



MATLAB 7.0

图形图像处理

王家文 李仰军 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TP391.41
398-2

MATLAB 7.0

图形图像处理

王家文 李仰军 编著



国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

MATLAB 语言是一种直观、简洁化的计算软件,广泛应用于科学计算和工程应用。本书是基于 MATLAB 7.0 的图像处理工具箱 (Image Processing Toolbox) 编写的,较详细地介绍了图像变换、图像增强、图像复原、图像编码与压缩等技术,以及绘图技术和图形用户界面应用等。全书侧重于理论和实际的结合,以具体的分析和详细的实例,让读者全面了解 MATLAB 图形图像处理技术,提高分析问题、解决问题的能力。本书在《MATLAB 6.5 图形图像处理》的基础上进行了适当调整与修改,以满足读者需求。

本书内容全面、结构清晰、针对性强,理论与实例相结合,涉及图形图像处理学的不同方向、不同领域,详细介绍了图像处理技术的技巧。

本书可作为高等院校大学本科、专科教材或教学参考书,也适用于从事图形图像处理研究人员和工程技术人员学习或参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 7.0 图形图像处理/王家文,李仰军编著.

北京:国防工业出版社,2006.6

ISBN 7-118-04543-8

I. M... II. ①王...②李... III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB 7.0 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052048 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 24½ 字数 610 千字

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 40.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

在实际生活中,人们很频繁地接触图像,如电视画面、照片等,人类所获取的外界信息大约有 70%以上是通过视觉系统获取的。图形图像处理起源于 20 世纪 20 年代,当时通过海底电缆从英国伦敦到美国纽约采用数字压缩技术传输了第一幅数字照片。此后,由于遥感等领域的应用,使图形图像处理技术逐步受到关注并得到相应的发展。

本书中,图形图像处理是指采用计算机处理图形图像的技术。近些年来,由于计算机与信息技术高速的发展,数字图像处理技术也得到快速的发展,目前已成为计算机科学、医学、生物学、工程学、信息科学等领域各学科之间学习和研究的对象。

MATLAB 工具是在国内外广泛流行的数学计算软件,这些年来由于市场的肯定,MATLAB 软件得到巨大的发展,不再是初期简单矩阵实验室的功能。随着 MATLAB 版本的不断提高,它已经广泛应用于各种科学和工程计算领域,如仿真技术、自动控制、信号处理、神经网络、数字图像处理、小波分析等。本书就是基于最新版 MATLAB 7.0 来讲解图形图像处理技术,重点在于应用 MATLAB 7.0 数字图像处理工具箱处理数字图像技术的研究。

由于 MATLAB 非常直观、简洁、交互性高的特点,因而对于一个有没有 MATLAB 基础的人而言,语言的学习就变得很简单。所以本书首先从 MATLAB 语言基础讲起,只要认真体会,在很短的时间内掌握 MATLAB 语言完全是可能的。

本书对《MATLAB 6.5 图形图像处理》的架构和风格进行了适当的改变,以满足最新技术的发展与需求,主要更改如下:

(1) 章节更改较大,原先共有 17 章内容,现变为 13 章,图形处理部分压缩较大,但是基本内容都保存,本书的重点在于图像处理。章节虽然变少,但是内容与质量却得到了极大的提高。

(2) 增加 MATLAB 7.0 新的句柄图形对象类型。

(3) 小波处理单独成为一章,而小波是目前发展比较迅速的一门技术。

(4) “图像编码和压缩”一章改成“多媒体数据编码”,章节内容大大扩展了。

(5) 书中所有的实例都经过重新加工编辑,并且风格都改成 notebook 下运行的风格,以保持运行效果的一致性,另外通过 `set(0,'DefaultFigureColor',[1 1 1])` 指令把 Figure 的默认背景改成了白色。

第 1 章对 MATLAB 7.0 特点、语言方面进行了简单介绍。第 2、3 章主要针对 MATLAB 图形技术进行详细的介绍。第 4~13 章主要讲解 MATLAB 数字图像处理技术。

很多学过 MATLAB 的读者都有个迷惑,那就是如何让 MATLAB 函数也和 MATLAB 语言一样简洁、易懂,这也是很多读者觉得学习 MATLAB 无从下手的原因所在,如何掌握这些函数以及应用这些函数成为广大 MATLAB 学习者的拦路虎。本书为了解决这样的问题,下了不少的功夫,本书以实例形式介绍了大量的函数,目的在于用最少的内容给出读者最大的

信息量和知识点。

数字图像内容复杂、广泛,本书主要强调理论和实际相结合的原则,详细介绍了数字图像处理学的方法,在 MATLAB 这样强大的工具前如何实现图像变换、图像增强、图像复原、图像编码与压缩等。为了更好地使用本书,建议读者把有关数字图像处理学理论书籍和本书结合起来学习,融会贯通,这样将会达到更好的效果。

本书的编著出版得到了王京涛的倾心支持,同时还得到文字工作室的大力支持,这里一并表示谢意。

由于图形图像处理技术日新月异、处理方法繁多,而且作者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。E-Mail:passmatlab@etang.com 或者 passmatlab@126.com

