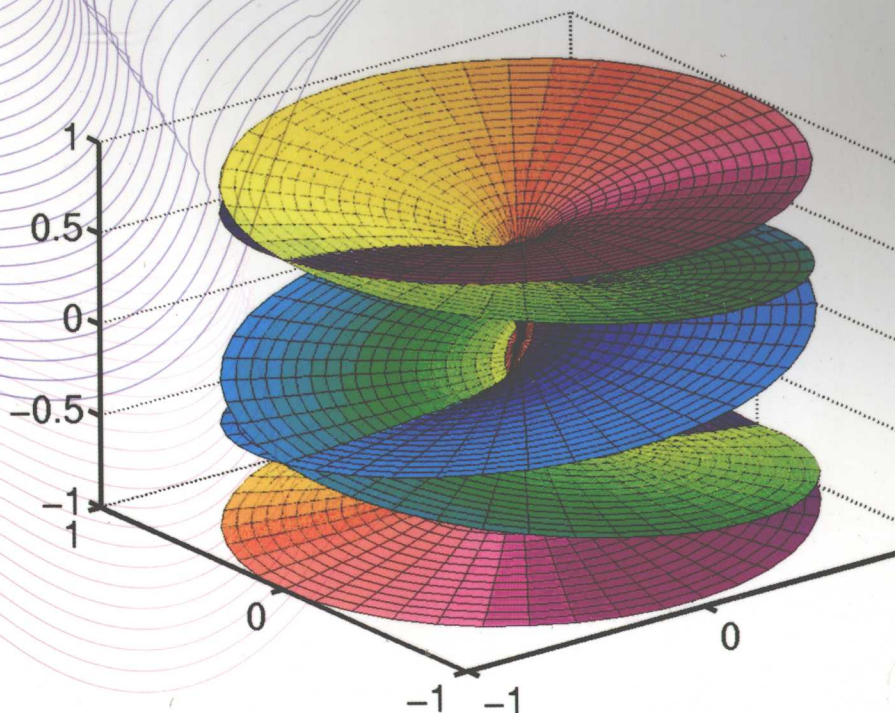


MATLAB精品应用丛书



杨高波 杜青松 编著

MATLAB

图像/视频处理 应用及实例



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

内容简介

MATLAB 精品应用丛书

MATLAB 图像/视频处理应用及实例

杨高波 杜青松 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

MATLAB 具有编程高效、易学易用的特点,是目前工程上流行最广泛的编程语言。它提供了图像处理和图像捕获工具箱,与 MATLAB 的数据分析和可视化环境集成在一起,可使专业人士从繁杂的编程中解脱出来,而集中在问题的分析与算法设计上。然而, MATLAB 对数字视频处理的支持目前还很有限。本书系统介绍了 MATLAB 在图像、视频信号处理中的应用,涵盖了它所涉及的数学基础、各种典型方法和实用的处理技术,并根据编者近年来从事相关科研、教学的实践经验,列举了大量实例,以供读者参考。

本书内容较为系统,重点突出,理论与实践并重,实例分析循序渐进,可作为高等院校计算机、信息工程、通信、电子技术和生物医学工程、电视技术等相关专业的高年级学生和研究生图像处理教材,也可以作为工程技术人员或其他相关人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 图像/视频处理应用及实例/杨高波,杜青松编著. —北京:电子工业出版社,2010.1

(MATLAB 精品应用丛书)

ISBN 978-7-121-10103-8

I. M… II. ①杨…②杜… III. 图像处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 233651 号

策划编辑:高买花

责任编辑:刘真平

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454.4 千字

印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前言

MATLAB 是当今国际上科学界最具有影响力,也是最有活力的软件。在世界各高校, MATLAB 已经成为线性代数、数值分析、数理统计、优化方法、自动控制、数字信号处理、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具。MATLAB 具有不同于其他高级语言的一些优点,它编写简单,编程效率高,易学易懂,被通俗地称为演算纸式的科学算法语言。在通信、信号处理及科学计算等领域, MATLAB 都被广泛地应用。

MATLAB 提供了图像处理和图像捕获工具箱,为工程师和科学家提供了一套完整的用于图像处理和函数的函数。总共超过 200 个图像处理函数,与 MATLAB 的数据分析、算法开发和数据可视化环境集成在一起,使专业人士从耗时的图像处理和操作中解脱出来,用户只需花少量的时间在算法编程上,而把大部分时间用于问题的分析处理上。然而, MATLAB 对数字视频处理的支持目前还很有限。本书系统介绍了 MATLAB 在图像、视频信号处理中的应用,涵盖了它所涉及的数学基础、基本算法、各种典型方法和实用的处理技术,并根据编者近年来从事相关科研、教学的实践经验,列举了大量实例,以供读者参考。目前,使用 MATLAB 进行图像、视频信号处理的应用越来越深入,在讲解基本理论的同时还着重介绍了国内外相关,特别是 MATLAB Central 的最新研究成果和应用实例。

