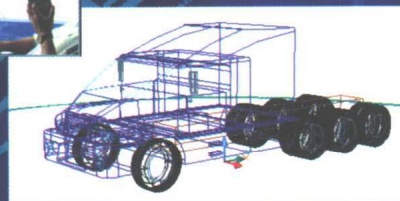
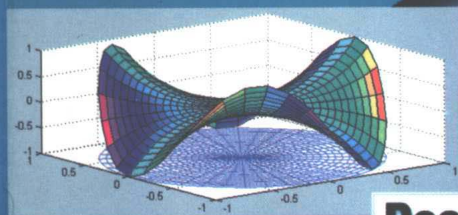
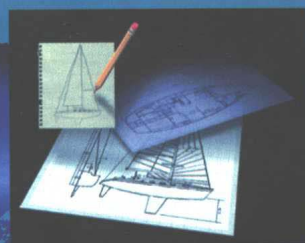


计算机工程设计与应用开发丛书

MATLAB高级应用

——图形及影像处理

清源计算机工作室 编著



机械工业出版社
China Machine Press

计算机工程设计与应用开发丛书

MATLAB 高级应用

——图形及影像处理

清源计算机工作室 编著



机械工业出版社

本书系统介绍了利用 MATLAB 实现工程计算及其运算结果的可视化技术以及可视影像在 MATLAB 中的数字化处理技术,属于 MATLAB 的高级应用。本书理论与实际并重,内容丰富,通俗易懂,并附有大量的应用实例,是学习和应用 MATLAB 进行图形绘制和影像处理的不可多得的参考书。

本书的读者对象主要包括具有一定 MATLAB 基础知识的从事机械、电子等行业的工程技术人员、学生等。

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:边 萌 封面设计:姚 毅

责任印制:何全君

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·24 印张·577 千字

0 001—5000 册

定价:45.00 元 (ICD, 含配套书)

ISBN 7-900043-16-0/TP·16

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

前 言

随着计算机技术的发展，计算机软件在工程设计领域的应用越来越广。在机械、电子、建筑等行业，应用计算机软件进行产品设计的 CAD 软件也非常丰富，使产品设计人员能够高效率地进行各自领域的产品分析、设计等工作。这些应用于工程设计领域的 CAD 软件有 AutoCAD、Protel、MATLAB 等。这些软件极大地提高了机械、电子等行业的产品设计质量与效率，是目前 CAD 领域应用最为广泛的软件，是工程设计领域中最有用的辅助设计软件。为了帮助工程设计人员学习这些软件，快速掌握这些软件的使用与开发技术，我们特编写一套“计算机工程设计与应用开发丛书”。AutoCAD 2000 主要应用于机械产品设计和开发，以及 AutoCAD 2000 的二次开发；Protel 99 主要应用于电子原理图的设计、电路板的设计和绘制，以及电子逻辑分析和仿真等；MATLAB 主要应用于工程方面的数学计算、自动控制系统的分析，以及图形与图像处理等。。

本套书主要面向工程设计人员，涉及的知识不但包括软件应用知识，还包括专业基础知识，以及软件在相关领域的二次开发技术知识，是机械、电子领域技术人员的最佳参考书。本套书在介绍软件的使用过程中，结合丰富的实例进行讲解，使读者能快速掌握相关的知识。本套书不但讲述软件的基础应用知识，还讲述了软件的中、高级应用知识，是一套面向中、高级读者的全面而系统的参考书。本套书包括《AutoCAD 2000 命令与实例详解》和《AutoCAD 2000 开发工具应用详解》；《Protel 99 原理图与 PCB 设计》和《Protel 99 仿真与 PLD 设计》；《MATLAB 基础及其应用》和《MATLAB 高级应用——图形及影像处理》。基本覆盖了三种软件在机械领域和电子领域的应用。全套书均附有光盘，以实例为主，将软件的实际应用很生动地展现在读者面前。

本套书由清华大学和中国科学院从事该领域工作多年的博士生和硕士生进行编写，具有贴近读者的特点，而且书中列举了大量的实例，是使用这三种软件的工程设计人员不可多得的参考书。