编者
2005 年 12 月

目 录

第 1 章 MATLAB 7.0 基础	1	2.2 三维绘图	56
1.1 MATLAB 语言介绍	1	2.2.1 三维数据的产生	56
1.1.1 MATLAB 产品系列与特点	2	2.2.2 三维绘图指令	56
1.1.2 MATLAB 7.0 的新特点	3	2.3 特殊图形的绘制	58
1.2 MATLAB 编程环境	4	2.3.1 面域图、直方图、饼图	58
1.2.1 初识 MATLAB 7.0 环境	4	2.3.2 等高线	60
1.2.2 指令窗和工作空间	6	2.3.3 向量图	61
1.2.3 路径浏览器与指令历史浏览 器	7	2.3.4 离散图	63
1.2.4 帮助和演示系统	7	2.3.5 直方图	65
1.3 MATLAB 数值数组	9	2.3.6 散点图	66
1.3.1 变量和表达式	9	2.3.7 面和多边形	67
1.3.2 数组的产生	10	2.3.8 函数绘图	69
1.3.3 数组的运算	15	2.3.9 动画	72
1.3.4 数组的查询和赋值	18	2.4 三维图形的精细控制	74
1.3.5 数组的变换	22	2.4.1 视角	74
1.3.6 多维数组	25	2.4.2 图形旋转	75
1.4 字符数组	29	2.4.3 灯光效果	75
1.4.1 创建字符数组	29	2.4.4 色彩控制	77
1.4.2 字符数组的操作	31	2.4.5 透明度	81
1.5 MATLAB 控制语句	37	第 3 章 句柄图形对象与 GUI	83
1.5.1 循环结构	37	3.1 图形对象	83
1.5.2 选择结构	38	3.1.1 图形对象类型	83
1.5.3 程序流控制	40	3.1.2 Root 对象	84
1.6 文件操作	41	3.1.3 Figure 对象	84
1.6.1 变量的保存与调用	41	3.1.4 核心图形对象	84
1.6.2 文件的打开与关闭	42	3.1.5 绘图对象	86
1.6.3 文件的输入与输出	42	3.1.6 Annotation 对象	87
第 2 章 MATLAB 图形绘制	44	3.1.7 组对象	89
2.1 二维绘图	44	3.1.8 Uicontrol 对象	90
2.1.1 基本绘图函数	44	3.1.9 Uimenu 对象	91
2.1.2 图形修饰	47	3.1.10 图形对象函数	92
		3.2 图形对象属性	93

3.2.1	创建对象时获取对象句柄	94	4.2.2	数字图像处理内容	114
3.2.2	通过层次关系获取对象句柄	94	4.3	MATLAB 图像	115
3.2.3	根据当前对象获取对象句柄	95	4.3.1	图像相关术语	115
3.2.4	根据对象属性值获取对象句柄	95	4.3.2	图像文件格式	116
3.3	图形对象句柄的删除与判断	96	4.4	图像的读写	116
3.3.1	句柄的删除	96	4.4.1	查询图像文件	117
3.3.2	句柄的判断	97	4.4.2	读取图像文件	118
3.4	图形对象属性值的获取与设置	98	4.4.3	写入图像文件	119
3.4.1	图形对象属性值的设置	98	4.4.4	图像数据类型转换	121
3.4.2	图形对象属性值的获取	101	4.4.5	图像文件格式转换	122
3.4.3	用户默认值的操作	102	4.5	图像显示	122
3.5	GUI 介绍	103	4.5.1	imshow 函数	122
3.5.1	GUIDE 简介	104	4.5.2	imview 函数	123
3.5.2	启动 GUIDE	104	4.6	图像类型及其显示	123
3.5.3	GUIDE 模板	104	4.6.1	二值图像及其显示	123
3.5.4	运行 GUI	106	4.6.2	灰度图像及其显示	125
3.5.5	GUI 文件	107	4.6.3	索引图像及其显示	126
3.5.6	GUIDE 环境设置	107	4.6.4	RGB 图像及其显示	127
3.6	GUI 设计规范	108	4.6.5	图像序列	129
3.6.1	GUI 设计原则	108	4.6.6	图像类型判断	130
3.6.2	界面一致性	109	4.7	特殊图像显示技术	131
3.6.3	界面易用性	110	4.7.1	显示色彩条	131
3.6.4	界面规范性	110	4.7.2	显示多帧图像序列	132
3.7	GUI 设计实现	110	4.7.3	显示多幅图像	134
3.7.1	添加组件	110	4.7.4	纹理映射	135
3.7.2	编辑菜单	110	4.8	图像类型转换	136
3.7.3	设置属性	110	4.8.1	dither 函数	137
3.7.4	回调函数	111	4.8.2	gray2ind 函数	137
第 4 章	MATLAB 图像基础	113	4.8.3	grayslice 函数	139
4.1	图像与数字图像	113	4.8.4	im2bw 函数	139
4.1.1	图像的数字化	113	4.8.5	ind2gray 函数	140
4.1.2	数字图像的表达	113	4.8.6	ind2rgb 函数	140
4.2	数字图像处理学	114	4.8.7	mat2gray 函数	141
4.2.1	数字图像处理方法	114	4.8.8	rgb2gray 函数	141
			4.8.9	rgb2ind 函数	142
			4.9	8 位和 16 位图像	143
			4.9.1	8 位和 16 位索引图像	144
			4.9.2	8 位和 16 位灰度图像	144

