

中 国 科 学 技 术 大 学
高水平大学教学建设专项

图 象 测 量

实 验 指 导 书

中国科学技术大学自动化系

实验课程概况及基本要求

- 一、实验基本目的
- 二、实验原理
- 三、实验基本内容
- 四、实验基本要求

实验一、图像的采集和存储

实验二、图像平滑和图像增强

实验三、图像的边缘检测

实验四、图像的二值化和细化

实验五、图像测量应用实例——面积测量

实验六、图像测量应用实例——区域边界抽出和周长计算

实验七、摄像机校准的综合参数法

附录、实验中可能用到的 matlab 函数介绍

实验课程概况及基本要求

一、实验基本目的

通过《图像测量》实验，让学生熟练掌握用计算机、图像采集卡、摄像头搭建一个简单的图像测量系统的方法，并熟悉图像采集卡和摄像头的用法。然后让学生用各种方法实现一些常见和常用的图像处理和图像测量的算法和过程，从而深刻理解图像处理和图像测量的原理和实现方法，并能为在今后的学习和工作中建立起实际运行的图像测量系统打下良好的基础。

二、实验原理

图像测量是指从输入图像中检测出被测对象并确定出其相应的有关参数或者特性的过程。由于各种原因，由实际的光学成像系统所生成的二维图像中可能包含有各种各样的随机噪声和畸变。为了提高测量系统的性能，得到正确的测量结果，在进行具体测量之前需要对输入图像进行加工、处理。去除输入图像中可能包含的噪声和畸变。这种突出有用信息，抑制无用信息，从而提高输入图像整体质量的技术，被称为图像的预处理。经过预处理，不仅可以改善输入图像的质量，而且也能为从输入图像中正确地检测除被测对象，并提供后续测量所需要的有关信息打下基础。在整个图像测量过程中，除了要对图像进行预处理之外，为了贯彻测量的意图，还经常需要从图像中抽取诸如边缘、直线段等特征信息；不仅如此，有时甚至需要对图像进行领域分割计算，所有这些处理都要用到相关地图像处理技术。

三、实验基本内容

本《图像测量》实验一共安排了七个。

实验一是图像的采集和存储，主要学习的是使用摄像头和图像采集卡在计算机上采集彩色和灰度图像的方法，并采集一些后续实验将要用到的图像。

实验二即图像平滑和图像增强，主要是利用一些常用的图像平滑和增强的算法来实现对采集到的图像进行平滑和增强处理以去除噪声并增强图像的轮廓边缘等细节信息。

实验三即图像的边缘检测，就是从前面实验中采集并经过处理的图像中抽出线、检出图像边缘或抽出图像轮廓等操作，可以使用教材中介绍的一阶微分算子法、梯度算子法、二阶微分算子法、LOG 算子法，也可以使用实验讲义中介绍的 smoothed 算子法。

实验四即图像的二值化和细化，主要是利用图像的灰度直方图以确定相应的分割阈值，从而将图像划分为物体和背景两个部分，在本实验中主要是利用类判别分类法和 S.Watanabe 方法选择阈值从而将图像二值化，并利用实验讲义介绍的方法对经过边缘检测并已经二值化的图像进行细化操作。

实验五即图像测量应用实例之一的面积测量，主要是利用标号法计算图像中的局部面积。对不同图像进行标号操作的方法有很多，本实验中可以采用实验讲义中给出的扫描标号法和递归搜索法。

实验六即应用实例之一的区域边界抽出和周长计算，即利用实验讲义给出的算法对二值化图像进行边界抽出和边界周长的计算。

实验七即摄像机校准的综合参数法，由于这个实验要完全实现具体的校准过程比较复杂，所以只要求学生详细阐述在当前的实验环境下怎么样利用该方法对摄像机进行校准的方法和过程，可以不实现具体的校准过程。

四、实验基本要求

掌握常用的图像采集卡和摄像头的使用方法, 以及利用这些设备采集所需要的图像的方法;

掌握图像处理及测量的常用算法, 并熟悉利用一种语言编程实现这些算法的过程;

掌握图像测量的构成, 思想和工作原理, 以及实际的图像测量系统的构建方法, 在今后的学习和工作中具备建立起实际的图像测量系统的能力。

实验一 图像的采集和存储

一、实验仪器:

摄像头 GC-455P-E,

图像采集卡: OK-C30/S。

GC-455P-E 自动聚焦缩放彩色摄像头:

1、特性:

