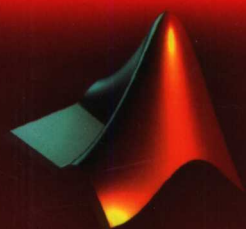


MATLAB工程应用系列丛书

张汗灵 编著



MATLAB

在图像处理中的应用

- MATLAB图形绘制
- 数字图像基础知识
- 空间域与频域增强
- 图像复原与配准
- 彩色图像处理
- 图像压缩与分割
- 小波图像处理
- 形态学图像处理
- 图像处理应用实例



清华大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了 MATLAB R2006a 在图形图像处理中的应用, 重点介绍了各种图像处理方法的理论和实际应用。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。全书共分 13 章, 第 1~3 章是图形图像的基础内容、绘图技术和图形用户界面应用等, 包括显示、运算、变换、滤波等基本操作方法; 第 4~12 章是图像处理技术的实用方法, 介绍了图像的空间变换、增强和复原、图像压缩以及图像分析等应用。第 13 章主要介绍了当前研究的热点问题, MATLAB R2006a 在数字水印和信息隐藏方面的应用, 并附有相应的源代码可供参考。

本书结构清晰, 实例丰富, 叙述浅显易懂, 可作为大学本科、专科相关专业的教材或参考书, 也可作为图像处理工程技术人员的参考书。

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

MATLAB 在图像处理中的应用/张汗灵 编著. —北京: 清华大学出版社, 2008.5

(MATLAB 工程应用系列丛书)

ISBN 978-7-302-17318-2

I.M… II.张… 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(2008)第 047682 号

责任编辑: 刘金喜

封面设计: 久久度文化

版式设计: 孔祥丰

责任校对: 胡雁翎

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

印 刷 者: 北京市昌平环球印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 23.5 字 数: 543 千字

版 次: 2008 年 5 月第 1 版 印 次: 2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 35.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 022440-01

前 言

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司推出的用于数值计算和图形处理的系统软件,除了具备卓越的数值计算能力外,它还提供了专业的符号计算、文字处理、可视化建模仿真和实时控制等功能。MATLAB 的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似,故用 MATLAB 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言简捷得多,是国际公认的优秀数学应用软件之一。

本书主要介绍了 MATLAB 在图形图像方面的应用,共分 13 章,各章内容如下。

第 1 章 MATLAB 基础和 MATLAB R2006a 的新特点。介绍 MATLAB 语言的特点, MATLAB R2006a 及其图像处理工具箱的新特性。

第 2 章 MATLAB 的图形绘制。本章对绘图函数的用法进行较为详细的介绍,使读者能够对 MATLAB 提供的这些高级绘图函数有一个较为深刻的认识,从而绘制出自己需要的图形。

第 3 章 数字图像基础。进行数字图像处理前,首先要很好地了解一些关于数字图像的基础知识。本章针对 MATLAB 中有关数字图像的一些最基本的知识进行较为系统的介绍,这些知识包括数字图像的文件格式、数字图像的类型及数字图像的存储类型等。MATLAB 颜色模型、MATLAB 的图像处理工具提供了多种图像显示和颜色处理技术。本章也将向读者具体介绍 MATLAB 中用于图像显示及用于颜色模型转换的各个函数的具体用法。

第 4 章 空间域的增强。主要介绍了空间域的图像增强、基本概念以及如何在 MATLAB 中实现点运算增强和空域滤波增强。

第 5 章 频域增强。主要介绍了频域增强的基本概念以及如何在 MATLAB 中实现频域滤波。将举例说明图像增强中的频域滤波,包括低通滤波器、高通滤波器、带通、带阻滤波和同态滤波。还结合频域增强的特性介绍了 MATLAB 线性滤波器的设计。

