

- ★**图像**：图像是对客观存在的物体的一种相似性的、生动的写真或描述。
  - ★**数字图像**：空间坐标和亮度（或）色彩都不是连续的、用离散数字（一般用整数）表示的图像，可用矩阵或数组描述
  - ★**模拟图像**：空间坐标和亮度（或）色彩都是连续变化的图像，可用连续函数表示
    - **图像处理**：对图像进行一系列的操作，以达到预期目的的技术
  - ★**数字图像处理**：利用计算机对数字图像进行系列操作，从而获得某种预期结果的技术。它是研究图像的获取、传输、存储，变换、显示、理解与综合利用的一门崭新学科
- 

- ★**消色物体**：指黑、白、灰色物体，它对照明光线具有非选择吸收的特性，即光线照射到消色物体上时，被吸收的各种波长的入射光是等量的
    - 两种以上有色光同时照在消色物体上时，物体颜色呈加色法效应
  - ★**有色物体**：对照明光线具有选择吸收的特性，即光线照射到消色物体上时，各种波长的入射光不等量的被吸收
    - 当有色光照射到有色物体上时，物体的颜色呈减色法效应
  - ★**图像对比度**：通俗地讲，就是亮暗的对比程度。对比度通常表现了图像画质的清晰程度。  
对比度 = 最大亮度 / 最小亮度  
相对对比度 = (最大亮度 - 最小亮度) / 最小亮度
    - **图像噪声**：妨碍人的视觉器官或系统传感器对所接收的图像信息进行理解或分析的各种因素。一般是不可预测的随机信号
    - **特征空间**：把从图像提取的  $m$  个特征量  $y_1, y_2, \dots, y_m$ ，用  $m$  维的向量  $Y = [y_1 \ y_2 \dots y_m]^T$  表示称为特征向量。另外，对应于各特征量的  $m$  维空间叫做特征空间。
- 

- ★**图像数字化**：将一幅画面转化成计算机能处理的形式——数字图像的过程。它包括采样和量化两个过程。像素的位置和灰度就是像素的属性。
  - ★**采样**：将空间上连续的图形变成离散点的操作称作采样，采样间隔和采样孔径的大小是两个很重要的参数
    - 采样孔径：圆形、正方形、长方形、椭圆
    - 采样间隔：有缝、无缝、重叠
  - ★**量化**：将像素灰度转化成离散的整数值的过程叫量化
- 

- **灰度级**：表示像素明暗程度的整数称为像素的灰度级
- **灰度级数  $G$** ：一幅数字图像中不同灰度级的个数；
  - 数字图像根据灰度级数的差异可分为：黑白图像（像素值为 0 或 1）、灰度图像（灰度级数大于 2）和彩色图像（RGB 图像）。
  - 一幅  $M \times N$  大小的图像的数据量 =  $M * N * g(\text{bit})$  其中  $G=2^g$
- **灰度直方图**：灰度直方图反映的是一幅图像中各灰度级像素出现的频率。横坐标为灰度级，纵坐标为灰度级的频率，反映图像灰度分布的情况。

★**直方图均衡化**：将原图像通过某种变换，得到一幅灰度直方图为均匀分布的新图像的方法。

★**直方图规定化**：使原图像灰度直方图变成规定形状的直方图而对图像作修正的增强方法。

- **图像平滑**：为了抑制噪声改善图像质量所进行的处理称图像平滑或去噪
- **图像锐化**：增强图像的边缘和轮廓，便于判读和识别
- **中值滤波**：对一个滑动窗口内的诸像素灰度值排序，用中值代替窗口中心像素的原来灰度值，因此它是一种非线性的图像平滑法。