Built-In Optical Power X16 Zoom

High Durability Built in Auto Focus and Auto Iris Lens

Digital Zoom X32

Picture Control with Digital Signal Processing

(Auto Iris, Auto White Balance)

Remote Control Through RS 232C

8 Position Zoom ,Focus Preset

Separate Y(Luminance),C(color)Output

256 Camera ID Set

2、名称与功能:

- 1) TELE: 菜单模式向上键/TELE 缩放
MENU: 菜单选择
WIDE: 菜单模式向下键/WIDE 缩放
- 2) FOCUS+: 菜单模式变量增加/调焦
FOCUS-: 菜单模式变量减少/调焦
- 3) COM/LENS: 外部镜头控制/通信连接口
- 4) S-VHS: S-video 输出连接口
- 5) Video 输出连接口
- 6) +12VDC- 电源输入终端。

OK_C30/S 图像采集卡:

OK_C30/S 是基于 PCI 总线, 能采集彩色又能采集黑白图像的采集卡, 适用于图像处理, 工业监控和多媒体的压缩、处理等研究开发和工程应用领域。OK_C30/S 卡具有滤除奇偶场锯齿现象的功能, 所以特别适合要求采集动态图像的场合, 如车牌识别等。该卡的识别码为 2031。

技术特点:

- 彩色和黑白图像采集
- 视频输入为标准 PAL、NTSC 或 SECAM 制信号

- 六路复合视频输入为选择或三路 Y/C 输入选择
- 亮度、对比度、色度、饱和度软件可调。
- 图像采集分辨率最大为 768*576。
- 具有开窗处理功能，窗口可为方形，也可利用点屏蔽做任意形状窗口处理
- 硬件完成输入图像比例缩小
- 具有硬件镜像反转功能
- 具有硬件线性虚拟地址映射能力
- 支持 RGB32, RGB24, RGB16, RGB15, RGB8, YUV16, YUV12, YUV9, 黑白图像 GRAY8 等图像格式
- 视频 A/D 为 8bits。
- 可采集单场，单帧，间隔几帧，连续相邻帧的图像，精确到场
- 一路监辅输出

二、实验内容：掌握使用上述仪器采集彩色和灰度图像的方法，并采集几种背景比较简单，前景为几个简单几何图形的灰度图像。

三、实验步骤：

- 1、将稳压电源线与摄像头电源输入终端连接，其中稳压电源线的白线接+12V 端，黑线接 GND 端。
- 2、用数据线连接图像采集卡和摄像头，其中数据线接摄像头的 VIDEO OUT 接口。
- 3、运行计算机上安装的 OK DEMO 程序，在设置中调整相关参数，并调整摄像头的位置和相关参数，采集需要的图像文件。

实验二 图像平滑和图像增强

一、实验原理：

1、图像的平滑处理就是为了消除图像中存在的噪声而对图像施加的一种处理。也称为图像的去噪声处理。

施行平滑化处理的方法大致分为两类：

频域法：相应处理在频域进行。

其中主要的两种方法是空间邻域平均法和中值滤波法。

空域法：相应处理在空域进行

主要有理想低通滤波器和巴特沃思低通滤波器。

还有一种多图像平均法。

(1)空间邻域平均法的一种简单实现：

在图像中以当前像素 $f(i,j)$ 为中心切出一个 $3*3$ 像素组成的图像块，如下图所示，设当前像素 $f(i,j)$ 的灰度值为 $g(i,j)$ 时，则：

$$g(i,j) = \{f(i,j) + f(i-1,j-1) + f(i,j-1) + f(i+1,j-1) + f(i-1,j) + f(i+1,j) + f(i-1,j+1) + f(i,j+1) + f(i+1,j+1)\} / 9$$

$f(i-1,j-1)$	$f(i,j-1)$	$f(i+1,j-1)$
$f(i-1,j)$	$f(i,j)$	$f(i+1,j)$
$f(i-1,j+1)$	$f(i,j+1)$	$f(i+1,j+1)$

(2)中值滤波法的一种实现:

中值滤波是指在图像中以当前像素 $f(i,j)$ 为中心切出一个 $N*M$ (例如 $3*3$) 像素组成的图像块, 如上图所示的那样, 设当前像素 $f(i,j)$ 的灰度值为 $g(i,j)$ 时, 则 $g(i,j)$ 取 $N*N$ 个像素灰度值中的中值。

中值(定义): 将一些数排序之后, 正中间的一个数(奇数个数字), 或者中间两个数的平均数。

选做内容:

