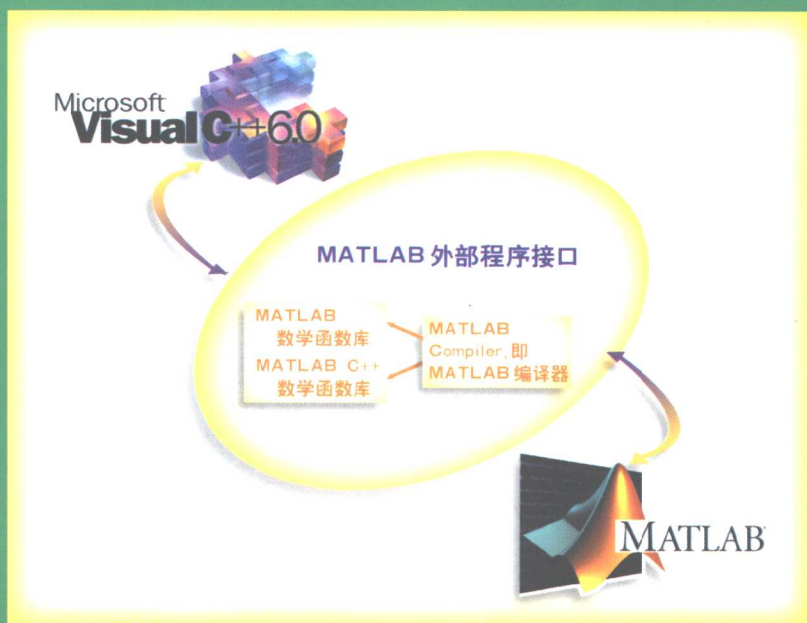


MATLAB 语言应用系列书

MATLAB

外部程序接口(6.x)

刘志俭 潘献飞 连军想 编著



科学出版社

MATLAB 语言应用系列书

MATLAB 外部程序接口 (6. x)

刘志俭 潘献飞 连军想 编著

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书是“MATLAB 语言应用系列书”之一。全书共分 6 章,其中序章对 MATLAB 的使用环境和程序设计进行了简单的介绍;第 1 章至第 4 章详细而系统的介绍了 MATLAB C/C++ 数学函数库的使用,内容涉及到使用 MATLAB C/C++ 数学函数库各个方面,包括 MATLAB 阵列的操作、阵列的索引、类的定义及使用(mwArray、mwArrayIndex、mwArrayin、mwArrayout)、内存管理、数据的输入输出和库函数的调用,同时为了方便用户对 MATLAB C/C++ 数学函数库的使用,书中对 MATLAB C/C++ 数学函数库中所提供的全部函数进行了全面的说明;第 5 章详细的说明了 MATLAB Compiler 的使用,MATLAB 编译器(Compiler)是在 MATLAB 环境下的一种编译工具,它能将 M 文件转化为 C、C++ 或 P 等各种不同类型的源代码,并在此基础上根据应用需要生成 MEX 文件,独立可执行应用程序(stand-alone applications),S 函数等文件类型。

本书的实用性极强,对于理工科大学教师、研究生、高年级本科生和广大科研人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 外部程序接口(6.x)/刘志俭等编著. —北京:科学出版社, 2002
(MATLAB 语言应用系列书)
ISBN 7-03-010249-5

I. M… II. 刘… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB 6.x
IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 014124 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002 年 4 月第一次印刷 印张:25 3/4

印数:1-5 000 字数:609 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

自 1984 年 MathWorks 公司首次推出 MATLAB V1.0 版本到目前为止推出的 MATLAB V6.1 版本以来, MATLAB 已发展成为国际上最优秀的科技应用软件之一, 其强大的科学计算与可视化功能、简单易用的开放式可扩展环境以及多达 30 多个面向不同领域而扩展的工具箱(Toolbox)支持, 包括了通信系统、信号处理、图像处理、小波分析、鲁棒控制、系统辨识、非线性控制、模糊控制、神经网络、优化理论、样条、商用统计分析等大量现代工程技术学科的内容, 使得 MATLAB 在许多学科领域中成为计算机辅助设计与分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。在我国, MATLAB 已经拥有许多用户, 许多高校陆续开设了有关 MATLAB 的课程, 清华大学、华中理工大学等高校的 BBS 上还专门设立了 MATLAB 讨论区。

MATLAB 外部程序接口(MATLAB External Application Program Interface)是 MATLAB 系统提供的一个非常重要的组件, 通过该接口用户可以方便的使用 MATLAB 所提供的功能完成独立应用程序的设计, 并且将 MATLAB 本身的函数转化为 C 或 C++ 的源代码。