★**伪彩色增强**：把黑白图像的各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色

★**假彩色增强**：对一幅自然彩色图像或同一景物的多光谱图像，通过映射函数变换成新的三基色分量，彩色合成使感兴趣目标呈现出与原图像中不同的、奇异的彩色。

- **同态滤波**：一种将图像亮度范围压缩和对比度增强的频率域增强方法
- 

- **图像编码与压缩**：对图像数据按一定的规则进行变换和组合，达到以尽可能少的代码（符号）来表示尽可能多的图像信息

• **无损编码**：无损编码删除的仅仅是图像数据中冗余的数据，经解码重建的图像和原始图像比没有任何失真

• **有损编码**：指解码重建的图像与原图像相比有失真，不能精确地复原，但视觉效果上基本相同，是实现高压压缩比编码的方法

---

• **图像分析**：对图像中感兴趣的目标进行检测和测量，以获得它们的客观信息，从而建立对图像的描述

• **图像分析系统的基本构成**：预处理 --- 图像分割 --- 特征提取 --- 对象识别

★**图像分割**：把图像分成互不重叠的区域并提取感兴趣目标的技术

★**边缘**：图像中像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合

- **边缘的分类**：阶跃状、屋顶状
- 

★**邻域**：对于任意像素  $(i, j)$ ， $(p, q)$  是一对适当的整数，则把像素的集合  $\{(i+p, j+q)\}$  叫做像素  $(i, j)$  的邻域。

• **邻接**：互为 4-邻域的两像素叫 4-邻接；互为 8-邻域的两像素叫 8-邻接

• **连接成分**：在图像中，把互相连接的像素的集合汇集为一组，产生若干个 0 值的像素和若干个 1 值的像素的组。把这些组叫做连接成分，也称作连通成分

• **孔**：在 0-像素的连接成分中，如果存在和图像外围的 1 行或 1 列的 0-像素不相连接的成分，则称之为孔。

• **多重连接成分**：不包含有孔的 1 像素连接成分叫做单连接成分。含有孔的 1 像素连接成分叫做多重连接成分

• **欧拉数** = 连接成分数 - 孔数

---

- ★腐蚀：一种消除连通域的边界点，使边界向内收缩的处理。
- ★膨胀：将与目标区域的背景点合并到该目标物中，使目标物边界向外部扩张的处理。
- 开运算：原图先进行腐蚀处理，后再进行膨胀的处理。
    - 作用：开运算可以在分离粘连目标物的同时，基本保持原目标物的大小。
  - 闭运算：对原图先进行膨胀处理，后再进行腐蚀的处理。
    - 作用：闭运算可以在合并断裂目标物的同时，基本保持原目标物的大小。
- ★图形线性化：图形线性化是找到图像中轴线的过程
- 

## 1、多源遥感影像融合

### 2、串行处理

### 3、并行处理

#### 1、什么是窗口处理、模板处理，如何实现（27）

#### 2、理想低通滤波器中的 $D(u,v)$ 的意义是什么？如何确定 $D_0$ 的值（84）

#### 3、简述同态滤波的原理和步骤（88）

#### 4、简述主分量变换融合法的主要步骤（图 11.1.3）

#### 5、用什么方法可以去除遥感影像中的云影山阴的影响，说明原因

#### 6、一个数字化成像设备的感光元器件发生老化，用什么办法对其获取的图像进行校正，简述步骤

### 7、简述用 HIS 变换进行图像融合的主要步骤（P 93）：

- （1）首先将空间分辨率低的 3 波段多光谱影像变换到 HIS 空间，得到色别 H、明度 I、饱和度 S 三分量
- （2）然后高空间分辨率影像进行直方图匹配（直方图规定划）或对比度拉伸，使之与 I 分量有相同的均值和方差
- （3）最后用拉伸后的高空间分辨率影像代替 I 分量，同 H、S 进行 HIS 逆变换得到空间分辨率提高的融合影像

## 论述

### 1、梯度倒数滤波法和临近点滤波法哪个处理椒盐噪声的效果好？为什么？如何进行改进？

### 2、论述直方图规定化在图像融合中的作用，并写出直方图规定化的主要步骤（68），图像融合的主要步骤（93）

# 第一章：数字图像处理基础概念

## ★1、数字图像处理的内容：

- (1) 图像获取、表示和表现（图像的数字化和图像变换）
- (2) 图像增强
- (3) 图像复原
- (4) 图像重建
- (5) 图像压缩编码
- (6) 图像分割
- (7) 图像分析
- (8) 模式识别
- (9) 图像理解

## ★2、数字图像处理的层次关系（P3）：

狭义图像处理-----图像分析-----图像理解。

抽象程度	低	-----	高
数据量	大	-----	小
语义	低层	-----	高层

## ★3、数字图像处理的特点：

- (1) 处理精度高，再现性好
- (2) 处理通用性强、灵活性高、多样性广
- (3) 图像数据量庞大
- (4) 处理费时
- (5) 图像处理技术综合性强

