理解和支持。

作者

2000 年 4 月于南京

目 录

第一章 概 论 (1)

1.1 MATLAB 的发展历程和影响 (1)

1.2 MATLAB 5.3 的基本组成和特点 (2)

1.2.1 MATLAB 的语言部分 (2)

1.2.2 MATLAB 的工作环境 (4)

1.2.3 MATLAB 的图视系统 (5)

1.2.4 MATLAB 的数学函数库 (6)

1.2.5 MATLAB 与外部程序的交互 (7)

1.3 与 MATLAB 5.3 配用的 SIMULINK 3.0 (8)

第二章 基础准备及入门 (10)

2.1 MATLAB 5.x 版对外部系统的要求 (10)

2.2 MATLAB 的安装 (10)

2.3 MATLAB 环境的启动 (11)

2.4 MATLAB 指令窗简介 (12)

2.4.1 工具条 (12)

2.4.2 菜单选项 (12)

2.5 指令窗运行入门 (13)

2.5.1 最简单的计算器使用法 (13)

2.5.2 数值、变量和表达式 (15)

2.5.3 计算结果的图形表示 (18)

2.6 控制指令窗的指令、操作和标点 (19)

2.6.1 常用控制指令 (19)

2.6.2 数值计算结果的显示格式 (20)

2.6.3 指令行的编辑 (20)

2.6.4 指令行中的标点符号 (21)

2.6.5 内存变量的查阅和删除 (22)

2.6.6 变量的文件保存 (24)

2.7 操作实录指令和 M 脚本文件 (25)

2.7.1 操作实录指令 (25)

2.7.2 M 脚本文件编写初步 (26)

2.8 在线自学引导和演示指令 (27)

2.8.1 在线提供的入门引导 (27)

2.8.2 在线演示 (27)

2.9 帮助系统 (28)

2.9.1 帮助系统的构造 (28)

2.9.2 指令窗中的 help 指令 (28)

2.9.3 指令窗中的 lookfor 指令 (30)

2.9.4 其他起帮助作用的工具指令 (31)

2.9.5 专门的在线帮助窗 (31)

2.9.6 超文本形式的用户指南和指令手册 (32)

2.9.7 用户指南和指令手册的 PDF 文件 (32)

2.10 文件管理 (33)

2.10.1 MATLAB 的搜索路径 (34)

2.10.2 用户目录的设置 (35)

2.10.3 MATLAB 搜索路径的扩展和修改 (35)

第三章 数值数组及其运算 (37)

3.1 引 导 (37)

3.2 一维数组的创建和寻访 (38)

3.2.1 一维数组的创建 (38)

3.2.2 一维数组的子数组寻访和赋值 (39)

3.3 二维数组的创建 (40)

3.3.1 直接输入法 (40)

3.3.2 利用 M 文件创建和保存数组 (41)

3.4 二维数组元素的标识 (41)

3.4.1 “全下标”标识 (41)

3.4.2 “单下标”标识 (41)

3.4.3 “逻辑 1”标识 (42)

3.5 二维数组的子数组寻访和赋值 (43)

3.6 执行数组运算的常用函数 (44)

3.6.1 函数数组运算规则的定义 (45)

3.6.2 执行数组运算的常用函数 (45)

3.7 数组运算和矩阵运算 (46)

3.8 多项式的表达方式及其操作 (48)

3.8.1 多项式的表达和创建 (48)

3.8.2 多项式运算函数 (49)

3.9 标准数组生成函数和数组操作函数 (51)

3.9.1 标准数组生成函数 (51)

3.9.2 数组操作函数 (52)

3.10 数组构造技法综合 (54)