全书内容共分为 13 章。第 1 章是 MATLAB 7 概述,介绍了 MATLAB 编程基础、M 文件与 M 函数、MATLAB 图像的基本类型与转换等内容, MATLAB 的中、高级用户可以直接跳过本章。第 2 章是 MATLAB 图像处理基础,介绍了 MATLAB 图像处理工具箱、图像采集工具箱、图像类型、图像的读/写操作、色度空间转换以及数字图像的块处理等。第 3 章是图像的运算,包括代数运算和几何操作。第 4 章是 MATLAB 视频处理基础,重点介绍了 MATLAB 对视频处理的有限支持,视频文件的读/写操作,从静止图像向 AVI 视频文件的转换以及 MATLAB 环境下的视频捕获。第 5 章是图像的正交变换,包括傅里叶变换、离散余弦变换(DCT)和离散小波变换(DWT)。此外,还对 Hough 变换与 Radon 变换通过实例进行了深入介绍。第 6 章是图像增强,包括空域增强、频域增强和彩色增强。第 7 章是图像的压缩编码,在介绍 JPEG 压缩原理的基础上,突出 JPEG 编码关键技术的 MATLAB 实现,并给出了一个基于 DCT 的图像水印实例。第 8 章是形态学图像处理,包括形态学基本运算、击中击不中变换、形态学的图像处理应用与灰度形态学。第 9 章是图像分割,包括阈值分割法、区域分割法和分水岭分割法。第 10 章是图像的特征提取与分析,包括纹理特征、颜色特征、形状特征和结构特征提取与分析。第 11 章是光流场计算与基于块的运动估计。它包括了两种典型的光流场算法,即 Horn-Schunck 算法和 Lucas-Kanade 算法的实现。此外,对于几种典型的基于块的运动估计,包括全搜索、三步搜索、四步搜索和菱形搜索的原理与实现进行了深入的阐述。第 12 章是视频压缩编码,在介绍视频编码基本原理的基础上,着重以 MPEG-2 为例,讨论了基于 MATLAB 的 MPEG-2 编/解码器实现。此外,还以运动矢量的致密化和准确化、DC 系数获得及重建为例,讨论了压缩域视频信号处理方法。第 13 章是一个完整的数字视频水印实例,包括水印嵌入与提取。

本书的内容较为系统,重点突出,理论与实践并重,实例分析循序渐进,可作为高等院校计算机、信息工程、通信、电子技术和生物医学工程、电视技术等相关专业的高年级学生

和研究生的图像处理教材，也可以作为工程技术人员或其他相关人员的参考书。

本书由杨高波、杜青松编著。杨高波拟定了本书的编写提纲，并编写了第6~10章和第2章、第3章的部分内容。杜青松编写了本书的第1章、第2章和第3章的大部分内容及第5章。此外，参加编写的人员还有何英亮（第12章和第13章）、王会千（第11章）和陈丽娜（第4章）等硕士研究生。全书由杨高波教授统稿。

由于时间仓促，加之编者水平有限，疏漏和不足之处在所难免。在此，编者恳请各领域的专家和广大读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

第 1 章 MATLAB 7 概述	1
1.1 MATLAB 7 简介	1
1.1.1 MATLAB 7 的新特点	1
1.1.2 MATLAB 7 的用户界面	2
1.1.3 MATLAB 7 的帮助系统	4
1.1.4 使用联机演示功能	7
1.2 MATLAB 数据类型	8
1.3 MATLAB 操作基础	9
1.3.1 命令和语句的输入	9
1.3.2 矩阵的输入	10
1.3.3 语句与变量	10
1.3.4 矩阵的基本操作	11
1.3.5 数学运算与函数	13
1.4 MATLAB 脚本文件和函数文件	13
1.5 MATLAB 程序设计基础	14
1.5.1 M 文件的创建与编辑	14
1.5.2 数据的输入/输出	15
1.5.3 程序流程控制	15
1.5.4 MATLAB 程序调试	17
1.5.5 MATLAB 程序剖析	18
1.6 提高 MATLAB 程序运行效率	19
1.6.1 数组预分配	19
1.6.2 循环向量化	21
1.6.3 简单函数内联化	21
第 2 章 MATLAB 图像处理基础	23
2.1 数字图像处理基础	23
2.1.1 物理图像的数字化的	23
2.1.2 数字图像的表达	24
2.1.3 数字图像处理的主要研究内容	24
2.2 MATLAB 工具箱简介	25
2.2.1 图像处理工具箱	25
2.2.2 图像捕获工具箱	29
2.3 MATLAB 中图像的数据类型	30
2.4 MATLAB 中的图像类型	31
2.5 图像文件的读/写和显示	33