最大(小)值滤波:

最大(小)值滤波是指在图像中以当前像素 $f(i,j)$ 为中心切出一个 $N*M$ (例如 $3*3$) 像素组成的图像块, 设当前像素 $f(i,j)$ 的灰度值为 $g(i,j)$ 时, 则 $g(i,j)$ 取 $N*N$ 个诸像素灰度值中的最大(小)值。

2、图像增强:

图像增强也称为图像锐化, 其目的是为了加强图像中的轮廓边缘等细节信息。

与图像平滑一样, 也可分别在空域和频域进行图像增强。

在空域中进行图像锐化:

将原图像与 $\alpha \Delta^2 f(i, j)$ 相减可以得到经过锐化处理的图像 $g(i, j)$, 即:

$$\begin{aligned}
 g(i, j) &= f(i, j) - \alpha \Delta^2 f(i, j) \\
 &= f(i, j) - \alpha [f(i+1, j) + f(i-1, j) + f(i, j+1) + f(i, j-1) - 4 f(i, j)] \\
 &= f(i, j) + 4 \alpha [f(i, j) - \frac{1}{4} \sum \sum f(i, j)]
 \end{aligned}$$

这里, α 为可选的用于控制锐化程度的因子, 其中, $1/4 \sum \sum f(i, j)$ 是被锐化处理点的周围 4 邻点之灰度的平均值。

原图像经过锐化处理后, 灰度变化较平坦的区域, 变化不大, 而包括轮廓点在内的灰度变化较剧烈的区域, 灰度差别加大, 即图像细节得到增强。

也可以在频域进行图像的锐化处理。

实验内容:

- 1, 图像平滑: 利用空间邻域平均法和中值滤波法实现对采集的灰度图像进行平滑处理, 最大值和最小值滤波方法为选做。
- 2, 利用空域中的图像锐化方法对图像进行锐化操作, 注意选择合适的控制锐化程度的因子。

实验三 图像的边缘检测

在灰度图像的情况下,所谓的边缘检测可以看成是基于图像像素灰度值在空间的不连续性对图像做出的一种分割。边缘可以用方向和幅度两个特性来描述。一般而言,沿边缘走向方向其幅度值变化较平缓,而沿垂直于边缘走向其幅度值变化较剧烈。

边缘检测主要有以下几种方法:

- 1、一阶微分算子法
- 2、梯度算子法
- 3、二阶微分算子法
- 4、LOG 算子法。

实验内容:

对前次实验采集到的并经过图像平滑和增强的灰度图像进行边缘检测。并在实验报告中给出经过边缘检测处理以后的图像。

可以使用上述的算子对图像进行边缘检测,也可以采用下面的 smoothed 算子:

Smoothed 算子是一个 3*3 算子,说明如下:

$$D_x = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad D_y = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{vmatrix}。$$

$$D = (D_x^2 + D_y^2)^{1/2}$$

$$\text{或 } D = Abs(D_x) + Abs(D_y)$$

$$D_x(i, j) = f(i-1, j+1) + f(i, j+1) + f(i+1, j+1) \\ - f(i-1, j-1) - f(i, j-1) - f(i+1, j-1)$$

$$D_y(i, j) = f(i-1, j-1) + f(i-1, j) + f(i-1, j+1) \\ - f(i+1, j-1) - f(i+1, j) - f(i+1, j+1)。$$

实验四 图像的二值化和细化

图像二值化的目的是将图像一分为二,即将图像划分为物体和背景两个部分,利用图像的灰度直方图以确定相应的分割阈值是实现图像二值化的一个方法。该方法是基于如下的假设,即图像中的每一个区域都是由许多灰度级相似的像素所组成的,而物体和背景以及不同物体之间其灰度级则存在明显的差别。此时,图像的灰度直方图中将出现明显的峰值。这样,只要能根据直方图的形状适当选取灰度阈值,即可实现对图像的分割。