3.11 高维数组 (57)	5.3.3 复数特征值对角阵与实数块特征值对角阵的转化 (107)
3.11.1 高维数组的创建 (58)	5.3.4 矩阵的谱分解和矩阵函数 (107)
3.11.2 高维数组的标识 (60)	5.4 奇异值分解 (109)
3.11.3 高维数组构作和操作函数汇总 (61)	5.4.1 奇异值分解和矩阵结构 (109)
3.12 “非数”和“空”数组 (65)	5.4.2 线性二乘问题的解 (111)
3.12.1 非数 NaN (65)	5.5 函数的数值导数和切平面 (112)
3.12.2 “空”数组 (67)	5.5.1 法线 (112)
3.13 关系操作和逻辑操作 (69)	5.5.2 偏导数和梯度 (113)
3.13.1 关系操作 (70)	5.6 函数的零点 (115)
3.13.2 逻辑操作 (71)	5.6.1 多项式的根 (115)
3.13.3 关系、逻辑函数 (72)	5.6.2 一元函数的零点 (115)
第四章 字符串数组、元胞数组和构架数组 (74)	5.6.3 多元函数的零点 (119)
4.1 字符串数组 (74)	5.7 函数极值点 (121)
4.1.1 字符串入门 (74)	5.7.1 一元函数的极小值点 (121)
4.1.2 串数组的属性和标识 (75)	5.7.2 多元函数的极小值点 (122)
4.1.3 复杂串数组的创建 (77)	5.8 数值积分 (124)
4.1.4 串转换函数 (80)	5.8.1 一元函数的数值积分 (125)
4.1.5 串操作函数 (81)	5.8.2 多重数值积分 (129)
4.2 元胞数组 (82)	5.8.3 卷积 (131)
4.2.1 元胞数组的创建和显示 (82)	5.9 随机数据的统计描述 (136)
4.2.2 元胞数组的扩充、收缩和重组 (83)	5.9.1 统计分布的数字特征 (137)
4.2.3 元胞数组内容的调取 (85)	5.9.2 样本分布的频数直方图描述 (138)
4.3 构架数组 (85)	5.9.3 概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数的发生 (140)
4.3.1 构架数组的创建和显示 (86)	5.10 多项式拟合和非线性最小二乘 (144)
4.3.2 构架数组域中内容的调取和设置 (89)	5.10.1 多项式拟合 (144)
4.3.3 构架数组操作的深入使用 (91)	5.10.2 非线性最小二乘估计 (146)
4.3.4 构架数组和元胞数组之间的转换 (94)	5.11 插值和样条 (152)
第五章 数值计算 (98)	5.11.1 一维插值 (152)
5.1 引言 (98)	5.11.2 高维函数的插值 (154)
5.2 LU 分解和恰定方程组的解 (98)	5.12 样条函数及其应用 (155)
5.2.1 LU 分解、行列式和逆 (99)	5.12.1 样条插值 (156)
5.2.2 恰定方程组的解 (99)	5.12.2 样条函数用于数值积分和微分 (157)
5.2.3 范数、条件数和方程解的精度 (101)	5.13 Fourier 分析 (159)
5.3 矩阵特征值和矩阵函数 (102)	5.13.1 快速 Fourier 变换和逆变换指令 (160)
5.3.1 特征值和特征向量的求取 (103)	5.13.2 连续时间函数的 Fourier 级数展开 (161)
5.3.2 特征值问题的条件数 (105)	5.13.3 利用 DFT 计算一般连续函数的 Fourier 变换 CFT (167)
	5.14 常微分方程 (170)