清源计算机工作室
2000 年 5 月

编者的话

MATLAB 是 Math Works 公司的产品。Math Works 公司在 1982 年发行了 MATLAB 的 DOS 版本,不断完善至今形成了三种主要的版本,分别是 Windows 95 版、Windows NT 版和 Macintosh 版。MATLAB 是一种交互式、面向对象的程序设计语言,广泛应用于工业界与学术界,主要用于矩阵运算,同时在数值分析、自动控制模拟、数字信号处理、动态分析、绘图等方面也具有强大的功能。

MATLAB 是工程计算领域中一个非常重要的应用软件,其最新版本 MATLAB 5.x 更是功能强大,可以在 Microsoft Windows 95/98、Windows 2000 以及 UNIX 等操作系统上运行。在 MATLAB 的所有功能中,图形绘制与图像处理是贯穿于其所有应用中(包括自动控制、信号处理、模式识别、人工智能、小波分析等)的必不可少的基础技术。为此, MATLAB 本身除了提供强大的图形绘制和输出功能,同时还发布了影像处理工具箱(Image Processing Toolbox),专门用于图像处理。

本书分为上篇和下篇两个部分,共 22 章,系统讲述了 MATLAB 的图形绘制和图像处理中的各种理论和应用技术。其中第 1 章到第 13 章为上篇,介绍利用 MATLAB 进行工程计算时的图形绘制和输出。第 1 章(导论)、第 2 章(MATLAB 图形绘制基础)、第 3 章(图形标注)和第 4 章(特殊图形的绘制)讲述 MATLAB 图形绘制的基础知识;第 5 章(创建三维 MATLAB 图形)、第 6 章(定义 MATLAB 视图)、第 7 章(MATLAB 图形的灯光设置)、第 8 章(MATLAB 中的立体透视技术)和第 9 章(利用片块创建三维模型)是 MATLAB 图形绘制的高级技术;第 10 章讲述位映射图像的显示;第 11 章是 MATLAB 图形的打印和输出;第 12 章介绍 MATLAB 中句柄图形;第 13 章讲述 MATLAB 的图形属性和坐标轴属性。从第 14 章开始,到第 22 章均为下篇,以介绍 MATLAB 的影像处理工具箱为主要内容,介绍可视图像在 MATLAB 中的数字化处理技术。其中第 14 章介绍 MATLAB 中显示图像的基本技术;第 15 章(图像的几何操作)和第 16 章(图像的块操作)介绍图像的基本操作;第 17 章(MATLAB 图像的线性过滤操作)、第 18 章(函数变换)和第 19 章(MATLAB 的图像分析)介绍 MATLAB 中图像的基本分析和处理技术;第 20 章(MATLAB 的二进制图像操作)和第 21 章(基于区域的图像处理)介绍图像的高级操作技术;第 22 章(图像的颜色处理)介绍 MATLAB 的图像处理中颜色的使用。最后,我们给出了 MATLAB 处理图像时用到的函数,并列举了大量的应用实例。

本书力求内容丰富,图文并茂,文字流畅,叙述明了,使之成为一本学习和使用 MATLAB 图形绘制和输出,以及影像处理应用等方面有价值的参考书。但是由于编者水平有限,加之时间仓促,不当与谬误之处在所难免,希望读者批评指正。