一般而言,图像的二值化的阈值处理方式如下:

$$f(i, j) = 1; f(i, j) \geq t$$

$$f(i, j) = 0; f(i, j) < t$$

通常，用 $f(i, j)=1$ 的部分表示图像，用 $f(i, j)=0$ 的部分表示背景，确定 t 的方法称为阈值选择。下面介绍两种算法：

1、类判别分析法

用该方法寻找到的阈值得到的二值图像，有较好的分离特性。

计算步骤：

- 1) 计算输入图像的灰度级直方图（用灰度级的概率函数 $Phs(i)$ 来表示）。
- 2) 计算灰度均值 (Ave)

$$Ave = \sum_{i=0}^{255} (i-1)Phs(i)$$

- 3) 计算灰度类均值 (Aver(k)) 和类直方图和 (W(k))

$$Aver(k) = \sum_0^K (i+1)Phs(i)$$

$$W(k) = \sum_{i=1}^K Phs(i)$$

- 4) 计算类分离指标

$$Q(k) = \{[Ave * W(k) - Aver(k)]^2\} / [W(k) * (1 - W(k))]$$

- 5) 求使 Q 最大的 k

最佳阈值：T=k-1。

2、S. Watanabe 方法

阈值计算的第 2 种方法是根据 S. Watanabe 提出的方法以灰度直方图为依据，为图像二值化选择阈值。

设：

$X(i, j)$ 为输入图像中点 (i, j) 的灰度级；

$Y(i+k1, j+k2)$ 为点 (i, j) 的 8 邻域象素的灰度级；

$X(i, j)$ 同 $Y(i+k1, j+k2)$ 的关系如下图所示：

$Y(i-1, j-1)$	$Y(i-1, j)$	$Y(i-1, j+1)$
$Y(i, j-1)$	$X(i, j)$	$Y(i, j+1)$
$Y(i+1, j-1)$	$Y(i, j+1)$	$Y(i+1, j+1)$

则灰度级 X 的差定义为：

$$S(i, j, X) = \sum_{k1=-1}^1 \sum_{k2=-1}^1 (D(i+k1, j+k2))$$

其中：

当 $X(i, j) - Y(i+k1, j+k2) > 0$ 时， $D(i, j) = X(i, j) - Y(i+k1, j+k2)$ ，

当 $X(i, j) - Y(i+k1, j+k2) < 0$ 时， $D(i, j) = 0$ 。

将图像中的每个灰度级的所有 $S(i, j)$ 分别叠加，可得到灰度差的直方图。即：

$$C(x) = \sum s(i, j, x)$$

\sum 表示所有灰度为 X 的像素的 S 取和。

对应于最大的 $C(x)$ 的灰度级即为输出的阈值 Y 。

如若 $D(i, j)$ 的定义变为：

当 $X(i, j) - Y(i+k1, j+k2) < 0$ 时， $D(i, j) = X(i, j) - Y(i+k1, j+k2)$ ，

当 $X(i, j) - Y(i+k1, j+k2) > 0$ 时， $D(i, j) = 0$

那么输出的阈值将变为 $Y = (Y(+)-Y(-))/2$ ，

其中 $Y(+)$ 表示第一种定义，而 $Y(-)$ 表示 $D(i, j)$ 第二种定义。

计算图像的阈值的目的是要二值化图像，所谓二值化图像就是将原来的灰度图像转换成只有黑和白两种颜色的图像。对于大多数灰度图像来说，图像中的物体和背景是有明显的区别。通过选择阈值，区分图像和背景，以便对物体进行处理。

对一般的灰度图像来说，若像素的颜色值大于阈值则取 255，否则就取 0。

许多种形状，特别是细长的形状，可以用沿着目标肢体中轴的细化连线表示。单位宽度，位于目标中轴上的连线，称为目标的骨架。细化过程与骨架有密切关系。对于细化过程，目前还没有精确的数学定义，这也在一定程度上反映了细化算法的多样性。可以暂时把细化过程定义为：一个连续剥离形体最外层元素直到获得单位宽度的连通线（骨架）的过程，因此细化算法就是重复地剥掉二值图像的边界像素，特别是 0—>1 在变化处的像素的算法，但是剥离边界像素时必须保持目标的连通性，因而。细化算法要满足下面的条件：

