



随书附赠

① DVD

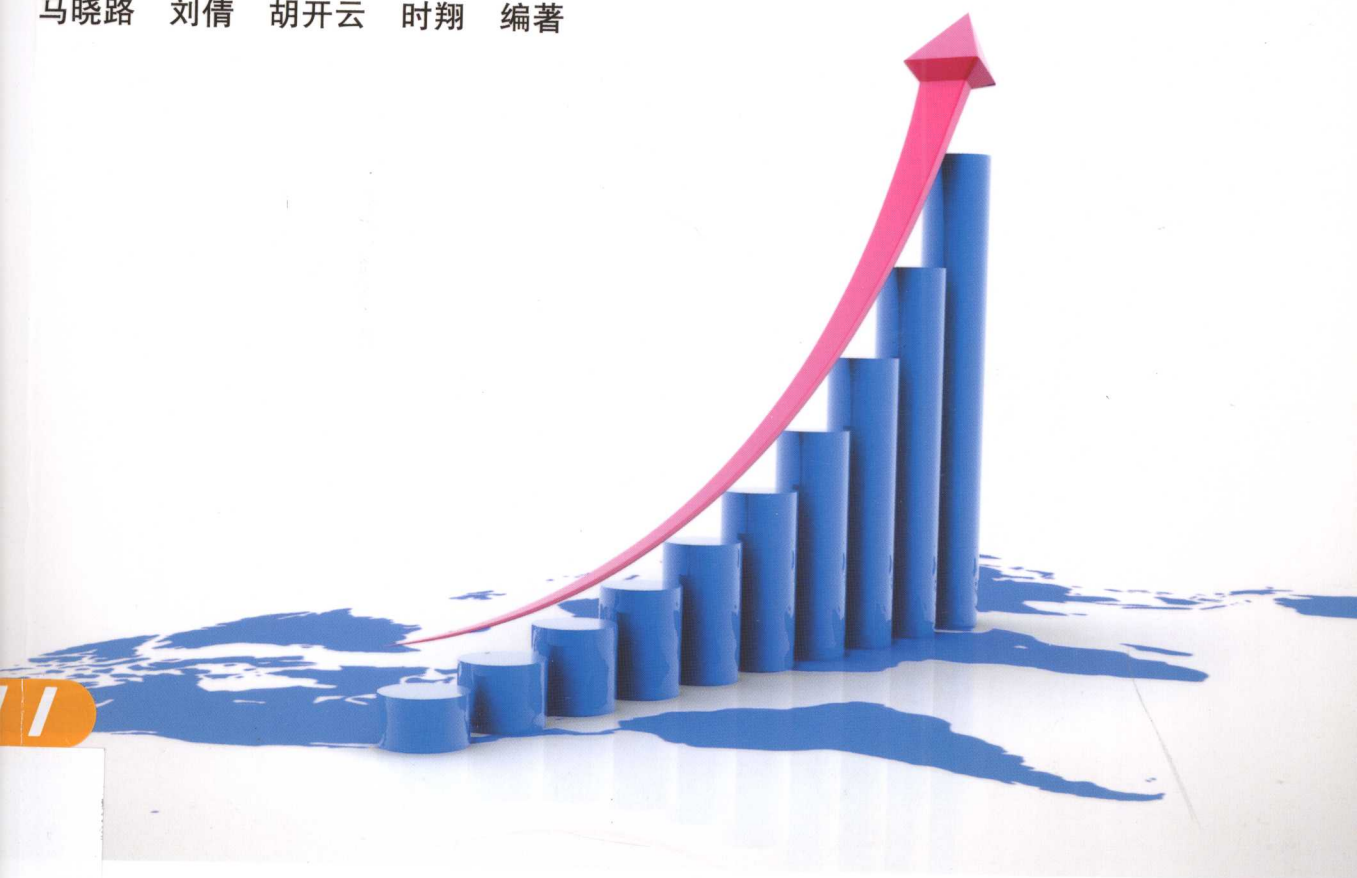
超过11小时的精彩讲解视频，与图书相辅相成
视频内容与图书章节一一相对，娓娓道来，轻松学会

MATLAB 图像处理

从入门到精通

From Newbie to Master of
Image Processing in MATLAB

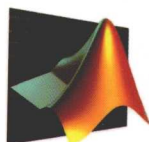
马晓路 刘倩 胡开云 时翔 编著



者多年开发经验，立足于当前MATLAB图像处理实践应用，
出，娓娓道来。

Getting you the Best Book!