第 6 章 图像复原。主要介绍了噪声模型空间滤波退化图像常用的几种滤波方法和 MATLAB 实现。

第 7 章 图像配准。主要介绍了图像配准的原理、分类和医学图像配准的概况和发展。结合实例形象说明图像配准的实现。

第 8 章 彩色图像处理。主要介绍了 MATLAB 中彩色图像表示方法、彩色空间转换、彩色图形处理(空间滤波、平滑、锐化、边缘检测、分割)和伪彩色处理。

第 9 章 图像压缩。主要介绍了图像压缩与编码基础、无损压缩技术、有损压缩技术、图像压缩的国际标准,利用 MATLAB 实现图像数据压缩实际算法。

第 10 章 图像分割。主要介绍了阈值分割法、边缘检测、区域分割法、特征分割法以及 MATLAB 的具体实现。

第 11 章 小波图像处理。主要介绍了二维离散小波变换、小波包变换、图像降噪、图像压缩、图像增强、图像融合、图像平滑以及 MATLAB 实现。

第 12 章 形态学图像处理。主要介绍了膨胀与腐蚀、开操作与闭操作、击中与击中不中变换以及形态学的主要应用。

第 13 章 Matlab 在数字水印和信息隐藏方面的应用。主要介绍了数字水印和信息隐藏技术,对该领域目前研究的热点问题进行了具体的介绍,并给出具体的例子。本章最后附有相应的源代码可供参考。

在本书的编写过程中,张利平、张晓燕、刘洁、李军锋、黄胜、王姝懿参加了编写工作,在此表示衷心的感谢。

本书力求内容丰富,图文并茂,使之成为 MATLAB 图像处理应用等方面有价值的参考书。由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请读者多提宝贵意见,以便继续完善。如果您对书中内容有任何疑问,请批评指正。联系方式:

wkservice@tup.stinghua.edu.cn, zhang_hl2002@hotmail.com。

本书实例源代码可通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 下载。

编 者



目 录

第 1 章	MATLAB 基础和 MATLAB R2006a 的新特点	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.2	MATLAB 语言特点	2
1.3	MATLAB R2006a 的新特点	3
1.4	MATLAB R2006a 图像处理工具箱的新特性	5
第 2 章	MATLAB 的图形绘制	7
2.1	MATLAB 作图的基本步骤	7
2.2	MATLAB 二维绘图	8
2.2.1	指令 plot 的简单用法	8
2.2.2	图形的颜色、线型和绘图字符	11
2.2.3	二维图形注释命令	13
2.2.4	指令 fplot 的用法	20
2.2.5	指令 plotyy 的用法	22
2.2.6	其他二维图形绘制指令	23
2.3	MATLAB 三维绘图	25
2.3.1	基本的三维绘图函数	25
2.3.2	三维图形的控制	38
2.4	图形动画效果的绘制	45
第 3 章	数字图像基础	47
3.1	数字图像的类型	48
3.1.1	索引图像	48
3.1.2	灰度图像	49
3.1.3	RGB 图像	50
3.1.4	二值图像	51
3.1.5	图像序列	52
3.1.6	图像类型转换	52
3.2	数字图像文件的格式	57
3.3	数字图像文件的读写	58
3.3.1	图像文件的读取	58



3.3.2	图像文件的输出	59
3.3.3	图像文件信息的查询	59
3.4	标准的图像显示技术	61
3.4.1	imshow 函数	62
3.4.2	二值图像的显示方法	62
3.4.3	灰度图像的显示方法	64
3.4.4	索引图像的显示方法	65
3.4.5	RGB 图像的显示方法	66
3.4.6	图形文件中图像的显示	66
3.5	特殊的图像显示技术	67
3.5.1	添加颜色条	67
3.5.2	显示多帧图像	68
3.5.3	图像上的区域缩放	71
3.5.4	显示多幅图像	72
3.5.5	纹理映射	74
3.5.6	图像显示中的常见问题	76
3.6	颜色空间	76
3.6.1	几种颜色模型	76
3.6.2	颜色模型的转换	78
第 4 章	空域增强	83
4.1	点运算增强	84
4.1.1	图像数据矩阵统计信息	84
4.1.2	直接灰度被调整	90
4.1.3	直方图增强	94
4.1.4	图像间的代数运算增强	99
4.2	空域滤波增强	104
4.2.1	原理和分类	104
4.2.2	平滑滤波器	105
4.2.3	锐化滤波器	114
第 5 章	频域增强	119
5.1	基本概念	119
5.2	低通滤波	120
5.2.1	理想低通滤波器	120
5.2.2	巴特沃思低通滤波器	123
5.2.3	指数低通滤波器	125