MATLAB 外部程序接口主要包含两个部分, 即

1) MATLAB C/C++ 数学函数库

MATLAB C/C++ 数学函数库是 MATLAB 扩展中的重要组成部分, 各包含了约 400 个的 MATLAB 数学函数, 分别用 C 语言和 C++ 语言编写, 用户按照一定的规则, 可以在 C 语言和 C++ 语言的应用程序中轻松的调用它们, 用于完成原本非常繁复的矩阵运算任务, 从而极大的减少程序设计的工作量; 同时这两个函数库继承了 MATLAB 的大量矩阵计算特性, 可以使熟悉 MATLAB 的用户方便的采用 C 或 C++ 进行程序设计。更为重要的是, 使用 MATLAB C/C++ 数学函数库编写的应用程序可以完全脱离 MATLAB 环境独立地执行, 这与 MATLAB 应用程序接口相比是其最大的优点。

2) MATLAB Compiler

MATLAB 编译器(Compiler)是在 MATLAB 环境下的一种编译工具, 它能将 M 文件转化为 C、C++ 或 P 等各种不同类型的源代码, 并在此基础上根据应用需要生成 MEX 文件, 独立可执行应用程序(stand-alone applications), S 函数等文件类型。独立可执行应用程序可以完全脱离 MATLAB 环境独立运行, 甚至计算机上没有安装 MATLAB 也可以运行, 从而大大扩展了程序的应用范围。同时, 采用 Compiler 对 M 文件编译之后, 可以有效隐藏程序的算法, 提高保密性。执行 MEX 文件和独立可执行程序还可以大大提高程序的运行速度, 提高代码执行效率。总之, MATLAB 编译器既充分利用了 MATLAB 简单友好的编辑环境, 又克服了 M 文件执行效率低、运行速度慢, 且不能脱离 MATLAB 环境的缺点, 大大提高了 MATLAB 的应用范围。

本书的具体组织如下:

序章对 MATLAB 进行简要的介绍。

11-05/02

第一章至第四章详细的讲述了 MATLAB C/C++ 数学函数库的使用,并对所有的库函数进行了说明,其中第一和第二章详细讲述了 MATLAB C 数学函数库的使用,第三和第四章详细讲述了 MATLAB C++ 数学函数库的使用。它们二者自成体系,读者可以根据自己的需要有选择性的阅读 C 语言或者 C++ 语言部分的内容。但是由于 MATLAB C++ 数学函数库从原理上来说是在 MATLAB C 数学函数库的基础之上,顺序的阅读本书的内容将有助于读者对本书的全面理解。因此为了适应不同读者的需求,又保持这两部分内容的独立性,在叙述中会有少量的内容重复。

第五章对 MATLAB Compiler 的使用进行了详细的讲解。

本书序章、第一章至第四章由刘志俭编写,第五章由潘献飞、连军想编写,全书由刘志俭统稿。

在本书的编写过程中,得到了科学出版社鞠丽娜编辑的大力支持,并为本书的校对作了大量的工作,在此向她表示衷心的感谢。

作者学识有限,书中的错误及不妥之处在所难免,恳请读者不吝指正。

刘志俭

2002 年 2 月

目 录

序章 MATLAB 系统及程序设计简介	1
0.1 MATLAB 系统简介	1
0.1.1 MATLAB 系统的产生	1
0.1.2 MATLAB 系统的构成	2
0.1.3 MATLAB 共生产品	6
0.2 MATLAB 的数据类型	8
0.2.1 MATLAB 阵列	8
0.2.2 复杂的 MATLAB 基本数据类型	12
0.2.3 类(class)和类对象(object)	13
0.2.4 阵列与数组	15
0.3 MATLAB 语言程序设计	15
0.3.1 MATLAB 的基本运算符	15
0.3.2 MATLAB 的基本语句结构	18
0.3.3 MATLAB 控制语句	18
0.3.4 MATLAB M 文件的编写	22
0.4 基本的 MATLAB 矩阵操作	24
0.4.1 矩阵的构造	25
0.4.2 矩阵的数学计算	26
第 1 章 MATLAB C 数学函数库的使用	29
1.1 MATLAB C 数学函数库使用简介	30
1.1.1 MATLAB C 数学函数库的安装及配置	30
1.1.2 一个简单的范例程序	40
1.2 对 MATLAB 阵列的操作	42
1.2.1 对数值阵列的操作	43
1.2.2 对稀疏阵列的操作	50
1.2.3 对字符阵列的操作	54
1.2.4 对单元阵列的操作	56
1.2.5 对 MATLAB 结构体的操作	60
1.2.6 MATLAB 阵列的共性操作	63
1.3 内存管理	66
1.3.1 显式内存管理	66
1.3.2 自动内存管理	67
1.3.3 自动内存管理的使用	68
1.3.4 范例程序	72