编者

2000 年 5 月

目 录

前言

编者的话

上篇 图形绘制 1

第 1 章 导论 3

1.1 MATLAB 数据的可视化 3

1.2 MATLAB 的句柄图形 3

1.3 创建交互的 GUI 3

1.4 MATLAB 中的图形机制 3

第 2 章 MATLAB 图形绘制基础 5

2.1 构建 MATLAB 图形的基本步骤 5

2.2 基本绘图命令 5

2.2.1 创建 MATLAB 简单图形 6

2.2.2 指定线型 6

2.2.3 指定线条的颜色和大小 9

2.2.4 图形的叠加 10

2.2.5 数据点的绘制 11

2.2.6 黑白图形的绘制 11

2.2.7 设置默认线型 13

2.3 矩阵数据的绘制 14

2.4 虚数和复数的绘制 15

2.5 双 Y 轴图形的绘制 16

2.6 三维曲线图的绘制 18

2.7 坐标轴参数的设置 19

2.7.1 坐标轴范围和坐标轴标示的设置 19

2.7.2 坐标轴纵横比的设置 22

2.8 MATLAB 的图形窗口 25

2.8.1 单个图形窗口中显示多个图形 26

2.8.2 指定目标坐标轴 26

2.8.3 MATLAB 的图形颜色方案 28

第 3 章 图形标注 29

3.1 单个坐标轴的标注 29

3.2 将文本字符串添加到图形中 29

3.3 文本的精确定位 31

3.4	文本对齐	31
3.5	指定 TeX 字符	33
3.6	文本字符串中使用变量	34
3.7	应用实例	36
3.7.1	标注曲线最高点和最低点	36
3.7.2	多行文本的标注	37
第 4 章	特殊图形的绘制	39
4.1	条形图和区域图的绘制	39
4.1.1	条形图的类型	39
4.1.2	堆叠条形图	42
4.1.3	坐标轴数据的指定	44
4.1.4	条形图上叠加其他图形	45
4.1.5	区域图的绘制	47
4.1.6	利用区域图进行数据集的比较	48
4.2	饼图的绘制	49
4.2.1	带分离切块的饼图	49
4.2.2	饼图的标注	50
4.2.3	MATLAB 中的不完全饼图	51
4.3	柱状图的绘制	51
4.3.1	笛卡儿坐标系下的柱状图	52
4.3.2	极坐标系下的柱状图	53
4.3.3	指定柱状图中矩形箱的个数	54
4.4	离散数据的图形绘制	55
4.4.1	二维枝干图的绘制	56
4.4.2	枝干图与其他图形的组合	58
4.4.3	三维枝干图	59
4.4.4	阶梯图	61
4.5	方向和速度矢量图	62
4.5.1	罗盘图	63
4.5.2	羽状图	63
4.5.3	二维箭头图	64
4.5.4	三维箭头图	66
4.6	轮廓图	67
4.6.1	创建简单的轮廓图	67
4.6.2	轮廓图的标注	68
4.6.3	轮廓图的填充	70
4.6.4	单个轮廓线的绘制	70
4.6.5	极坐标系下轮廓图的显示	71
4.7	交互式图形的绘制	74

4.8 动画的绘制	76
4.8.1 电影动画	76
4.8.2 程序动画	78
第5章 创建三维 MATLAB 图形	81
5.1 创建三维图形的基本步骤	81
5.2 矩阵的表面描述	82
5.2.1 网格和表面图形的绘制	82
5.2.2 二元函数的可视化	82
5.2.3 随机采样数据的表面图形	84
5.2.4 参数化表面图形	85
5.2.5 表面图形的透明处理	86
5.3 网格和表面图形的着色	87
5.3.1 颜色映射表	87
5.3.2 表面曲率的颜色映射	88
5.3.3 更改颜色映射表	90
5.4 表面图形的真彩显示	91
5.5 纹理映射	93
第6章 定义 MATLAB 视图	95
6.1 视点的定义	95
6.2 照相机调整	97
6.2.1 定义照相机	97
6.2.2 照相机图形命令	97
6.2.3 应用实例	98
6.3 低级照相机属性	101
6.3.1 三维场景中实现移动	102
6.3.2 将照相机沿观察轴线旋转	103
6.4 坐标轴纵横比	104
6.4.1 指定坐标轴缩放比例和纵横比	104
6.4.2 设置坐标轴纵横比的附加命令	107
6.5 底层坐标轴纵横比属性	107
6.5.1 默认纵横比下的图形	108
6.5.2 设置用户纵横比	108
6.5.3 应用举例：实物对象的显示	112
第7章 MATLAB 图形的灯光设置	114
7.1 MATLAB 中的灯光命令	114
7.2 MATLAB 中的灯光对象	114
7.3 向图形场景中添加灯光效果	115
7.4 灯光效果的选择	117
7.5 图形对象的发射比特征	118