2.6	颜色空间	35
2.6.1	几种颜色模型	35
2.6.2	颜色空间的转换	36
2.7	数字图像的块处理	38
2.7.1	显式块操作	38
2.7.2	滑块邻域操作	40
2.8	图像质量的客观评价	42
2.8.1	峰值信噪比	42
2.8.2	测试图像和视频测试序列	46
第 3 章	图像的运算	47
3.1	图像的代数运算	47
3.1.1	绝对值差函数 imabsdiff()	47
3.1.2	图像的叠加函数 imadd()	48
3.1.3	图像求补函数 imcomplement()	49
3.1.4	图像的除法运算 imdivide()	49
3.1.5	线性组合函数 imlincomb()	50
3.2	几何操作	51
3.2.1	图像的缩放	51
3.2.2	图像的旋转	53
3.2.3	图像的剪切	54
3.2.4	图像的二维空间变换	55
第 4 章	MATLAB 视频处理基础	57
4.1	MATLAB 图像处理工具箱中对视频处理的支持	57
4.1.1	常见的数字视频文件格式及其特点	57
4.1.2	MATLAB 7.1 图像处理工具箱中的视频操作	57
4.2	其他的视频文件读/写操作函数	60
4.2.1	MPEG 压缩的 AVI 文件读/写	60
4.2.2	VideoIO 工具箱	61
4.2.3	交互式 MATLAB Movie 播放器	62
4.3	从静止图像向 AVI 视频文件的转换	63
4.3.1	BMP 向 AVI 视频文件的转换	63
4.3.2	提取 AVI 视频文件的帧	64
4.4	YUV 向 MATLAB Movie 文件的转换	65
4.4.1	YUV 文件类型介绍	65
4.4.2	YUV 文件的转换	66
4.5	VFW 视频捕获	67
4.5.1	Video for Windows 简介	67
4.5.2	视频捕获实例	67
第 5 章	图像的正交变换	71
5.1	傅里叶变换	71

5.1.1	连续函数的傅里叶变换	71
5.1.2	离散函数的傅里叶变换	72
5.1.3	傅里叶变换的物理意义	74
5.1.4	图像傅里叶变换的 MATLAB 实现	74
5.1.5	二维离散傅里叶变换的若干性质	76
5.2	离散余弦变换	77
5.2.1	一维离散余弦变换	78
5.2.2	二维离散余弦变换	78
5.2.3	离散余弦变换的 MATLAB 实现	79
5.2.4	DCT 的应用	80
5.3	离散小波变换 DWT	83
5.4	Hough 变换	85
5.4.1	Hough 变换原理	85
5.4.2	基于 Hough 变换的简单形状检测	86
5.5	Radon 变换	89
5.5.1	Radon 变换原理	89
5.5.2	用 Radon 变换检测直线	89
第 6 章	图像增强	92
6.1	空间域图像增强	92
6.1.1	直接灰度变换	92
6.1.2	灰度级线性变换增强	94
6.1.3	直方图均衡化	96
6.1.4	直方图规定化	97
6.2	空域滤波增强	99
6.2.1	空域滤波原理及分类	99
6.2.2	平滑滤波器	99
6.2.3	锐化滤波器	103
6.3	频域增强	105
6.3.1	低通滤波	105
6.3.2	高通滤波	108
6.3.3	同态滤波	112
6.4	彩色增强	113
第 7 章	图像的压缩编码	118
7.1	概述	118
7.2	JPEG 静止图像压缩的基本原理	118
7.3	JPEG 编码的关键技术	120
7.3.1	变换编码	120
7.3.2	量化	124
7.3.3	熵编码	125
7.3.4	JPEG 压缩	133