5.3 高通滤波	128
5.3.1 理想高通滤波器	128
5.3.2 巴特沃思高通滤波器	130
5.3.3 指数高通滤波器	132
5.4 带通和带阻滤波	134
5.5 同态滤波	138
5.6 MATLAB 线性滤波器的设计	140
5.6.1 频率变换法	141
5.6.2 频率采样法	143
5.6.3 窗口法	145
第 6 章 图像复原	151
6.1 建立待处理的模型	151
6.2 噪声模型	152
6.2.1 添加噪声	152
6.2.2 周期噪声模型	153
6.2.3 对噪声参数的估计问题	154
6.3 噪声的复原	155
6.3.1 空间噪声滤波器	155
6.3.2 自适应空间滤波器	156
6.4 周期噪声的处理方法	158
6.5 退化函数的建模	158
6.6 直接逆滤波	160
6.7 维纳滤波	161
6.8 约束的最小二乘方(正则)滤波	164
6.9 Lucy-Richardson 算法的迭代非线性复原	165
6.10 约束去卷积	167
第 7 章 图像配准	173
7.1 图像配准的原理	173
7.2 配准的分类	174
7.3 图像配准的流程	175
7.4 图像配准的方法	177
7.4.1 基于特征的图像配准	177
7.4.2 基于互信息的图像配准	177
7.4.3 基于灰度的图像配准	180
7.5 医学图像配准	181



7.6	医学图像配准的发展	185
第 8 章	彩色图像处理	187
8.1	MATLAB 中彩色图像的表示方法	187
8.1.1	RGB 图像	187
8.1.2	索引图像	189
8.1.3	RGB 图像、索引图像和灰度图像的相互转换	192
8.2	彩色空间转换	196
8.3	彩色图像处理	203
8.3.1	彩色补偿	203
8.3.2	彩色平衡	206
8.3.3	平滑、滤波和锐化	208
8.4	伪彩色图像处理	212
8.4.1	灰度分层法伪彩色处理	212
8.4.2	灰度变换法伪彩色处理	213
8.4.3	彩色图像的伪彩色处理	213
8.4.4	多光谱图像的伪彩色处理	214
8.4.5	频域伪彩色处理	214
第 9 章	图像压缩	217
9.1	图像压缩与编码概述	217
9.1.1	编码冗余	218
9.1.2	像素间冗余	219
9.1.3	心理视觉冗余	219
9.2	无损压缩技术	219
9.2.1	哈夫曼编码	219
9.2.2	LZW 编码	222
9.2.3	行程编码	222
9.3	有损压缩技术	223
9.4	图像压缩的国际标准	227
9.4.1	二值图像压缩标准	227
9.4.2	静态图像压缩标准	228
9.4.3	视频压缩标准	230
第 10 章	图像分割	233
10.1	阈值分割法	233
10.1.1	全局阈值法	234
10.1.2	局部阈值法	235



