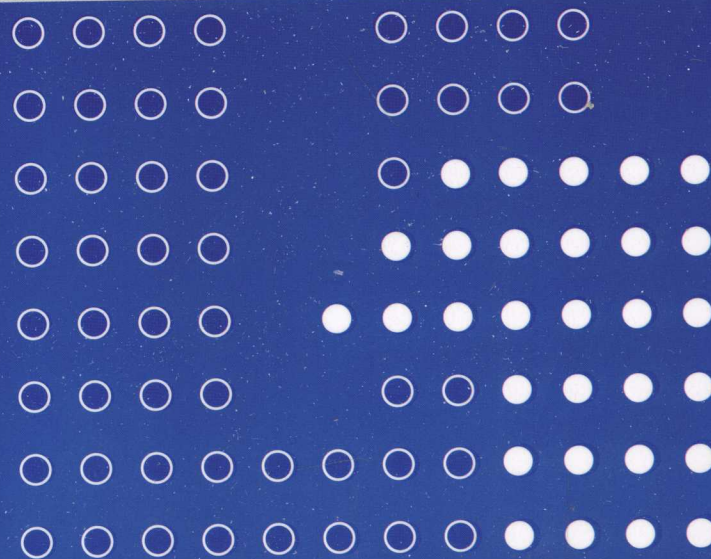
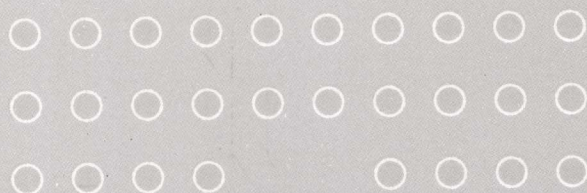


计算机系列教材

Visual C# 与数学软件混合编程



李丽红 阎红灿 阎少宏 编著

清华大学出版社



014030590

TP312C
2288

计算机系列教材

李丽红 阎红灿 阎少宏 编著

Visual C# 与数学软件混合编程



北航

C1717279

清华大学出版社

北京

TP312C
2288

01403020

内 容 简 介

本书系统地讲解了计算机数学语言 MATLAB、统计分析软件 SPSS 的主要功能和 SQL Server 数据库的基础知识,使用 Microsoft Visual Studio 2008 集成开发环境,通过 C# 编程实现界面设计和数据交互,使用 SQL Server 数据库技术实现数据的存储和管理,通过交互协同工作弥补单一软件解决实际问题时自身的不足,并给出了多个软件间的混合编程案例。

全书分为数学软件和混合编程两部分,第一部分(第 1~3 章)主要介绍常用的数学软件及数据库的基础知识,系统讲解了计算机数学语言 MATLAB 和统计分析软件 SPSS 的主要功能;第二部分(第 4~7 章)以 C# 调用 MATLAB 和 SPSS 应用技术为主线,讲述了 SQL Server 数据库编程技术、MATLAB 创建 COM 组件技术、SPSS 的二次编程接口技术以及 Excel Link 的强大数据处理功能,并通过案例演示了各种技术细节。

本书适合作为高等院校计算机、应用数学专业高年级本科生、研究生的教材,同时可供对 C# 比较熟悉并且对数学软件、数据库有所了解的开发人员、广大科技工作者和研究人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Visual C# 与数学软件混合编程/李丽红,阎红灿,阎少宏编著. --北京:清华大学出版社,2014

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-35064-4

I. ①V… II. ①李… ②阎… ③阎… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 003947 号

责任编辑:张 玥 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20.25

字 数:505 千字

版 次:2014 年 3 月第 1 版

印 次:2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

产品编号:055167-01

前言

C#是一种安全稳定的、由C和C++衍生出来的面向对象的编程语言,它在继承C和C++强大功能的同时去掉了一些复杂特性,同时综合了VB简单的可视化操作和C++的高运行效率,以其强大的操作能力、优雅的语法风格、创新的语言特性和便捷的面向组件编程的支持成为.NET开发的首选语言,成为构建各类组件的理想之选——无论是高级的商业对象还是系统级的应用程序。使用简单的C#语言结构构建的组件可以方便地转化为XML网络服务,从而使它们可以由任何语言在任何操作系统上通过Internet进行调用。

MATLAB作为一个科学计算可视化工具,经过二十多年的发展,已经成为应用最广泛的科学处理工具软件包,为科学研究、工程设计等众多科学领域提供了一种全面的解决方案,代表了当今国际科学计算软件的先进水平。

MATLAB在科学运算领域应用广泛,但是在图形用户界面处理方面功能不够强大,缺少独立的应用程序框架,所以开发的计算程序必须在安装MATLAB的计算机上才能够运行。而C#集成环境将可视化程序设计和算法融合,成为多领域程序开发利器,将MATLAB与C#进行有效结合,发挥C#和MATLAB各自的科学优势,能更好地解决科学和工程领域的相关计算和可视化的相关问题。