7.4	JPEG 2000	134
7.5	基于 DCT 的图像水印实例	134
第 8 章 形态学图像处理		137
8.1	集合论中的基本概念	137
8.2	数学形态学基本运算	138
8.2.1	膨胀	138
8.2.2	腐蚀	139
8.2.3	开操作	141
8.2.4	闭操作	141
8.3	击中/击不中变换	142
8.4	形态学图像处理应用	143
8.4.1	边缘提取	143
8.4.2	区域填充	145
8.4.3	细化与骨架提取	147
8.5	灰度图像形态学	147
8.5.1	膨胀和腐蚀	148
8.5.2	开运算和闭运算	149
8.5.3	基于多尺度形态学梯度的边缘检测	149
8.6	数学形态学的应用实例	151
第 9 章 图像分割		153
9.1	图像分割概述	153
9.2	阈值分割法	153
9.2.1	全局阈值法	154
9.2.2	局部阈值法	155
9.3	区域分割法	156
9.3.1	区域生长法	157
9.3.2	分裂合并法	159
9.4	分水岭分割法	162
第 10 章 图像的特征提取与分析		168
10.1	概述	168
10.2	纹理特征提取	168
10.2.1	直方图统计特征	169
10.2.2	图像的自相关函数	170
10.2.3	灰度共生矩阵	171
10.3	颜色特征提取	173
10.4	形状特征提取	174
10.4.1	区域内部的统计特征	175
10.4.2	基于边界的形状特征	178
10.5	结构特征提取	182

第 11 章 光流场计算与基于块的运动估计	185
11.1 光流场基础	185
11.1.1 光流和光流场的概念	185
11.1.2 光流场计算基本原理	185
11.2 光流场计算	186
11.2.1 Horn-Schunck 算法	186
11.2.2 Horn-Schunck 算法的 MATLAB 实现的基础函数介绍	187
11.2.3 Lucas-Kanade 算法	191
11.2.4 Lucas-Kanade 算法编程实现	192
11.3 基于块的运动估计基础	198
11.3.1 块运动估计原理	198
11.3.2 块运动估计技术指标	198
11.3.3 块运动估计基础函数介绍	200
11.4 几种常见的基于块运动估计算法	202
11.4.1 全搜索算法	202
11.4.2 三步搜索算法	205
11.4.3 四步搜索算法	208
11.4.4 菱形搜索算法	212
11.4.5 不同块运动估计算法的比较及分析	222
11.5 光流场计算与基于块的运动估计比较	228
第 12 章 视频压缩编码	229
12.1 视频编码标准基础	229
12.1.1 MPEG 系列标准	229
12.1.2 H.26x 系列标准	230
12.2 MPEG-2 编码器的原理	230
12.2.1 MPEG-2 编码模型	230
12.2.2 MPEG-2 视频压缩层码流结构	231
12.3 基于 MATLAB 的 MPEG-2 编/解码器实现	233
12.3.1 基础函数实现	233
12.3.2 MPEG-2 编码器实现	238
12.3.3 MPEG-2 解码器实现	246
12.3.4 结果显示等辅助函数实现	248
12.4 压缩域视频信号处理	253
12.4.1 运动矢量致密化和准确化	253
12.4.2 DC 系数获得及重建	257
第 13 章 数字视频水印实例	262
13.1 视频水印技术基础	262
13.1.1 视频水印的分类	262
13.1.2 视频水印主要应用领域	262
13.1.3 视频水印的特殊要求	263

13.2	视频水印的嵌入	264
13.2.1	水印算法原理框图	264
13.2.2	水印嵌入过程	264
13.3	视频水印的提取	270
13.3.1	水印提取过程	270
13.3.2	几种常见攻击下的水印性能测试结果	272
参考文献		274

第1章 MATLAB 7 概述

MATLAB 是 MathWorks 公司推出的, 集数值计算、符号运算及图形处理等强大功能于一体的科学计算语言。作为一种功能强大的科学计算平台, 它几乎能够满足所有的计算需求。MATLAB 软件具有很强的开放性和适用性。在保持内核不变的情况下, MATLAB 针对不同的应用学科推出了相应的工具箱 (toolbox)。目前, MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域, 诸如数据采集、概率统计、信号处理、图像处理、控制工程和虚拟现实等。

本书定位于 MATLAB 在图像处理和视频信号处理中的应用。因此, 本章首先简要地介绍 MATLAB 的一些基础知识, 帮助 MATLAB 的初学者。对于 MATLAB 的中、高级用户, 可以跳过本章。

1.1 MATLAB 7 简介

1.1.1 MATLAB 7 的新特点

目前, MATLAB 的最新版本是 MATLAB 7.0, 它是 Math Works 公司 2005 年推出的。与以往的版本相比, 它在编程、代码效率、图形、计算、数据获取和运行等方面都进行了改进, 具有一些新的特点。