10.1.3	直方图变换法	236
10.1.4	松弛法	237
10.2	边缘检测	237
10.2.1	简单的边缘检测算子	238
10.2.2	Canny 边缘检测	242
10.2.3	Susan 边缘检测	243
10.2.4	小波边缘检测	245
10.3	区域分割法	247
10.3.1	区域生长算法	247
10.3.2	基于四叉树结构的分割算法	248
10.4	特征分割法	254
10.4.1	纹理特征分割法	254
10.4.2	颜色特征分割法	255
第 11 章	小波图像处理	261
11.1	小波分析	261
11.1.1	小波分析概述	261
11.1.2	连续小波变换	262
11.1.3	离散小波变换	264
11.2	二维离散小波变换和小波包变换的 MATLAB 实现	266
11.2.1	二维离散小波变换	266
11.2.2	二维小波包变换	278
11.3	图像的小波降噪和压缩	280
11.3.1	图像的小波降噪	280
11.3.2	图像的小波压缩	287
11.4	二维小波分析的应用	293
11.4.1	图像增强	293
11.4.2	图像融合	295
11.4.3	图像平滑	297
第 12 章	形态学图像处理	301
12.1	引言	301
12.1.1	集合论的几个基本概念	302
12.1.2	二值图像的逻辑运算	303
12.2	膨胀和腐蚀	304
12.2.1	膨胀	305
12.2.2	腐蚀	308

12.2.3	膨胀与腐蚀的对偶性	310
12.3	开操作和闭操作	312
12.4	击中和击不中变换	314
12.5	形态学图像处理综合应用	320
12.5.1	边界提取	321
12.5.2	区域填充	324
12.5.3	对象提取	327
12.5.4	细化与骨架提取	328
12.5.5	对象标注	330
12.5.6	图像的特性度量	332
12.5.7	噪声滤除	335
12.5.8	形态学重构	336
12.6	灰度图像形态学	338
12.6.1	膨胀和腐蚀	339
12.6.2	开运算和闭运算	340
12.6.3	重构	341
第 13 章	MATLAB 在数字水印和信息隐藏方面的应用	343
13.1	MATLAB 在数字水印研究中的应用	343
13.1.1	数字水印概述	344
13.1.2	数字水印技术的常用算法	345
13.1.3	抗几何攻击的数字水印算法	346
13.2	MATLAB 在信息隐藏技术研究中的应用	354
参考文献		365



MATLAB 基础和 MATLAB R2006a 的新特点

MATLAB 是由美国的 Mathworks 公司推出的一款科技应用软件。它的名字是由矩阵(Matrix)和实验室(Laboratory)的头三个字母组成的。顾名思义,它相当于把矩阵放在实验室里做实验。MATLAB 是以矩阵为单位进行处理的,也就是它把一切都当作矩阵。MATLAB 是一种高性能的、用于工程计算的编程软件,它把科学计算、结果可视化和编程都集中在一个使用非常方便的环境中。

本章重点内容:

- MATLAB 简介
- MATLAB 语言特点
- MATLAB R2006a 的新特点
- MATLAB R2006a 图像处理工具箱的新特性

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司推出的用于数值计算和图形处理的系统环境,除了具备卓越的数值计算能力外,它还提供了专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真和实时控制等功能。MATLAB 的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似,故用 MATLAB 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言简捷得多。MATLAB 是国际公认的优秀数学应用软件之一。

MATLAB 是英文 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的缩写。20 世纪 80 年代初期, Cleve Moler 与 John Little 等利用 C 语言开发了新一代的 MATLAB 语言,此时的 MATLAB 语言



已同时具备了数值计算功能和简单的图形处理功能。1984 年, Cleve Moler 与 John Little 等正式成立了 Mathworks 公司, 把 MATLAB 语言推向市场, 并开始了对 MATLAB 工具箱的开发设计。1993 年, Mathworks 公司推出了基于个人计算机的 MATLAB 4.0 版本, 到了 1997 年又推出了 MATLAB 5.x 版本(Release 11), 并在 2000 年推出 MATLAB 6.0 版本(Release 12), 2004 年 6 月份正式推出 MATLAB 7.0 版本(Release 14), 而 2006 年 3 月又推出了 MATLAB R2006a 版本(Release 14)。