精炼的MATLAB图像处理基础知识合理搭配经典的应用实例，相辅
相成，融入作者实践心得，大幅缩短读者理论学习到实践应用的距离。



MATLAB
The Language of Technical Computing
MATH WORKS

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

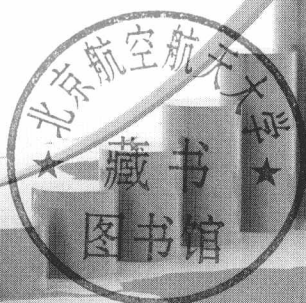
013926305

MATLAB 图像处理

从入门到精通

马晓路 刘倩 胡开云 时翔 编著

TP391.41
4509



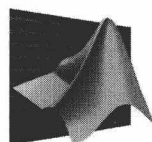
TP391.41
4509
P



北航

C1633519

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



MATLAB
The Language of Technical Computing
NATH
WILKINS

200820810 .

内 容 简 介

MATLAB 在图像处理领域有着非常重要且广泛的应用,也是目前图像处理从业人员所具备的非常关键的工作技能。本书从实际出发,所涉及的具体问题均为当前图像处理领域的新课题和新方向。

本书是把图像处理理论与 MATLAB 实践方法相结合的一本书。全书共分为 12 章,主要包括:图像处理与 MATLAB 简介、MATLAB 编程基础、MATLAB 图像处理基础、图像预处理及其 MATLAB 实现、图像频域变换、图像的数学形态学操作、彩色图像处理、图像压缩编码、图像分割与边缘检测、图像复原、图像处理与模式识别技术、MATLAB 图像处理应用等。

本书由浅入深地介绍了图像处理在 MATLAB 中的应用,适合作为有一定基础的 MATLAB 入门读者深入学习和掌握数字图像处理的理想进阶用书;同时还可作为 MATLAB 相关应用专业的应用教材。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 图像处理从入门到精通 / 马晓路等编著. —
北京:中国铁道出版社,2013.2

ISBN 978-7-113-15731-9

I. ①M… II. ①马… III. ①Matlab 软件—应用—数字图像处理 IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292915 号

书 名: MATLAB 图像处理从入门到精通

作 者: 马晓路 刘倩 胡开云 时 翔 编著

责任编辑: 荆 波

特邀编辑: 赵树刚

责任印制: 赵星辰

读者服务热线: 010-63560056

封面设计: 付 巍

封面制作: 张 丽

出版发行: 中国铁道出版社(北京市西城区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

版 次: 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23.75 字数: 553 千

书 号: ISBN 978-7-113-15731-9

定 价: 59.80 元(附赠光盘)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社发行部联系调换。

数字图像处理兴起于 20 世纪 80 年代 PC 和图形工作站开始普及的时期，目前已成为计算机科学、信息科学、生物学、医学、工程学等领域中学习和研究的对象，是一门综合性很强的、多学科交叉的边缘学科。此外，图像处理科学又是一门与国计民生密切相关的应用科学，它的发展与应用对我国的现代化建设的影响不可估量。

编者结合自己对于 MATLAB 的开发体验和数字图像处理的心得体会，花费了一年多的时间编写本书。希望读者能在本书的引领下跨入 MATLAB 的开发大门，并成为开发高手。本书结合大量多媒体教学视频，全面、系统、深入地介绍了 MATLAB 的使用技巧和数字图像处理在 MATLAB 中的应用。学习完本书后，读者可以熟练使用 MATLAB 开发软件并在 MATLAB 中处理基本的数字图像问题。