7.5.1 镜面发射和漫反射	118
7.5.2 环境灯光	118
7.5.3 镜面指数	119
7.5.4 镜面颜色发射比	119
7.5.5 背面灯光	120
7.5.6 应用实例：数据空间中的灯光定位	122
第8章 MATLAB 中的立体透视技术	124
8.1 MATLAB 中的立体透视命令	124
8.2 标量立体数据的可视化	124
8.3 应用举例：MRI 数据的可视化	129
8.4 利用切片平面浏览立体结构	132
8.4.1 应用举例：流体数据的切片浏览	132
8.4.2 修改颜色映像表	136
8.5 用 Isosurfaces 表面对象连接等值点	137
8.6 将 Isocaps 添加到可视场景中	138
8.7 矢量立体数据的可视化	139
8.7.1 矢量立体数据的流线形图显示	139
8.7.2 矢量数据的锥形图显示	141
第9章 利用片块创建三维模型	143
9.1 MATLAB 中的 patch 函数	143
9.1.1 patch 函数的语法	143
9.1.2 patch 函数的 color 参数	144
9.1.3 创建单一的多边形	145
9.2 多面片块对象	146
9.3 片块表面和边界的颜色	150
9.4 MATLAB 的片块颜色数据	152
9.4.1 索引颜色数据	152
9.4.2 真彩颜色数据	153
9.4.3 索引颜色数据和真彩颜色数据的比较	154
第10章 位映像图像的显示	155
10.1 MATLAB 中的图像	155
10.2 图像类型	156
10.2.1 索引图像	156
10.2.2 强度图像	157
10.2.3 RGB 图像	159
10.3 MATLAB 的 8 位和 16 位图像	161
10.3.1 8 位和 16 位索引图像	161
10.3.2 8 位和 16 位强度（灰度）图像	161
10.3.3 8 位和 16 位 RGB 图像	162

10.4 图形图像文件的读写和查询	162
10.4.1 图形图像文件的读取	163
10.4.2 图形图像文件的写入（保存）	163
10.4.3 图形图像文件信息的查询	163
10.5 图形图像的显示	164
10.6 图像对象及其属性	167
10.6.1 图像对象的 CData 属性	167
10.6.2 图像对象的 CDataMapping 属性	168
10.6.3 图像对象的 XData 和 YData 属性	168
第 11 章 MATLAB 图形的打印和输出	171
11.1 MATLAB 的菜单打印命令	171
11.1.1 MATLAB 的打印平台	171
11.1.2 调整图形的尺寸和颜色	172
11.1.3 打印预览	175
11.1.4 输出图形到图像文件中	176
11.2 MATLAB 的图形打印命令	176
11.3 指定打印机的输出字体	178
11.4 引入 MATLAB 图形到其他程序文档中	178
第 12 章 MATLAB 的句柄图形	181
12.1 MATLAB 的图形对象	181
12.1.1 Root 根对象	182
12.1.2 Figure 对象	182
12.1.3 Uicontrol 对象	183
12.1.4 Uimenu 对象	183
12.1.5 Axes 对象	184
12.1.6 图形对象	184
12.2 MATLAB 的对象属性	185
12.3 图形对象的构造函数	186
12.3.1 应用实例：创建图形对象	187
12.3.2 指定父对象	188
12.3.3 底层函数和高级函数	188
12.3.4 简化函数调用语法	189
12.4 对象属性值的设置和查询	189
12.4.1 属性值的设置	189
12.4.2 默认属性值	191
12.4.3 属性值的查询	196
12.4.4 属性的工厂设定值	198
12.5 访问对象句柄	198
12.5.1 句柄图形的当前性	199