- 提供了新的集成开发环境 (IDE), 包括多文档管理、编辑器、工作空间浏览器、当前目录窗口、命令历史窗口、常用命令的快捷键等工具;
- 可以将 M 文件代码发布为 HTML、Word 或 LaTeX 文档;
- 在程序设计中可以创建嵌套函数, 提供了定义和调用自定义函数的途径;
- 在命令行或脚本式 M 文件中提供了定义单行函数的隐函数表示形式;
- 采用条件断点, 可以在条件表达式为真时停止运行;
- 整数计算部分, 可以在计算和处理更大的整型数据集时保持数据类型;
- 在单精度计算、FFT 和滤波中, 可以处理更大的单精度数据集;
- 在几何计算中, 可以使用更稳健的函数, 它对算法选择给出了更多控制;
- 利用 ODE 求解器可以控制隐式差分方程和多点边界值问题;
- 使用新的绘图界面, 可以在不输入 M 代码的情况下交互地创建和编辑图形;
- 可以自动生成图形的 M 代码, 然后可以利用该代码重建图形;
- 对图形标注作了改进, 包括绘制图形、对象对齐和将标注定位到数据点;
- 可以对一组图形对象进行旋转、平移和缩放等变换;
- 提供了读取很大的文本文件和写为 Excel 文件的输入、输出函数;
- 提供了压缩 MAT 文件的选项, 使得可以用更少的磁盘空间保存大的数据;
- 支持 COM 定制接口、服务器事件和 Visual Basic 脚本;
- 可以基于 SOAP 获取 Web 服务;

- 提供了可以连接到 FTP 服务器进行远程文件操作的 FTP 对象;
- MAT 文件中的字符数据可以用于多种语言。

可见, MATLAB 7 较以往的版本在图像和视频处理方面的提高并不突出。因此, 本书的程序尽管是在 MATLAB 7 下调试通过的, 但绝大多数程序仍然可以在 MATLAB 6.5 版本中正确地运行。

1.1.2 MATLAB 7 的用户界面

1. MATLAB 7 桌面

运行 MATLAB 7 之后, 在默认情况下会在用户显示器上显示如图 1-1 所示的窗口, 该窗口即为 MATLAB 桌面 (Desktop)。

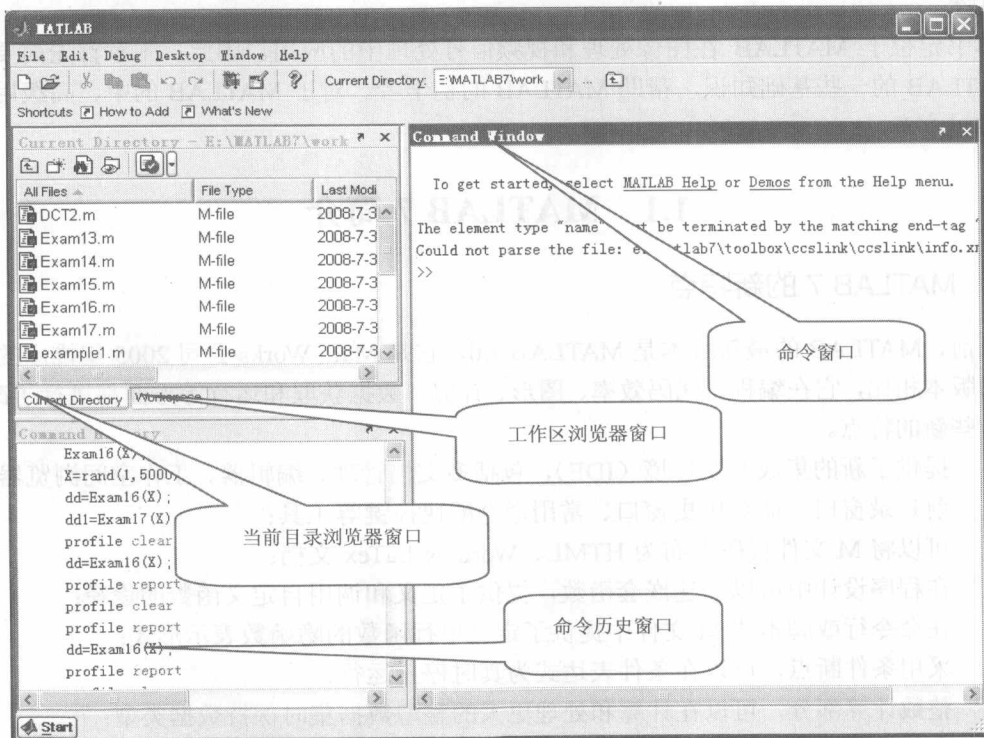


图 1-1 MATLAB 桌面

MATLAB 桌面是管理其他 MATLAB 窗口的主窗口, 根据用户对 MATLAB 的设置不同, MATLAB 的有些窗口可见, 有些则不可见; 有些可以嵌入到 MATLAB 桌面内, 有些则不可以。在 MATLAB 桌面的 Desktop 菜单中可以设置窗口的打开或关闭。

