

MATLAB 7.0

实用指南

(下册)

苏金明 王永利 编著

- 图像处理工具箱
- 虚拟现实工具箱
- 地图制作工具箱



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

MATLAB 7.0 实用指南 (下册)

苏金明 王永利 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本套书基于 MATLAB 的最新版本 7.0 分上下两册详细介绍该软件的使用方法。主要内容包括 MATLAB 7.0 的入门知识、界面设计、编译、接口以及新版本变化较大的图形功能和图像处理、虚拟现实、地图制作等 3 个工具箱。

本书为下册, 主要介绍 MATLAB 的图像处理、虚拟现实和地图制作等 3 个工具箱。图像处理部分介绍图像合成, 空间变换, 邻域和块处理, 线性滤波和滤波器设计, 基于区域的处理, 变换域处理, 数学形态学, 图像分析, 图像增强, 图像配准和图像恢复等图像处理技术的实现方法。虚拟现实部分介绍利用 MATLAB 的虚拟现实工具箱创建和浏览虚拟场景并进行交互的方法。地图制作部分介绍地理空间数据、地理空间几何和地图投影等基础知识和实现方法, 以及如何利用地图制作工具箱绘制和定制二维、三维地图。

本书内容全面, 新颖, 适合相关专业的大学生、研究生、科研人员和科技工作者阅读。

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 7.0 实用指南. 下册/苏金明, 王永利编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.11
ISBN 7-121-00450-X

I. M… II. ①苏…②王… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB 7.0 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 104606 号

责任编辑: 龚兰方

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18 字数: 460 千字

印 次: 2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

近年来, MATLAB 以其强大的矩阵计算和图形可视化功能逐渐为国人所知。很多学校已经开设这方面的课程, 很多学生已经开始使用该软件完成论文设计。科学计算软件的使用, 极大地提高科研人员的工作效率, 可以更快、更准确地完成计算方案的设计, 可以在必要的时候用图形图像表示计算结果和描述运行机制。

本书基于 MATLAB 7.0 版本, 分上、下两册介绍该软件的使用。相对于以前诸版本, 7.0 版本在图形和编译器方面有比较明显的变化, 部分工具箱也有一些变化。本书的主要内容可以概括为两个部分, 一部分系统介绍 MATLAB 的基础和核心功能, 即 MATLAB 总包的功能; 另一部分系统介绍新版本变化最大的图形图像功能。上册主要介绍 MATLAB 总包的应用, 下册主要介绍几个图形图像方面的工具箱。

第 1~第 16 章为上册的主要内容, 系统地介绍 MATLAB 7.0 的基本特点、运行环境、数组、矩阵、数值计算、M 文件、图形用户界面设计、编译、接口, 以及二维、三维图形功能。第 1~第 5 章为比较基础的内容, 适合于初学者入门; 第 6 章介绍最新的编译器 4.0 和 COM 生成器 1.1。编译器 4.0 可以接受对象数据类型, 这在以前是不行的。利用 COM 生成器可以将 MATLAB 的 M 文件和 MEX 文件打包成 COM 组件, 这些组件又可以用于支持 COM 机制的应用程序, 如 VC, VB 等, 从而可以实现无缝集成。

MATLAB 7.0 的最大亮点就在于添加了图形的交互创建和编辑功能。这里所说的交互, 指的是鼠标交互, 即主要通过鼠标的单击和拖拉操作完成图形的绘制和编辑。交互功能的添加, 提高了绘图效率和绘图准确性。与此相对应, 作为 MATLAB 图形图像和界面基础的句柄图形对象也有了很大的改变。这种改变, 体现在对象抽象和对象组织上。

具体来说, 图形部分的内容包括二维图形绘制、图形的交互创建和编辑、二维图形的定制、三维模型和场景的创建和变换, 以及 MATLAB 提供的一系列科学计算可视化工具等。二维部分, MATLAB 可以绘制条形图、等值线图、向量图等几十种图形, 利用图形对象创建函数, 还可以实现图形定制; 三维部分, 可以创建三维网格图、曲面图、流线图、剖面图、等值面图等多种图形。三维程序的开发, 是一件富有挑战性但又其乐无穷的事情。在这方面, MATLAB 实际上提供了一个比较高的平台。本书分表面模型和多边形模型两种情况, 全面介绍三维模型的创建、着色、光照、材质、透明性、纹理映射和交互操作。