## ★4、数字图像处理的目的：

- (1) 提高图像的视感质量，以达到赏心悦目的目的。
- (2) 提取图像中所包含的某些特征或特殊信息，以便于计算机分析
- (3) 对图像数据进行变换、编码和压缩，以便于图像的存储和传输。

## 5、数字图像处理的发展方向

- (1) 在进一步提高精度的同时着重解决处理速度问题。
- (2) 移植和借鉴其他学科的技术和研究成果，创造新的处理方法。
- (3) 加强边缘学科的研究工作
- (4) 加强理论研究
- (5) 图像处理领域的标准化

## 6、论述数字图像处理技术在生产生活中的应用

- (1) 在生物医学中的应用：利用电磁波谱成像分析系统诊断病情：如显微镜图像分析，DNA 成像分析，CT 及核磁共振、超声波、X 射线成像分析等
- (2) 遥感航天中的应用：检测土地变化；农林资源的调查；自然灾害监测、预报；地势、地貌测绘；地质构造解译、找矿；环境污染检测等等
- (3) 工业应用：无损探伤，石油勘探，生产过程自动化，工业机器人研制等
- (4) 军事公安领域运用：卫星侦察照片的测绘、判读，雷达图像处理，导弹制导，军事仿真等
- (5) 其他应用：图像远距离通信、电视会议、天气预报、现场视频管理等

## 第二章：图像数字化与灰度直方图

### ★1、直方图的性质（P 23）：

- （1）灰度直方图只能反映图像的灰度分布情况，而不能反映图像像素的位置
- （2）一幅图像对应唯一的灰度直方图，反之不成立。不同的图像可对应相同的直方图。
- （3）一幅图像分成多个区域，多个区域的直方图之和即为原图像的直方图。

### ★2、直方图的应用（P 24）：

- （1）用于判断图像量化是否恰当
- （2）用于确定图像二值化的阈值
- （3）当影像上目标的灰度值比其它部分灰度值大或者灰度区间已知时，可利用直方图统计图像中物体的面积
- （4）计算图像信息量  $H$ （熵）

### 3、决定图像质量的因素：

- （1）平均亮度
- （2）对比度
- （3）清晰度：由图像边缘灰度变化的速度来描述
- （4）分解力或分辨率
- （5）采样间隔
- （6）量化等级

### ★4、采样和量化与数字图像之间的关系（P 19）：

采样间隔：

采样间隔大——所得像素数少——空间分辨率低——数据量小——国际棋盘效应

采样间隔小——所得像素数多——空间分辨率高——数据量大——质量好

量化等级：

量化等级多——图像层次丰富——灰度分辨率高——数据量大——图像质量好

量化等级少——图像层次欠丰富——灰度分辨率低——数据量小——假轮廓现象

### 5、数字图像处理算法形式（P 26 27）：

- （1）局部处理：对输入图像  $IP(i,j)$  处理时，某一输出像素  $JP(i,j)$  值由输入图像像素及其邻域中的像素值确定。这种处理称为局部处理。  
例：空间域平滑和锐化
- （2）点处理：在局部处理中，当输出值  $JP(i,j)$  仅与  $IP(i,j)$  有关，则称为点处理  
例：增强对比度、图像二值化
- （3）大局处理：在局部处理中，输出像素  $JP(i,j)$  的值取决于输入图像大范围或全部像素的值，这种处理称为大局处理  
例：图像傅里叶变换
- （4）迭代处理：反复对图像进行某种运算直至满足给定的条件，从而得到输出图像的处理形式称为迭代处理  
例：图像的细化处理过程
- （5）跟踪处理：选择满足适当条件的像素作为起始像素，检查输入图像和已得到的输出结果，求出下一步应该处理的像素，进行规定的处理，然后决定是继续处理下面的像素，还是终止处理。这种处理形式称为跟踪处理。  
例：边界线、等高线的跟踪

## 6、图像的数据结构 (P 29):

- (1) 组合方式: 一个字长存放多个像素灰度值的方式
- (2) 比特面方式: 将所有像素的相同比特位用一个二维数组表示, 形成比特面
- (3) 分层结构: 由原始图像开始依次构成像素数愈来愈少的一幅幅图像, 如锥形结构
- (4) 树结构
- (5) ★多重图像数据存储: 有下列三种存储方式:
  - ①逐波段存储, 分波段处理时采用;
  - ②逐行存储, 行扫描记录设备采用;
  - ③逐像素存储, 用于分类。

