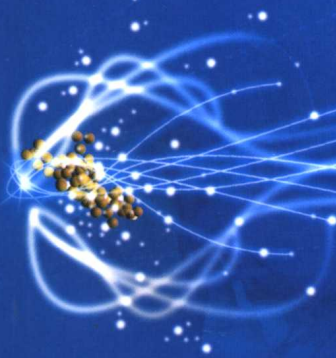


MATLAB 6.5

图形图像处理

王家文 曹宇 编著



國防工業出版社

<http://www.ndip.cn>

MATLAB6.5

图形图像处理

王家文 曹宇 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

MATLAB 是一种直观、简洁的计算软件,广泛应用于科学计算和工程计算。本书是基于 MATLAB6.5 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,帮助读者全面了解 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。文字工作室 <http://pass-matlab.myetang.com> 提供书中实例程序源代码的下载。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 6.5 图形图像处理/王家文,曹宇编著.

北京:国防工业出版社,2004.5

ISBN 7-118-03405-3

I.M... II.①王... ②曹... III.计算机辅助
计算-软件包,MATLAB 6.5 IV.TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006120 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 26¼ 602 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

在实际生产生活中,人们很频繁地接触图像、电视画面、照片、广告媒介、图画等等。人类所获的外界信息有 70% 以上是通过视觉系统,也就是图像获取的。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。20 世纪 60 年代美国的喷气推进实验室处理了由太空船“徘徊者七号”发回的月球照片,标志着第三代计算机问世后数字图像处理开始得到普遍应用。近些年来,随着计算机与信息技术的高速发展,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,已经广泛应用于所有的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、小波分析等等。本书就是基于最新版 MATLAB6.5,以实例的形式讲解其在图形图像处理技术上的应用,重点阐述如何应用 MATLAB6.5 数字图像处理工具箱处理数字图像。

由于 MATLAB 直观、简洁、交互性强的特点,对于一个没有 MATLAB 基础的人而言,语言的学习就变得很简单。本书从 MATLAB 语言基础讲起,只要认真体会,在几个小时内达到对语言的精通是完全可能的。

本书第 1 章对 MATLAB6.5 的特点、语言基础进行了简单介绍。第 2 章~第 7 章通过实例详细介绍 MATLAB 的图形绘制及图形属性。第 8 章~第 17 章系统讲解 MATLAB 数字图像处理中的各种理论和应用技术。

如何让 MATLAB 函数也和 MATLAB 语言一样简洁、易懂,如何掌握这些函数、应用这些函数,是广大 MATLAB 学习者的拦路虎。为了解决这个问题,本书以实例形式介绍了大量的函数,目的在于以最少的篇幅提供给读者最大的信息量和知识点。

数字图像内容复杂、广泛,本书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内容,建议读者把有关数字图像处理学的

IV

理论书籍和本书结合起来学习，融会贯通，以达到最大的效果。

本书的编著出版得到了文字工作室和笄许燕编辑的倾心支持，这里表示最诚挚的感谢。

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。

文字工作室提供书中实例程序源代码的下载。

文字工作室：<http://passmatlab.myetang.com>

E-Mail: passmatlab@etang.com

编 者

2003 年 12 月

目 录

第 1 章	MATLAB6.5 基础.....	1
1.1	MATLAB 语言介绍.....	1
1.1.1	MATLAB 产品系列与应用.....	1
1.1.2	MATLAB6.5 的新特点.....	3
1.2	MATLAB 语言基础.....	4
1.2.1	认识 MATLAB6.5 环境.....	4
1.2.2	MATLAB6.5 变量和表达式.....	6
1.2.3	数组的产生.....	6
1.2.4	数组的操作.....	9
1.2.5	常用的数学函数.....	12
1.2.6	数组的运算.....	14
1.2.7	数组的扩展.....	17
1.2.8	数组的转换.....	19
1.2.9	MATLAB 控制语句.....	22
1.2.10	其他控制语句.....	24
1.2.11	文件操作.....	24
1.2.12	M 文件.....	26
第 2 章	MATLAB 图形绘制基础.....	28
2.1	二维绘图.....	28
2.1.1	基本绘图函数.....	28
2.1.2	图形窗口的修饰.....	33
2.2	三维绘图.....	42
2.2.1	plot3 函数.....	42
2.2.2	三维网格图和曲面图.....	42
第 3 章	MATLAB 图形对象.....	46
3.1	图形对象.....	46
3.1.1	Root 对象.....	48
3.1.2	Figure 对象.....	49