- 1、在每次重复过程中，要保持连通性。
- 2、不能减小形状的长度。

下面介绍一种细化算法：Deutsch 法。

使用 Deutsch 法对值为 1 和 0 的二值图像进行细化处理。其中 1 为待细化的图像，0 为背景。算法如下：

f (4)	f (3)	f (2)
f (5)	f (0)	f (1)

f(6)	f(7)	f(8)
------	------	------

如上图所示，设 $f(0)$ 为输入图像的任意像素， $f(k)$ 为 $f(0)$ 的 8 邻域像素灰度值，位置如图所示。定义 $f(0)$ 的交叉数为

$$X = \sum_{k=1}^8 |f(k+1) - f(k)|$$

1) 当 $X=0$ 或 $X=2$ 或 $X=4$ 时

$$2) \sum_{k=1}^8 f(k) < 0$$

$$3) f(1) \wedge f(3) \wedge f(5) = 0$$

$$4) f(1) \wedge f(3) \wedge f(7) = 0$$

5) 若 $X=4$ 则应满足以下条件：

$$A. f(1) \wedge f(7) = 1 \text{ 且 } f(2) \vee f(6) = 1 \text{ 且 } f(3) \vee f(4) \vee f(5) \vee f(8) = 0$$

$$B. f(1) \wedge f(3) = 1 \text{ 且 } f(4) \vee f(8) = 1 \text{ 且 } f(2) \vee f(5) \vee f(6) \vee f(7) = 0$$

式中，“ \wedge ”表示二进制“逻辑与”运算，“ \vee ”表示二进制“逻辑或”运算。

实验内容：

- 1、利用上面介绍的算法对采集并经过处理的图像进行二值化
- 2、利用上面介绍的方法对进行过边缘检测而且已经二值化的图像进行细化操作。

实验五 图像测量应用实例一面积测量

面积测量式图像测量的基本操作之一，利用面积测量可以计算图像的局部面积，对于图像的参数测量具有重要的意义。

一般采用标号法进行面积计算。所谓标号法，就是图像中不同的物体都有唯一识别的号数。在同一物体中，所有的像素点的标号都是一致的，而不同物体之间是完全不同的。在图像面积测量中，首先必须对图形进行分割。为了区分互不连通的图形以便分别计算其面积，需要对图形进行标号操作。

对不同图像进行标号操作的方法有很多种，这里介绍两种最基本的方法。

1) 扫描标号法

扫描标号法的算法如下：

- ◆ 首先进行从左到右，从上到下扫描。在同一行中不连通的行程（灰度级相同的点）标不同的号，不同的列标不同的号。
- ◆ 从左上到右下扫描，如果两个相邻的行中右相连通的行程则下行的号改为上行的号。
- ◆ 从右下的左上扫描，如果两个相邻的行中有相连通的行程则上行的号改为下行的号。

的号。

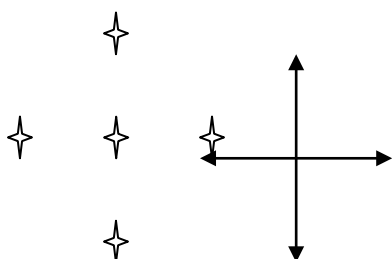
- ◆ 再对标过的号进行排列。

通过对图像进行标号后，可对不同的物体的面积进行测量。主要是对相同号的点进行累加，之后得到物体的像素点的总和。总和再乘以系数将得到图像中物体的相近的面积。如果对总和的大小进行限定，还可以祛除图像中的粒子。

2) 递归搜索法

利用递归搜索法可以区分图像上不同的物体，特别是对于一些形状特殊的物体效果明显。假设物体的颜色值为黑（即灰度值为 0），背景的颜色值为白（即灰度值为 255），并且设置同图像数组对应的标号数组 HAO()（初始值都为 0），号的初值为 0。其算法如下：

- ◆ 如果图像点的值为 0（即是物体的点）而且其对应的标号数组的值为 0（即未标过号），那么号的值增 1 且调用标号递归子程序。
- ◆ 递归子程序。



如上图所示，中间的点沿着四个箭头的方向向左邻域点、向右邻域点、向上邻域点和向下邻域点递归。递归的出口是图像点的值为 255（即背景的点）或者图像点对应的标号数组的值非 0（即标过号）。

说明：这种方法的缺点是当测量面积太大时，系统的堆栈会发生溢出，所以只能适应小的图像。

实验内容：

利用上述的算法之一，对前景为几个简单几何图形的二值图像进行面积测量。要求分别给出每个图形的面积。

实验六 图像测量应用实例—区域边界抽出和周长计算

抽出图像区域边沿并测量某些图像边沿的长度时图像测量中常遇到的问题。本节介绍区域边界抽出和周长计算的方法。

1、区域边界抽出

边界抽出有三种简单的方法：

1) 四邻域法

对目标像素和它的四邻域像素进行探测，若值都相等，则对目标像素给以标记，然后清除。

2) 八邻域法

对目标像素和它的八邻域像素进行探测，若值都相等，则对目标像素给以标记，然后清除。

3) 全图检测法

对整幅图像从左到右、从上到下进行检测，若相邻两点的像素值为 1 和 0 时，则对值为 1 的点进行标记后保留，其余的点清除。

2、区域边界周长

对于二值图像（记黑为 1，白为 0）中周长的测量，通常的方法是对图像的边缘像素作出标记，然后累计所标记的像素个数，所得就是图像的周长。对边缘像素作标记可用下面两种算法：