## 7、常见的图像文件格式 (P 31):

按扩展名分为: RAW 格式、BMP 格式、TGA 格式、PCX 格式、GIF 格式、TIFF 格式等。

## 8、图像的特征 (P 37):

- (1) 自然特征: ①光谱特征 ②几何特征 ③时相特征
- (2) 人工特征: ①直方图特征 ②灰度边缘特征 ③线、角点、纹理特征
- (3) 按提取特征范围大小分类: ①点特征 ②局部特征 ③区域特征 ④整体特征

## ★9、图像的噪声来源及其类型 (P 39):

外部噪声: 图像处理系统外部产生的噪声

如: 天体放电干扰、电磁波从电源线窜入系统等

内部噪声: 系统内部产生的噪声, 来源有:

- (1) 由光 and 电的基本性质引起的
- (2) 由机械运动产生的噪声
- (3) 元器件噪声
- (4) 系统内部电路噪声

从统计理论观点分类:

平稳噪声: 统计特征不随时间变化的特征

非平稳特征: 统计特征随时间变化的特征

从噪声幅度分布形态分类: 高斯型、瑞利形

按过程分类: 量化噪声、椒盐噪声

## ★10、几种颜色模型:

### 1、RGB 颜色模型:

特点: 色彩空间采用物理三基色表示, 适合彩色显像管工作

### 2、HIS (HSB) 颜色模型:

- (1) 色调 Hue: 光线所呈现的颜色, 如红、绿、黄...
- (2) 饱和度 Saturation: 指色彩的浓淡程度
- (3) 亮度 Brightness: 指由于彩色刺激而使人眼感觉到的明暗程度

特点: (1) 它比 RGB 色彩空间更符合人的视觉特性。

(2) 在 HSB 色彩空间可以大大简化图像分析和处理的工作量

### 3、CMYK 颜色模型: 由青色 (Cyan)、品红 (Magenta)、黄色 (Yellow) 和黑色组成

特点: 用于彩色打印机、印刷彩色图片

### 4、YUV 模型: 用于彩色电视信号传输, 其中 Y 信号表示亮度, U、V 信号是色差信号



## 第三章：图像变换

### 1、图像变换的目的（P 41）：

- （1）使图像处理问题简化；
- （2）有利于图像特征提取；
- （3）有助于从概念上增强对图像信息的理解。

### 2、图像变换的要求：

图像变换通常是一种二维正交变换。一般要求：

- （1）正交变换必须是可逆的；
- （2）正变换和反变换的算法不能太复杂；
- （3）正交变换的特点是在变换域中图像能量将集中分布在低频率成分上，边缘、线状信息反映在高频率成分上，有利于图像处理。

### 3、图像变换的应用：

- （1）图像增强
- （2）图像恢复
- （3）特征提取
- （4）图像压缩编码
- （5）形状分析

### 4、傅里叶变换的物理意义：

将原来难以处理的时域信号转换成了易于分析的频域信号（信号的频谱），即将图像从空间域转换到频率域，其逆变换是将图像从频率域转换到空间域。

换句话说，傅里叶变换将图像的灰度分布函数变换为图像的频率分布函数，傅立叶逆变换是将图像的频率分布函数变换为灰度分布函数

这样通过观察傅立叶变换后的频谱图，也叫功率图，了解图像特征。

图像能量集中低频区域；变化信息（噪声）在高频区域。

## 第四章：图像增强

### ★1、图像增强的目的（P 62）：

- （1）改善图像视觉效果，提高图像清晰度（消除噪声）
- （2）将图像转化为一种更适合与人或机器进行分析处理的形式（突出边缘）

### ★2、图像增强的方法（P 62）：

从增强的作用域出发，可分为空间域增强和频率域增强两种。

**空间域增强：**直接对图像各像素进行处理；

**频率域增强：**对图像经傅立叶变换后的频谱成分进行处理，然后逆傅立叶变换获得所需的图像

### 3、直方图均衡化的步骤：

- （1）统计各灰度级的像元个数
- （2）计算累计直方图
- （3） $\lfloor (L-1) / N \rfloor$  乘以累计直方图，结果取整
- （4）计算新图像灰度值