本书特色

1. 内容全面、系统、深入

本书介绍了 MATLAB 软件的使用方法，详细讲解了数字图像在 MATLAB 中的各种操作。

2. 讲解由浅入深，循序渐进，适合各个层次的读者阅读

本书从 MATLAB 的基础开始讲解，逐步深入到数字图像在 MATLAB 中的开发技术及应用，内容梯度从易到难，讲解由浅入深，循序渐进，适合各个层次的读者阅读。

3. 贯穿大量的开发实例和技巧，迅速提升开发水平

本书在讲解知识点时贯穿了大量短小精悍的典型实例，并给出大量的开发技巧，以便让读者更好地理解各种概念和开发技术，体验实际编程，迅速提高开发水平。

本书内容及体系结构

第 1 章 图像处理与 MATLAB 简介

本章主要对 MATLAB 和图像处理进行总体的概述，通过本章的学习，读者可以对 MATLAB 和图像处理有一个清晰的概念。

第 2 章 MATLAB 编程基础

本章主要介绍 MATLAB 的编程基础，通过本章的学习，读者可以熟练掌握 MATLAB 的操作技巧。

第3章 MATLAB 图像处理基础

本章主要介绍图像处理在 MATLAB 中的基本使用方法,通过本章的学习,读者可以在 MATLAB 中对图像处理进行基本的操作。

第4章 图像预处理及其 MATLAB 实现

本章在简单地介绍数字图像处理技术的基础上,着重讨论了灰度直方图的构建、直方图均衡、图像缩放旋转、图像平滑的处理及其 MATLAB 实现方法。这些都是图像预处理的重要部分。通过本章的学习,读者可以掌握基础的图像预处理的算法及其 MATLAB 实现。

第5章 图像频域变换

本章主要介绍图像多种变换域的实现方法及其不同性质,并由图像在不同频域变换的不同性质来理解和分析图像处理问题及各种图像变换在 MATLAB 中的实现。

第6章 图像的数学形态学操作

本章主要研究的是图像形态几何特征,它可以用来简化图像数据,保持图像的基本形状特性。使用形态学操作可以完成增强对比度、消除噪声、细化、骨架化、填充和分割等图像处理任务。本章可以让读者了解形态学的主要算法及其常见的应用。

第7章 彩色图像处理

本章简单地介绍了彩色图像处理中的彩色视觉与三基色原理,详细介绍了彩色空间以及彩色空间之间的相互转换,并用 MATLAB 代码实现彩色空间之间的转换。同时也对彩色图像处理技术进行了介绍,其中包括平滑处理和锐化处理以及图像的伪彩色处理和假彩色处理。通过本章的学习,读者能够对彩色空间以及彩色图像处理有一个比较深入的认识。

第8章 图像压缩编码

本章在分析图像压缩编码的必要性和可能性的基础上,从有损压缩编码和无损压缩编码的角度对图像压缩编码方法进行了介绍,同时从静态图像压缩标准与动态图像压缩标准的角度对流行的国际编码标准进行了介绍。读者学习本章内容后,对图像压缩编码会有十分清晰的认识。

第9章 图像分割与边缘检测

本章简要介绍了灰度阈值分割法以及区域分割中的区域生长法和分裂合并法,重点讲述了图像的边缘检测,其中包括 Roberts 算子、Prewitt 算子、Sobel 算子、拉普拉斯算子以及 Canny 算子,并给出它们的 MATLAB 实现。通过学习本章内容,读者可以深入了解图像分割与边缘检测在图像处理中的重要作用。

第10章 图像复原

本章简单介绍了图像退化的基本模型和噪声的基本分布,着重介绍了图像复原的代数方法及其 MATLAB 实现方法。通过这些基本方法能够实现图像的去噪并恢复原始图像数据。

第 11 章 图像模式识别技术

本章主要介绍的是图像模式识别的相关内容，主要有模式识别的一些基本概念，常用的处理方法以及人工神经网络、线性或非线性判别函数分类器的一些基本应用。通过本章的学习，读者可以学到模式识别领域的基础知识。