5.14.1 初值常微分方程的解算指令····· (170)	6.7 利用 MAPLE 的深层符号计算资源····· (216)
5.14.2 ODE 解算指令的使用演示····· (172)	6.7.1 经典特殊函数的调用····· (216)
5.14.3 关于 ODE 文件的说明····· (177)	6.7.2 MAPLE 库函数在线帮助的检索树 ····· (217)
5.14.4 关于解算指令选项 options 的属性设置 ····· (180)	6.7.3 发挥 MAPLE 的计算潜力····· (218)
5.14.5 MATLAB 提供的微分方程帮助资源 ····· (183)	6.8 可视化数学分析界面····· (221)
5.15 稀疏矩阵····· (183)	6.8.1 单变量函数分析的交互界面····· (221)
5.15.1 稀疏矩阵的存储方式····· (183)	6.8.2 泰勒级数逼近分析界面····· (222)
5.15.2 稀疏矩阵的创建····· (183)	第七章 数据和函数的可视化 ····· (224)
5.15.3 稀疏矩阵的运算····· (185)	7.1 引 导····· (224)
第六章 符号计算 ····· (188)	7.1.1 离散数据和离散函数的可视化····· (224)
6.1 符号对象和符号表达式····· (188)	7.1.2 连续函数的可视化····· (224)
6.1.1 符号对象的生成和使用····· (188)	7.1.3 可视化的一般步骤····· (226)
6.1.2 符号计算中的算符和基本函数····· (191)	7.2 二维曲线绘图的基本操作····· (227)
6.1.3 识别对象类别的指令····· (192)	7.2.1 plot 的基本调用格式····· (227)
6.1.4 符号表达式中自由变量的确定····· (193)	7.2.2 曲线的色彩、线型和数据点形····· (230)
6.2 符号表达式和符号函数的操作····· (194)	7.2.3 坐标、刻度和分格线控制····· (232)
6.2.1 符号表达式的操作····· (194)	7.2.4 图形标识····· (236)
6.2.2 符号函数的求反和复合····· (196)	7.2.5 多次叠绘、双纵坐标和多子图····· (238)
6.2.3 置换及其应用····· (197)	7.2.6 交互式图形指令····· (241)
6.2.4 符号数值精度控制和任意精度计算 ····· (199)	7.3 三维绘图的基本操作····· (243)
6.2.5 符号对象与其它数据对象间的转换 ····· (200)	7.3.1 三维线图指令 plot3····· (243)
6.3 符号微积分····· (201)	7.3.2 三维网线图和曲面图····· (243)
6.3.1 符号序列的求和····· (201)	7.3.3 透视、镂空和裁切····· (245)
6.3.2 符号微分和 Jacobian 矩阵····· (202)	7.4 特殊图形和高维可视化····· (247)
6.3.3 符号积分····· (203)	7.4.1 特殊图形指令例示····· (247)
6.3.4 符号卷积····· (205)	7.4.2 四维表现····· (257)
6.4 符号积分变换····· (206)	7.4.3 动态图形····· (260)
6.4.1 Fourier 变换及其反变换····· (206)	7.5 三维图形的精细控制····· (263)
6.4.2 Laplace 变换及其反变换····· (209)	7.5.1 视点控制和图形的旋动····· (263)
6.4.3 Z 变换及其反变换····· (210)	7.5.2 色彩控制····· (264)
6.5 符号代数方程的求解····· (211)	7.5.3 照明和材质处理····· (268)
6.5.1 线性方程组的符号解····· (211)	7.6 图 像····· (271)
6.5.2 一般代数方程组的解····· (212)	7.6.1 图像类别和显示····· (271)
6.6 符号微分方程的求解····· (214)	7.6.2 图像的读写····· (272)
6.6.1 符号解法和数值解法的互补作用 ····· (214)	7.6.3 捕获图形生成图像文件····· (274)
6.6.2 求微分方程符号解的一般指令····· (214)	7.7 图形窗的图形编辑功能····· (275)
6.6.3 微分方程符号解示例····· (215)	7.7.1 图形窗菜单和工具条简介····· (275)
	7.7.2 二维图形的交互编辑示例····· (276)
	7.8 函数绘图的简捷指令····· (279)
	7.8.1 一元函数简捷绘图指令····· (279)
	7.8.2 二元函数简捷绘图指令····· (280)