第 17~第 42 章为下册的主要内容, 主要介绍 MATLAB 的图像处理、虚拟现实和地图制作工具箱。

第 17~第 30 章介绍图像处理工具箱, 内容包括图像合成、空间变换、邻域和块处理、线性滤波和滤波器设计、基于区域的处理、变换域处理、数学形态学、图像分析、图像增强、图像配准和图像恢复等。

第 31~第 35 章介绍虚拟现实工具箱, 内容包括虚拟场景的创建、浏览和交互。

第 36~第 42 章介绍地图制作工具箱, 例如, 地理空间数据、地理空间几何和地图投影等基础知识和实现方法, 还介绍如何利用地图制作工具箱绘制和定制二维、三维地图。

目前，虚拟现实在科研方面迅速地向很多专业领域渗透，是当前计算机图形学研究的三大热点之一。传统的实现方法是使用 OpenGL, DirectX3D 等 API 和 VRML, VEGA 等语言，需要使用者具有较多的知识储备。而 MATLAB 的虚拟现实工具箱提供专门的 VRML 编辑器和虚拟场景查看器，可以在不懂 VRML 语言的情况下实现虚拟场景的创建和浏览，并且这个虚拟场景还可以与 MATLAB 交互，因而是可控的。对于广大专业工程技术研究人员来说，这无疑是一个福音。

在“数字化地球”的时代，电子地图的制作是热点。MATLAB 的地图制作工具箱提供了制作电子地图的一种途径。该工具箱的功能强大，可以绘制三维地图。

在编写过程中，作者力求全书思路清晰，结构合理，叙述流畅，术语地道，实例丰富，并诚挚地希望能收到抛砖引玉的效果。如果你看了书以后很有想法，我们可以交流；如果很有收获，甚至做出一个很好的三维系统，我们愿意分享你的快乐！

本书适合于对 MATLAB 感兴趣的大学生、研究生、教师和科研技术人员阅读。

写作过程中得到了很多读者朋友和网友的热心支持，表示感谢！另外，还要感谢黄国明、刘波、王卫、刘玉珊等给予的帮助！

由于水平有限，书中缺点和错误之处在所难免，谨请读者朋友批评指正！可通过电子邮件与我们联系：

苏金明 s_jm@263.net.cn

王永利 wangyl@cdut.edu.cn

编 著 者

目 录

第 17 章 图像处理工具箱简介	(1)
17.1 图像类型	(1)
17.1.1 索引图像	(1)
17.1.2 灰度图像	(2)
17.1.3 二值图像	(2)
17.1.4 RGB 图像	(3)
17.1.5 图像类型转换	(4)
17.2 图像数据	(5)
17.2.1 图像的数据保存类型	(5)
17.2.2 读写图像数据	(6)
17.2.3 读写 DICOM 文件	(9)
第 18 章 显示图像	(12)
18.1 用图像查看器显示图像	(12)
18.2 用 imshow 函数显示图像	(14)
18.2.1 打开图像	(14)
18.2.2 指定图像的初始大小	(14)
18.2.3 查看多幅图像	(15)
18.2.4 理解句柄图形对象的属性设置	(16)
18.3 显示不同类型的图像	(17)
18.3.1 显示索引图像	(17)
18.3.2 显示灰度图像	(17)
18.3.3 显示二值图像	(18)
18.3.4 显示 RGB 图像	(20)
18.4 特殊显示技巧	(20)
18.4.1 添加颜色条	(21)
18.4.2 一次显示多帧图像的所有帧	(21)
18.4.3 将多帧图像转换为动画	(22)
18.4.4 纹理映射	(22)
18.5 打印图像	(23)
18.6 设置图像显示的参数选项	(23)
第 19 章 颜色和坐标	(25)
19.1 颜色	(25)
19.1.1 屏幕位深	(25)
19.1.2 减少图像中的颜色种数	(26)