12.5.2	通过属性值查找对象	200
12.5.3	对象的拷贝	201
12.5.4	对象的删除	202
12.6	控制图形输出	203
12.6.1	指定图形输出的目标	203
12.6.2	准备图形对象的输出窗口和坐标系	204
12.6.3	利用 newplot 函数确定图形输出目标	204
12.6.4	应用实例: newplot 函数的使用	205
12.6.5	输出目标的 Hold 状态	205
12.7	MATLAB 的内建函数	206
第 13 章	MATLAB 图形窗口对象的属性	209
13.1	图形窗口的定位	209
13.1.1	位置矢量	209
13.1.2	应用实例: 指定图形窗口的位置	210
13.2	控制颜色使用的属性	211
13.3	选择绘图方法	212
13.4	指定图形指针	212
13.4.1	预定义的指针符号	212
13.4.2	用户自定义的指针符号	213
13.5	交互式图形	216
13.6	坐标轴对象	217
下篇	图像处理	219
第 14 章	图像的显示	221
14.1	标准图像显示技术	221
14.1.1	imshow 函数	221
14.1.2	显示索引图像	222
14.1.3	显示灰度图像	222
14.1.4	显示二进制位图	223
14.1.5	显示 RGB 图像	223
14.1.6	显示图形文件中的图像	224
14.1.7	显示非图像数据	224
14.2	特殊图像显示技术	225
14.2.1	添加颜色条	225
14.2.2	显示多帧图像阵列	226
14.2.3	图像上的区域缩放	227
14.2.4	纹理映射	229
第 15 章	图像的几何操作	230
15.1	插补运算	230
15.2	调整图像的大小	230

15.3 图像旋转	231
15.4 图像剪切	232
第 16 章 图像的块操作	234
16.1 边沿操作	234
16.2 显式块操作	236
第 17 章 MATLAB 图像的线性过滤操作	239
17.1 线性过滤	239
17.1.1 二维卷积	239
17.1.2 边界补充	241
17.1.3 预定义的过滤器	242
17.2 过滤器设计	244
17.2.1 FIR 过滤器	244
17.2.2 频率变换方法	245
17.2.3 频率采样方法	246
17.2.4 窗口方法	247
17.2.5 创建期望的频响矩阵	249
17.2.6 计算过滤器的频率响应	249
第 18 章 函数变换	252
18.1 傅里叶变换	252
18.1.1 傅里叶变换的数学定义	252
18.1.2 离散傅里叶变换	254
18.1.3 傅里叶变换的应用	258
18.2 离散余弦变换	260
18.2.1 DCT 的定义	261
18.2.2 DCT 及其图像压缩	261
18.3 radon 函数变换	263
18.3.1 radon 变换	263
18.3.2 图像的线条解析	266
18.3.3 radon 函数的反变换	268
第 19 章 MATLAB 的图像分析	272
19.1 像素值及其统计	272
19.1.1 像素选择	272
19.1.2 强度描述图	273
19.1.3 图像轮廓图	274
19.1.4 图像柱状图	276
19.2 图像分析	276
19.3 图像调整	277
19.3.1 强度（灰度）调整	278
19.3.2 噪声的去除	288

第 20 章 MATLAB 的二进制图像操作	292
20.1 图像的形态操作	292
20.1.1 图像的放大和挖蚀	292
20.1.2 其他类型的形态操作	295
20.1.3 预定义的形态操作	296
20.2 基于对象的操作	298
20.2.1 4-连接和 8-连接边沿	298
20.2.2 边界识别	299
20.2.3 二进制图像中的对象标注	300
20.3 图像的特性度量	302
20.3.1 图像的面积	303
20.3.2 欧拉数	303
20.4 查找表操作	304
第 21 章 基于区域的图像处理	307
21.1 区域的指定	307
21.1.1 多边形选择方法	307
21.1.2 其他选择方法	307
21.2 区域的过滤	308
21.3 区域的填充	310
第 22 章 图像的颜色处理	312
22.1 使用不同的颜色深度	312
22.2 减少图像中的颜色数量	313
22.2.1 rgb2ind 函数的使用	313
22.2.2 imapprox 函数的使用	314
22.2.3 颜色抖动	315
22.3 颜色空间的转换	316
22.3.1 NTSC 格式	316
22.3.2 YCbCr 格式	317
22.3.3 HSV 格式	317
附录 MATLAB 图像处理命令	319