### 4、直方图规定化的步骤：

- （1）求原始图像和参考图像的归一化累计直方图；
- （2）计算参考图像归一化累计直方图的相邻灰阶平均值；
- （3）用平均值对原始图像归一化累计直方图进行分段，得到结果图像灰度值
- （4）根据新灰度值计算输出图像

### ★5、中值滤波的特征（P 77）：

- （1）对脉冲干扰及椒盐噪声的抑制效果好
- （2）在抑制随机噪声的同时能有效保护边缘少受模糊
- （3）对点、线等细节较多的图像却不太合适
- （4）一维中值滤波对离散阶跃信号、斜升信号没有受到影响。离散三角信号的顶部则变平了。对于离散的脉冲信号，当其连续出现的次数小于窗口尺寸的一半时，将被抑制掉，否则将不受影响。

### ★6、伪彩色增强和假彩色增强：

**伪彩色增强：**把黑白图像的各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色

**伪彩色增强的方法：**主要有密度分割法、灰度级一彩色变换和频率域伪彩色增强三种。

大致可以分为以下三类：（1）基于灰度变换的伪彩色方法

（2）基于灰度调色板的伪彩色方法

（3）基于区域分割的伪彩色方法

**假彩色增强：**对一幅自然彩色图像或同一景物的多光谱图像，通过映射函数变换成新的三基色分量，彩色合成使感兴趣目标呈现出与原图像中不同的、奇异的彩色。

**假彩色增强目的：**

- （1）使感兴趣的目标呈现奇异的彩色或置于奇特的彩色环境中，从而更引人注目；
- （2）一是使景物呈现出与人眼色觉相匹配的颜色，以提高对目标的分辨力。



# 第五章：图像的几何变换

## ★1、图像的几何变换：

图像的几何变换包括了图像的形状变换和图像的位置变换。图像的几何变换不改变像素的值，只改变像素的位置。

**图像的形状变换：**图像的放大、缩小与错切。通常在目标物识别中使用。

**图像的位置变换：**图像的平移、镜像与旋转。主要是用于目标识别中的目标配准。

**图像的仿射变换：**采用通用的数学影射变换公式，来表示以上给出的几何变换  
(不同几何变换对应着不同的变换矩阵)

## 2、图像旋转时的问题：

- (1) 需要前期处理：扩大画布，取整处理，平移处理。
- (2) 旋转变换公式：
$$\begin{cases} x' = x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' = x \sin \theta + y \cos \theta \end{cases}$$
- (3) 利用行插值（列插值）方法，填补旋转后图片出现的像素空洞

## 3、图像的几何校正（P 106）：

**意义：**图像在获取过程中，由于成像系统本身具有非线性、拍摄角度等因素的影响，会使获得的图像产生几何失真。（有规律的、能预测的失真称系统失真；随机的失真称非系统失真）

**步骤：**

- (1) 先建立几何校正的数学模型；
- (2) 利用已知条件确定模型参数；
- (3) 根据模型对图像进行几何校正，几何校正通常分两步：① 图像空间坐标变换；  
② 确定各像素的灰度值（灰度内插）