19.2	坐标系统	(30)
19.2.1	像素坐标	(30)
19.2.2	空间坐标	(30)
第 20 章	图像合成	(33)
20.1	代数运算	(33)
20.1.1	图像加运算	(34)
20.1.2	图像减运算	(35)
20.1.3	图像乘运算	(35)
20.1.4	图像除运算	(36)
20.1.5	嵌套调用图像运算函数	(36)
20.2	逻辑运算	(37)
第 21 章	空间变换	(39)
21.1	插值	(39)
21.2	图像缩放	(40)
21.2.1	指定输出图像的大小	(40)
21.2.2	指定插值方法	(41)
21.2.3	用滤波器防止走样	(41)
21.3	旋转图像	(41)
21.3.1	指定插值方法	(41)
21.3.2	指定输出图像的大小	(42)
21.4	图像裁剪	(42)
21.5	进行一般的空间变换	(43)
第 22 章	邻域和块处理	(44)
22.1	块处理操作	(44)
22.2	滑动邻域操作	(44)
22.3	分离块操作	(46)
22.4	列处理	(48)
22.4.1	滑动邻域操作	(48)
22.4.2	分离块操作	(49)
第 23 章	线性滤波和滤波器设计	(50)
23.1	线性滤波	(50)
23.1.1	卷积	(50)
23.1.2	相关性	(51)
23.1.3	用 <code>imfilter</code> 函数进行滤波	(51)
23.1.4	使用预定义的滤波器类型	(55)
23.2	滤波器设计	(56)
23.2.1	FIR 滤波器	(56)
23.2.2	频率变换方法	(56)
23.2.3	频率取样法	(57)

23.2.4	窗口法	(58)
23.2.5	创建所需频率响应矩阵	(58)
23.2.6	计算滤波器的频率响应	(59)
第 24 章	基于区域的处理	(61)
24.1	指定目标区域	(61)
24.1.1	选择多边形	(61)
24.1.2	其他选择方法	(62)
24.2	对区域进行滤波	(62)
24.3	填充区域	(63)
第 25 章	变换域处理	(65)
25.1	傅里叶变换	(65)
25.1.1	傅里叶变换的定义	(65)
25.1.2	离散傅里叶变换	(67)
25.1.3	傅里叶变换的应用	(69)
25.2	离散余弦变换	(71)
25.2.1	DCT 变换矩阵	(72)
25.2.2	DCT 和图像压缩	(72)
25.3	Radon 变换	(73)
25.3.1	概念	(73)
25.3.2	使用 Radon 变换来发现线形影像	(76)
25.3.3	逆 Radon 变换	(77)
25.3.4	利用投影数据重建图像	(77)
第 26 章	数学形态学	(80)
26.1	膨胀和腐蚀	(80)
26.1.1	理解膨胀和腐蚀	(80)
26.1.2	结构元素	(81)
26.1.3	处理图像边缘的像素	(84)
26.1.4	膨胀图像	(84)
26.1.5	腐蚀图像	(85)
26.1.6	组合膨胀和腐蚀	(86)
26.1.7	基于膨胀和腐蚀的函数	(87)
26.2	数学形态学重建	(88)
26.2.1	Marker 图像和 Mask 图像	(88)
26.2.2	像素连通性	(90)
26.2.3	填充操作	(92)
26.2.4	寻找峰和谷	(93)
26.3	距离变换	(97)
26.4	对象、区域和特征度量	(99)
26.4.1	连接组分的标注	(99)