1.3.5	自定义内存分配和释放函数	77
1.4	阵列的索引	78
1.4.1	索引操作的基础	79
1.4.2	索引函数的使用	81
1.4.3	基本的索引操作	83
1.4.4	阵列元素的赋值与删除	92
1.4.5	单元阵列的索引操作	96
1.4.6	结构体阵列的索引操作	99
1.4.7	C 与 MATLAB 索引操作的比较	101
1.5	库函数的调用	103
1.5.1	库函数的调用	103
1.5.2	运算符的使用	114
1.5.3	函数的函数	114
1.5.4	用单元阵列替代参数列表	121
1.6	数据的输入输出	123
1.6.1	MAT 文件格式简介	123
1.6.2	数据的输入和输出	125
1.6.3	范例程序	127
1.7	错误处理和输出句柄	128
1.7.1	错误处理机制	129
1.7.2	输出句柄	137
第 2 章	MATLAB C 数学函数库函数参考	139
2.1	MATLAB 内建函数库	139
2.1.1	通用功能函数	139
2.1.2	运算符和特殊函数	140
2.1.3	基本的矩阵操作函数	142
2.1.4	初等数学函数	143
2.1.5	线性代数函数	144
2.1.6	数据分析和傅里叶转换函数	145
2.1.7	字符串函数	146
2.1.8	文件输入/输出函数	147
2.1.9	数据类型	148
2.1.10	工具函数	149
2.2	MATLAB M 文件函数库	160
2.2.1	运算符和特殊功能函数	160
2.2.2	基本的矩阵操作函数	161
2.2.3	基本的数学函数	162
2.2.4	特殊数学函数	163
2.2.5	线性代数	164

2.2.6	数值分析和傅里叶变换	165
2.2.7	多项式和插值函数	166
2.2.8	函数的函数和常微分方程	167
2.2.9	字符串函数	168
2.2.10	文件读写函数	169
2.2.11	数据类型函数	169
2.2.12	稀疏矩阵	170
2.3	阵列访问和创建函数库	171
第3章	MATLAB C++数学函数库的使用	174
3.1	MATLAB C++数学函数库使用简介	174
3.1.1	MATLAB C++数学函数库的安装及配置	174
3.1.2	一个简单的范例程序	184
3.2	类接口	185
3.2.1	类 mwArray	185
3.2.2	类 mwArrayIndex	195
3.2.3	类 mwVarargin 和类 mwVarargout	198
3.2.4	异常处理类	201
3.3	对 MATLAB 阵列的操作	202
3.3.1	数值阵列的操作	203
3.3.2	稀疏矩阵的操作	209
3.3.3	字符阵列的操作	213
3.3.4	单元阵列的操作	217
3.3.5	结构体阵列的操作	220
3.3.6	MATLAB 阵列的共性操作	222
3.4	阵列的索引	225
3.4.1	索引操作概述	226
3.4.2	基本索引操作	228
3.4.3	阵列元素的赋值与删除	237
3.4.4	单元阵列的索引操作	242
3.4.5	结构体阵列的索引操作	247
3.4.6	C++与 MATLAB 索引操作的比较	250
3.4.7	索引操作技巧	251
3.5	库函数的调用	253
3.5.1	库函数的调用	254
3.5.2	运算符的使用	264
3.5.3	函数的函数	268
3.5.4	使用单元阵列替代参数	272
3.6	阵列的输入和输出	273
3.6.1	基于流的输入和输出	273

3.6.2	基于函数的文件输入和输出	277
3.6.3	MAT 文件的读写	281
3.7	显示、异常处理和内存管理	283
3.7.1	显示	283
3.7.2	异常处理	285
3.7.3	内存管理	291
3.8	基于 MATLAB C++ 数学函数库的程序设计	292
3.8.1	使用 MATLAB C++ 数学函数库的注意事项	293
3.8.2	MATLAB 向 C++ 的转换	294
3.8.3	范例程序	296
第 4 章	MATLAB C++ 数学函数库函数参考	300
4.1	工具函数	300
4.1.1	输出处理工具函数	300
4.1.2	错误和异常处理工具函数	301
4.1.3	内存管理工具函数	303
4.1.4	其他工具函数	304
4.2	C++ 版本的 MATLAB 函数	305
4.2.1	通用功能函数	305
4.2.2	运算符和特殊函数	306
4.2.3	矩阵元素和矩阵操作函数	308
4.2.4	初等数学函数	310
4.2.5	特殊数学函数	312
4.2.6	线性代数函数	313
4.2.7	数值分析和傅里叶变换函数	314
4.2.8	多项式和插值函数	316
4.2.9	字符串函数	317
4.2.10	输入输出函数	318
4.2.11	数据类型函数	319
4.2.12	时间和日期函数	321
4.2.13	稀疏矩阵函数	321
4.3	阵列访问和创建函数库	322
第 5 章	MATLAB 编译器的应用	325
5.1	MATLAB 编译器简介	325
5.1.1	MATLAB 编译器的功能	325
5.1.2	MATLAB 编译器 2.1 版的新特点	326
5.1.3	MATLAB 编译器的基本应用	326
5.1.4	MATLAB 编译器的优点	330
5.1.5	MATLAB 编译器的局限	330
5.2	MATLAB 编译器的安装与配置	331