方法 1:

- 1) 定义一个二维数组 $a(i, j)$;
- 2) 对整幅图像从上到下扫描，比较相邻两点的值，如为 1 和 0，则记 $a(i, j)=1$ ， i 、 j 为值为 1 的点的坐标;
- 3) 对整幅图像从左到右扫描，比较相邻两点的值，如为 1 和 0，也记 $a(i, j)=1$ ， i 、 j 为值为 1 的点的坐标;
- 4) 累计整幅图像中 $a(i, j)=1$ 的像素即为周长。

方法 2:

- 1) 定义一个二维数组 $a(i, j)$ 。
- 2) 对整幅图像从上到下扫描，比较相邻两点的值，如为 1 和 0，则记 $a(i, j)=1$ ， i 、 j 为值为 1 的点的坐标;
- 3) 对整幅图像从左上到右下扫描，比较相邻两点的值，如为 1 和 0，也记 $a(i, j)=1$ ， i 、 j 为值为 1 的点的坐标;
- 4) 对整幅图像从右下到左上扫描，比较相邻两点的值，如为 1 和 0，也记 $a(i, j)=1$ ， i 、 j 为值为 1 的点的坐标;
- 5) 累计整幅图像中 $a(i, j)=1$ 的像素，即为周长。

实验内容:

利用上述的算法之一，对前景为几个简单几何图形的二值图像进行区域边界抽出和周长计算。要求给出区域边界抽出以后的图像，并给出区域的周长。

实验七 摄像机校准的综合参数法

摄像机的几何校准就是把确立相应的系统内部参数和空间变换关系的过程。现行的摄像机几何校准技术一般都使用基于基准物体的方法。通常的做法是先由摄像机获取该基准物体的图像，然后运用图像处理技术抽取标定在基准物体特征点上的图像位置信息。由于这些特

征点在世界坐标系中的位置信息总是已知的,因此利用第二章所介绍的关于摄像机的几何模型的知识,根据上述特征点所提供的信息就可以计算出摄像机的内部参数和摄像机相对于世界坐标系的空间变换关系。

实验内容: 利用教材介绍的摄像机校准的综合参数法,详细阐述在当前的实验环境下怎样利用该方法对摄像机进行校准的方法和过程(可以不实现具体的校准过程)。

附录、实验中可能用到的 matlab 函数介绍

- 1、判断图像类型函数: isbw(), isrgb(), isind(), isgray()
flag=isbw(X) 如果 X 为黑白图像返回 1, 否则返回 0。
flag=isind(X) 如果 X 为索引图像返回 1, 否则返回 0; 判断 X 是否为索引图像的准则是: 如果 X 是双精度类, 其所有元素值必须是大于或等于 1 的整数, 并且 X 的维数必须为 2; 如果 X 是 unit8 类, 其逻辑标志必须是关闭的, 并且 X 的维数必须为 2。
对于含有多幅图像的四维数组返回 0 而不是非 1。
flag=isgray(X) 如果 X 为灰度级图像返回 1, 否则返回 0; 判断 X 是否为灰度图像的准则是: 如果 X 是双精度类, 其所有元素值必须在 [0, 1] 范围内, 并且 X 的维数必须为 2; 如果 X 是 unit8 类, X 的维数必须为 2。
- 2、将矩阵转换为灰度图像函数: mat2gray ()
I=mat2gray(X, [XMIN XMAX]) 将矩阵 X 转换为灰度图像 I。返回矩阵 I 包含的值范围在 0.0 (黑) 到 1.0 (全亮, 白)。XMIN, XMAX 分别表示对应于 I 中 0.0 和 1.0 的 X 中的值, 缺省时分别取 X 的最小值和最大值。
- 3、imread(): 从图像文件中读入图像, 其语法格式有
A=imread(文件名, ‘图像文件格式’) 将文件名指定的图像文件读入 A, A 为无符号 8 位整数 (unit8)。如果文件为灰度图像, 则 A 为一个二维数组, 如果文件是一个真彩 RGB 图像, 则 A 是一个三维数组 (m*n*3)。文件名为指定图像文件名称的字符串, ‘图像文件格式’ 是指定图像文件格式的字符串。文件名必须在当前目录或 MATLAB 路径中, 如果找不到该文件, 则寻找 “文件名, 图像文件格式”。“图像文件格式” 的可能值见下表。