26.4.2	查看标注矩阵	(99)
26.4.3	计算二值图像中前景的面积	(100)
26.4.4	计算二值图像中的欧拉数	(101)
26.5	调查表	(101)
第 27 章	图像分析	(103)
27.1	像素值和统计量	(103)
27.1.1	像素选择	(103)
27.1.2	灰度轮廓	(104)
27.1.3	图形等值线	(106)
27.1.4	图像直方图	(106)
27.1.5	综述统计量	(107)
27.1.6	区域属性度量	(107)
27.2	边缘检测	(107)
27.3	边界跟踪	(108)
27.4	四叉树分解	(110)
第 28 章	图像增强	(112)
28.1	灰度调整	(112)
28.1.1	将灰度值调整到一个指定的范围	(112)
28.1.2	直方均等化	(114)
28.1.3	有限对比适应性直方均等化	(116)
28.1.4	去相关拉伸	(117)
28.2	去噪	(118)
28.2.1	线性滤波	(119)
28.2.2	中值滤波	(119)
28.2.3	自适应滤波	(120)
第 29 章	图像配准	(122)
29.1	配准图像的一般过程	(122)
29.1.1	点映射	(122)
29.1.2	示例: 将数字航空照片配准成数字正色投影照片	(122)
29.2	支持的变换类型	(125)
29.3	选择控制点	(126)
第 30 章	图像恢复	(132)
30.1	理解图像恢复	(132)
30.1.1	影响图像质量的原因	(132)
30.1.2	图像恢复模型	(132)
30.2	用函数恢复图像	(133)
30.2.1	用 Wiener 滤波器进行恢复	(133)
30.2.2	用 regularized 滤波器进行恢复	(134)
30.2.3	用 Lucy-Richardson 算法进行恢复	(135)

30.2.4	用盲去卷积算法进行恢复	(137)
30.3	避免在恢复后的图像中出现 ringing 效应	(140)
第 31 章	虚拟现实工具箱简介	(141)
31.1	虚拟现实工具箱的特点	(141)
31.2	VRML 支持	(141)
31.3	MATLAB 接口	(142)
31.4	Simulink 接口	(142)
31.5	VRML 查看器	(143)
31.6	VRML 编辑器	(143)
第 32 章	VRML 与 V-Realm 编辑器	(144)
32.1	VRML 语言	(144)
32.1.1	VRML 的历史	(144)
32.1.2	VRML 坐标系统	(145)
32.1.3	VRML 数据类型	(145)
32.1.4	VRML 编辑工具	(147)
32.1.5	VRML 文件格式	(147)
32.2	V-Realm 编辑器	(149)
32.2.1	VRML 编辑工具	(149)
32.2.2	V-Realm 编辑器的安装	(149)
32.2.3	设置虚拟场景的默认编辑器	(150)
32.2.4	V-Realm 编辑器的界面环境	(152)
32.2.5	用 V-Realm 编辑器创建虚拟场景	(153)
32.2.6	用 V-Realm 编辑器编辑虚拟场景	(155)
第 33 章	MATLAB 与虚拟世界进行交互	(157)
33.1	显示虚拟世界	(157)
33.1.1	VRML 查看器	(157)
33.1.2	网络浏览器	(158)
33.2	与虚拟世界交互	(160)
33.2.1	创建虚拟现实工具箱对象	(160)
33.2.2	使用 MATLAB 接口	(161)
第 34 章	虚拟现实工具箱中的对象	(165)
34.1	vrworld 对象	(165)
34.1.1	vrworld 对象的属性	(165)
34.1.2	vrworld 对象的方法	(165)
34.2	vrnode 对象	(166)
34.2.1	vrnode 对象的属性	(166)
34.2.2	vrnode 对象的方法	(166)
34.3	vrfigure 对象	(167)
34.3.1	vrfigure 对象的属性	(167)