5.2.1 创建 MEX 文件 MATLAB 编译器的系统配置流程	331
5.2.2 在 PC 机的 Microsoft Windows 平台上 MATLAB 编译器的安装与配置	332
5.3 MEX 文件与 Simulink S 函数的创建与应用	338
5.3.1 MEX 文件的创建与应用	338
5.3.2 Simulink S 函数的创建	342
5.4 独立可执行程序的创建与应用	343
5.4.1 MEX 文件与独立可执行程序的区别	343
5.4.2 独立可执行 C/C++ 程序的创建流程	344
5.4.3 PC 机 Windows 系统上的独立可执行文件的创建	345
5.4.4 创建共享函数库	353
5.4.5 把多个 M 文件创建一个独立可执行程序	354
5.4.6 M 文件与 C 或 C++ 程序混合创建独立可执行程序	357
5.5 控制代码的产生	363
5.5.1 代码生成简介	363
5.5.2 编译私有函数和方法函数	365
5.5.3 编译器产生的头文件	366
5.5.4 内部接口函数	368
5.5.5 编译器支持的可执行环境	372
5.5.6 代码格式	377
5.5.7 M 代码与 C/C++ 代码的连接	380
5.5.8 输出句柄	382
5.6 代码优化	385
5.6.1 集中优化与单独优化	386
5.6.2 数组优化	386
5.6.3 循环体的优化	388
5.6.4 条件表达式的优化	388
5.7 MATLAB 编译器命令行工具	389
5.7.1 mbuild 命令	389
5.7.2 mcc 命令	390
5.7.3 MATLAB 编译器选项标志	394
5.7.4 几个例子	400
主要参考文献	402

序章 MATLAB 系统及程序设计简介

本章将首先从四个方面对 MATLAB 系统进行较为全面的介绍,然后对本书所要讲述的具体内容及其安排进行简要的说明,其具体结构如下:

- 0.1.1 节介绍 MATLAB 系统的产生, MATLAB 系统的构成以及 MATLAB 的共生产品,让读者对 MATLAB 系统有一个整体的了解;

- 0.1.2 节介绍 MATLAB 系统所使用的数据结构;

- 0.1.3 节简单的介绍 MATLAB 语言程序设计;

- 0.1.4 节介绍基本的 MATLAB 矩阵操作;

- 0.1.5 节对本书的结构及其具体内容进行简要的说明。

熟悉 MATLAB 系统的读者可以越过本章内容,并选择感兴趣的内容阅读本书。

0.1 MATLAB 系统简介

0.1.1 MATLAB 系统的产生

使用过 C、C++ 和 FORTRAN 等高级程序语言进行算法开发的读者可能已经知道,当算法中涉及到对矩阵的处理、运算和一些绘图操作时,程序设计将是一件非常麻烦的任务,这主要是因为两点:第一,这些高级程序设计语言本身并不包含矩阵类型的数据结构(注意:这里所说的数据结构仅仅是指那些程序设计语言本身所包含的数据结构,而不包含第三方开发的一些数据类型,如 C++ 矩阵类等),这样,当读者希望进行一些关于矩阵的算法设计时,首先需要完成的任务就是将矩阵的元素一一读入,并以它们为处理和计算的对象,而并非以矩阵整体为对象,这个步骤将由一系列的循环过程来完成,非常麻烦;第二,在这些高级程序设计语言中,没有嵌入自身的标准计算子程序和函数库,这样读者在进行算法设计时,往往需要重复的编写一些代码来完成固定的功能,这是一个非常费时和枯燥的工作。

MATLAB 的首创者 Cleve Morle 博士在新墨西哥大学讲授线性代数时,发现了同样的问题,便萌生了开发 MATLAB(MATrix LABoratory)——矩阵实验室的想法,并将之付诸实施,利用 FORTRAN 语言和当时极为流行的基于特征值计算的软件包 EISPACK 以及线性代数软件包 LINPACK 中大量可靠的子程序,编写了这一集命令翻译、科学计算于一身的交互式软件。在 MATLAB 下,繁琐的矩阵处理和运算变得异常容易。

随着 MATLAB 的应用范围越来越广泛, Morle 博士等数学家与一些软件专家成立了现在的 MATHWORKS 公司,致力于开发、扩展和改进 MATLAB 系统。而后由于采用了开放式的开发思想,不断吸收各学科领域权威人士所编写的实用程序,如今的 MATLAB 不但已经完全用 C 语言进行了全面的改写,增添了丰富的图形图像处理和多媒体功能,而且形成了一个规模庞大、覆盖面极广的工具箱(toolbox),其内容包括了信号