3.1.3	Uicontrol 对象.....	52
3.1.4	Uimenu 对象.....	57
3.1.5	Axes 对象.....	61
3.1.6	Image 对象.....	62
3.1.7	Line 对象.....	63
3.1.8	Patch 对象.....	65
3.1.9	Rectangle 对象.....	66
3.1.10	Surface 对象.....	68
3.1.11	Light 对象.....	69
3.1.12	Text 对象.....	70
第 4 章	MATLAB 图形对象操作.....	72
4.1	图形对象的属性.....	72
4.2	图形对象句柄的获取.....	73
4.2.1	对象创建时获取.....	73
4.2.2	通过层次关系获取.....	74
4.2.3	当前对象的获取.....	74
4.2.4	根据对象属性值的获取.....	75
4.3	图形对象句柄的删除与判断.....	77
4.3.1	句柄的删除.....	77
4.3.2	句柄的判断.....	78
4.4	图形对象属性值的获取与设置.....	78
4.4.1	图形对象属性值的设置.....	79
4.4.2	图形对象属性值的获取.....	81
4.4.3	用户缺省值的操作.....	83
4.5	图形对象的其他操作.....	84
4.5.1	figflag 函数.....	84
4.5.2	findfigs 函数.....	85
4.5.3	copyobj 函数.....	85
4.5.4	capture 函数.....	86
4.5.5	refresh 函数.....	86
4.5.6	saveas 函数.....	86
4.5.7	hgload 函数和 hgsave 函数.....	87
4.5.8	newplot 函数.....	87
第 5 章	GUI 设计.....	89
5.1	认识 GUI 环境.....	89
5.1.1	版面设计工具.....	89
5.1.2	属性编辑器.....	91

5.1.3	菜单编辑器	92
5.1.4	调整工具	92
5.1.5	对象浏览器	94
5.1.6	TAB 次序编辑器	94
5.1.7	GUIDE 环境设置	95
5.2	GUI 设计	95
5.2.1	GUI 设计原则	95
5.2.2	GUI 设计步骤	96
5.3	GUI 实现	96
5.3.1	组件的布局	96
5.3.2	属性编辑	96
5.3.3	回调函数	97
5.4	GUI 实例	97
5.4.1	组件布局	98
5.4.2	属性值的修改	100
5.4.3	回调函数	101
5.4.4	调试程序	106
5.4.5	执行的效果	107
5.4.6	结束语	107
第 6 章	MATLAB 特殊图形的绘制	108
6.1	区域图	108
6.2	填充图	109
6.2.1	二维填充图	109
6.2.2	三维填充图	110
6.3	条形图	111
6.3.1	二维条形图	111
6.3.1	三维条形图	112
6.4	直方图	114
6.4.1	笛卡儿坐标系下的直方图	114
6.4.2	极坐标系下的直方图	115
6.5	圆体图	115
6.5.1	圆柱体的绘制	115
6.5.2	球体的绘制	116
6.5.3	椭圆体的绘制	117
6.6	饼图	118
6.6.1	二维饼图	118
6.6.2	三维饼图	119
6.7	排列图	120

6.8 离散图形的绘制	121
6.8.1 二维柄状图	121
6.8.2 三维柄状图	122
6.8.3 阶梯图	123
6.9 散点图	124
6.9.1 二维散点图	124
6.9.2 三维散点图	126
6.9.3 散点图矩阵	127
6.10 轮廓图	128
6.10.1 二维轮廓图	128
6.10.2 三维轮廓图	130
6.11 向量图	131
6.11.1 罗盘图	131
6.11.2 羽状图	133
6.11.3 箭头图	133
6.11.4 法线图	136
第7章 MATLAB 高级绘图功能	137
7.1 彗星图	137
7.1.1 二维彗星轨迹图	137
7.1.2 三维彗星轨迹图	137
7.2 帧动画	139
7.3 程序动画	141
7.4 色图变幻	142
7.5 Voronoi 图和三角剖分	142
7.6 四面体	144
7.7 彩带图	145
7.7.1 彩带图	145
7.7.2 三维流彩带图	146
7.8 伪彩图	148
7.9 切片图	149
7.9.1 切片图	149
7.9.2 切片轮廓线图	150
7.10 网格图和曲面图特效	151
7.10.1 显示轮廓线	152
7.10.2 显示围裙	152
7.10.3 瀑布效果	153
7.10.4 带光照模式的阴影图	154
7.11 函数绘图	155