第 12 章 图像处理技术的应用

图像的应用有很多，从基本的图像处理算法到图像的压缩，图像投影校正、顶帽变换等高级应用，再到特征提取、分类器设计以及物体的识别与跟踪等，本章从图像的压缩感知和基于图像的视频跟踪两大方面介绍，一步步地引导读者从阅读中获得知识，从实践中升华感悟，了解如何将图像处理和模式识别技术应用到生活中。

随书附赠光盘

为了让读者在学习本书的过程中能更轻松、有效，我们在附赠光盘中专门制作了大量多媒体视频，用更直观的影像并与本书内容相辅相成，帮助读者达到事半功倍的效果。

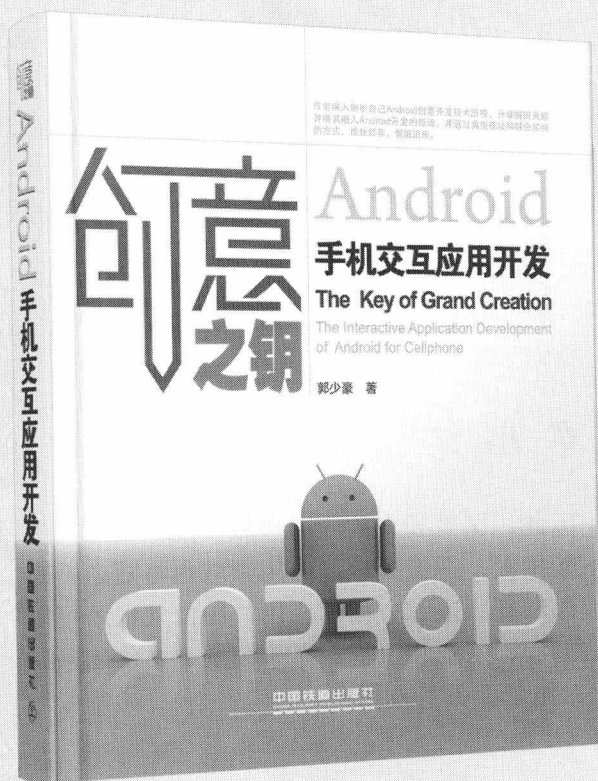
本书读者对象

- MATLAB 初学者；
- 想全面学习数字图像处理应用技术的人员；
- 利用 MATLAB 做开发的工程技术人员；
- MATLAB 开发爱好者；
- 大中专院校的学生；
- 社会培训班学员；
- 需要一案头必备手册的程序员。

编 者

2012 年 12 月

定位于最主流、最完备的Android内核开发版本，搭建合理完善的知识架构，将开发基础、关键技术、典型应用和综合实例完美融合，巧妙融入作者多年开发经验，引领读者拾级而上，全面掌握Android开发技术。



android

读者意见反馈表

亲爱的读者：

感谢您对中国铁道出版社的支持，您的建议是我们不断改进工作的信息来源，您的需求是我们不断开拓创新的基础。为了更好地服务读者，出版更多的精品图书，希望您能在百忙之中抽出时间填写这份意见反馈表发给我们。随书纸制表格请在填好后剪下寄到：北京市西城区右安门西街8号中国铁道出版社综合编辑部 荆波 收（邮编：100054）。或者采用传真（010-63549458）方式发送。此外，读者也可以直接通过电子邮件把意见反馈给我们，E-mail地址是：jb@163.jb18803242@yahoo.com.cn。我们将选出意见中肯的热心读者，赠送本社的其他图书作为奖励。同时，我们将充分考虑您的意见和建议，并尽可能地给您满意的答复。谢谢！