处理(signal processing)、图像处理(image processing)、小波分析(wavelet analysis)、鲁棒控制(robust control)、系统辨识(system identification)、非线性控制(non-linear control)、模糊逻辑(fuzzy logic)、神经网络(neural network)、优化理论(optimization)、样条(spline)、 μ 分析和综合(μ -analysis and synthesis)、统计分析(statistics analysis)等大量现代工程技术学科的内容,极为实用。1992年,MATHWORKS公司推出了交互式模型输入与仿真环境 Simulink,为 MATLAB 在仿真和 CAD 中的应用开创了新的局面。该公司于同年推出了具有划时代意义的 MATLAB4.0 版本,并于 1993 年推出了其基于 PC 机平台的 Windows 版本,并且不断的升级改进,现在已经推出了 6.0 版本,不但适用于各种硬件平台和操作系统,而且功能得到了进一步的增强,用户界面更为人性化,易于使用,成为一个高度集成的,集科学计算、程序设计和可视化于一身的软件环境。在该软件环境中,问题和问题的解答均以人们熟悉的数学形式表示出来,极为易用,其典型应用包括:

- 数学和计算;
- 算法开发;
- 建模和仿真;
- 数值分析,检测和可视化;
- 应用程序开发(包括图形用户界面)。

此外,MATLAB 在控制界、生物医学工程、语音处理、图像信号处理、雷达工程、信号分析、计算机技术等各行各业中也得到了广泛的应用。

0.1.2 MATLAB 系统的构成

MATLAB 系统主要由五大部分组成,分别为 MATLAB 语言(the MATLAB Language),MATLAB 工作环境(the MATLAB Working Environment),MATLAB 数学函数库(the MATLAB Math Library),图形句柄系统(Handle Graphics®)和 MATLAB 应用程序接口(the MATLAB Application Interface)。下面对它们分别进行介绍:

1. MATLAB 语言

MATLAB 语言是一种以矩阵(matrix)和阵列(array)为基本编程单元的,拥有完整的控制语句、数据结构、函数编写与调用格式和输入输出功能的具有面向对象程序设计特征的高级程序语言。读者不但可以利用它方便快捷的完成小规模算法验证、程序开发和调试工作,而且可以使用它进行大规模的复杂应用程序设计,非常有效。

与其他高级程序设计语言相比,MATLAB 语言除了执行效率要低于高级语言之外,无论是在编程的效率,可读性还是可移植性方面都要远远高于其他高级语言,对于科技工作者来说,是一种非常实用的编程工具。而且由于 MATLAB 语言轻松的实现了 C 语言和 FORTRAN 语言的几乎全部功能,并且在图形功能方面有所加强,同时提供了大量的功能齐全的数学函数,不但可以使用户编制出功能强大、界面优美的应用程序,而且可以极大的缩短开发周期。但是严格的来说,MATLAB 语言并不是一种真正的计算机语言,因为它所开发的程序不能脱离 MATLAB 的解释性执行环境而运行。

相关的 MATLAB 语言的数据类型和 MATLAB 语言的语法将分别在 0.2 节和 0.3 节中进行介绍。

2. MATLAB 工作环境

MATLAB 工作环境简而言之就是一系列实用工具的集合,它不但包括了各种操作工作空间中变量的工具和管理数据输入输出的方法,而且包括了开发调试 M 文件和 MATLAB 应用程序的集成环境,使用起来极为方便。当用户在 Window 2000 系统下启动 MATLAB 后,将会出现如图 0.1 的所示的用户界面(the User Interface),这是用户同 MATLAB 工作环境交互的主要窗口。