SPSS是世界上最早采用图形菜单驱动界面的统计软件,它最突出的特点就是操作界面极为友好,输出结果美观漂亮。SPSS的基本功能包括数据管理、统计分析、图表分析、输出管理等。SPSS和SAS、BMDP并称为国际上最有影响的三大统计软件。在国际学术界有条不紊的规定,即在国际学术交流中,凡是用SPSS软件完成的计算和统计分析,可以不必说明算法,由此可见其影响之大和信誉之高。SPSS输出结果虽然漂亮,但是很难与一般办公软件如Office或是WPS 2000直接兼容,如不能用Excel等常用表格处理软件直接打开,只能采用复制、粘贴的方式加以交互,所以如果由C#编程实现SPSS、SQL数据库和Office的功能结合,可以很好地解决数据的转换问题。

笔者结合自己多年教学和使用C#、MATLAB、SPSS以及数据库混合编程进行科学研究和项目开发的经验撰写了本书,希望能够引领各位读者通过混合编程的方式解决自己领域的问题。本书结合大量实例和不同领域的实际案例,全面、系统地介绍了MATLAB、SPSS和数据库技术的基础知识、不同类型的混合编程开发方式以及在不同领域的应用,学习完本书后,读者应该可以具备使用C#和MATLAB、SPSS及数据库技术通过编程实现领域问题求解的能力。

本书的特点

(1) 与传统语言教程针对技术通篇全面系统介绍不同,本书将C#语言技术的学习融于案例,通过任务驱动的方式学习技术知识。

(2) 数学软件能够解决复杂的工程问题,如电路、电子技术、电力电子技术、电机与拖动、自动控制原理等,但是它的数据存储和输入输出处理很简单,没有提供很友好的界面设计功能。本书讲解的混合编程技术,通过C#编程实现界面设计和数据交互,使用SQL

Server 数据库技术实现数据的存储和管理,有效解决了这些问题。

(3) 介绍了 C# 与 MATLAB、SPSS 以及与 Word、Excel 应用程序间的交互调用,通过交互协同工作弥补单一软件解决实际问题时自身的不足,并给出了多个软件间的混合编程案例,通过实际应用达到提高综合编程能力的目的。

(4) 重在实用,强调实践。针对大中专院校的工程类学生或工程技术人员,引领他们解决实际问题,所以每章都有一个综合性案例,通过演示整个设计过程,由浅入深地诠释重点知识的应用。

本书的内容

第 1 章:从编程基础开始,通过可视化、工具包和数值计算等方面,详细讲解了计算机数学语言 MATLAB。

第 2 章:系统地讲解了统计软件 SPSS,包括数据编辑、统计绘图和基本功能应用等。

第 3 章:介绍 SQL Server 数据库的基本理论知识,包括管理、数据定义、查询和操纵等。

第 4 章:主要讲解数据库编程技术,包括 ADO.NET、访问控件和 LINQ,并系统介绍了酒店管理系统的开发过程。

第 5 章:详细讲解了 MATLAB 创建 COM 组件技术并通过案例系统演示。

第 6 章:详细讲解了 SPSS 的混合编程技术,包括 SPSS 与 MATLAB 的混合编程、C# 操作 SPSS 数据文件以及 SPSS 与 Word 和 Excel 间的通信。

第 7 章:通过 Excel Link 技术讲解 MATLAB 与 Excel 间的混合编程。

教师可以针对不同专业和不同类别的学生,挑选本书中不同章节的内容进行讲解。

适合的读者

本书适合以下几类读者学习参考:

- 大中专院校的学生;
- 社会培训学生;
- C# 应用开发者;
- 数据库开发初学者;
- 数学软件使用者。

致谢

书中实例是编者多年教学、教研工作的积累和总结,渗入了程序设计及软件开发的基本技巧。本书第 1 章由阎少宏编写,第 2~5 章由李丽红编写,第 6 章和第 7 章由阎红灿编写,全书由李丽红统稿。编写过程中参考了多种同类教材、专著,在此向参考文献与资料的编著者表示衷心感谢!在本书编写过程中,得到了河北联合大学理学院院长刘保相教授、徐秀娟副教授和陈学斌副教授的大力支持和帮助;周丽晖老师对部分内容提出了修改建议;研究生祝弘扬、李言和孙杰参与书稿核对工作;在此一并表示感谢。

本书力求反映当代数学软件与程序设计的新发展、新技术,以保持本书的先进性和实用性。但限于水平,书中难免存在不足和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2014 年 1 月于河北联合大学

目 录

第 1 章 计算数学语言 MATLAB	1
1.1 MATLAB 编程基础	3
1.1.1 MATLAB 的启动与工作环境	3
1.1.2 MATLAB 的基本命令与基本函数	9
1.1.3 MATLAB 程序设计初步	10
1.1.4 MATLAB 语言流程控制结构	14
1.1.5 M 文件的编写	16
1.2 MATLAB 数据可视化	18
1.2.1 图形窗口及其操作	19
1.2.2 二维绘图	19
1.2.3 三维绘图	22
1.3 MATLAB 数值计算	26
1.3.1 向量运算	26
1.3.2 矩阵运算	30
1.3.3 多项式运算	38
1.3.4 线性方程组的数值解	43
1.3.5 数理统计	44
1.4 MATLAB 符号计算	54
1.4.1 建立符号表达式	55
1.4.2 符号表达式的代数运算	55
1.4.3 符号极限、微积分和级数求和	59
1.4.4 符号方程的求解	62
1.4.5 符号函数的可视化	64
思考题	67
第 2 章 统计分析软件 SPSS	68
2.1 SPSS 的启动与工作环境	68
2.1.1 SPSS 环境要求	68
2.1.2 SPSS 的启动	69
2.1.3 SPSS 的运行管理方式	69
2.1.4 窗口及其功能概述	70
2.2 SPSS 的数据编辑	72
2.2.1 数据的输入	72
2.2.2 变量标签	74