2. MATLAB 7 的常用窗口

在用户使用 MATLAB 的过程中, 常用到的一些窗口包括: 命令窗口 (Command Window)、命令历史窗口 (Command History Window)、当前目录浏览器窗口 (Current Directory Browser)、工作区浏览器窗口 (Workspace Browser)、帮助浏览器窗口 (Help Browser)、编辑器窗口 (Editor Window)、剖析器窗口 (Profiler Window) 等。各个窗口的位置与布置如图 1-1 所示。它们的功能和用途简述如下。

命令窗口 (Command Window) 主要用于输入命令, 是和 MATLAB 编译器连接的主要窗口。用户想要通过 MATLAB 进行各种各样的计算时, 都必须在命令窗口中向 MATLAB 输入恰当的命令。因此, 命令窗口是用户与 MATLAB 打交道的主要场所。

命令历史窗口 (Command History Window) 用于显示或运行用户在命令窗口中所输入的每条命令的历史记录, 并标明使用时间, 这样可以方便用户查询。如果用户想要再次执行某条已经执行过的命令, 只需在命令历史窗口中双击该命令即可。如果需要再次运行命令历史窗口中的多条语句, 只需用鼠标选中这些语句, 并拖曳到命令窗口即可运行。

当前目录浏览器窗口 (Current Directory Browser) 显示当前用户工作所在的路径及当前路径下的文件, 是 MATLAB 对工作路径和文件进行管理的窗口。

工作区浏览器窗口 (Workspace Browser) 是 MATLAB 的重要组成部分, 用户可以在该窗口中非常方便地查看、编辑、装载和保存 MATLAB 的各种变量。

帮助浏览器窗口 (Help Browser) 用于用户查找并查看在线帮助文档。它按照 MATLAB 的工具箱进行树形排列, 如图 1-2 所示。当然, 这种方式使用帮助并不是最便利的。更高效的使用帮助方式是在命令窗口中输入 `help` 函数名, 可直接查询该函数的使用方法, 包括参数的设置。

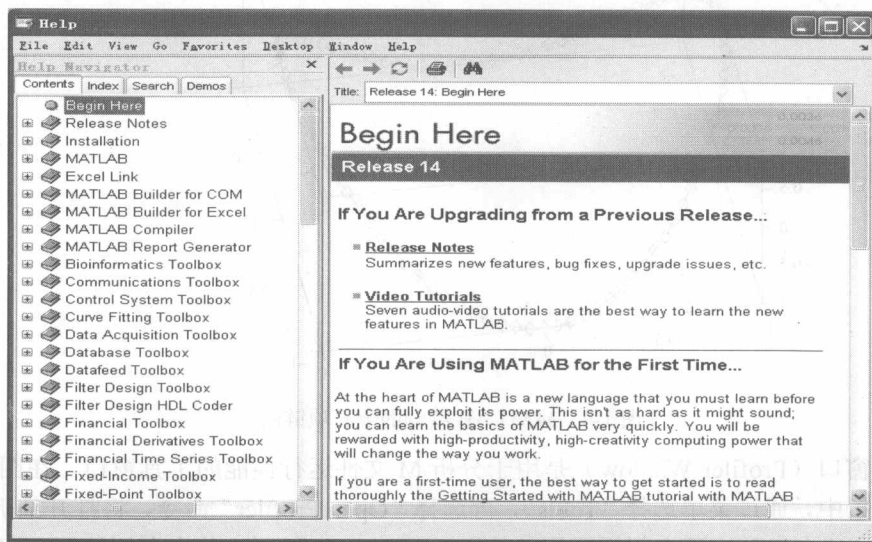


图 1-2 帮助浏览器窗口

编辑器窗口 (Editor Window) 是 MATLAB 的重要组成部分, 是提供给用户创建、编辑、运行和调试 M 文件的窗口。它允许连续运行, 单步运行, 设置断点或条件断点, 清除断点和运行至断点等功能。此外, 在程序调试过程中, 它允许对多行语句进行注释或者去掉注释、自动对齐等功能。本书的绝大部分程序都是在此窗口中输入和调试的。如图 1-3 所示, 左侧的数字为语句的行编号, 在程序调试过程中可以帮助用户快速定位出错的行。