4.9.3	8 位和 16 位 RGB 图像	144	6.2.1	傅里叶变换的原理	176
4.10	图像色彩	145	6.2.2	傅里叶性质	177
4.10.1	图像退色处理	145	6.2.3	二维离散傅里叶变换 (2DDFT)	178
4.10.2	MATLAB 颜色模型	145	6.2.4	快速傅里叶变换	179
4.10.3	颜色模型转换	148	6.2.5	傅里叶变换的研究与 应用	181
4.10.4	色彩处理	151	6.3	离散余弦变换	185
第 5 章	图像运算与区域处理	153	6.3.1	DCT 变换矩阵	186
5.1	图像的点运算	153	6.3.2	dct2 函数和 dctmtx 函数	187
5.1.1	线性点运算	153	6.4	Walsh-Hadamard 变换	188
5.1.2	非线性点运算	153	6.5	Radon 变换	190
5.2	图像的算术运算	154	6.5.1	Radon 变换原理	190
5.2.1	加法运算	154	6.5.2	Radon 函数	191
5.2.2	减法运算	155	6.5.3	Radon 变换检测直线	192
5.2.3	乘法运算	156	6.5.4	逆 Radon 变换	194
5.2.4	除法运算	156	6.6	Fan-Beam 变换	196
5.2.5	其他运算	157	6.6.1	计算 Fan-Beam 投影	196
5.3	图像的位逻辑运算	158	6.6.2	重构 Fan-Beam 投影图 像	197
5.4	图像的几何运算	159	6.6.3	Radon 投影和 Fan-Beam 投影的转换	199
5.4.1	图像插值	159	第 7 章	图像滤波器	201
5.4.2	图像缩放	160	7.1	线性滤波	201
5.4.3	图像旋转	161	7.1.1	卷积与相关	201
5.4.4	图像剪切	162	7.1.2	imfilter 滤波函数	203
5.5	空间变换	163	7.1.3	预定义滤波	203
5.5.1	仿射变换	164	7.2	FIR 滤波器的设计	204
5.5.2	透视变换	164	7.2.1	FIR 滤波器基础	204
5.5.3	空间变换的 MATLAB 函数	165	7.2.2	计算二维频率响应	204
5.5.4	空间变换实例	168	7.2.3	计算期望频率响应矩阵	206
5.6	邻域与块操作	168	7.2.4	频率变换法	206
5.6.1	邻域操作	168	7.2.5	频率采样法	208
5.6.2	图像块操作	169	7.2.6	窗函数法	209
5.7	区域处理	171	第 8 章	MATLAB 图像增强	215
5.7.1	区域选择	171	8.1	灰度变换增强	215
5.7.2	区域滤波	172	8.1.1	像素值及其统计特性	215
5.7.3	区域填充	173	8.1.2	直方图灰度变换	218
第 6 章	MATLAB 图像正交变换	175			
6.1	正交变换通用算子	175			
6.2	傅里叶变换	176			

8.1.3	直方图均衡化	221	10.3.1	二叉树分解	260
8.1.4	直方图规定化	223	10.3.2	二叉树 MATLAB 函数	261
8.2	空域滤波增强	224	10.3.3	二叉树分解实例	264
8.2.1	平滑滤波器	224	第 11 章 数学形态学操作		266
8.2.2	锐化滤波器	228	11.1	数学形态学的基本运算	266
8.3	频域增强	229	11.1.1	结构元素矩阵	266
8.3.1	低通滤波器	229	11.1.2	膨胀运算	269
8.3.2	高通滤波器	230	11.1.3	腐蚀运算	271
8.3.3	同态滤波器	230	11.1.4	膨胀与腐蚀的对偶关系	272
8.3.4	频域增强实例	231	11.1.5	开运算和闭运算	272
8.4	色彩增强	232	11.1.6	击中与击不中操作	274
8.4.1	真彩色增强	232	11.1.7	二值图像形态学处理 函数	274
8.4.2	伪彩色增强	233	11.1.8	其他膨胀和腐蚀的基本 函数	276
第 9 章 图像复原		235	11.2	形态学的基本应用	277
9.1	退化模型	235	11.2.1	边缘提取	277
9.1.1	连续退化模型	236	11.2.2	连通对象标注	277
9.1.2	离散退化模型	236	11.2.3	对象选择	279
9.2	复原的代数方法	237	11.2.4	二值图像面积提取	280
9.2.1	代数复原原理	237	11.2.5	二值图像的欧拉数	281
9.2.2	逆滤波复原	238	11.2.6	移除对象	282
9.2.3	最小二乘方滤波	239	11.2.7	区域填充	283
9.3	实现图像复原	239	11.2.8	距离变换	284
9.3.1	维纳滤波复原	239	11.3	查找表操作	285
9.3.2	规则化滤波复原	241	11.4	灰度形态学	287
9.3.3	Lucy-Richardson 复原	242	11.4.1	灰度形态学基本运算 实例	287
9.3.4	盲去卷积复原	243	11.4.2	其他函数	288
9.3.5	图像复原的其他 MATLAB 函数	244	第 12 章 多媒体数据编码		292
第 10 章 图像分析		247	12.1	概述	292
10.1	阈值分割	247	12.1.1	图像编码压缩的必要性	292
10.1.1	双峰法	247	12.1.2	图像编码压缩的可能性	292
10.1.2	迭代法	248	12.1.3	图像编码压缩的分类	293
10.1.3	大津法	250	12.2	压缩编码技术及原理	296
10.2	边缘检测	252	12.2.1	游程编码	296
10.2.1	微分算子	253	12.2.2	哈夫曼(Huffman)编码	297
10.2.2	Log 算子	257	12.2.3	算术编码	299
10.2.3	Canny 算子	258			
10.3	二叉树分解	260			