图像文件格式

‘图像文件格式’	文件类型
‘bmp’	Windows 位图文件 (BMP)
‘hdf’	层次数据格式图像文件 (HDF)
‘jpg’ 或 ‘jpeg’	联合图像专家组压缩图像文件 (JPEG)
‘pcx’	Windows 画笔图像文件 (PCX)

‘tif’ 或 ‘tiff’	Tagged Image File Format (TIFF)
‘xwd’	X Windows Dump (XWD)

`[A, map]=imread(文件名, ‘图像文件格式’)` 读入索引图像到矩阵 A, 其调色板值返回给 map, A 为无符号 8 位整数(unit8), map 为双精度浮点数, 其值在 [0, 1] 范围内。

`[...]=imread(文件名)` 根据文件内容推断其图像格式。

`[...]=imread(..., idx)` 从多图像的 TIFF 格式文件中读入一幅图像, idx 为整数值, 表示文件中图像次序, 缺省 idx 则读入第一幅图像。

`[...]=imread(..., ref)` 从多图像的 HDF 格式文件中读入一个图像, ref 为整数值, 表示标识图像的参考值, 缺省 ref 参数, 则读入第一副图像。

`Imread()` 函数可读图像类型如下表所示。

可读图像类型

图像格式	图像类型
BMP	1 位、4 位、8 位、24 位非压缩图像; 4 位和 8 位行程编码 (RLE) 图像
HDF	带或不带调色板的 8 位光栅图像数据集, 24 位光栅图像数据集
JPEG	任何基线的 JPEG 图像, 具有常用的几种扩展名
PCX	1 位, 8 位, 24 位 PCX 图像
TIFF	任何基线的 TIFF 图像, 包括 1 位、8 位、24 位非压缩图像, 1 位、8 位、24 位按位压缩图像, 1 位 CCITT 压缩格式图像
XWD	1 位和 8 位 Z 像素图, XY 位图, 1 位 XY 像素图

4、`imwrite()`: 将图像写入图像文件中, 其语法规则有

`imwrite(A, 文件名, ‘图像文件格式’)` 将变量 A 中的图像写入文件名指定的文件中, ‘图像文件格式’ 字符串指定图像文件的保存格式, 其取值与 `imread()` 一样。如果 A 是一个无符号 8 位整数表示的灰度图像或真彩色图像, `imwrite()` 直接将数组 A 中值写入文件。如果 A 为双精度浮点数, `imwrite` 首先使用 `unit8(round(255*A))` 自动将数组中的值变换为无符号 8 位整数, 即将 [0, 1] 范围内的浮点数变换为 [0, 255] 范围内 8 位整数, 然后写入文件。

`imwrite(A, map, 文件名, ‘图像文件格式’)` 将 A 中的索引图像及其相关的调色板存放到指定文件。如果 A 是一个无符号 8 位整数表示的灰度图像或真彩色图像, `imwrite()` 直接将数组 A 中值写入文件。如果 A 为双精度浮点数, `imwrite()` 首先使用 `unit8(A-1)` 自动将数组中的值变换为无符号 8 位整数, 然后写入文件。调色板 map 必须是双精度浮点数, `imwrite()` 自动用 `unit8(round(255*map))` 将 [0, 1] 范围内的浮点数变换为 [0, 255] 范围内 8

位整数，再写入文件。

`imwrite(..., 文件名)` 根据文件名的扩展名推断图像文件格式，将图像写入文件中，扩展名必须是合法图像格式文件扩展名。

`Imwrite(..., 参数, 值, ...)` 为控制输出文件特性指定参数，参数是 HDF, JPEG 和 TIFF 文件支持的。

对于 HDF 文件，“参数”和“值”如下表所示。

HDF 文件的参数和值

参数	值	缺省值
‘compression’	为以下字符串之一: ‘none’, ‘rle’, ‘jpeg’	‘none’
‘Quality’	0~100 之间的一个数，对 ‘Compression’ 取 ‘jpeg’ 时，取值越大，图像效果越好，但图像文件就越大	75
‘WriteMode’	为 ‘overwrite’, ‘append’ 之一	‘overwrite’