2.2.3	缺失值	74
2.2.4	输入数据	75
2.2.5	编辑数据	75
2.3	SPSS 统计绘图	76
2.4	SPSS 的基本功能应用	79
2.4.1	SPSS 基本统计分析	79
2.4.2	均值检验	84
2.4.3	方差分析	89
2.4.4	回归分析	97
2.4.5	多元线性回归分析	100
2.4.6	曲线估计	103
2.4.7	聚类分析	104
	思考题	110
第 3 章	SQL Server 数据库	117
3.1	SQL Server 2005 的管理	117
3.1.1	Microsoft SQL Server 概述	117
3.1.2	Microsoft SQL Server 2005 功能简介	119
3.1.3	T-SQL 概述	122
3.1.4	SQL Server 2005 的管理	123
3.2	SQL Server 的数据定义	125
3.2.1	数据库的创建与维护	126
3.2.2	数据表的创建与维护	130
3.2.3	索引的创建与维护	137
3.3	SQL Server 的触发器和存储过程	138
3.3.1	触发器简介	138
3.3.2	触发器的创建与维护	138
3.3.3	存储过程的创建与维护	142
3.3.4	存储过程的调用	144
3.4	SQL Server 的查询设计	145
3.4.1	单表查询	147
3.4.2	多表查询	157
3.4.3	联合查询	158
3.4.4	嵌套查询	159
3.5	SQL Server 的数据更新与控制	161
3.5.1	数据更新	161
3.5.2	数据控制	163

3.5.3	数据的导入和导出	164
3.6	SQL Server 的关系图和视图管理	165
3.6.1	关系图概述	165
3.6.2	视图概述	165
3.6.3	视图的定义	166
3.6.4	视图的使用	169
	思考题	170
第4章	数据库编程技术	172
4.1	ADO.NET 技术	172
4.1.1	ADO.NET 简介	172
4.1.2	基于数据绑定的数据访问	175
4.1.3	基于 SqlCommand 的数据访问	176
4.2	数据库访问控件	178
4.2.1	ListBox 控件	178
4.2.2	TreeView 控件	179
4.2.3	ListView 控件	181
4.3	LINQ to SQL	182
4.3.1	LINQ to SQL 编程: 从数据库取得信息	183
4.3.2	LINQ 查询和数据绑定	185
4.3.3	创建主视图/细目视图	186
4.3.4	LINQ to SQL 编程: 地址簿案例研究	188
4.4	开发实例——酒店管理系统的设计与实现	190
4.4.1	系统分析	190
4.4.2	数据库设计	192
4.4.3	系统登录的设计	198
4.4.4	系统功能实现	203
第5章	MATLAB 的混合编程技术	231
5.1	COM 技术概述	231
5.1.1	COM 简介	231
5.1.2	COM 组件的有关概念	232
5.2	MATLAB 的 ActiveX 服务功能	234
5.2.1	MATLAB 服务函数	234
5.2.2	在客户程序中执行 MATLAB 命令	234
5.2.3	与客户程序进行数据交换	234
5.2.4	应用案例——实现矩阵的转置、求解矩阵的逆矩阵和特征值	235

5.3	通过 MATLAB Builder for .NET 创建 COM 组件	239
5.3.1	MATLAB Builder for .NET 技术简介	239
5.3.2	创建和使用 COM 组件	240
5.3.3	运用 MATLAB 的全局变量进行数据转换	240
5.3.4	将 M 函数打包为 .NET 组件	241
5.3.5	配置 MATLAB 编译器和 MATLAB Builder for .NET 编译器	247
5.4	应用案例——傅里叶变换图示	248
5.5	进一步理解数据转换	251
5.5.1	MATLAB 函数参量传递	252
5.5.2	理解数据转换类	252
5.5.3	自动转换 MATLAB 数据类型	252
	思考题	253
第 6 章	SPSS 的混合编程技术	254
6.1	SPSS 与 MATLAB 的混合编程	254
6.1.1	SPSS 中的对象	254
6.1.2	MATLAB 调用 SPSS	255
6.1.3	SPSS 调用 MATLAB	257
6.2	C# 操作 SPSS 数据文件	262
6.2.1	通过 COM 组件操作 SPSS 数据文件	262
6.2.2	使用 SPSS.NET 操作 SPSS 数据文件	264
6.3	SPSS 与 Word 间的通信	266
6.3.1	在 SPSS 中打开 Word	266
6.3.2	在 SPSS 中定制打开 Word 的菜单	267
6.4	SPSS 与 Excel 间的通信	269
6.4.1	SPSS 调用 Excel 文件数据	269
6.4.2	SPSS 数据的 Excel 文件类型保存	270
6.4.3	通过 ODBC 驱动读取多张数据表	270
6.5	应用案例——利用 MATLAB 和 SPSS 进行季节性预测	272
	思考题	275
第 7 章	MATLAB 与 Excel 的混合编程	276
7.1	通过 Excel Link 实现 Excel 和 MATLAB 的数据共享	276
7.1.1	Excel Link 技术概述	277
7.1.2	Excel Link 函数	279
7.2	使用 Excel 生成器	280
7.2.1	概述	280
7.2.2	创建 Excel 生成器插件	281
7.2.3	创建和使用 Excel 插件案例——魔方	281