12.2.4	词典编码	301	函数	322
12.2.5	预测编码	302	13.2.5 wrcoef2 函数和 upcoef2	
12.2.6	帧内编码	302	函数	323
12.2.7	帧间编码	303	13.2.6 upwlev2 函数	323
12.2.8	运动估计与运动补偿	304	13.2.7 wenergy2 函数	323
12.2.9	正交变换编码	304	13.2.8 wcodemat 函数	324
12.2.10	整数变换编码	306	13.2.9 wfilters 函数	324
12.3	视频编码标准	306	13.2.10 swt2 函数和 iswt2	
12.3.1	ITU-T 的 H.26X	306	函数	325
12.3.2	ISO 的 MPEG-X	307	13.2.11 wpdec2 函数和 wprec2	
12.3.3	AVS 标准	308	函数	325
12.4	MATLAB 实现压缩编码	308	13.3 小波变换实例	326
12.4.1	MATLAB 实现游程		13.3.1 图像的二维小波分解与	
编码	308	重构	326	
12.4.2	MATLAB 实现哈夫曼		13.3.2 小波滤波器设计	327
编码	309	13.3.3 小波增强	329	
12.4.3	MATLAB 实现算术		13.4 小波除噪与压缩函数	330
编码	312	13.4.1 ddencmp 函数	330	
12.4.4	MATLAB 实现余弦变换		13.4.2 thselect 函数	330
压缩	314	13.4.3 wdencmp 函数	330	
12.4.5	MATLAB 实现小波变换		13.4.4 wpdencmp 函数	331
压缩	315	13.4.5 wpthcoef 函数	332	
第 13 章	小波应用	319	13.4.6 wthcoef2 函数	333
13.1	小波的定义	319	13.4.7 wthresh 函数	333
13.2	小波变换函数	320	附录 A 常用的数学函数	335
13.2.1	dwt2 函数和 idwt2		附录 B 图像工具箱函数	337
函数	320	附录 C 小波分析工具箱函数	355	
13.2.2	wavedec2 函数和 waverec2		附录 D 句柄图形对象属性	359
函数	321	附录 E Tex 命令字符集	379	
13.2.3	dwtmode 函数	322	参考文献	381
13.2.4	appcoef2 函数和 detcoef2			

第 1 章 MATLAB 7.0 基础

MATLAB 是由 MathWorks 公司开发的一种主要用于数值计算及可视化图形处理的工程语言。它以编程环境和工具箱的形式将数值分析、矩阵计算、图形图像处理、信号处理和仿真等诸多强大的功能集成在较易使用的交互式计算机环境中,为科学研究、工程应用提供了一种功能强、效率高、可扩展的编程工具。

MATLAB 语言相对于 Java、C 等一些高级语言而言要简单得多,MATLAB 基础的学习主要在于语法和数组的应用。MATLAB 语言易学易用、简洁而且能够快速上手,即使一个从来没使用过 MATLAB,通过本章的学习,也可以轻而易举学会 MATLAB。本章讲解的方法和顺序与其他书籍用很大的不同之处。

1.1 MATLAB 语言介绍

MATLAB 这一名字是由 MATrix(矩阵)和 LABoratory(实验室)两个单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 博士讲授线性代数课程时,发现应用其他高级编程语言极为不方便,于是 Cleve Moler 博士和他的同事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 语言编写的萌芽状态的 MATLAB。在以后的几年中,MATLAB 作为免费软件在大学里使用,深受大学生们的喜爱。