34.3.2	vrfigure 对象的方法	(168)
第 35 章	虚拟现实工具箱中的函数	(169)
35.1	vrclear 函数	(169)
35.2	vrclose 函数	(169)
35.3	vrdrawnow 函数	(170)
35.4	vrgetpref 函数	(170)
35.5	vrinstall 函数	(172)
35.6	vrlib 函数	(172)
35.7	vrsetpref 函数	(172)
35.8	vrview 函数	(173)
35.9	vrwho 函数	(173)
35.10	vrwhos 函数	(173)
第 36 章	地图制作工具箱简介	(174)
36.1	创建底图	(174)
36.2	在底图上显示数据	(178)
36.3	导入高分辨率地图集数据	(180)
36.4	地理计算	(182)
第 37 章	地理空间数据	(183)
37.1	地图数据	(183)
37.1.1	向量数据	(183)
37.1.2	栅格数据	(185)
37.2	操作向量数据	(187)
37.2.1	重新组装向量对象	(187)
37.2.2	匹配直线段	(188)
37.2.3	地理插值	(189)
37.2.4	向量相交	(190)
37.2.5	多边形的面积	(191)
37.2.6	通过布尔操作叠加多边形	(191)
37.2.7	生成缓冲区	(194)
37.3	操作栅格数据	(195)
37.3.1	向量数据和栅格数据的转换	(195)
37.3.2	用 GUI 光栅化多边形	(196)
37.3.3	路径上的数据网格值	(198)
第 38 章	地理空间几何	(199)
38.1	球体、椭球体和地球体	(199)
38.1.1	地球体和椭球体	(199)
38.1.2	椭球体向量	(200)
38.2	纬度和经度	(201)
38.3	大圆、恒向线和小圆	(202)

38.3.1	大圆	(202)
38.3.2	恒向线	(202)
38.3.3	小圆	(202)
38.4	球体或椭球体上的角度和方向	(203)
38.4.1	定位——前向问题	(203)
38.4.2	计算跟踪路径——大圆和恒向线	(203)
38.4.3	距离、方位角和反方位角 (反向问题)	(204)
38.4.4	计算方位角和仰角	(204)
38.5	历年的行星数据	(206)
38.6	计算球面四边形的面积	(206)
第 39 章	地图投影	(208)
39.1	地图投影的定量属性	(208)
39.2	几何表面	(209)
39.2.1	柱面投影	(209)
39.2.2	锥面投影	(209)
39.2.3	方位投影	(209)
39.3	投影方位	(210)
39.3.1	origin 向量	(210)
39.3.2	坐标转换	(213)
39.4	投影计算	(215)
39.5	使用球面投影	(217)
39.6	使用 UTM 投影	(219)
39.7	投影类型综述	(222)
第 40 章	创建和查看地图	(224)
40.1	地图制作简介	(224)
40.1.1	用 worldmap 和 usamap 函数显示简单的地图	(224)
40.1.2	坐标	(225)
40.1.3	在投影类型之间转换	(227)
40.2	用地图制作工具箱函数显示向量数据	(229)
40.2.1	把向量地图显示成直线对象	(229)
40.2.2	把向量地图显示成面片	(230)
第 41 章	制作三维地图	(233)
41.1	地形数据源	(233)
41.1.1	源于 NIMA 的数字地形高程	(233)
41.1.2	源于 USGS 的数字高程模型 (DEM) 文件	(233)
41.1.3	确定区域内存在什么高程数据	(233)
41.2	交互读取高程数据	(237)
41.3	确定整个地形上的可见性并进行显示	(240)
41.4	给地形图添加阴影和光照	(241)

41.4.1	给 DTED 文件创建的地形图添加光照	(241)
41.4.2	用 lightm 函数和 lightmui 工具给世界地形图添加光照	(243)
41.4.3	给地貌添加阴影	(245)
41.4.4	给阴影地貌图着色并作三维显示	(247)
41.4.5	用光照对象照亮彩色三维地貌图	(248)
41.5	在高程地图上叠加数据	(249)
41.5.1	在地形图上叠加大地水准面高度	(249)
41.5.2	在地形图上叠加不同的网格数据	(251)
41.6	球体显示操作	(253)
41.6.1	在球体显示中使用透明性	(254)
41.6.2	用相机定位函数进行水平三维视图	(255)
41.6.3	显示一个旋转的地球	(256)
第 42 章	定制地图	(259)
42.1	插入地图	(259)
42.2	图形比例尺	(260)
42.3	指北针	(261)
42.4	主题图	(262)
42.4.1	地区分布图	(262)
42.4.2	杆状图	(264)
42.4.3	等值线图	(265)
42.4.4	散点图	(265)
42.4.5	三角化数据点	(266)
42.4.6	向量图	(267)
42.5	使用颜色查找表和色条	(268)
42.5.1	地形数据的颜色查找表	(268)
42.5.2	等值线颜色查找表	(269)
42.5.3	政区图的颜色查找表	(270)
42.5.4	标注色条	(272)
42.5.5	编辑色条	(273)
参考文献	(274)