图 1-3 所示是一个 MATLAB 源程序示例。尽管它只有短短的 8 行代码, 但是可以绘出如图 1-4 所示的宝石项链图。用鼠标左键双击其中的图元, 如项链, 可以修改其属性。如果采用 Visual C++ 等编程语言绘图实现一个类似的图, 通常需要成百上千行代码。因此, 通过这个例子可以说明, MATLAB 语言的编程是相当简洁和高效的。

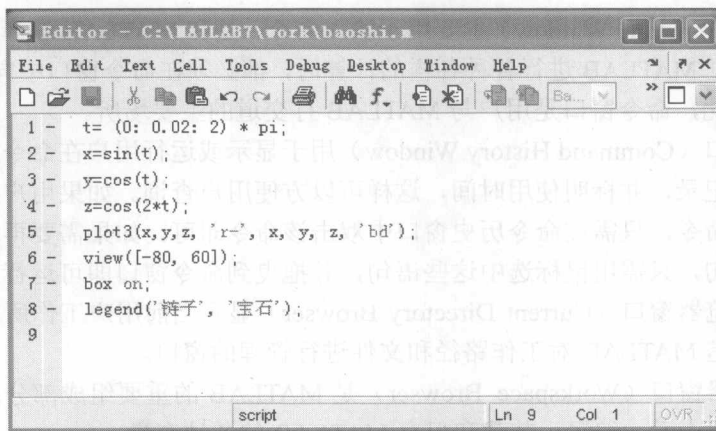


图 1-3 编辑器窗口

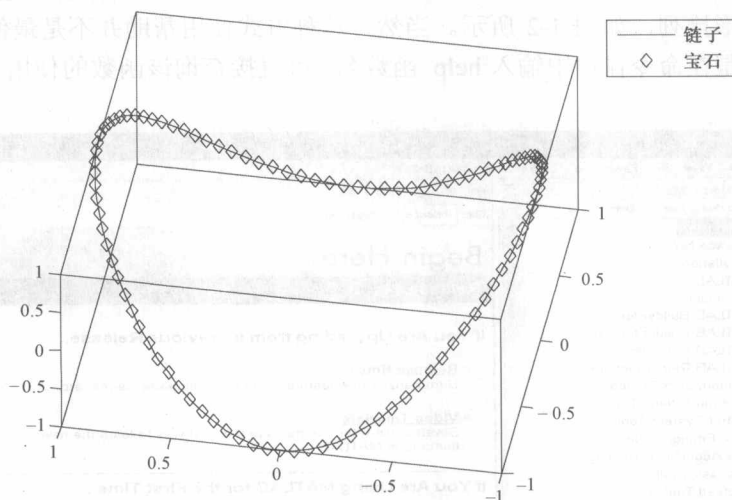


图 1-4 MATLAB 绘制的宝石项链图

剖析器窗口 (Profiler Window) 是用于分析 M 文件运行性能的工具窗口。在图 1-3 所示的编辑器窗口中, 通过菜单选择 “Tools”, 再选择 “Open Profiler” 命令, 将打开剖析器窗口。文件名 “baoshi” 会自动出现在剖析器窗口的 “Run this code” 行中。单击左侧的 “Start Profiling” 按钮或直接按回车键, 即可自动启动剖析器。运行结果如图 1-5 所示。

限于篇幅, 除剖析器窗口外, 本书不打算对其他窗口的操作和使用方法进行详细的讲解, 读者可以查阅其他专门讲解 MATLAB 的书 (剖析器窗口会在 1.5 节有较详细的介绍)。

1.1.3 MATLAB 7 的帮助系统

MATLAB 拥有功能完善的帮助系统。正确有效地使用帮助系统所提供的信息, 是用户掌握好 MATLAB 应用的有效途径。因此, MATLAB 用户, 特别是初学者一定要善于使用 MATLAB 提供的帮助系统。