MATLAB 在线性代数、矩阵分析、数值及优化、数理统计和随机信号分析、电路与系统、系统动力学、信号和图像处理、控制理论分析和系统设计、过程控制、建模和仿真、通信系统、财政金融的众多领域的理论研究和工程设计中得到了广泛应用。

1.2 MATLAB 语言特点

概括地讲, 整个 MATLAB 系统由两部分组成, 即 MATLAB 内核和辅助工具箱, 两者的调用构成了 MATLAB 的强大功能。MATLAB 语言以数组为基本数据单位, 包括控制流语句、函数、数据结构、输入输出和面向对象等特点的高级语言。它具有以下主要特点:

(1) 运算符和库函数极其丰富。MATLAB 除了提供和 C 语言一样的运算符外, 还提供广泛的矩阵和向量运算符。利用其运算符和库函数可使其程序相当简短, 两三行语句就可实现几十行甚至几百行 C 或 FORTRAN 程序的功能, 因此, MATLAB 语言也可以通俗地称为演算纸式科学算法语言。由于其编写简单, 所以编程效率高, 易学易懂。

(2) MATLAB 语言是一种解释执行的语言(在没被专门的工具编译之前)。它灵活、方便, 其调试程序的手段丰富, 调试速度快, 需要的学习时间少。基本上, 人们用一种语言编写程序和调试程序一般都要经过编辑、编译、连接、执行和调试这几个步骤。各个步骤之间是顺序关系, 编程的过程就是在它们之间作环型的循环。MATLAB 语言和其他语言相比, 较好地解决了上述问题, 把编辑、编译、连接和执行融为一体。它能在同一画面中进行灵活操作, 快速排除输入程序的书写错误和语法错误, 加快了用户编写、修改和调试程序的速度。

(3) 图形功能强大。它既包括对二维和三维数据可视化、图像处理、动画制作等高层次的绘图命令, 也包括可以修改图形和编制完整图形界面的、低层次的绘图命令。

(4) 功能强大的工具箱。工具箱可分为两类, 即功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互的功能。而学科性工具箱是专业性比较强的, 如优化工具箱、统计工具箱、控制工具箱、小波工具箱、图像处理工具箱和通信工具箱等。

(5) 易于扩充。MATLAB 语言有丰富的库函数, 在进行复杂的数学运算时可以直接调用, 而且 MATLAB 的库函数同用户文件在形式上是一样的, 所以用户文件也可以作为 MATLAB 的库函数来调用。除内部函数外, 所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是





可读可改的源文件,用户可修改源文件和加入自己的文件,它们可以与库函数一样被调用。

(6) 良好的交互性和开放性。MATLAB 是用 C 语言编写的,而 C 语言有良好的可移植性,于是 MATLAB 可以很方便地移植到能运行 C 语言的操作平台上。另外,通过建立 M 文件的形式,混合编程,可以方便地调用有关的 FORTRAN、C 及 C++ 语言的子程序。良好的交互性可以减少重复的工作。

1.3 MATLAB R2006a 的新特点

MATLAB R2006a 于 2006 年 3 月发布,在功能上做了重大的增强,提供了 MATLAB、SIMULINK 的升级以及其他最新的模块的升级。MATLAB R2006 版本不仅提高了产品质量,同时也提供了新的用于数据分析、大规模建模、固定点开发、编码等新特征。

在 R2006a 版本中(MATLAB 7.2, SIMULINK 6.4),主要更新了 10 个产品模块,增加了多达 350 个新特性,增加了对 64 位 Windows 的支持,并新推出了 .NET 工具箱。

MATLAB R2006a 新版本中,推出了下面三个新产品(包括 R14 SP3 以来未随安装盘发布的):

- MATLAB Builder for .net
- SimBiology(R14 SP3)
- SimEvents (R14 SP3)

MATLAB Builder for .NET 扩展了 MATLAB Compiler 的功能,主要有:可以打包 MATLAB 函数,使网络程序员可以通过 C#、VB.NET 等语言访问这些函数;创建组件来保持 MATLAB 的灵活性;创建 COM 组件;将源自 MATLAB 函数的错误作为一个标准的管理异常来处理。