第 1 章 计算数学语言 MATLAB

MATLAB 语言是国际上自动控制领域的首选计算机语言,也是诸多理工科专业最为适合的计算机语言。MATLAB 是 MATrix LABoratory(矩阵实验室)的简称,其前身是 20 世纪 70 年代中后期,曾在密歇根大学、斯坦福大学和新墨西哥大学担任数学与计算机科学教授的 Cleve Moler 博士为讲授矩阵理论和数值分析课程的需要,在他的同事协助下使用当时流行的 FORTRAN 语言编写的两个子程序库 EISPACK 和 LINPACK。由此可看出 MATLAB 和矩阵运算的渊源。MATLAB 除了利用 EISPACK 和 LINPACK 两大软件包的子程序外,还包含用 FORTRAN 语言编写的、用于承担命令翻译的部分。

在 20 世纪 80 年代初,John Little 等人将先前的 MATLAB 全部用 C 语言进行改写,形成了新一代的 MATLAB。1984 年,Cleve Moler 和 John Little 等人成立 MathWorks 公司,并于同年向市场推出了第一个 MATLAB 的商业版本。随着市场受众人群的增加,其功能也在不断得到完善和加强,在完成数值计算的基础上,添加了数据可视化与其他流行软件的接口的功能,并开始对 MATLAB 工具箱进行研究开发。

相比于其他程序设计语言,MATLAB 语言具有如下优势。

(1) 简洁高效性。MATLAB 程序设计语言集成度高,语句简洁,很多情况下用其他程序设计语言需要编写上百条语句才能解决的问题,MATLAB 只需要一个命令就能完成。其程序可靠性高、易于维护,可大大提高解决问题的效率和水平。

(2) 科学计算功能。MATLAB 语言以矩阵为基本单元(例如一张图片在 MATLAB 语言中被看成一个由像素组成的矩阵),可以直接用于矩阵运算。另外,最优化问题、数值微积分问题、微分方程数值解等问题等都能直接用 MATLAB 语言求解。

(3) 绘图功能。MATLAB 语言可以用最直观的语句将实验数据或计算结果用图形的方式显现,并可以将难以显示出来的隐函数直接用曲线绘制出来。MATLAB 语言还允许用户用可视化的方式编写图形用户界面,其难易程度与使用 Visual Basic 相近,这使得用户可以容易地利用该语言编写通用程序。

(4) 工具箱。MATLAB 之所以能成为世界流行的数学软件,很大程度上是依靠其数量众多的工具箱。最初 MATLAB 为控制领域的学者所推崇,在应用数学及控制领域几乎所有的研究方向均有自己的工具箱,而且由该领域内知名的专家编写,可信度比较高。随着 MATLAB 的进一步普及,在其他工程领域也出现了相应工具箱,这也大大促进了 MATLAB 语言在各个领域的应用。

(5) 强大的动态系统仿真功能。Simulink 提供的面向框图的仿真及概念性仿真功能,使得用户能容易地建立复杂系统模型,准确地对其进行仿真分析。Simulink 的概念性仿真模块集允许用户在一个框架下对含有控制环节、机械环节和电子、电机环节的几点一体化系统进行建模与仿真,这是目前其他计算机语言无法做到的。

为了更近一步了解 MATLAB 的应用结构,下面用图 1.1 来简要表示 MATLAB 系统的三层系统结构。图中显示了 MATLAB 应用的三个层次,Toolboxes(工具箱)、Compiler

(编译程序,即 MATLAB 语言)和 MATLAB 的最底层应用,这是学习 MATLAB 产品家族应用的起点。MATLAB 是 MATLAB 产品家族的基础,它提供了基本的数学算法,例如矩阵运算、数值分析算法, MATLAB 集成了 2D 和 3D 图形功能,以完成相应数值可视化的工作,并且提供了一种交互式的高级编程语言——M 语言,利用 M 语言可以通过编写脚本或者函数文件实现用户自己的算法。工具箱实际是用 MATLAB 语句编成的、可供调用的函数文件集,用于解决某一方面的专门问题或实现一类新算法。MATLAB 工具箱的函数文件可以修改、增加或删除,用户也可以根据自己研究领域的需要自行开发工具箱并外挂于 MATLAB 中。MATLAB Compiler 是一种编译工具,它能够将那些利用 MATLAB 提供的编程语言——M 语言编写的函数文件编译生成为函数库、可执行文件 COM 组件等。这样就可以扩展 MATLAB 的功能,使 MATLAB 能够同其他高级编程语言例如 C/C++ 语言进行混合应用,取长补短,以提高程序的运行效率,丰富程序开发的手段。