1984 年,John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司,专门从事 MATLAB 软件的开发,并把 MATLAB 正式推向市场。从那时起,MATLAB 的内核采用 C 语言编写,而且除了原有的数值计算能力外,还新增了数据图视功能。1993 年,MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版本;1995 年,MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版(For Windows 3.x)。MATLAB 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,增加了以下一些功能:①推出了 Simulink。②开发出基于 Word 处理平台的 Notebook。③推出符号计算工具包。④开发了与外部进行直接数据交换的组件,使 MATLAB 可以进行实时数据分析、处理和硬件开发。1997 年,MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0;2000 年 10 月推出了 MATLAB 6.0;2002 年 8 月推出 MATLAB 6.5;2004 年,新版本 MATLAB 7.0 正式发布了。如今 MATLAB 已经取得长足的发展,也已经得到市场的认可。由于 MATLAB 强大的计算功能它被业界誉为“巨人肩上的工具”。使用 MATLAB 编程运算与人们进行科学计算的思路和表达方式完全一致,所以不像学习其他高级语言(如 Basic、Fortran 和 C 等)那样难于掌握,用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列出公式与求解问题,所以 MATLAB 又被称为演算纸式科学算法语言。而且 MATLAB 的帮助信息采用超文本格式和 PDF 格式,可以很方便地阅读。

1.1.1 MATLAB 产品系列与特点

MATLAB 以其强大的功能被越来越多的人所接受,而且其应用领域也在不断地扩大。MATLAB 产品族主要的应用领域为:仿真和建模、实时仿真、自动控制、信号处理与通信、数据分析/科学计算、算法开发、图形和可视化法、独立应用开发等。

MATLAB 产品族由大量不同功能的产品系列组成。

1. MATLAB

MATLAB 集计算、可视化及编程于一身。在 MATLAB 中,无论是问题的提出还是结果的表达都采用人们习惯的数学描述方法。这一特点使 MATLAB 成为数学分析、算法开发及应用程序开发的良好环境。MATLAB 是 MathWorks 产品家族中所有产品的基础。MATLAB 的特征如下:

1)强大的数学计算功能

MATLAB 拥有庞大的数学、统计及工程函数,可使用户立刻实现所需的强大的数学计算功能。由各领域的专家、学者们开发的数值计算程序,使用了安全、成熟、可靠的算法,从而保证了最大的运算速度和可靠的结果。

2)先进的可视化工具

MATLAB 提供功能强大的、交互式的二维和三维绘图功能。可使用户创建富有表现力的彩色图形。可视化工具包括:曲面渲染(Surface Rendering)、线框图、伪彩图、光源、三维等位线图、图像显示、动画、体积可视化等。

MATLAB 提供了 Handle Graphic 图形机制。使用该机制可以对图形进行灵活的控制。利用 GUIDE 工具,可以方便地使用 Handle Graphics 创建自己的 GUI 界面。

3)直观、灵活的语言

MATLAB 不仅仅是一套打好包的函数库,同时也是一种高级的、面向对象的编程语言。使用 MATLAB 可使用户卓有成效地开发自己的程序。MATLAB 自带的许多函数(实际上也包括所有的工具箱函数)都是用 M 文件实现的。

4)较强的开放性和可扩展性

M-文件是可见的 MATLAB 程序,所以用户可以查看源代码。开放的系统设计使用户能够检查算法的正确性,修改已存在的函数,或者加入新部件。

5)特殊应用工具箱

MATLAB 的工具箱加强了对工程及科学中特殊应用的支持。工具箱也和 MATLAB 一样是完全用户化的,可扩展性强。将某个或多个工具箱与 MATLAB 联合使用,可以得到一个功能强大的计算组合包,以满足特殊需求。

2. MATLAB Toolbox

为了支持不同的专业领域的用户,MATLAB 还提供了大量的面向专业领域的工具箱。使用 MATLAB 语言和 MATLAB 工具箱,用户可以专注于算法研究,编程只需要几行就可以完成,而且可以很快画出图形,从而迅速地进行多种算法的比较,从中找出最好的方案。MATLAB 工具箱中的大多数函数都是通过 M 文件编写的,用户可以查看其中的源代码,通过适当的修改,便可以形成自己的特殊算法。

3. MATLAB Compiler

利用 MATLAB Compiler 可以从 M 文件自动产生优化的 C 代码。通过将 MATLAB 代

码转换为 C 或 C++ 代码,编译器可以有效地加快 MATLAB 应用程序的开发速度和应用程序的运行速度。

4. Simulink

Simulink 是用来建模、分析和仿真各种动态系统的交互环境,包括连续系统、离散系统和混杂系统。Simulink 提供了采用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形交互界面。通过 Simulink 提供的丰富的功能块,可以迅速地创建系统的模型,而不需要书写任何代码。Simulink 还支持 Stateflow,用来仿真事件驱动过程。

5. Stateflow

Stateflow 提供了图形工具帮助用户设计和分析事件驱动系统。Stateflow 基于有限状态机理论,能够建立和仿真复杂的反应和事件驱动系统。这样,Simulink 的用户可以在他们的模型中描述事件驱动行为。通过 Simulink 和 Stateflow,用户可以在统一的环境下设计、建立和仿真整个嵌入式系统的行为。

6. Real - Time Workshop

Real - Time Workshop 直接将 Simulink、Stateflow、DSP Blockset 和 Communication Blockset 建立的模型自动生成代码(若模型包含 Stateflow 图时还需要有 Stateflow Coder)。通过 Real - Time Workshop,可以为嵌入式控制系统和 DSP 应用迅速生成 C 代码。它支持连续时间、离散时间、混杂系统、带触发使能的子系统和带事件驱动行为的系统。