所购书名：_____

个人资料：

姓名：_____ 性别：_____ 年龄：_____ 文化程度：_____

职业：_____ 电话：_____ E-mail：_____

通信地址：_____ 邮编：_____

您是如何得知本书的：

☐书店宣传 ☐网络宣传 ☐展会促销 ☐出版社图书目录 ☐老师指定 ☐杂志、报纸等的介绍 ☐别人推荐
☐其他（请指明）_____

您从何处得到本书的：

☐书店 ☐邮购 ☐商场、超市等卖场 ☐图书销售的网站 ☐培训学校 ☐其他

影响您购买本书的因素（可多选）：

☐内容实用 ☐价格合理 ☐装帧设计精美 ☐带多媒体教学光盘 ☐优惠促销 ☐书评广告 ☐出版社知名度
☐作者名气 ☐工作、生活和学习的需要 ☐其他

您对本书封面设计的满意程度：

☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐不满意 ☐改进建议

您对本书的总体满意程度：

从文字的角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐不满意

从技术的角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐不满意

您希望书中图的比例是多少：

☐少量的图片辅以大量的文字 ☐图文比例相当 ☐大量的图片辅以少量的文字

您希望本书的定价是多少：

本书最令您满意的是：

- 1.
- 2.

您在使用本书时遇到哪些困难：

- 1.
- 2.

您希望本书在哪些方面进行改进：

- 1.
- 2.

您需要购买哪些方面的图书？对我社现有图书有什么好的建议？

您更喜欢阅读哪些类型和层次的计算机书籍（可多选）？

☐入门类 ☐精通类 ☐综合类 ☐问答类 ☐图解类 ☐查询手册类 ☐实例教程类

您在学习计算机的过程中有什么困难？

您的其他要求：

第 1 章 图像处理与 MATLAB 简介

1.1 图像处理简介.....	1
1.1.1 图像与数字图像.....	1
1.1.2 图像处理技术.....	2
1.1.3 图像处理的发展及现状.....	4
1.2 MATLAB 概述.....	5
1.2.1 MATLAB 开发环境.....	5
1.2.2 MATLAB 编辑器.....	6
1.2.3 MATLAB 帮助命令.....	9
1.3 本章小结.....	12

第 2 章 MATLAB 编程基础

2.1 MATLAB 通用指令.....	13
2.2 MATLAB 运算符和特殊字符.....	15
2.3 MATLAB 数组.....	21
2.3.1 数组的产生.....	21
2.3.2 数组的运算.....	27
2.3.3 数组的查询和赋值.....	31
2.3.4 数组变换.....	34
2.3.5 字符数组.....	39
2.4 MATLAB 基本矩阵与矩阵运算.....	48
2.4.1 矩阵的创建.....	48
2.4.2 矩阵的运算.....	49
2.5 MATLAB 控制语句.....	54
2.5.1 循环结构.....	54
2.5.2 选择结构.....	56
2.5.3 程序流控制.....	59
2.6 文件操作.....	60
2.6.1 文件的打开与关闭.....	60
2.6.2 二进制文件的读/写操作.....	61

2.6.3 文本文件的读/写操作	62
2.7 本章小结	62

第3章 MATLAB 图像处理基础

3.1 图像的数字化的.....	63
3.1.1 图像的坐标变化表示	63
3.1.2 图像的矩阵表示	64
3.2 图像的基本操作.....	65
3.2.1 图像的读取	65
3.2.2 图像的写入	66
3.2.3 图像的显示	67
3.2.4 图像数据类型转换	68
3.2.5 图像文件格式转换	70
3.2.6 图像之间的转换	70
3.3 图像的点运算.....	73
3.3.1 线性点运算	73
3.3.2 非线性点运算	74
3.4 本章小结	75

第4章 图像预处理及其 MATLAB 实现

4.1 直方图灰度变换.....	76
4.1.1 图像直方图变换	76
4.1.2 MATLAB 中常用的灰度变换函数	78
4.2 直方图修正	79
4.2.1 直方图均衡化	80
4.2.2 直方图规定化	81
4.3 图像的运算	82
4.3.1 图像的代数运算	83
4.3.2 图像几何运算	88
4.4 图像的平滑及锐化.....	96
4.4.1 线性平滑	96
4.4.2 中值滤波平滑	99
4.4.3 图像锐化	100
4.5 图像频域滤波.....	104
4.5.1 频域低通滤波	104