第 17 章 图像处理工具箱简介

随着数字化时代的来临，图像处理知识显得越来越重要。实际上，图像处理已经渗透到计算机、电子、电信、地质、气象、医学等诸多领域。MATLAB 的图像处理工具箱提供了较多的图像处理功能，而且，由于工具箱采用的数据类型与 MATLAB 的相兼容，在工具箱中也可以利用 MATLAB 强大的数值计算能力，从而为图像处理自定义算法的实现提供了快速实现的可能性。

利用图像处理工具箱，可以完成以下任务：

- 图像合成 可以实现图像的代数运算和逻辑运算；
- 空间变换 可以对图像进行旋转、缩放和裁剪等操作；
- 邻域和块处理 可以进行块处理操作、滑动邻域操作、分离块操作和列处理；
- 线性滤波和滤波器设计 可以进行线性滤波和设计 FIR 等滤波器；
- 基于区域进行处理 可以指定区域并对区域进行滤波和填充；
- 变换域处理 可以进行傅里叶变换、离散余弦变换和 Radon 变换；
- 数学形态学运算 可以进行膨胀和腐蚀，以及基于膨胀和腐蚀处理，可以进行数学形态学重建等操作；
- 图像分析 可以进行灰度统计、边缘检测、边界跟踪和二叉树分解等操作；
- 图像增强 可以进行灰度调整和去噪处理；
- 图像配准 可以基于控制点配准图像；
- 图像恢复 可以利用各种滤波器和算法恢复图像。

17.1 图像类型

图像处理工具箱支持索引图像、灰度图像、二值图像和 RGB 图像等 4 种基本的图像类型。下面讨论 MATLAB 和图像处理工具箱如何表示这几种图像。

17.1.1 索引图像

索引图像由数据矩阵 X 和映射矩阵 map 组成。数据矩阵可以是 `uint8`、`uint16` 或 `double` 型的。映射矩阵是一个 `double` 型的 $m \times 3$ 数组，元素为 $[0,1]$ 范围内的浮点值。 map 矩阵的每一行指定某种颜色的红色、绿色和蓝色组分。索引图像将像素值与 map 矩阵的值直接进行映射。每个图像元素的颜色是通过将 X 的对应值作为索引编号，从 map 矩阵中得到的。值 1 指向 map 矩阵的第一行，值 2 指向第二行，依此类推。

映射矩阵通常与索引图像一起保存，并且在用 `imread` 函数载入图像时自动载入。但是，并不局限于使用默认的映射方式——可以使用你选择的任何映射方式。下面的图形演示了索引图像的结构。图像中的像素用整型值表示，它们作为索引编号用于获取保存在颜色查

找表中的颜色值。图 17-1 描述一幅索引图像。

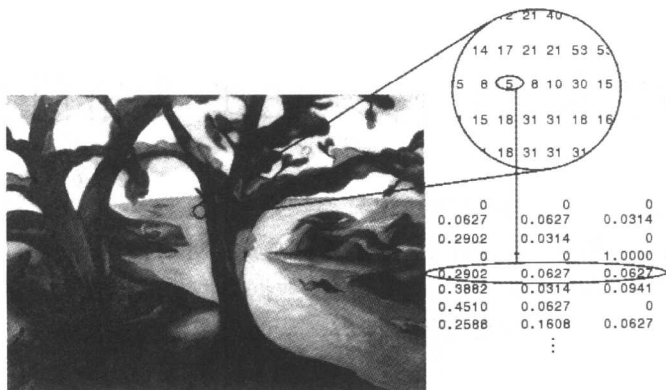


图 17-1 索引图像中像素值与颜色查找表之间的关系

图像矩阵和颜色查找表中值之间的关系取决于图像矩阵的类型。如果图像矩阵是 double 型的, 值 1 指向颜色查找表的第一行, 值 2 指向第二行, 依此类推。如果图像矩阵的 uint8 或 uint16 类型的, 就会存在偏移——值 0 指向颜色查找表的第一行, 值 1 指向第二行, 依此类推。