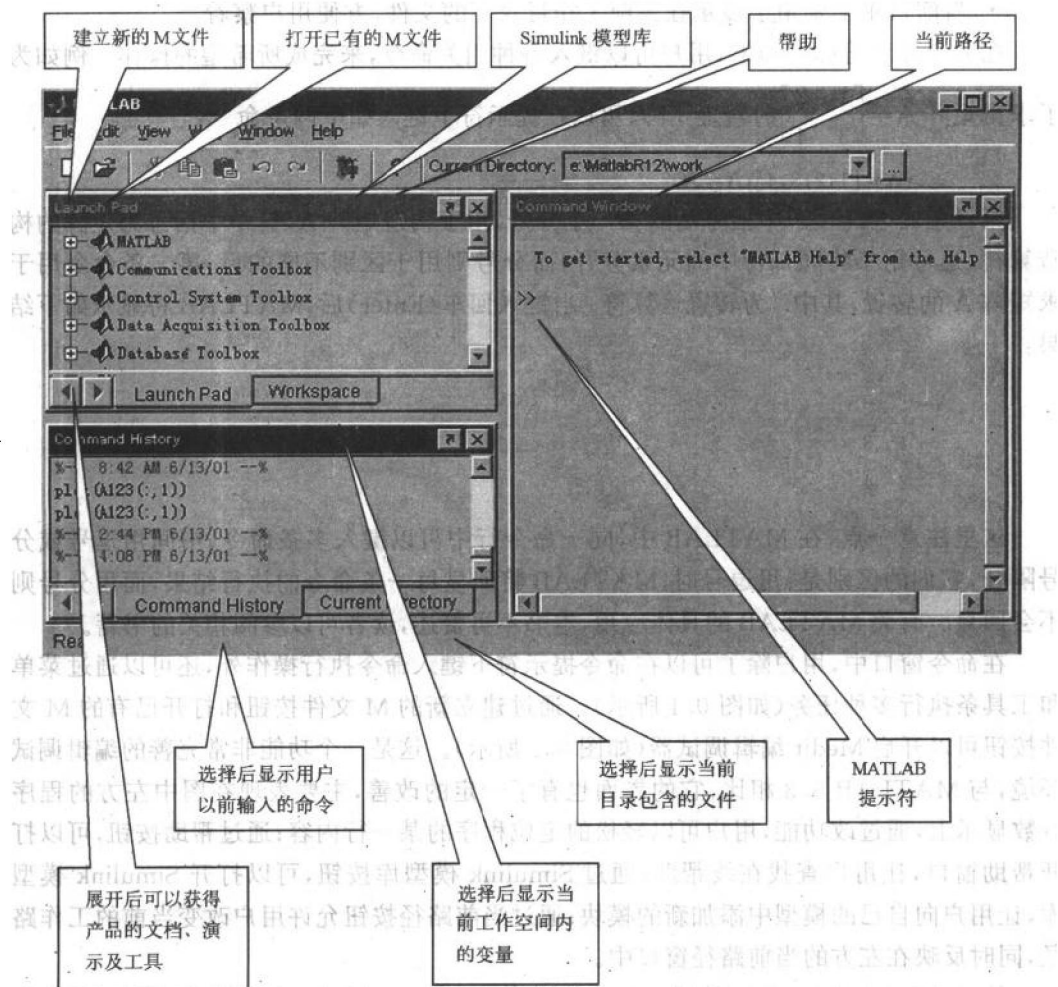


图 0.1 MATLAB 命令窗口

可以发现, MATLAB 6.0 版本与 MATLAB 5.3 版本相比界面方面有了较大的变化,主要表现在命令窗口(the Command Window)的左方上下排列的两个窗口,这两个窗口各包含两个属性页,其中上方窗口的两个属性页的名字分别为发射台(Launch Pad)和工作区间(Workspace),下方窗口的两个属性页的名字分别为历史命令(Command History)和当前目录(Current Directory)。它们的作用分别如下:

- 发射台主要用于显示当前系统已经安装的 MATLAB 工具箱和其他一些

MATLAB 组件,如 Simulink 等,单击各条目左方的加号,可以对各个条目进行展开,显示该组件的相关内容,包括帮助、演示以及相应的工具;

- 工作区间主要用于显示在命令窗口中创建和使用的变量名称、大小以及类型,方便用户的使用;

- 历史命令主要用于记录用户在命令窗口中输入的 MATLAB 命令以及用户启动 MATLAB 的时间,用户可以通过鼠标双击某条命令进行重复执行,从而为用户提供了一种快速执行命令的途径,而无需像低版本中那样,通过键盘上下查找;

- 当前目录主要用于显示在当前工作目录下的文件,方便用户察看。

在命令提示符(>>)下,用户可以键入各种相关命令,来完成所希望的操作。例如为了求得矩阵 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$ 的转置矩阵,可以在提示符下键入如下两条命令:

```
>>A=[1,2;3,4];A=A.'
```

第一条命令终止于中括号后的第一个分号,用于构造矩阵 A,其中中括号为矩阵的构造算符,逗号用于将同一行中的元素分开,而分号则用于区别不同的行;第二条命令用于求矩阵 A 的转置,其中, ' 为转置运算符。当键入回车(Enter)后, MATLAB 将显示如下结果:

```
A=
```

```
1 3
```

```
2 4
```

这里注意一点,在 MATLAB 中,同一命令行中可以键入多条命令,中间用逗号或分号隔开,它们的区别是:用逗号时, MATLAB 将回显每一条命令的执行结果,而用分号则不会回显。有关 MATLAB 的具体应用,本书不再赘述,读者可以参阅相关的书籍。

在命令窗口中,用户除了可以在命令提示符下键入命令执行操作外,还可以通过菜单和工具条执行多种任务(如图 0.1 所示)。通过建立新的 M 文件按钮和打开已有的 M 文件按钮可以开启 Medit 编辑调试器(如图 0.2 所示)。这是一个功能非常完善的编辑调试环境,与 MATLAB 5.3 相比,它的界面也有了一定的改善,主要表现在图中左方的程序行数显示上,通过改功能,用户可以轻松的定位程序的某一行内容;通过帮助按钮,可以打开帮助窗口,让用户查找在线帮助;通过 Simulink 模型库按钮,可以打开 Simulink 模型库,让用户向自己的模型中添加新的模块;通过当前路径按钮允许用户改变当前的工作路径,同时反映在左方的当前路径窗口中。