4.5.2 频域高通滤波	105
4.5.3 其他滤波	108
4.6 本章小结	110

第5章 图像频域变换

5.1 傅里叶变换	111
5.1.1 傅里叶变换的理论	111
5.1.2 傅里叶变换	114
5.1.3 快速傅里叶变换	116
5.1.4 傅里叶变换在 MATLAB 中的应用和实现	119
5.2 离散余弦变换	121
5.2.1 一维离散余弦变换	122
5.2.2 二维离散余弦变换	122
5.2.3 快速二维离散余弦变换	123
5.2.4 离散余弦变换在 MATLAB 中的应用和实现	123
5.3 沃尔什变换和哈达码变换	125
5.3.1 一维离散沃尔什变换	125
5.3.2 二维离散沃尔什变换	126
5.3.3 一维离散哈达码变换	127
5.3.4 二维离散哈达码变换	128
5.3.5 离散沃尔什-哈达码变换在 MATLAB 中的应用和实现	128
5.4 K-L 变换	130
5.4.1 K-L 变换的基本原理	130
5.4.2 K-L 变换的定义和性质	131
5.4.3 K-L 变换在 MATLAB 中的应用	132
5.5 小波变换	134
5.5.1 传统频域变换方法的局限性	134
5.5.2 多尺度分析	135
5.5.3 滤波器组的概念	142
5.5.4 连续小波变换	143
5.5.5 二进小波变换	144
5.5.6 离散小波变换	145
5.5.7 小波的基函数	147
5.5.8 提升法	149
5.5.9 小波变换在 MATLAB 中的应用	151
5.6 本章小结	160

第 6 章 图像的数学形态学操作

6.1 数学形态学的基本运算.....	161
6.1.1 结构元素	161
6.1.2 图像腐蚀	163
6.1.3 图像膨胀	165
6.1.4 图像的开运算和闭运算	166
6.2 击中击不中变换.....	170
6.3 数学形态学在图像处理中的主要应用.....	171
6.3.1 二值形态学消除图像噪声	172
6.3.2 边缘检测	173
6.3.3 形态骨架提取	174
6.3.4 区域填充	175
6.3.5 图像特征估计	177
6.3.6 查表操作	183
6.4 本章小结	184

第 7 章 彩色图像处理

7.1 彩色视觉与三基色原理.....	185
7.1.1 彩色视觉	185
7.1.2 三基色原理	186
7.2 彩色空间	189
7.2.1 RGB 彩色空间	189
7.2.2 YUV 彩色空间	189
7.2.3 YIQ 彩色空间	190
7.2.4 CMYK 彩色空间	191
7.2.5 Lab 彩色空间	191
7.2.6 HSV 彩色空间	191
7.2.7 HSI 彩色空间	192
7.2.8 彩色空间的 MATLAB 实现	193
7.3 彩色图像处理.....	199
7.3.1 彩色图像的平滑处理	199
7.3.2 彩色图像的锐化处理	202
7.3.3 图像的伪彩色和假彩色处理.....	202
7.4 本章小结	207

第 8 章 图像压缩编码

8.1 图像压缩编码概述.....	208
8.1.1 图像压缩编码的必要性	208
8.1.2 图像压缩编码的可能性	208
8.1.3 图像压缩编码的评价标准	210
8.1.4 图像压缩编码的术语简介	212
8.2 图像压缩编码方法.....	213
8.2.1 哈夫曼编码	213
8.2.2 游程编码	218
8.2.3 算术编码	220
8.2.4 预测编码	223
8.2.5 变换编码	227
8.3 JPEG 压缩	232
8.3.1 JPEG	232
8.3.2 JPEG 2000	239
8.4 视频压缩编码标准简介	244
8.4.1 MPEG	244
8.4.2 H.264	245
8.5 本章小结	246

第 9 章 图像分割与边缘检测

9.1 图像分割的基本原理.....	247
9.2 灰度阈值分割.....	248
9.2.1 最小误差阈值法	251
9.2.2 最大方差阈值法	251
9.2.3 最佳阈值法	252
9.2.4 差别分析法	253
9.3 边缘检测	254
9.3.1 普通梯度算子	255
9.3.2 Roberts 算子	256
9.3.3 Prewitt 算子和 Sobel 算子	257
9.3.4 拉普拉斯算子	261
9.3.5 Canny 算子	263
9.3.6 edge 函数	267