偏移还用在图形文件格式中, 使得可以支持的颜色个数最大化。在前面的图像中, 图像矩阵是 double 类型的。因为没有偏移, 值 5 指向颜色查找表的第 5 行。

注意, 对于 uint16 类型, 工具箱只提供了有限的支持。可以将这种类型的数据读入 MATLAB 并且显示它们, 但是在处理 uint16 类型的索引图像以前, 必须首先将它转换为 double 型或 uint8 型。要转换为 double 型, 调用 im2double 函数; 要将图像转换为 256 色, 调用 imapprox 函数。

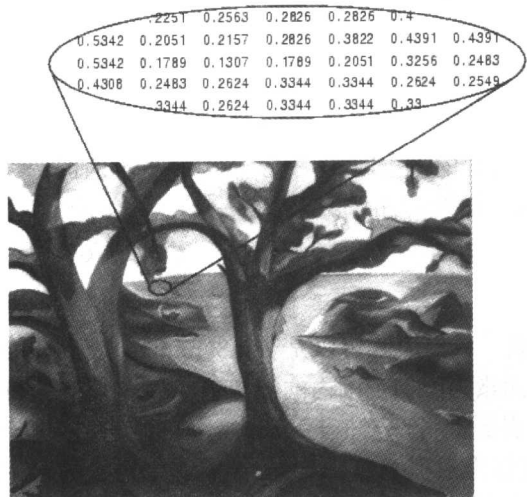


图 17-2 灰度图像中的像素值

17.1.2 灰度图像

灰度图像是一个数据矩阵 I , 其值表示一定范围内的亮度值。MATLAB 将一幅灰度图像保存为一个单一的矩阵, 矩阵的每个元素对应于一个图像像素。矩阵可以是 double, uint8 或 uint16 型的。

亮度矩阵中的元素表示不同的亮度或灰度级, 其中亮度 0 通常表示黑色, 亮度 1255 或 65 535 通常表示饱和亮度或白色。

图 17-2 描述一个 double 型灰度图像。

17.1.3 二值图像

在二值图像中, 假设每个像素取两个离散值中的一个。这两个值对应于 on 和 off。二值图像保存为 logical 数组, 值为 0 和 1。

图 17-3 描述一幅二值图像。

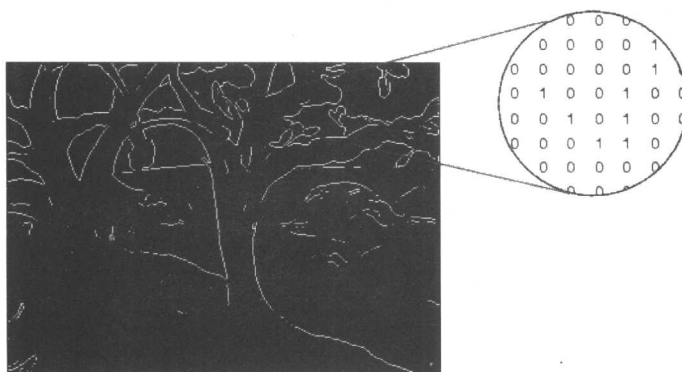


图 17-3 二值图像中的像素值

17.1.4 RGB 图像

RGB 图像有时称为真彩色图像，在 MATLAB 中保存为 $m \times n \times 3$ 的数据数组，定义每个单独像素的红色、绿色和蓝色组分。RGB 图像不使用调色板。每个像素的颜色由像素位置上红色、绿色和蓝色亮度的组合确定。RGB 图像是 24 位图像，其中红色、绿色和蓝色组分均为 8 位。这将产生一千六百万种颜色。采用这些颜色，在精度上可以逼近现实场景中图像的真实颜色。所以，RGB 图像又称为真彩色图像。