7.12	三维图形控制	158
7.12.1	视点	159
7.12.2	图形旋转	159
7.12.3	灯光效果	161
7.12.4	色彩控制	163
第 8 章	数字图像原理	166
8.1	图像	166
8.2	数字图像处理学	166
8.2.1	数字图像处理方法	166
8.2.2	数字图像处理的主要内容	167
8.3	图像文件格式	167
8.4	图像类型	168
8.4.1	索引图像	168
8.4.2	灰度图像	170
8.4.3	RGB 图像	171
8.4.4	二值图像	173
8.4.5	图像序列	174
8.4.6	图形类型判断	174
8.5	图像类型转换	175
8.5.1	dither 函数	175
8.5.2	gray2ind 函数	176
8.5.3	grayslice 函数	177
8.5.4	im2bw 函数	178
8.5.5	ind2gray 函数	179
8.5.6	ind2rgb 函数	179
8.5.7	mat2gray 函数	180
8.5.8	rgb2gray 函数	180
8.5.9	rgb2ind 函数	181
8.6	MATLAB 中的 8 位和 16 位图像	182
8.6.1	8 位和 16 位索引图像	183
8.6.2	8 位和 16 位灰度图像	183
8.6.3	8 位和 16 位 RGB 图像	183
8.7	图像文件的操作	184
8.7.1	查询图像文件的信息	184
8.7.2	图像文件的读取	185
8.7.3	图像文件的存储	186
8.7.4	图像数据类型的转换	188
8.7.5	图像文件格式的转换	189

第 9 章 MATLAB 图像显示与色彩	190
9.1 图像显示	190
9.1.1 imshow 函数	190
9.1.2 显示索引图像	191
9.1.3 显示灰度图像	191
9.1.4 显示二值图像	192
9.1.5 显示真彩图像	193
9.1.6 直接从磁盘文件中显示图像	193
9.2 特殊图像显示技术	193
9.2.1 显示颜色条	193
9.2.2 显示多帧图像序列	194
9.2.3 显示多幅图像序列	197
9.3 纹理映射	198
9.4 图像颜色	199
9.4.1 图像的褪色处理	199
9.4.2 MATLAB 的颜色模型	201
9.4.3 MATLAB 颜色模型的转换	203
9.4.4 色彩处理	206
第 10 章 MATLAB 图像正交变换	209
10.1 正交变换通用算子	209
10.2 傅里叶变换	210
10.2.1 傅里叶变换的原理	210
10.2.2 傅里叶性质	211
10.2.3 二维离散傅里叶变换 (2DDFT)	213
10.2.4 快速傅里叶变换 (FFT)	213
10.2.5 傅里叶变换的研究与应用	216
10.3 离散余弦变换	221
10.3.1 DCT 变换矩阵	222
10.3.2 dct2 函数和 dctmtx 函数	223
10.4 Walsh-Hadamard 变换	225
10.5 Radon 变换	227
10.6 小波变换	229
10.6.1 小波变换的定义	230
10.6.2 小波变换函数	230
10.6.3 小波变换实例	237
10.6.4 小波除噪与压缩函数	240

第 11 章 滤波器的设计	245
11.1 线性滤波	245
11.1.1 卷积与相关	245
11.1.2 imfilter 滤波函数	247
11.1.3 预定义滤波	248
11.2 FIR 滤波器的设计	248
11.2.1 FIR 滤波器基础	248
11.2.2 计算二维频率响应	249
11.2.3 计算期望频率响应矩阵	250
11.2.4 频率变换法	251
11.2.5 频率采样法	253
11.2.6 窗函数法	254
第 12 章 图像运算与区域处理	260
12.1 图像点的运算	260
12.1.1 线性点运算	260
12.1.2 非线性点运算	261
12.2 图像的算术运算	261
12.2.1 加法运算	261
12.2.2 减法运算	262
12.2.3 乘法运算	263
12.2.4 除法运算	264
12.2.5 其他运算	265
12.3 图像的位逻辑运算	266
12.4 图像的几何运算	268
12.4.1 图像插值	268
12.4.2 图像缩放	270
12.4.3 图像旋转	270
12.4.4 图像剪切	271
12.5 空间变换	272
12.5.1 仿射变换 (Affine Transformation)	272
12.5.2 透视变换(Perspective Transformation)	273
12.5.3 空间变换的 MATLAB 函数	274
12.5.4 空间变换实例	276
12.6 图像融合	277
12.7 邻域与块操作	280
12.7.1 邻域操作	280
12.7.2 图像块操作	282

12.8 区域处理	283
12.8.1 区域选择	283
12.8.2 区域滤波	285
12.8.3 区域填充	286
第 13 章 MATLAB 图像增强	287
13.1 灰度变换增强	287
13.1.1 像素值及其统计特性	287
13.1.2 直方图灰度变换	290
13.1.3 直方图均衡化	293
13.1.4 直方图规定化	295
13.2 空域滤波增强	296
13.2.1 平滑滤波器	297
13.2.2 锐化滤波器	302
13.3 频域增强	304
13.3.1 低通滤波器	304
13.3.2 高通滤波器	305
13.3.3 同态滤波器	305
13.3.4 频域增强 MATLAB 实例	305
13.4 色彩增强	306
13.4.1 真彩色增强	306
13.4.2 伪彩色增强	307
13.5 小波增强	309
第 14 章 图像复原	311
14.1 退化模型	311
14.1.1 连续退化模型	312
14.1.2 离散退化模型	313
14.2 复原的代数方法	313
14.2.1 代数复原原理	313
14.2.2 逆滤波复原	315
14.2.3 最小二乘方滤波	316
14.3 MATLAB 实现图像复原	316
14.3.1 维纳滤波复原	316
14.3.2 规则化滤波复原	318
14.3.3 Lucy-Richardson 复原	320
14.3.4 盲去卷积复原	321
14.3.5 图像复原的其他 MATLAB 函数	323