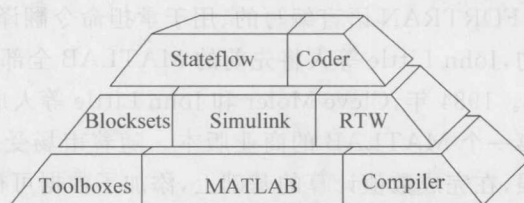


图 1.1 MATLAB 的三层系统结构

Simulink 是 MATLAB 中的一种可视化仿真工具,是一种基于 MATLAB 的框图设计环境,是实现动态系统建模、仿真和分析的软件包,被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与仿真中。Simulink 可以用连续采样时间、离散采样时间或两种混合的采样时间进行建模。它支持多速率系统,即系统中的不同部分具有不同的采样速率。为了创建动态系统模型,Simulink 提供了一个建立模型方块图的图形用户接口(Graphical User Interface, GUI),这个创建过程只需单击和拖动鼠标操作就能完成,它提供了一种更快捷、直接明了的方式,而且用户可以立即看到系统的仿真结果。

Stateflow 是有限状态机(finite state machine)的图形工具,它可以用于解决复杂的逻辑问题,用户可以通过图形化工具实现在不同状态之间的转换。Stateflow 可以直接嵌入到 Simulink 仿真模型中,并且在仿真的初始化阶段,Simulink 会把 Stateflow 绘制的逻辑图形通过编译程序转换成 C 语言,使二者有机地结合在一起。Stateflow 可以在 Simulink Extra 模块库中找到。

MATLAB 从其雏形发展到今天,历经多次版本更新。除了前面已提到用 C 语言重新编写外,1993 年,MathWorks 公司推出了基于 PC 的以 Windows 为操作系统平台的 MATLAB 4.0 版。1994 年推出的 4.2 版,扩充了 4.0 版的功能,尤其在图形界面设计方面提供了新的方法。1997 年推出的 MATLAB 5.0 版增加了更多的数据结构,如结构数组、细胞数组、多维数组、对象、类等,使其成为一种更方便的编程语言。2004 年 7 月,MathWorks 公司又推出了 MATLAB 7.0 版(Release 14),其中集成了 MATLAB 7.0 编译器、Simulink 6.0 图形仿真器及很多工具箱,在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面都进行了全面的升级。本书采用的是 MATLAB2008b 版(即 MATLAB 7.7 版)。

1.1 MATLAB 编程基础

1.1.1 MATLAB 的启动与工作环境

当计算机的软硬件均达到 MATLAB 的安装要求后,只需将 MATLAB 的安装光盘放入光驱,安装程序会自动提示安装步骤,按所给提示做出选择,便能顺利完成安装。

MATLAB 对计算机软硬件的大致安装要求是:

- (1) Windows XP/2003/Vista/7 操作系统;
- (2) Pentium III、Pentium 4 的 CPU;
- (3) 128MB 左右的内存;
- (4) 10GB 左右的硬盘;
- (5) 支持 16 位以上颜色,分辨率在 800×600 以上的显示卡和显示器;
- (6) 光驱。

成功安装后,MATLAB 将在桌面上放置一个图标,双击图标即可启动 MATLAB 并呈现 MATLAB 工作窗口,如图 1.2 所示。同样,如果在 Windows 操作系统下,可以单击“开始”→“所有程序”→MATLAB2008b 启动 MATLAB。

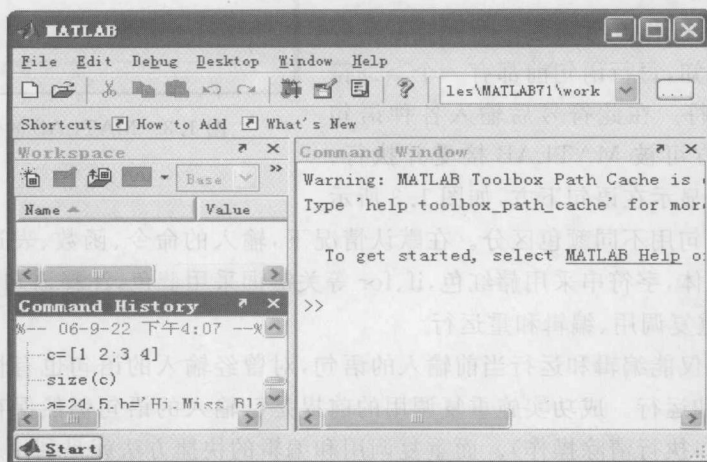


图 1.2 MATLAB 2008 的操作界面

安装后首次启动 MATLAB 所得的操作界面如图 1.2 所示,这是系统默认的、未曾被用户依据自身需要和喜好设置过的界面。

MATLAB 的主界面是一个高度集成的工作环境,有 4 个不同职责分工的窗口,分别是命令窗口(Command Window)、历史命令(Command History)窗口、当前目录(Current Directory)窗口和工作空间(Workspace)窗口。除此之外,MATLAB 6.5 之后的版本还添加了“开始”(Start)按钮。