总之, MATLAB 工作环境是一个功能异常强大的工具集合,可以令用户完成几乎所有的操作,并且简单易用。

3. MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库是大量的各种形式的数学函数和算法的集合,它不但包括了最基本的初等函数,如 sum、sine、cosine 和复数运算等,而且包含了大量复杂的高级函数和算法,如贝塞尔(Bessel)函数、快速傅里叶变换和矩阵求逆等。用户在编写自己的 MATLAB 程序时,可以轻松地调用这些函数和算法,从而极大地方便了算法的开发。所

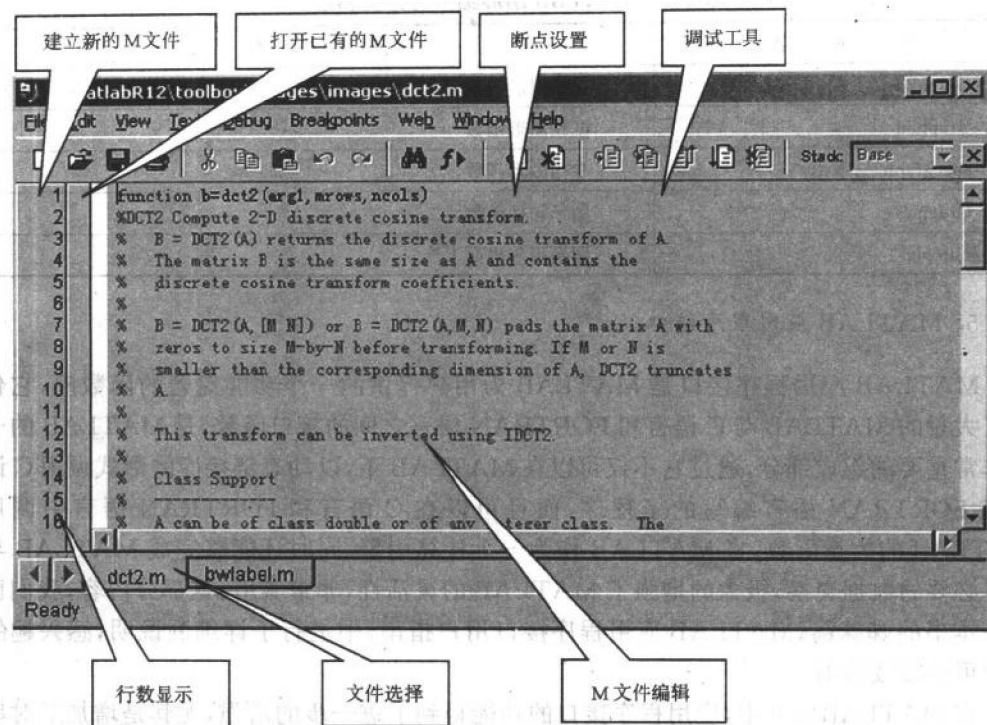


图 0.2 Medit 编辑调试窗口

有这些函数按类别分别存放在 MATLAB 工具箱目录下的八个子目录中, 详见表 0.1。

表 0.1 MATLAB 数学函数库的分类和组织

目 录 名	函 数 功 能
Elmat	对矩阵和矩阵元素的操作
Elfun	初等数学函数
Specfun	专门数学函数
Matfun	矩阵函数——数值线性代数
Datafun	数值分析和傅里叶变换
Polyfun	插值和多边形近似
Funfun	功能函数和 ODE 求解
Sparfun	稀疏矩阵函数

4. 图形句柄系统

Handle Graphics[®], 为 MATHWORKS 公司的注册商标, 是 MATLAB 的图形系统。它在包含了大量高级的 2D 和 3D 数据可视化、图形显示、动画生成和图像处理命令的同时, 还提供了许多低级的图形命令, 允许用户按照自己的需求显示图形和定制应用程序图形用户接口, 既不失方便, 又不失灵活。具体的函数分为五大类, 分别放置于 MATLAB 工具箱下五个不同的目录内, 详见表 0.2。

表 0.2 MATLAB 图形函数的分类和组织

目 录 名	函 数 功 能
Graph2d	二维图形函数
Graph3d	三维图形函数
specgraph	专用图形函数
Graphics	图形句柄函数
Uitools	图形用户界面工具

5. MATLAB 应用程序接口

MATLAB 应用程序接口是 MATLAB 为用户提供的—个功能完善的函数库,它包含了大量的 MATLAB 与 C 语言和 FORTRAN 语言之间的接口函数,是 MATLAB 的一个非常重要的组成部分。通过它不仅可以在 MATLAB 下,以动态链接库的形式调用 C 语言或 FORTRAN 语言编写的子程序,而且可以在 C 语言和 FORTRAN 语言中调用 MATLAB 的大量函数,将 MATLAB 作为一个计算引擎,同时还能够完成 MATLAB 与外界必要的交换,极大的增强了 MATLAB 的灵活性,非常实用。这部分内容,我们已经在本书的姊妹篇《MATLAB 应用程序接口用户指南》中进行了详细的说明,感兴趣的读者可以阅读该书。