7. Simulink 模块库

作为 Simulink 建模系统的补充,MathWorks 公司开发了专用功能块程序包。如 DSP Blockset 和 Communication Blockset 等。通过使用这些程序包,用户可以迅速地对系统进行建模与仿真。更重要的是,用户还可以对系统模型进行代码生成,并将生成的代码下载到不同的目标机上。

1.1.2 MATLAB 7.0 的新特点

MATLAB 提供了高级科学计算语言,是进行数据分析算法开发的集成开发环境。MATLAB 7.0 针对编程环境、代码效率、数据可视化、数学计算和文件 I/O 等方面进行了升级,具体情况如下:

1. 开发环境

- 重新设计的桌面环境,针对多文档界面应用提供了简便的管理和访问方法,允许用户自定义桌面外观,创建了常用指令的快捷方式;
- 增强了数组编辑器(Array Editor)和工作空间浏览器(Workspace Brower)功能,用于数据的显示、编辑和处理;
- 在当前目录浏览器(Current Directory Browser)工具中,增加了代码效率分析、覆盖度分析等功能;
- 增加了 M - Lint 编码分析,辅助用户完成程序性能分析,提高程序执行效率;
- 增强了 M 文件编辑器(M - Editor)的功能,支持多种格式源代码文件可视化编辑,例如 C/C++、HTML、Java 等。

2. 编程

- 支持创建嵌套函数(Nested Function),提供更灵活的代码模块化方式;
- 增加了匿名函数(Anonymous Function)功能,支持在指令行或者脚本文件中创建单行

函数(Single Line Function);

- 支持条件分支断点,可以在条件分支语句中进行程序中中断调试;
- 模块化注释,支持为代码段注释。

3. 数学

- 支持整数算术运算;
- 支持单精度数据类型运算,包括基本算术运算、线性代数、FFT(快速傅里叶变换)等;
- 使用更强大的计算算法包,提供更丰富的算法支持;
- `linsolve` 函数用于处理线性代数方程求解;
- ODE 求解器能够处理隐性微分方程组以及多点边界问题。

4. 图形和 3-D 可视化

- 新图形窗体界面;
- 直接从图形窗体生成 M 代码,用户可以自定义绘图;
- 增强图形窗体注释;
- 数据侦测工具(Data Exploration Tools),提供丰富的数据观测手段;
- 自定义图形对象,提供丰富的图形显示能力;
- GUIDE 新增对用户界面面板和 ActiveX 控件的支持;
- 增强的句柄图形对象支持完整的 TeX 和 LaTeX 字符集。

5. 文件 I/O 和外部接口

- 新增文件 I/O 函数,支持读取任意格式文本数据文件,并且支持写入 Excel 和 HDF5 格式数据文件;
- 具有压缩功能的 MAT 文件格式,支持快速数据文件 I/O 能力;
- `javaaddpath` 函数,无需重新启动 MATLAB 就可完成 Java 类的加载、删除等功能;
- 支持 COM、服务器事件以及 VBS;
- 支持 SOAP,使用网络服务;
- FTP 对象,直接访问 FTP 服务器;
- 支持 Unicode 编码格式,增强 MAT 文件字符集。

6. 性能与系统平台支持

- JIT 加速器支持所有数值数据类型;
- Windows XP 系统下支持 3GB 内存访问。

1.2 MATLAB 编程环境

1.2.1 初识 MATLAB 7.0 环境

在 Windows 中选择“开始→程序→MATLAB 7.0→MATLAB 7.0”,或双击在安装时自动在操作系统桌面创建的快捷方式,或在 DOS 指令窗口中直接键入 `matlab` 可启动 MATLAB 7.0,如图 1-1 所示。

在 MATLAB 下进行基本数学运算,只需将运算式直接打入提示号“>>”之后,并按 Enter 键即可。MATLAB 会将运算结果直接存入变量 `ans`(代表 MATLAB 运算后的答案)中,并显示其数值于屏幕上。如果在上述的例子结尾加上“;”,则计算结果不会显示在指令窗口