由于 MATLAB 的菜单栏和工具栏的组成方式和内容与一般软件基本相同或相似,这里就不再赘述。下面重点介绍 MATLAB 的几个窗口。

1. 命令窗口

MATLAB 的默认主界面的右侧是主窗口。即如图 1.3 所示的 Command Window 就是命令窗口。

命令窗口顾名思义就是接收命令输入的窗口,但实际上,可输入的对象除 MATLAB 命令之外,还包括函数、表达式、语句以及 M 文件名或 MEX 文件名等,为叙述方便,这些可输入的对象以下通称为语句。

MATLAB 的工作方式之一是:在命令窗口中输入语句,然后由 MATLAB 逐句解释执行并在命令窗口中给出结果。命令窗口可显示除图形以外的所有运算结果。

命令窗口可从 MATLAB 主界面中分离出来,以便单独显示和操作,当然也可重新返回主界面中,其他窗口也有相同的行为。分离命令窗口可执行 Desktop 菜单中的 Undock Command Window 命令,也可单击窗口右上角的  按钮或者直接用鼠标将命令窗口拖离主界面,其结果如图 1.3 所示。若将命令窗口返回到主界面中,可单击窗口右上角的  按钮,或执行 Desktop 菜单中的 Dock Command Window 命令。下面分别对使用命令窗口的一些相关问题加以说明。

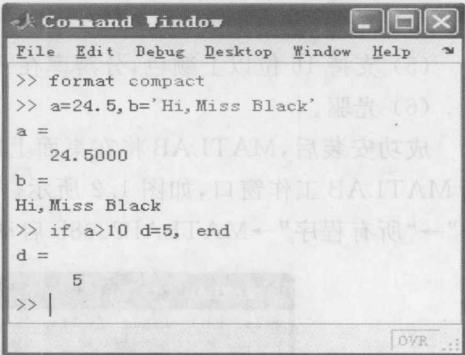


图 1.3 MATLAB 的命令窗口

1) 提示命令符和语句颜色

由图 1.3 可知,每行语句前都有一个 `>>` 符号,即命令提示符。在此符号后输入各种语句并按 Enter 键,方可被 MATLAB 接受并执行。执行的结果一般显示在语句下方,如图 1.3 所示。

不同类型语句用不同颜色区分。在默认情况下,输入的命令、函数、表达式以及计算结果等采用黑色字体,字符串采用赭红色,if、for 等关键词采用蓝色,注释语句用绿色。

2) 语句的重复调用、编辑和重运行

命令窗口不仅能编辑和运行当前输入的语句,对曾经输入的语句也有快捷的方法进行重复调用、编辑和运行。成功实施重复调用的前提是已输入的语句仍然保存在历史命令窗口中(未对该窗口执行清除操作)。而重复调用和编辑的快捷方法就是利用表 1.1 所列的键盘按键。

表 1.1 语句行用到的编辑键

键盘按键	键 的 用 途	键盘按键	键 的 用 途
	向上回调以前输入的语句行	Home	让光标跳到当前行的开头
	向下回调以前输入的语句行	End	让光标跳到当前行的末尾
	光标在当前行中左移一字符	Delete	删除当前行光标后的字符
	光标在当前行中右移一字符	Back Space	删除当前行光标前的字符

其实这些按键与文字处理软件中介绍的同一编辑键在功能上是大体一致的,不同点主要是:在文字处理软件中是针对整个文档使用,而 MATLAB 命令窗口是以行为单位使用

这些编辑键,类似于编辑 DOS 命令的使用方法。提到后一点是有用意的,实际上, MATLAB 有很多命令就是从 DOS 命令中借来的。本书随后还会对一些常用命令进行介绍。

3) 语句行中使用的标点符号

MATLAB 在输入语句时,可能要用到表 1.2 所列的各种符号,这些符号在 MATLAB 中所起的作用如表 1.2 所示。提醒一下,在向命令窗口中输入语句时,一定要在英文输入状态下输入,尤其在刚刚输完汉字后初学者很容易忽视中英文输入状态的切换。

表 1.2 MATLAB 语句中的常用标点符号及其作用

名称	符号	作用
空格		变量分隔符;矩阵一行中各元素的分隔符;程序语句关键词分隔符
逗号	,	分隔欲显示计算结果的各语句;变量分隔符;矩阵一行中各元素间的分隔符
点号	.	数值中的小数点;结构数组的域访问符
分号	;	分隔不想显示计算结果的各语句;矩阵行与行的分隔符
冒号	:	用于生成一维数值数组;表示一维数组的全部元素或多维数组某一维的全部元素
百分号	%	注释语句说明符,凡在其后的字符视为注释性内容而不被执行
单引号	' '	字符串标识符
圆括号	()	用于矩阵元素引用;用于函数输入变量列表;确定运算的先后次序
方括号	[]	向量和矩阵标识符;用于函数输出列表
花括号	{ }	标识细胞数组
续行号	...	长命令行需分行时连接下行用
赋值号	=	将表达式赋值给一个变量