9.4 区域分割	270
9.4.1 区域生长	270
9.4.2 分裂合并	272
9.5 本章小结	274

第 10 章 图像复原

10.1 图像退化模型	275
10.1.1 图像退化模型概述	275
10.1.2 连续函数退化模型	276
10.1.3 离散函数退化模型	276
10.1.4 MATLAB 模拟图像的退化	277
10.2 噪声模型	279
10.2.1 噪声类型	279
10.2.2 使用 MATLAB 添加噪声	282
10.3 复原的代数方法	283
10.3.1 非约束复原法	283
10.3.2 约束复原法	284
10.3.3 循环矩阵对角化	284
10.3.4 约束最小平方复原法	286
10.3.5 维纳滤波复原法	288
10.4 图像复原在 MATLAB 中的应用	288
10.4.1 维纳滤波复原	288
10.4.2 约束最小二乘方复原	292
10.4.3 使用 Lucy-Richardson 算法进行图像复原	296
10.4.4 使用盲目反卷积算法进行图像复原	298
10.5 本章小结	302

第 11 章 图像模式识别技术

11.1 模式识别的基本概念	303
11.1.1 模式与模式识别	303
11.1.2 模式空间、特征空间和类型空间	304
11.1.3 模式识别系统的组成	304
11.1.4 模式识别的方法	305
11.2 分类器设计	310
11.2.1 分类器设计准则	310

11.2.2	训练/学习方法	311
11.2.3	线性判别函数	312
11.2.4	最小距离分类器和模板匹配	315
11.3	神经网络	320
11.3.1	神经网络的基本理论	320
11.3.2	BP 网络的 MATLAB 工具箱	320
11.4	模式识别应用	323
11.5	本章小结	324

第 12 章 图像处理技术的应用

12.1	压缩感知	325
12.1.1	压缩感知理论	325
12.1.2	压缩感知重构算法	327
12.1.3	压缩感知技术在 MATLAB 上的应用	350
12.2	视频跟踪技术	351
12.2.1	运动检测	351
12.2.2	运动估计	356
12.3	本章小结	363

第 1 章 图像处理与 MATLAB 简介

随着科学技术的高速发展，人们对信息处理和信息交流的需求不断加大。图像信息具有信息量大、传播速度快、作用距离远等特点，占人类通过感官获得信息的 60%~70%，是人们日常生活中接触最多的信息种类之一。图像处理技术发展到今天已日趋成熟，但随着对图像处理的要求不断得到提高，应用领域不断扩大，图像理论则必须不断得到提高、补充和发展。本章阐述了图像与数字图像的概念，阐明了用 MATLAB 进行图像处理的基本运算方法和特点。

1.1 图像处理简介

本节主要介绍图像与数字图像的定义、分类以及发展现状，这部分内容有助于读者了解图像领域包含的内容和研究图像对人类社会的意义。

1.1.1 图像与数字图像

对人们来说，图像并不陌生，但却很难将其表述清楚。从广义上说，图像是一种视觉符号，专业设计的图像，可以发展成人与人沟通的视觉语言。例如，人们日常使用的文字，可当作一种特殊的绘画，属于图像的范畴；此外，世界美术史中大量的平面绘画、立体雕塑与建筑，也可视为人类由古至今文明发展过程中的图像文化资产。“图”是物体反射或透射光的分布，它是客观存在的；而“像”是人的视觉系统所接收的图在人脑中所形成的印象或认识。总之，凡是人类视觉上能感受到的信息，都可以称为图像。图像大致可分为以下几种：

- 视频 (Video)：视频又称影片、视像、录像、动态影像，泛指一系列的静态影像以电信号的方式经过捕捉、记录、处理、储存、传送与重现后的图像形式。
- 图形 (Graphics)：图形是在载体上以几何符号等反映事物各类特征和变化规律的表达形式。例如点、线、面等。
- 动图 (Animation)：动图是利用计算机产生出来的图像，是合成动态图像，根据制作方法和表现效果不同，可分为 Flash 动画、Gif 动画和 3D 动画。