RGB 数组可以是 double, uint8 或 uint16 型的。在 double 类型的 RGB 数组中，每一个颜色组分的值取 0 和 1 之间的数。一个颜色组分为 (0, 0, 0) 的像素显示为黑色，颜色组分为 (1, 1, 1) 的像素显示为白色。每个像素的这 3 种颜色组分保存在数据数组的第三维上。例如，像素 (10, 5) 的红色、绿色和蓝色组分分别保存在 RGB (10, 5, 1)，RGB (10, 5, 2) 和 RGB (10, 5, 3)。

图 17-4 描述一幅 double 型的 RGB 图像。

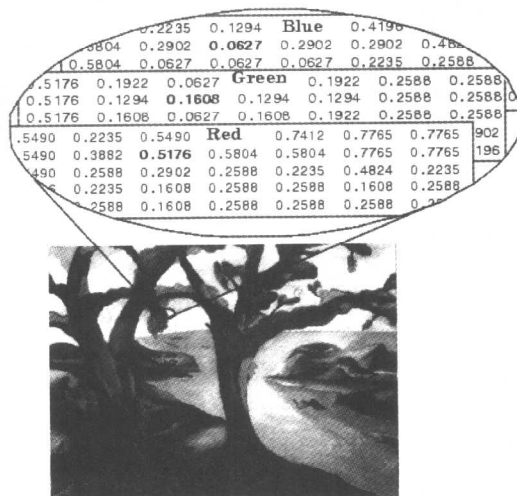


图 17-4 RGB 图像的颜色面板

要知道像素 (2,3) 处的颜色, 可以查看保存在 (2,3,1:3) 中的 3 个一组的 RGB 值。假设 (2,3,1) 包含值 0.5176, (2,3,2) 包含值 0.1608, (2,3,3) 包含值 0.0627, 则像素 (2,3) 处的颜色为

0.5176 0.1608 0.0627

为了进一步演示 RGB 图像中用到的 3 个单独颜色面的概念, 下面的代码示例创建一个简单的包含红色、绿色和蓝色的连续区域的 RGB 图像, 然后为它的每个颜色面板创建一幅图像。它单独显示每一幅颜色面板图像和原始图像。

```

RGB=reshape(ones(64,1)*reshape(jet(64),1,192),[64,64,3]);
R=RGB(:,:,1);
G=RGB(:,:,2);
B=RGB(:,:,3);
imshow(R)
figure, imshow(G)
figure, imshow(B)
figure, imshow(RGB)

```

结果如图 17-5 所示。

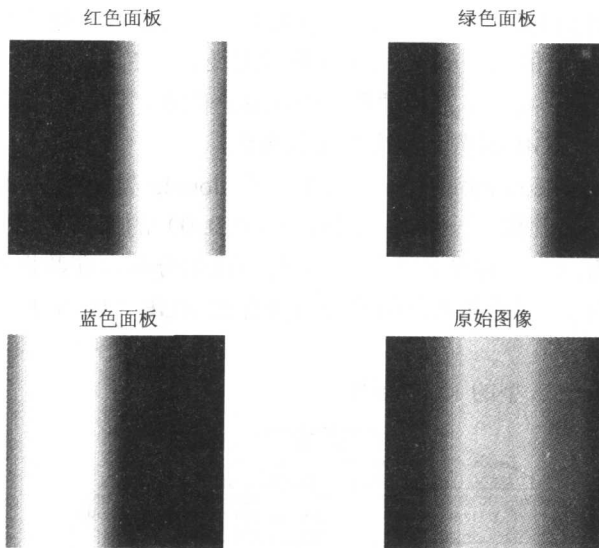


图 17-5 RGB 图像的颜色面板

注意, 图像中每个单独的颜色面板中包含一块白色的区域。白色对应于每种颜色的最高值。如, 在红色面板图像中, 白色表示纯红色值最高。当红色与绿色或蓝色混合时, 呈现灰色。图像中的黑色区域显示像素值中不包含红色组分, 即 $R=0$ 。

17.1.5 图像类型转换

对于有些操作, 需要将图像转换为不同的图像类型。例如, 如果试图对一幅保存为索引格式的彩色图像进行滤波, 应该首先将它转换为 RGB 格式。对 RGB 图像使用滤波器时, MATLAB 将对图像中的亮度值进行滤波, 直到合适为止。如果试图对索引图像滤波,