7.9 图形的打印和输出	(281)	8.8.1 直接调试法	(312)
7.9.1 图形打印的菜单操作方式	(282)	8.8.2 调试器的使用	(312)
7.9.2 图形输出的指令操作方式	(283)	8.8.3 M 文件性能剖析	(316)
7.9.3 PC 机 Windows 打印设备驱动程序	(283)	8.9 面向对象编程	(318)
7.9.4 MATLAB 的内装打印设备驱动程序	(285)	8.9.1 概念综述	(318)
7.9.5 打印属性选项	(286)	8.9.2 面向对象编程应用示例	(320)
7.10 MATLAB 5.x 版的绘图指令一览	(287)	8.9.3 重载运算	(325)
第八章 M 文件和面向对象编程	(289)	8.9.4 继承性及其应用	(326)
8.1 入门	(289)	第九章 SIMULINK 交互式仿真集成环境 ...	(330)
8.2 M 文本编辑器	(291)	9.1 引导	(330)
8.2.1 利用文本编辑器编写 M 文件	(291)	9.1.1 SIMULINK 的安装	(330)
8.2.2 【tools】菜单	(291)	9.1.2 SIMULINK 入门	(331)
8.3 MATLAB 控制流	(292)	9.1.3 SIMULINK 库浏览器界面	(333)
8.3.1 for 循环结构	(292)	9.1.4 SIMULINK 模型窗的组成	(334)
8.3.2 while 循环结构	(292)	9.2 模型的创建	(336)
8.3.3 if - else - end 分支结构	(293)	9.2.1 模型概念和文件操作	(336)
8.3.4 switch - case 结构	(294)	9.2.2 模块操作	(338)
8.3.5 try - catch 结构	(296)	9.2.3 信号线操作	(341)
8.3.6 控制程序流的其它常用指令	(296)	9.2.4 对模型的注释	(343)
8.4 脚本文件和函数文件	(298)	9.2.5 常用的 Source 库信源	(344)
8.4.1 M 脚本文件	(298)	9.2.6 常用的 Sink 库信宿	(345)
8.4.2 M 函数文件	(298)	9.2.7 仿真的配置	(347)
8.4.3 局部变量和全局变量	(298)	9.3 连续系统建模	(351)
8.4.4 M 文件的一般结构	(299)	9.3.1 线性系统	(351)
8.4.5 P 码文件	(300)	9.3.2 非线性系统	(356)
8.4.6 MATLAB 的搜索过程	(301)	9.4 子系统的创建、装帧及受控执行	(361)
8.5 变量的检测传递和限权使用函数	(301)	9.4.1 简装子系统及其应用	(362)
8.5.1 输入输出宗量检测指令	(301)	9.4.2 精装子系统	(363)
8.5.2 “变长度”输入输出宗量	(302)	9.4.3 条件执行子系统	(368)
8.5.3 跨空间变量传递	(304)	9.5 离散时间系统和混合系统	(373)
8.5.4 子函数和私用函数	(306)	9.5.1 若干基本模块	(373)
8.6 串演算函数	(306)	9.5.2 多速率离散时间系统	(375)
8.6.1 eval	(306)	9.5.3 离散 - 连续混合系统	(376)
8.6.2 feval	(307)	9.6 SIMULINK 的分析工具	(378)
8.6.3 内联函数	(308)	9.6.1 确定模型的特征	(378)
8.7 创建用户工具箱	(310)	9.6.2 用 MATLAB 指令运行 SIMULINK 模型	(379)
8.7.1 MATLAB 对工具箱文件的管理特点	(310)	9.6.3 模型的线性化问题	(381)
8.7.2 建立用户工具箱须知	(311)	9.6.4 系统平衡点的求取	(384)
8.8 调试和剖析	(311)	9.6.5 综合算例	(384)
		9.7 数值计算方面的考虑	(390)
		9.7.1 微分方程解算器 Solver	(390)

9.7.2 积分步长和容差	(392)		
9.7.3 代数环问题	(394)		
第十章 句柄图形	(397)		
10.1 句柄图形体系	(397)		
10.1.1 图形对象、对象句柄和句柄图形树 结构	(398)		
10.1.2 对象属性	(399)		
10.2 图形对象的操作	(399)		
10.2.1 图形对象创建指令一览	(399)		
10.2.2 对象句柄的获取方法	(400)		
10.3 对象属性的获取和设置	(402)		
10.3.1 创建对象时设置属性	(402)		
10.3.2 get 和 set	(402)		
10.3.3 对象属性的缺省设置和查询	(402)		
10.3.4 属性查询和设置示例	(403)		
10.4 为低层指令绘图准备图/轴	(404)		
10.4.1 'NextPlot' 属性	(404)		
10.4.2 准备图/轴的简捷指令 newplot	(404)		
10.4.3 高层绘图文件的形成	(405)		
10.5 图形窗的色彩资源和光标属性	(406)		
10.5.1 色彩资源	(406)		
10.5.2 光标指针	(407)		
10.6 轴对象	(407)		
10.6.1 轴位框的几何属性和多轴位框	(407)		
10.6.2 图形名和坐标轴名的句柄操作	(408)		
10.6.3 轴刻度的属性控制	(408)		
10.6.4 坐标轴尺度、方向、位置属性	(408)		
10.6.5 照相机属性	(409)		
10.7 句柄图形应用专题	(410)		
10.7.1 光标形状的自制	(410)		
10.7.2 任意布置子图和轴外注释	(412)		
10.7.3 制作个性化双坐标系	(414)		
10.7.4 连续变焦和飞驰图形	(415)		
10.7.5 实时动画	(417)		
10.7.6 surface 指令衍生不同曲面	(419)		
10.7.7 纹理影射和曲面彩绘	(420)		
10.7.8 三维块建模和着色	(421)		
10.7.9 鼠标拖动字对象	(423)		
		第十一章 图形用户界面 (GUI) 制作	(426)
		11.1 入 门	(426)
		11.2 图形用户界面的设计原则和一般步骤	(429)
		11.2.1 设计原则	(429)
		11.2.2 一般制作步骤	(430)
		11.3 界面菜单 (uimenu)	(430)
		11.3.1 图形窗的标准菜单	(430)
		11.3.2 自制的用户菜单	(431)
		11.3.3 用户菜单的属性	(432)
		11.3.4 现场菜单的制作	(439)
		11.4 用户控件 (uicontrol)	(440)
		11.4.1 控件制作函数	(440)
		11.4.2 用户控件的种类	(440)
		11.4.3 控件制作示例	(441)
		11.5 由 M 函数文件产生用户菜单和控件	(447)
		11.5.1 利用全局变量编写用户界面函数文件	(447)
		11.5.2 利用 'UserData' 属性编写用户界面 函数文件	(448)
		11.5.3 利用递归法编写用户界面函数文件	(449)
		11.6 图形用户界面设计工具	(451)
		11.6.1 界面设计工具的结构和调用指令	(451)
		11.6.2 交互式用户界面设计工具应用示例	(452)
		第十二章 MATLAB 编译器和 API	(463)
		12.1 编译器 2.0 概述	(463)
		12.1.1 编译器 2.0 的功能	(463)
		12.1.2 编译器 2.0 的性能改进	(463)
		12.1.3 编译器 2.0 的局限性	(464)
		12.1.4 把脚本文件改写为函数文件	(464)
		12.2 编译器的安装和配置	(465)
		12.2.1 配置 MATLAB 编译器的前提准备	(465)
		12.2.2 为产生 MEX 文件进行预配置 ...	(465)
		12.2.3 为产生独立外部应用程序进行预配置	(469)
		12.3 MATLAB 编译器使用入门	(472)