MATLAB R2006a 新版本中,产品模块进行了一些调整,MATLAB Builder for COM 的功能集成到 MATLAB Builder for .NET 中了,Financial Time Series Toolbox 的功能集成到 Financial Toolbox 中了。MATLAB 将高性能的数值计算和可视化集成在一起,并提供了大量的内置函数,从而被广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作,而且利用 MATLAB 产品的开放式结构,可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充,从而在不断深化对问题认识的同时,不断完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

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 R2006a 针对编程环境、代码效率、数据可视化、数学计算、文件 I/O 等方面进行了升级,其中包括以下几个方面。

(1) 开发环境

- 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,创建常用命令的快捷方式;





- 增强数组编辑器(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, 增加代码效率分析、覆盖度分析等功能;
- 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 M 文件编辑器(M-Editor), 支持多种格式源代码文件可视化编辑, 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;
- 匿名函数(Anonymous Function)功能, 支持在命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断调试;
- 模块化注释, 支持伪代码段注释。

(3) 数学运算

- 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 等;
- 使用更强大的计算算法包 Qhull 2002.1, 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和多点边界问题。

(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, 可以完成用户自定义绘图;
- 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 控件支持;
- 增强句柄图形对象, 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 完成 Java 类的加载、删除等功能;
- 支持 COM、服务器事件和 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。

1.4 MATLAB R2006a 图像处理工具箱的新特性

在 MATLAB R2006a 中, 图像处理工具箱增加了一些新的特性, 并作了一些改变。

(1) 增强 ICC 色彩特征文件的性能。iccread 和 iccwrite 已经升级到可以支持现在实际应用中 ICC 规范的变化。可以支持新增加的几种类型: DeviceLink profiles、ColorSpace profiles、Abstract profiles 和 Grayscale profiles。

(2) 新的指针管理函数。新的工具箱增加了 3 个新的函数, iptPointer Manager、iptGetPointerBehavior 和 iptSetPointerBehavior, 在图形用户界面中可通过其改变指针。

(3) 新的约束成型函数。新的工具箱增加了 1 个新的函数 makeConstrainToRectFcn, 可以用来约束 imdistline, imline、impoint 和 imrect 函数。

(4) 兼容性的考虑。

(5) IPPL 不运用于 64 位的系统中。在图像处理工具箱中的某些函数, 如图像算法函数等, 如果其是可用的, 可以使用 IPPL; 但注意在 64 位系统中这些函数不使用 IPPL。





MATLAB 的图形绘制

MATLAB 为用户提供了大量的绘图函数，使用户可以方便地实现数据的可视化，如在直角坐标系中或极坐标系中绘制直线、条形图、柱状图、轮廓线和表面网格图等。本章将对这些绘图函数的用法进行较为详细的介绍，使读者能够对 MATLAB 提供的这些高级绘图函数有一个较为深刻的认识，从而绘制出自己需要的图形。

本章重点内容：

- MATLAB 作图的基本步骤
- MATLAB 二维绘图
- MATLAB 三维绘图
- 图形动画效果的绘制

2.1 MATLAB 作图的基本步骤

为了分析特定的数据，有时需要综合考虑由数据得到的各种图形；而为了得到某一特定的图形，则又必须对该图在许多方面，如线型、颜色、标注等进行适当的调整和改善。归纳起来，要创建适合自己需要的一个基本图形，比较典型的几个步骤如表 2-1 所示。

表 2-1 MATLAB 作图的基本步骤

步 骤	典 型 代 码
(1) 准备数据	<pre>x=0:0.1:10; y1=bessel(1,x); y2= bessel(2,x); y3=bessel(3,x);</pre>
(2) 生成图形窗口和作图区域	<pre>figure(1) subplot(2,2,1)</pre>