第 15 章 图像分析.....	325
15.1 边缘检测.....	325
15.1.1 微分算子.....	326
15.1.2 Log 算子.....	329
15.1.3 Canny 算子.....	332
15.2 四叉树分解.....	334
15.2.1 四叉树分解.....	334
15.2.2 四叉树 MATLAB 函数.....	334
15.2.3 四叉树分解 MATLAB 实例.....	337
第 16 章 数学形态学操作.....	339
16.1 数学形态学的基本运算.....	339
16.1.1 结构元素矩阵.....	339
16.1.2 膨胀运算.....	343
16.1.3 腐蚀运算.....	345
16.1.4 膨胀与腐蚀的对偶关系.....	346
16.1.5 开运算与闭运算.....	346
16.1.6 击中与击不中.....	348
16.1.7 二值图像形态学处理函数.....	349
16.1.8 其他膨胀和腐蚀的基本函数.....	351
16.2 形态学的基本应用.....	351
16.2.1 边缘提取.....	351
16.2.2 连通对象标注.....	352
16.2.3 对象选择.....	353
16.2.4 二值图像面积提取.....	354
16.2.5 二值图像的欧拉数.....	356
16.2.6 移除对象.....	357
16.2.7 区域填充.....	357
16.2.8 距离变换.....	359
16.3 查找表操作.....	360
16.4 灰度形态学.....	362
16.4.1 灰度形态学基本运算实例.....	362
16.4.2 其他函数.....	362
第 17 章 图像编码与压缩.....	367
17.1 图像编码基础.....	367
17.1.1 图像编码压缩的必要性.....	367
17.1.2 图像编码压缩的可能性.....	367

17.1.3	图像编码压缩的分类	368
17.1.4	图像编码压缩的评价	369
17.2	无损压缩编码	370
17.2.1	行程编码	370
17.2.2	哈夫曼 (Huffman) 编码	372
17.2.3	算术编码	374
17.2.4	词典编码	378
17.3	有损压缩编码	379
17.3.1	预测编码	379
17.3.2	正交变换编码	380
17.3.3	MATLAB 实现离散余弦变换压缩	382
17.3.4	MATLAB 实现小波变换压缩	383
附录 A	对象属性	387
附录 B	图像工具箱函数	401

第 1 章 MATLAB6.5 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之中, 为科学研究、工程应用提供了一种功能强、效率高的编程工具。

1.1 MATLAB 语言介绍

MATLAB 名字由 Matrix (矩阵) 和 Laboratory (实验室) 两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 博士和他的同事构思并为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 此即为用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。以后几年, 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、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 MATLAB4.0 版本; 1995 年, MathWorks 公司推出 MATLAB4.2C 版 (For Win3.x)。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, 增加以下一些功能: ①推出 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, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。1997 年, MathWorks 公司推出 MATLAB5.0; 2000 年 10 月推出了 MATLAB6.0; 2002 年 8 月, 新版本 MATLAB6.5 正式发布了。如今 MATLAB 已经取得长足的发展, 得到了市场的认可。MATLAB 也由于其强大的计算功能而被业界誉为“巨人肩上的工具”。使用 MATLAB 编程运算与人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——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, 所以又被称为演算纸式科学算法语言。而且它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 产品系列与应用

MATLAB 强大的功能越来越被人们所接受, 而且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
- 其他领域

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我们习惯的数学描述方法,而不需要用传统的编程语言进行前后处理。这一特点使 MATLAB 成为了数学分析、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 科学计算。

MATLAB 拥有 500 多种数学、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。使用该机制可对图形进行灵活的控制。使用 GUIDE 工具,我们可以方便地使用 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 可卓有成效地开发自己的程序。MATLAB 自身的许多函数,实际上也包括所有的工具箱函数,都是用 M 文件实现的。

④ 开放性、可扩展性强。

M 文件是可见的 MATLAB 程序,所以我们可以查看源代码。开放的系统设计使我们能够检查算法的正确性,修改已存在的函数,或者加入自己的新部件。

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。工具箱和 MATLAB 一样是完全用户化的,可扩展性强。将某个或某几个工具箱与 MATLAB 联合使用,可以得到一个功能强大的计算组合包,满足我们的特殊要求。