对于 JPEG 文件可能的“参数”和“值”见下表

JPEG 文件可能的参数和值

参数	值	缺省值
‘Quality’	0~100 之间的一个数，取值越大，图像压缩失真越少，图像效果越好，但图像文件就越大。	75

对于 TIFF 文件可能的“参数”和“值”见下表。

TIFF 文件可能的参数和值

参数	值	缺省值
‘Compression’	为以下字符串之一: ‘none’, ‘packbits’, ‘ccitt’ ‘ccitt’仅对二进制图像适用	对二进制图像: ‘ccitt’ 其他: ‘packbits’
‘Description’	任何字符串	空

`Imwrite()`函数可写图像类型如下表所示。

imwrite()函数可写图像类型

图像格式	图像类型
BMP	带调色板的 8 位非压缩图像，24 位非压缩图像
HDF	带或不带调色板的 8 位光栅图像数据集，24 位光栅图像数据集
JPEG	基线 JPEG 图像
PCX	8 位图像
TIFF	基线的 TIFF 图像，包括 1 位，8 位，24 位非压缩图像，1 位，8 位，24 位按位压缩图像，1 位 CCITT 压缩格式
XWD	8 位 Z 像素图

5、iminfo(): 返回图像文件格式，其语法格式有

info=iminfo(文件名, '图像文件格式') 返回一个图像信息结构，或结构数组，‘图像文件格式’与 imread() 中的一样。

info=iminfo(文件名) 根据文件内容推断文件格式

info 结构包括的字段和值见下表。

Info 结构中的字段与值

字 段	值	备注
Filename	包括当前目录下的文件名，其他路径的文件还包括路径名在内字符串	文件名
FileModDate	包含文件最近修改日期的字符串	文件修改日期
FileSize	以字节指示文件大小的整数	文件大小
Format	包含文件格式的字符串	图像文件格式
FormatVersion	指示图像文件描述版本值的字符串	格式版本
Width	以像素形式指示图像宽度的整数	图像宽度

Height	以像素形式指示图像高度的整数	图像高度
BitDepth	指示每个像素的位数的整数	位数
ColorType	指示图像类型的字符串；'truecolor'表示真彩色 RGB 图像，'grayscale'表示灰度图像，'indexed'表示索引图像	颜色类型

6、显示图像函数：image()和 subimage(), 其语法格式如下：

image() 返回一个图像对象的句柄

image(C) 将矩阵 C 作为图像显示，C 中的每个元素在图像中表示为一个颜色块，C 可以是 m*n 阶矩阵，或者是 m*n*3 的数组，其元素可以是双精度或 unit8 数据。

Image(X,Y,C) 其中 X 和 Y 是用来指定 C(1,1)和 C(m,n)位置的向量。

subimage() 与subplot()联合使用，可以在同一张图上显示多幅图像，即使它们的颜色不同，也可以显示，subimage() 将图像转换为真彩色来显示，避免了颜色图矛盾。

subimage(X,MAP) 在当前坐标轴上，用颜色图 MAP 显示索引图像。

subimage(A) 在当前坐标轴上，显示图像 A，A 可以是灰度图像，也可以是真彩色 RGB 图像。

subimage(x,y,...) 在非缺省空间坐标上显示图像。

H=subimage(...) 返回图像对象的句柄。

7、图像显示函数：imshow()

imshow(I,n) 使用 n 个灰度级显示灰度图像 I，如果缺省 n，则使用 256 级灰度，或 64 级灰度显示图像。

imshow(X,map) 使用颜色图 map 显示索引图像。

imshow(IMG) 显示真彩色 RGB 图像。

imshow(..., option) 如果 option 为

‘true size’ 则显示为原始大小

‘not true size’ 则显示为压缩形式。

imshow(x,y,A,...) 使用两元素向量 x,y 指定一个非缺省的图像文件。

H=imshow(...) 返回由 imshow 产生的图像对象句柄。

8、图像数据直方图：imhist(), 其语法格式为

imhist(I,N) 用 N 个条来显示灰度图像 I 的 N 个灰度级直方图。缺省参数，I 为灰度图像，则 N=256；I 为二进制图像，则 N=2。

Imhist(X,map) 显示所有图像的直方图，说明像素值在颜色板 map 上的分布情况，颜色图至少与 X 中的最大索引一样长。

[counts,X]=imhist(...) 返回直方图数据 counts 和位置 X，再用 stem(X,counts)可以显示直方图。