12.3.1 由 M 文件创建 C MEX 文件的入门算例 (472)	13.1.2 MATLAB 5.0~5.2 版如何安装 Notebook (503)
12.3.2 由 M 文件创建外部应用程序的入门算例 (473)	13.2 Notebook 的启动 (503)
12.4 编译指令 mcc 简介 (474)	13.2.1 从 Word 中启动 Notebook (503)
12.4.1 mcc 的基本调用格式 (475)	13.2.2 从 MATLAB 中启动 Notebook (504)
12.4.2 mcc 的选项标志 (476)	13.2.3 Notebook 成功启动标志和中文 M-book 模板的形成 (504)
12.5 编译文件的性能优化 (480)	13.2.4 启动失败的原因和解决办法 (505)
12.5.1 优化原 M 文件的性能 (480)	13.3 M-book 模板的使用 (506)
12.5.2 利用 mcc (-V1.2) 的优化性能 (483)	13.3.1 输入细胞(群)的创建和运行 (506)
12.6 创建独立的外部应用程序 (487)	13.3.2 计算区的创建和运行 (509)
12.6.1 独立外部程序的工作特点和创建过程 (487)	13.3.3 Notebook 菜单的其他选项 (511)
12.6.2 关于指令 mbuild (488)	13.3.4 输出细胞的格式控制 (513)
12.6.3 借助编译指令 mcc 创建独立应用程序 (488)	13.3.5 细胞的样式 (516)
12.7 API 应用程序接口 (497)	13.3.6 使用 M-book 模板的若干参考技法 (516)
12.7.1 MEX 文件 (497)	13.4 科技演讲稿的制作 (517)
12.7.2 数据的输入输出 (497)	13.4.1 在 M-book 中实现计算和可视的演讲稿制作 (517)
12.7.3 MATLAB 引擎 (499)	13.4.2 直接引出 GUI 图形用户界面的演讲稿制作 (519)
第十三章 Notebook (502)	附录 A 索引 (521)
13.1 Notebook 的安装 (502)	附录 B 光盘说明 (543)
13.1.1 MATLAB 5.3 版如何安装 Notebook (502)	参考文献 (547)

第一章 概 论

1.1 MATLAB 的发展历程和影响

MATLAB 名字由 MATrix 和 LABoratory 两词的前三个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期, 时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授出于减轻学生编程负担的动机, 为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。

经几年的校际流传, 在 Little 的推动下, 由 Little, Moler, Steve Bangert 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, 还新增了数据图视功能。

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。进入 20 世纪 90 年代, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