图 1.1 给出了两种基本图像。

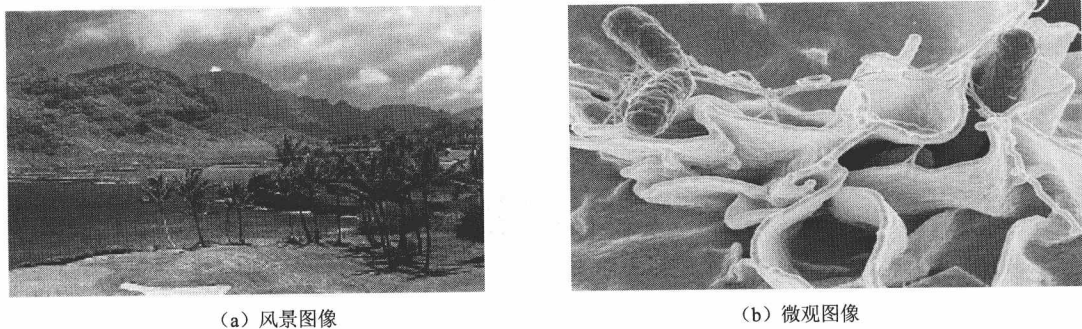


图 1.1 图像实例

一幅图像可定义为一个二维函数 $f(x,y)$ ，函数在空间某点的幅度称为该点处图像的亮度或灰度。当 x ， y 和 $f(x,y)$ 的幅值都是有限的离散值时，称该图像为数字图像。数字图像处理就是用计算机处理数字图像。

数字图像可以由许多不同的输入设备和技术生成，如数码相机、扫描仪、坐标测量机等，也可以从任意的非图像数据合成得到，如数字函数或者三维几何模型。

每个图像的像素通常对应于二维空间中的一个特定的点，并且由一个或者多个与该点相关的采样值组成数值。根据这些采样数目及特性的不同，数字图像可划分为如下几种：

- 二值图像：图像中每个像素的亮度值 (Intensity) 仅可以取 0 或 1 的图像，因此也称为 1-bit 图像。
- 灰度图像：灰度图像也称为灰阶图像，图像中每个像素可以由 0 (黑) 到 255 (白) 的亮度值表示。0~255 之间表示不同的灰度级。
- 彩色图像 (Color Image)：彩色图像主要分为两种类型：RGB 和 CMYK。其中 RGB 的彩色图像是由红、绿、蓝三种不同颜色成分组合而成。CMYK 类型的图像则是由 4 种颜色成分组合而成，即青 (C)、品红 (M)、黄 (Y)、黑 (K)，主要用于印刷行业。
- 立体图像：立体图像是物体由不同角度拍摄的一对图像，通常情况下我们可以用它计算出图像的深度信息。
- 三维图像：三维图像是由一组堆栈的二维图像组成的。每一幅图像表示该物体的一个横截面。

图 1.2 给出了一种典型的数字图像。

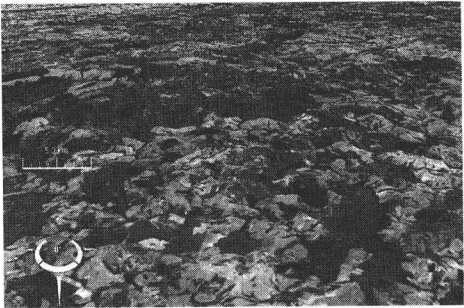


图 1.2 数字图像

1.1.2 图像处理技术

图像处理技术是各种与图像有关的技术的总称。本书主要讨论的是数字图像处理，主要应用的是计算机图像技术。数字图像处理 (Digital Image Processing) 是通过计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的方法和技术。数字图像处理的产生和迅速发展主要受三个因素的影响：计算机的发展；数学的发展 (特别是离散