语句行中使用标点符号示例:

例 1

```
>>a=24.5,b='Hi, Miss Black'      %">>"为命令行提示符;逗号用来分隔显示计算结果的各
                                   %语句;单引号标识字符串;"%"为注释语句说明符
a=
24.5000
b=
Hi, Miss Black
>>c=[1 2;3 4]                    %方括号标识矩阵,分号用来分隔行,空格用来分隔元素
c=
1 2
3 4
```

4) 命令窗口中数值的显示格式

为了适应用户以不同格式显示计算结果的需要, MATLAB 设计了多种数值显示格式以供用户选用,其中默认的显示格式是:数值为整数时,以整数显示;数值为实数时,以 short 格式显示;如果数值的有效数字超出了这一范围,则以科学计数法显示结果。

必须指出, MATLAB 所有数值均按 IEEE 浮点标准所规定的长型格式存储, 显示的精度并不代表数值实际的存储精度, 或者说数值参与运算的精度, 认清这点是非常必要的。

5) 数值显示格式的设定方法

格式设定的方法有两种: 一是执行 MATLAB 窗口中 File 菜单的 Preferences 命令, 用打开的窗口(如图 1.4 所示)去设定; 二是执行 format 命令, 例如要用 long 格式, 在命令窗口中输入 format long 语句即可。两种方法均可独立完成设定, 但使用命令的方法对于程序设计时进行格式设定很方便。

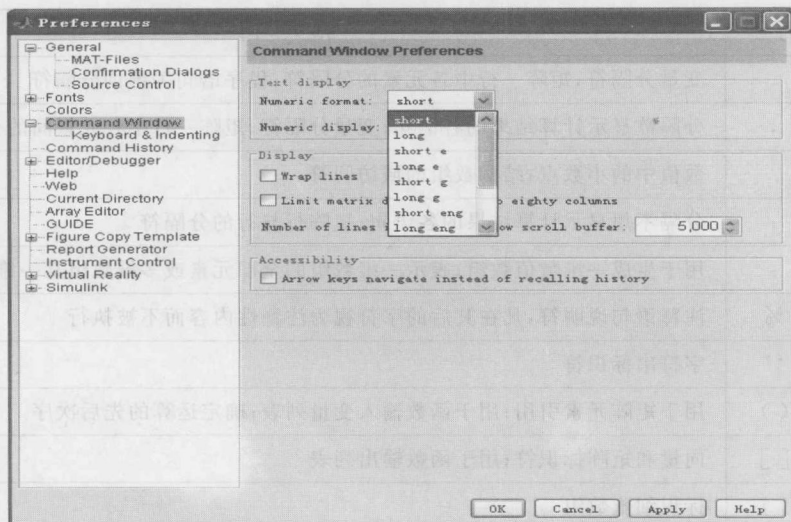


图 1.4 MATLAB 的 Preferences 窗口

不仅数值显示格式可由用户自行设置, 数字和文字的字体显示风格、大小、颜色也可由用户自行挑选。其方法还是执行 File|Preferences 命令, 打开如图 1.4 所示的窗口。利用该窗口左侧的格式对象树, 从中选择要设定的对象再配合相应的选项, 便可对所选对象进行相应的操作。

6) 命令窗口清屏

当命令窗口中执行过许多命令后, 窗口会被占满, 为方便阅读, 清除屏幕显示是经常采用的操作。清除命令窗口显示通常有两种方法: 一是执行 MATLAB 窗口的 Edit|Clear Command Window 命令; 二是在提示符后直接输入 clc 语句。两种方法都能清除命令窗口中的显示内容, 但也只是命令窗口的显示内容而已, 并不能清除工作空间和历史命令窗口中的显示内容。

2. 历史命令(Command History)窗口

历史命令窗口是 MATLAB 用来保存命令窗口中使用过的语句记录。它借用计算机的存储器来保存信息。其主要目的是为了便于用户追溯、查找曾经用过的语句, 利用这些既有的资源节省编程时间。

单击历史命令窗口右上角的 ↗ 按钮, 便可将其从 MATLAB 主界面分离出来, 如图 1.5 所示。从窗口中

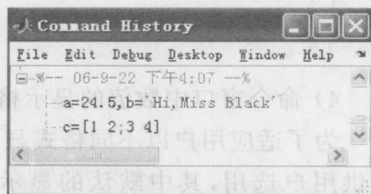


图 1.5 MATLAB 的历史窗口

记录的时间来看,其中存放的正是曾经使用过的语句。对历史命令窗口中的内容,可在选中的前提下,将它们复制到当前正在工作的命令窗口中,以供进一步修改或直接运行。其优势在如下两种情况下体现得尤为明显:一是需要重复处理长语句时;二是选择多行曾经用过的语句形成 M 文件时。

1) 复制、执行历史命令窗口中的命令

历史命令窗口的主要应用体现在表 1.3 中。表中操作方法一栏中提到的“选中”操作,与 Windows 选中文件时的方法相同,同样可以结合 Ctrl 键和 Shift 键使用。