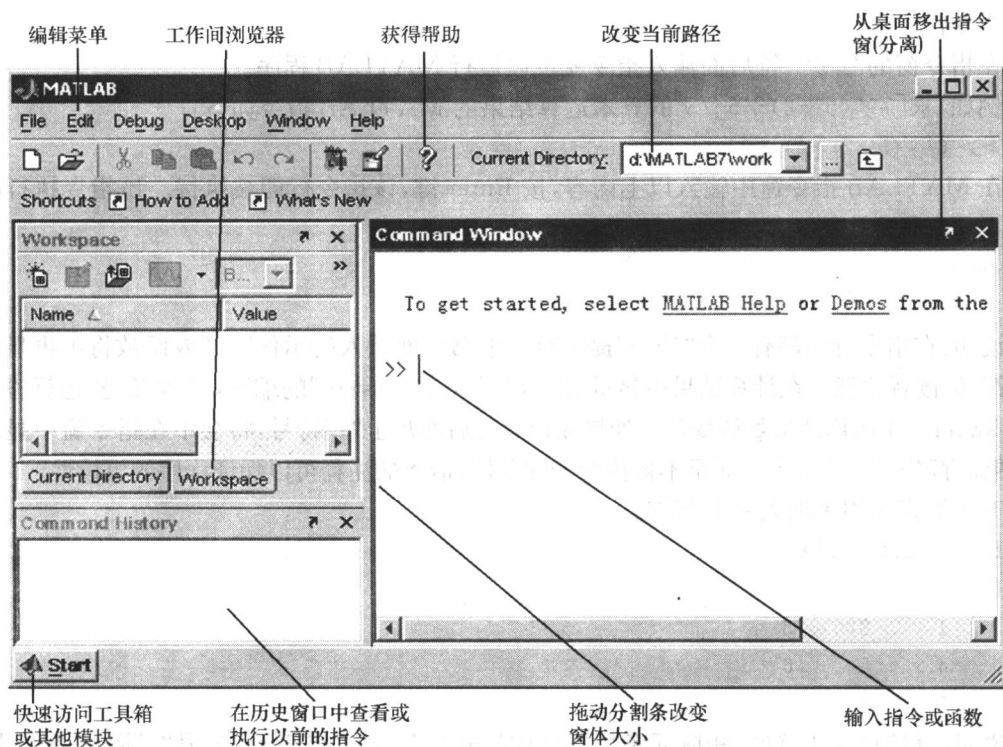


图 1-1 MATLAB 主界面

上,要得知计算值,只需键入该变量即可。

在 MATLAB 中,利用了“↑”、“↓”两个方向键可以将所执行的指令重复使用。按下“↑”则前一次指令重新出现,之后再按 Enter 键,即再执行前一次的指令。而“↓”键的功能则是往后执行指令。Ctrl+C 键可以用来中止执行中的 MATLAB 的工作。要退出 MATLAB 7.0,可单击关闭按钮  或在 MATLAB 7.0 主界面中选择 Exit MATLAB(快捷键为 Ctrl+Q 或者 Alt+F4),也可以在指令窗口(Command Window,简称为指令窗)中键入 quit 或 exit。

MATLAB 指令窗是 MATLAB 十分重要的组成部分,是用户与 MATLAB 交互的工具。它是直接运行函数或脚本的窗体。如图 1-2 所示是从 MATLAB 主界面分离出的指令窗,分离的方法是单击指令窗右上角的箭头 ,要想组合指令窗,可以单击右上角的箭头 ,当然也可以通过菜单实现。分离后的指令窗中带有 MATLAB 主界面的菜单项。下面简要介绍如何

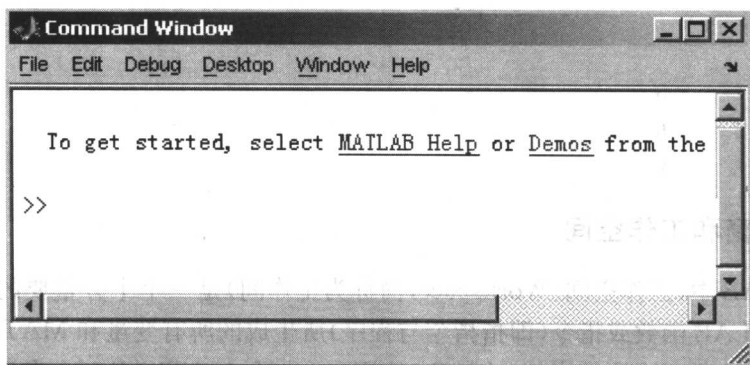


图 1-2 从 MATLAB 主界面分离出的指令窗

使用指令窗。

在指令窗的“>>”符后面输入指令就可以运行 MATLAB 程序。

例如,求 $[7 \times (5-2)+6]/3^2$ 的算术运算结果的 MATLAB 指令如下:

```
>> (7*(5-2)+6)/3^2
```

在 MATLAB 指令窗中输入以上内容,按 Enter 键,该指令行即被执行。该指令执行的结果会显示在指令窗中,结果如下:

```
ans =  
3
```

说明:在指令行前都有一个“>>”提示符。本书后面输入的示例程序或函数将不再显示该提示符,请读者注意。在计算结果中显示的“ans”是英文“answer”的缩写,其含义是“运算答案”。它是 MATLAB 运算结果默认变量。如果在指令行后面加上“;”符号,将会不在指令窗中显示运行结果。百分号“%”表示后面是不被执行的注释段,恰当的注释可以保证程序的可读性。

下面的指令用来输入一个矩阵。

```
T=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
```

```
T =  
1     2     3  
4     5     6  
7     8     9
```