90 年代初期, 在国际上 30 多个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面独占鳌头, 而 Mathematica 和 Maple 则分居符号计算软件的前两名。Mathcad 因其提供计算、图形、文字处理的统一环境而深受学生欢迎。

MathWorks 公司于 1993 年推出 MATLAB 4.0 版本, 从此告别 DOS 版。4.x 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时, 出现了以下几个重要变化: ①推出了 SIMULINK。这是一个交互式操作的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素, 从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。②开发了与外部进行直接数据交换的组件, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。③推出了符号计算工具包。1993 年 MathWorks 公司从加拿大滑铁卢大学购得 Maple 的使用权, 以 Maple 为“引擎”开发了 Symbolic Math Toolbox 1.0。MathWorks 公司此举加快结束了国际上数值计算、符号计算孰优孰劣的长期争论, 促成了两种计算的互补发展新时代。④构作了 Notebook。MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word, 运用 DDE 和 OLE, 实现了 MATLAB 与 Word 的无缝连接, 从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视、文字处理于一体的高水准环境。

1997 年仲春, MATLAB5.0 版问世, 紧接着是 5.1, 5.2 版, 以及 1999 年春的 5.3 版。与 4.x 版相比, 现今的 MATLAB 拥有更丰富的数据类型和结构、更友善的面向对象、更加快速精良的图形可视、更广博的数学和数据分析资源、更多的应用开发工具。诚然, 到 1999 年底, Mathematica 也已经升到 4.0 版, 它特别加强了以前欠缺的大规模数据处理能力。Mathcad 也赶在 2000 年到来之前推出了 Mathcad 2000, 它购买了 Maple 内核和库的部分使用权, 打通了与 MATLAB 的接口, 从而把其数学计算能力提高到专业层次。但是, 就影响而言, 至今仍

然没有一个计算软件可与 MATLAB 匹敌。

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 作为内容。这几乎成了 90 年代教科书与旧版书籍的区别性标志。在那里, 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。

在国际学术界, MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上(尤其是信息科学刊物),都可以看到 MATLAB 的应用。

在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被认作进行高效研究、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。

1.2 MATLAB 5.3 的基本组成和特点

经过近 20 年实践,人们已经意识到: MATLAB 作为计算工具和科技资源,可以扩大科学研究的范围、提高工程生产的效率、缩短开发周期、加快探索步伐、激发创造活力。那么,作为当前最新版本的 MATLAB 5.3 究竟包括哪些内容?有哪些特点呢?

1.2.1 MATLAB 的语言部分

5.0 以前版本的 MATLAB 语言比较简单。它只有双精度数值和简单字符串两种数据类型,只能处理 1 维、2 维数组。它的控制流和函数形式也都比较简单。这一方面与当时软件的整体水平有关,另一方面与 MATLAB 仅限于数值计算和图形可视应用的设计目标有关。

从 5.0 版起, MATLAB 对其语言进行了根本性的变革,使之成为一种高级的“阵列”式语言。

1.2.1.1 MATLAB 语言的传统优点

MATLAB 自问世起,就以数值计算称雄。MATLAB 进行数值计算的基本处理单位是复数数组(或称阵列),并且数组维数是自动按照规则确定的。这一方面使 MATLAB 程序可以被高度“向量化”,另一方面使用户易写易读。

比如已知 t 的采样数据是 $(n \times m)$ 维数组,要计算 $y = e^{-2t} \sin(5t)$ 。对一般的计算语言来说,必须采用两层循环才能得到结果,不但程序复杂,而且那讨厌的循环十分费时。MATLAB 处理这类问题则简洁快捷得多,只需直截了当的一条指令 $y = \exp(-2 * t) .* \sin(5 * t)$,就可获得同样是 $(n \times m)$ 维的 y 数组。这就是所谓的“数组运算”。这种运算在信号处理和图形可视中,将被频繁使用。

又如对于求解 $Ax = b$ 代数方程问题。教科书的基本叙述:当 A 是标量时, $x = b/A$;当 A 是非奇异矩阵时, $x = A^{-1}b$;当 A 是行数大于列数的满秩阵时, $x = (A^T A)^{-1} A^T b$;当 A 的列数大于行数时, x 有无数解。一般程序就必须按以上不同情况进行编程。然而对 MATLAB 来说,只需一条指令: $x = A \setminus b$ 。指令是简单的,但其内涵却远远超出了普通教科书的范围,其计算的快速性、准确性和稳定性都是普通程序所远不及的。