表 1.3 工作空间中保存和删除变量的操作方法

功 能	操 作 方 法
全部工作空间变量保存为 MAT 文件	右击,在弹出的快捷菜单中执行 Save Workspace As... 命令,则可把当前工作空间中的全部变量保存为外存中的数据文件
部分工作空间变量保存为 MAT 文件	选中若干变量右击,在弹出的快捷菜单中执行 Save Selection As... 命令,则可把所选变量保存为数据文件
删除部分工作空间变量	选中一个或多个变量按鼠标右键弹出快捷菜单,选用 Delete 命令,或执行 MATLAB 窗口的 Edit Delete 菜单命令;在弹出的 Confirm Delete 对话框中单击“确定”按钮
删除全部工作空间变量	右击,弹出快捷菜单,执行 Clear Workspace 命令,或执行 MATLAB 窗口的 Edit Clear Workspace 菜单命令

2) 用命令建立数据文件以保存数据

MATLAB 提供了一组命令来处理工作空间中的变量,在此介绍其中三个命令。

(1) save 命令,其功能是把工作空间的部分或全部变量保存为以 mat 为扩展名的文件。它的通用格式是:

save 文件名 变量名 1 变量名 2 变量名 3...参数

将工作空间中的全部或部分变量保存为数据文件。

```
>>save dataf %将工作空间中所有变量保存在 dataf.mat 文件中
>>save var_ab A B %将工作空间中变量 A、B 保存在 var_ab.mat 文件中
>>save var_ab C-append %将工作空间中变量 C 添加到 var_ab.mat 文件中
```

(2) load 命令,其功能是把外存中的 .mat 文件调入工作空间,与 save 命令相对。它的通用格式是:

load 文件名 变量名 1 变量名 2 变量名 3...

将外存中 .mat 文件的全部或部分变量调入工作空间。

```
>>load dataf %将 dataf.mat 文件中全部变量调入工作空间
>>load var_ab A B %将 var_ab.mat 文件中的变量 A、B 调入工作空间
```

(3) clear 命令,其功能是把工作空间的部分或全部变量删除,但它不清除命令窗口。它的通用格式是:

clear 变量名 1 变量名 2 变量名 3...

删除工作空间中的全部或部分变量。

```
>>clear %删除工作空间中的全部变量  
>>clear A B %删除工作空间中的变量 A、B
```

与用菜单方式删除工作空间变量不同,用 clear 命令删除工作空间变量时不会弹出“确认”对话框,且删除后是不可恢复的,因此在使用前要考虑清楚。

3. 帮助(Help)窗口

如图 1.6 所示是 MATLAB 的帮助窗口。该窗口分为左右两部分,左侧为帮助导航器(Help Navigator),右侧为帮助浏览器。

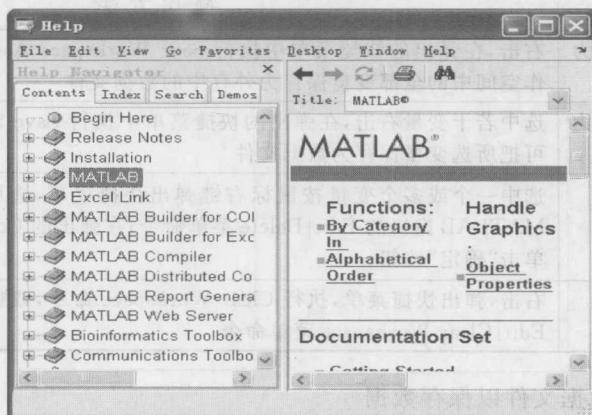


图 1.6 MATLAB 的帮助窗口

帮助导航器的功能是向用户提供各种不同的帮助手段,以选项卡的方式组织,分为 Contents、Index、Search 和 Demos 等,其功能如下。

(1) Contents 选项卡向用户提供全方位帮助的向导图,单击左边的目录条时,会在窗口右边的帮助浏览器中显示相应的 HTML 帮助文本。

(2) Index 选项卡是 MATLAB 提供的术语索引表,用以查找命令、函数和专用术语等。

(3) Search 选项卡是通过关键词来查找全文中与之匹配的章节条目。

(4) Demos 选项卡用来运行 MATLAB 提供的 Demo。

4. MATLAB 的各种文件

因为 MATLAB 是一个多功能集成软件,不同的功能需要使用不同的文件格式去表现,所以 MATLAB 的文件也有多种格式。最基本的是 M 文件、数据文件和图形文件,除此之外,还有 MEX 文件、模型文件和仿真文件等。下面分别予以说明。

(1) M 文件,以 m 为扩展名,所以称为 M 文件。M 文件是由一系列 MATLAB 语句组成的文件,包括命令文件和函数文件两类,命令文件类似于其他高级语言中的主程序或主函数,而函数文件则类似于子程序或被调函数。MATLAB 众多工具箱中的(函数)文件基本上是 M 函数文件。因为它们是由 ASCII 码表示的文件,所以可由任一文字处理软件编辑后以文本格式存放。

(2) 数据文件,以 mat 为扩展名,所以又称 MAT 文件。在讨论工作空间窗口时已经涉