在 MATLAB 6.0 中,应用程序接口的功能得到了进一步的增强,尤其是增加了对串口通信的支持,在本书中,我们将就着部分增加的内容在本书的第三部分进行详细的讲述。

0.1.3 MATLAB 共生产品

由图 0.3 所示的 MATLAB 产品家族可以看到, MATLAB 产品家族是一个非常庞大的系统, MATLAB 系统仅仅是其中的一个部分,它还有许多其他重要的成员,如 Simulink 等,下面我们对它们进行一些简单的介绍。

1. Simulink 及其扩展

Simulink 是一个用来对非线性动态系统进行仿真的鼠标驱动交互式图形系统,它允许用户通过绘制一系列的方框图来完成建模工作,并动态地对模型进行操作,适用于各种系统,包括线性系统、非线性系统、连续系统、离散系统和多变量系统,是 MATLAB 系统的一个非常重要的共生产品。

Blocksets 是 Simulink 的一个插件集,它为 Simulink 提供了大量额外的专用模块库,如信号处理、通信等。

Real-Time Workshop 是一个非常实用的应用程序,它可以由用户的方框图生成 C 语言的代码,并且能够运行在各种各样的实时系统上。

2. MATLAB 编译器

MATLAB 编译器是 MATLAB 系统扩展的重要组成部分,通过它用户可以将 MATLAB 的 M 文件转化为 C 或 C++ 语言的源代码,增强了 MATLAB 应用的灵活性。

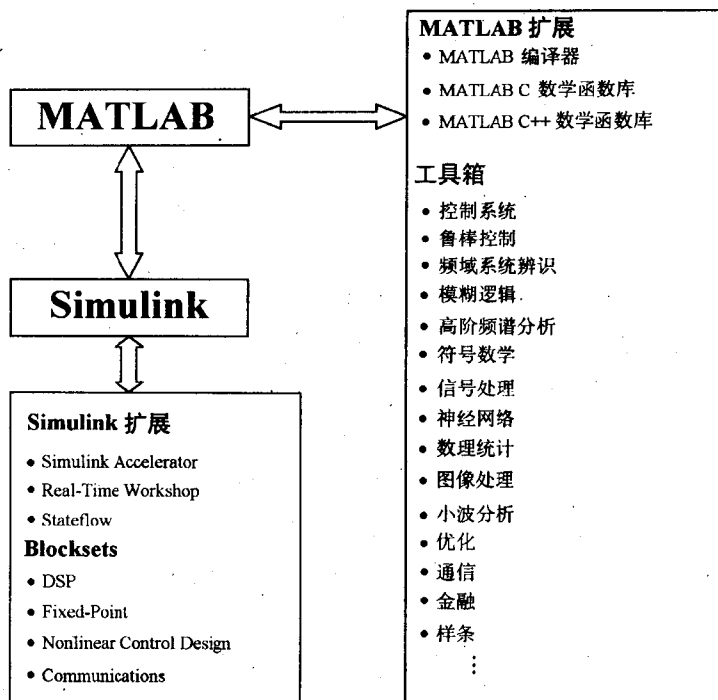


图 0.3 MATLAB 产品家族

转换后的源代码主要有以下三种类型：

1) 可生产 MEX 文件的 C 语言源代码。

2) 可与其他模块结合,生成可执行程序的 C 或 C++ 源代码,所生成的可执行程序可以独立于 MATLAB 的解释性环境单独运行,但是需要 MATLAB C/C++ 数学函数库的支持。

3) 用于 Simulink 和 Real-Time Workshop 的 C 语言 S 函数。

这是本书第 5 章将要详细讲述的内容。

3. MATLAB C/C++ 数学函数库

MATLAB C 数学函数库是 MATLAB 系统扩展的另一重要组成部分,包含了大约 400 个用 C 语言进行重新编写的 MATLAB 数学函数,不但包括大量的 MATLAB 内建函数,而且还包含了许多 MATLAB 的 M 文件,是 MATLAB 系统数学计算核心的 C 语言的再现,任何能够调用 C 语言函数的程序,均能够调用该函数库所包含的所有数学函数,为应用程序开发者提供了一种方便的使用 MATLAB 强大计算能力的途径,其核心结构是 mxArray 结构体。这里需要明确的一点是该函数库包含的仅仅是数学函数,并没有包含其他的一些专用函数,如图形句柄系统函数、Simulink 函数等。

MATLAB C++ 数学函数库的功能于 MATLAB C 数学函数库的功能相同,不过它是构建在 MATLAB C 数学函数库的上层,用 mxArray 类代替了 mxArray 结构体,对许多功能进行了封装。

这部分的内容,作者已经在本书的姊妹篇《MATLAB 应用程序接口用户指南》中的