MATLAB 的帮助系统可以分为联机帮助系统和命令窗口查询帮助系统, 下面分别进行简要介绍。

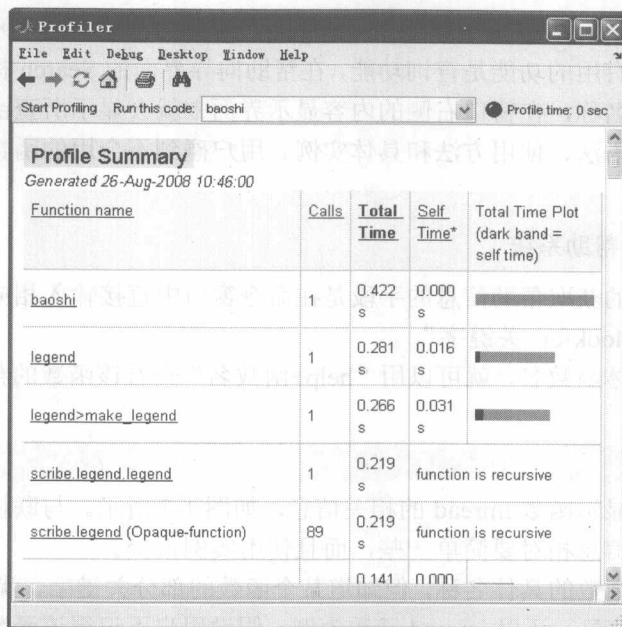


图 1-5 剖析器窗口

1. 联机帮助系统

在 MATLAB 桌面上选择主菜单“Help”→“MATLAB Help”，或在 MATLAB 桌面上单击“?”按钮，或在命令窗口中输入“helpwin”、“helpdesk”或“doc”命令，都会打开帮助窗口，进入联机帮助系统，如图 1-6 所示。



图 1-6 MATLAB 7 的联机帮助系统

在联机帮助系统中，左侧部分为帮助向导界面，右侧为帮助内容显示界面。

联机帮助系统最有用的功能是查询功能，在帮助向导界面的 Search 标签的文本框中输入用户想要查询的函数名称，在窗口右侧的内容显示界面中就会显示所查函数的详细信息，包括所查函数的定义、语法、使用方法和具体实例。用户碰到不会用的函数都可以在联机帮助系统中找到解决方法。

2. 命令窗口查询帮助系统

另一种更为快捷的获取帮助信息的手段是在命令窗口中直接输入相应的帮助命令，比如“help+函数名”或“lookfor+关键字”。

如果用户知道具体函数名，就可以用“help+函数名”查看该函数的帮助信息，例如在命令窗口中输入：

```
>>help imread
```

将在命令窗口中显示函数 imread 的相关信息，如图 1-7 所示。与联机帮助系统相比，显示在命令窗口的帮助信息相对要简单一些，而且使用实例很少。

如果不知道某个函数的具体名称，但知道某个函数的部分关键字，就可以使用“lookfor+关键字”来获取帮助信息。还以 imread 函数为例，假设用户不记得该函数的全部拼写，但记得前三个字母，就可以在命令窗口中输入：

```
>>lookfor imr
```

窗口将显示所有包含 imr 关键字的帮助信息，如图 1-8 所示。因此，用户就可以在其中找到 imread 函数的完整名称和它的功能简要介绍（当然也可以看到包含 imr 的其他函数的名称），然后再使用 help 命令查找 imread 函数的详细帮助信息，得到如图 1-7 所示的帮助信息。

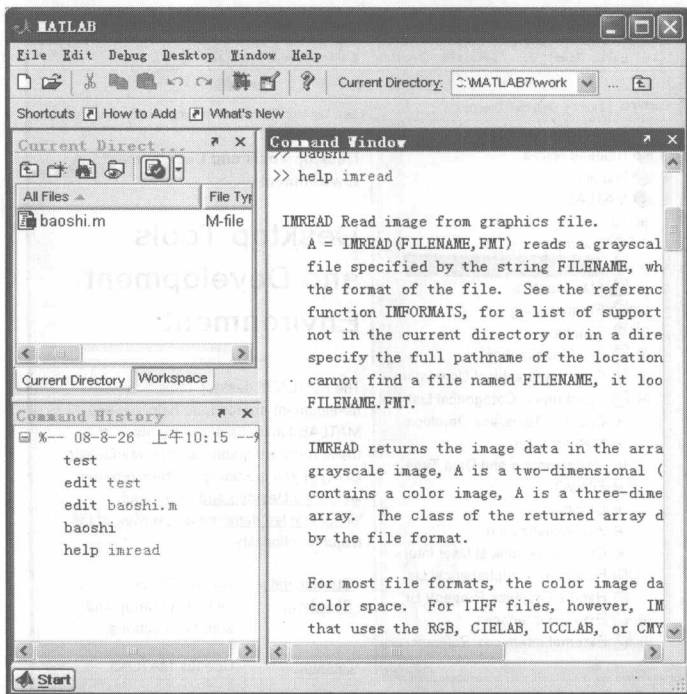


图 1-7 显示在命令窗口中的 imread 函数帮助信息