说明:直接输入矩阵时,矩阵元素用空格或逗号“,”分割,矩阵行用分号“;”隔离,整个矩阵放在方括号“[]”里。在 MATLAB 中对矩阵的维数不需要做任何说明,系统会自动配置。变量 T 会保存到 MATLAB 工作空间(Workspace),以备后用。对工作空间的理解请参考下一小节。MATLAB 对变量大小写是敏感的,变量 T 和 t 是两个不同的变量,请注意区别。

```
T=[1 2 3  
4 5 6  
7 8 9];
```

说明:上面所示的是矩阵的分行输入,通过 Enter 键来分割矩阵中的行。如果一行太长, MATLAB 可以用 3 个或 3 个以上连续的黑点表示“续行”,表示是下一行是上一行的继续。但是 MATLAB 还具有智能的一面,例如,如果下面的指令中没有 3 个黑点, MATLAB 也会处于等待状态,等待用户继续输入下一行的内容。

```
T=[1 2 3;4 5 6;...  
7 8 9]  
T =  
1     2     3  
4     5     6  
7     8     9
```

1.2.2 指令窗和工作空间

在 MATLAB 中,工作空间(Workspace,简称为工作间)是一个十分重要的概念。工作间是指运行 MATLAB 函数或指令(即指指令与程序)所生成的所有变量和 MATLAB 提供的常量构成的空间。这是一个比较虚拟(或抽象)的概念。打开 MATLAB 时会自动创建一个工作间,关闭 MATLAB 后工作间自动消失。刚运行的 MATLAB 工作间中只有 MATLAB 预定

义好的几个变量,如 π (即 π)、虚数 i 和 j 等。在运行 MATLAB 程序过程中,程序所产生的变量被加入到工作间中,只有使用特殊的指令 `clear` 删除变量,否则变量会一直保存到关闭 MATLAB 为止。因此,在 MATLAB 工作间中变量不仅可以被创建它的程序使用也可以被其他程序使用,这和其他编程工具有很大的差别,请使用者特别注意。在使用 MATLAB 时可以随时查看工作间中变量名和变量值,也可以保存这些变量以备下次再使用。这里需要说明一下工作间与指令窗的区别,指令窗是一个实体,它是用户输入函数和程序的一个窗体,大多数变量都是通过这个窗体产生的;而工作间是一个抽象的概念,它保存了指令窗运行过程中所有生成的变量,在 MATLAB 中可以通过工作间浏览器(Workspace Browser)查看或编辑这些变量。

1.2.3 路径浏览器与指令历史浏览器

当前路径浏览器是 MATLAB 系统文件保存、操作的默认路径管理器。选择菜单 Desktop→Current Directory 即可打开当前路径浏览器(系统默认集成在 MATLAB 主界面中)。图 1-3 所示的为分离后的当前路径浏览器界面。

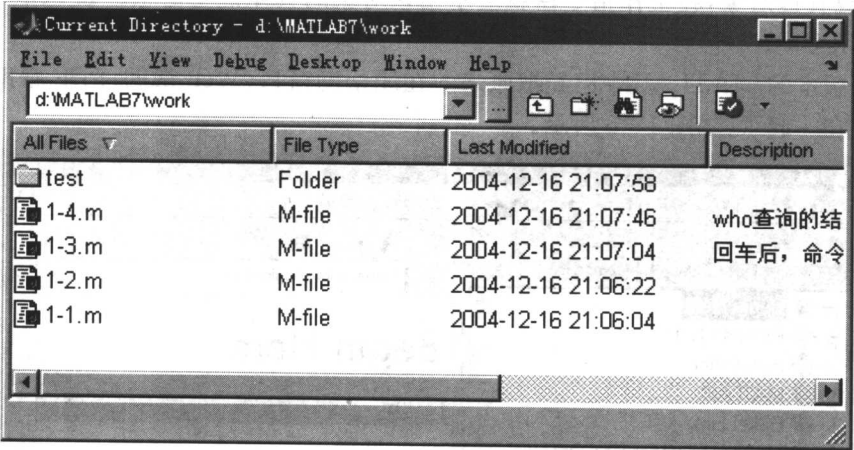


图 1-3 MATLAB 当前路径浏览器

在当前路径浏览器中可以查看、重命名或删除当前路径文件或文件夹,也可以改变文件默认保存路径,还可以对文件进行打开、执行等操作。

MATLAB 的指令历史浏览器是管理指令历史的工具。选择菜单 Desktop→Command History 或在指令窗中执行指令 `commandhistory` 即可打开指令历史浏览器(系统默认集成在 MATLAB 主界面中)。图 1-4 所示为指令历史浏览器界面。

指令窗中所运行的指令将保存在指令历史中,可以在指令窗中用“↑”和“↓”键再次调用指令历史中的指令,或直接在指令历史浏览器中选择需要再次执行的指令,双击即可执行,也可以用拷贝、粘贴命令来实现指令窗导入历史指令。指令历史浏览器可以方便用户了解以前所做过的工作。

1.2.4 帮助和演示系统

MATLAB 7.0 中有以下几种方法可获得帮助:帮助指令、MATLAB 的 Web 帮助和在线帮助(对于已经联网的用户)。

帮助指令是查询函数语法的最基本方法,是直接在指令窗中执行,并且帮助信息直接显示