上篇 图形绘制

第 1 章 导 论

1.1 MATLAB 数据的可视化

MATLAB 为用户提供了大量的高级图形例程。利用这些例程，用户可以方便地实现数据的可视化，如在直角坐标系或极坐标系中绘制直线、条形图、柱状图、轮廓线、表面网格图等，甚至可以在 MATLAB 中完成动画的制作。另外，用户还可以控制图形的颜色和阴影、坐标轴的标注，以及图形显示的外观。在 MATLAB 中，一些高级命令实际上就是这些例程的封装，可以自动地控制图形特性，如坐标轴比例尺、线条颜色等。这样，就没有必要去掌握繁杂的底层属性，异彩纷呈的 MATLAB 数据图形一样可以展现在我们面前。

1.2 MATLAB 的句柄图形

在 MATLAB 中，利用句柄图形（Handle Graphics）可以更精确地控制 MATLAB 显示数据的方式，或者开发用户自定义的图形命令，以及 MATLAB 面向对象的图形系统。句柄图形定义了一个图形对象集，包括直线、表面、文本等，同时提供了一种操纵这些对象属性的机制，以使用户能按自己的需要获取相应的结果。

在 MATLAB 中，使用句柄图形有下面几种方式：

- 在命令行中，通过修改用于显示数据的图形对象的属性的方法来“润色”图形的显示。
- 在 M-文件 (*.m) 中，通过定义用户图形命令来对图形显示进行精确的控制。
- 在已经包含了许多高级图形命令的 MATLAB 现有的 M-文件中，可以再定义特殊的属性以达到适合用户的要求。

1.3 创建交互的 GUI

GUI 即图形用户界面（Graphics User Interface），是计算机程序以图形化的方式与用户进行交互的一种机制。在 MATLAB 中，利用句柄图形，我们也可以操纵菜单、按钮、文本框等其他可视化组件。有了这些组件，MATLAB 就可以从用户那里获取各种输入，并在其内部进行适当的处理。

利用句柄图形，用户可以将 GUI 组件添加到任意一个 M-文件中，或者定义自己的 MATLAB 运行环境，甚至可以创建具有非常专业的用户界面的基于 MATLAB 的应用程序。

1.4 MATLAB 中的图形机制

在 MATLAB 中，句柄图形是所有高级图形函数的基础，用户创建的用于 MATLAB 图形操作的 M-文件可以调用这些高级函数，当然也可以直接使用句柄图形，其关系如图 1-1 所示。

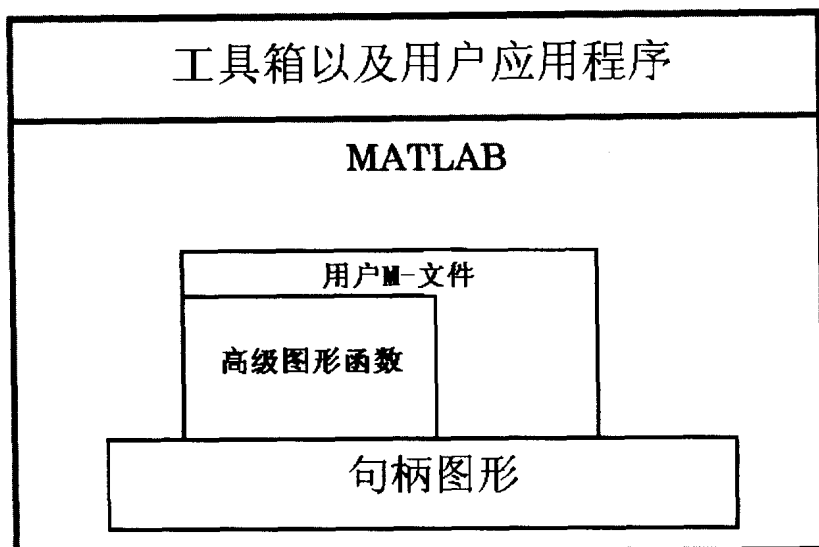


图 1-1 MATLAB 中的图形机制

所以，如果读者对 MATLAB 的图形处理不太熟悉，那么很快就会发现高级图形函数将满足绝大多数图形绘制的需要。但是，如果读者想定制这些高级图形函数的运行方式，或者希望创建自己的图形操作例程，那么，就必须深入地研究 MATLAB 的句柄图形。