## 4、图像空间坐标变换（P 106）：

以一幅图像为基准，利用同名点之间的函数映射关系，去校正另一幅几何失真图像（参考点校正法）

有直接法和间接法，由于间接法内插灰度容易，所以一般采用间接法进行几何纠正

## ★5、像素灰度内插方法（P 108）：

- (1) **最近邻元法：**在待求点的四邻像素中，将距离这点最近的相邻像素灰度赋给该待求点

**特点：**① 方法最简单，效果尚佳

② 校正后的图像有明显锯齿状，即存在灰度不连续性

- (2) **★双线性内插法：**利用待求点四个邻像素的灰度在两个方向上作线性内插。

**特点：**① 比最近邻元法复杂，计算量大

② 没有灰度不连续性的缺点，结果令人满意

③ 具有低通滤波性质，使高频分量受损，图像轮廓有一定模糊

- (3) **三次内插法：**利用三次多项式  $S(x)$  来逼近理论上的最佳插值函数  $\sin(x)/x$

**特点：**该算法计算量最大，但内插效果最好，精度最高。

## 第六章 图像编码与压缩

### ★1、图像压缩的目的和意义

数据压缩的研究内容：数据的表示、传输、变换和编码方法

数据压缩的目的：减少存储数据所需的空间和传输所用的时间

数据压缩的意义：在现代通信中，图像传输已成为重要内容之一。采用编码压缩技术，减少传输数据量，是提高通信速度的重要手段。

数据压缩的思想：从信息论观点看，描述图像信源的数据由有用数据和冗余数据两部分组成。如果能减少或消除其中的 1 种或多种冗余，就能取得数据压缩的效果

### ★2、图像编码压缩的分类

根据解压重建后的图像和原始图像之间是否具有误差

(1) 无误差（亦称无失真、无损、信息保持）编码：霍夫曼编码、行程编码、算术编码

(2) 有误差（有失真、有损）编码：预测编码、变换编码、其他编码

根据编码作用域划分

(1) 空间域编码

(2) 变换域编码

### ★3、图像冗余度和编码效率（图像压缩评价方法）（P 117）

三种数据冗余：编码冗余；像素冗余；视觉心理冗余

冗余度原理：若对原始图像数据的信息进行无失真图像编码，压缩后平均码长存在一个下限，这个下限是图像信息熵  $H$ 。理论上最佳信息保持编码的平均码长  $B$  可以无限接近图像信息熵  $H$ 。但总是大于或等于图像的熵  $H$ 。

★冗余度 = 平均码长 / 熵 - 1

★编码效率 = 熵 / 平均码长

### ★4、霍夫曼（Huffman）编码的特点和步骤（P 118）：

思想：在信源数据中出现概率越大的符号（灰度值），编码以后相应的码长越短

步骤：

(1) 把输入符号按出现的概率从大到小排列起来,接着把概率最小的两个符号的概率求和；

(2) 把它（概率之和）同其余符号概率由大到小排序,然后把两个最小概率求和；

(3) 重复（2）,直到最后只剩下两个概率为止

(4) 在上述工作完毕之后，从最后两个概率开始逐步向前进行编码。对于概率大的消息赋予 0，小的赋予 1。

特点：

(1) 编码是唯一可译码。短的码不会成为更长码的起始部分；

(2) 编码的平均码长接近于熵；编码效率略高于费诺仙依 Fano-Shannon 编码。

### 5、算术编码的特点：

(1) 码字本身定义一个介于 0 和 1 之间的实数区间，该区间中的任何一个实数就代表要编码的消息序列。

(2) 信源符号与码字之间不存在一一对应的关系。一个码字不是赋给某个信源符号，而是赋给整个消息序列。

(3) 当消息中的符号数目增加时，用于描述消息的间隔变得更小，而表示间隔所需要的信息单元（如编码位数）变得更多了。

# 第七章 图像分割

## 1、图像分析的步骤：

- (1) 把图像分割成不同的区域或把不同的对象分开
- (2) 找出分开的各区域的特征
- (3) 识别图像中要找的对象或对图像进行分类
- (4) 对不同区域进行描述或寻找出不同区域的相互联系，进而找出相似结构或将相关区域连成一个有意义的结构

## 2、图像分割的基本策略

- (1) 分割算法基于灰度值的两个基本特性：不连续性和相似性
- (2) 检测图像像素灰度级的不连续性，找到点、线（宽度为 1）、边（不定宽度）。先找边，后确定区域。
- (3) 检测图像像素的灰度值的相似性，通过选择阈值，找到灰度值相似的区域，区域的外轮廓就是对象的边

## ★3、图像分割的方法

- (1) 基于边缘的分割方法：先提取区域边界，再确定边界限定的区域。
- (2) 区域分割：确定每个像素的归属区域，从而形成一个区域图。
- (3) 区域生长：将属性接近的连通像素聚集成区域
- (4) 分裂—合并分割：综合利用前两种方法，既存在图像的划分，又有图像的合并。

## 4、边缘检测算子：

基本思想：计算局部微分算子

一阶微分：用梯度算子来计算

特点：(1) 对于阶跃状变化，会出现极大值（两侧都是正值，中间的最大）

(2) 对于屋顶状变化，会过零点（两侧符号相反）不变部分为零。

用途：用于检测图像中边的存在

二阶微分：通过拉普拉斯来计算

特点：(1) 对于阶跃状变化，会过零点（两侧符号相反）

(2) 对于屋顶状变化，会出现负极大值（两侧都是正值，中间的最大）不变部分为零。

用途：用于检测图像中边的存在

## ★5、几种常用的边缘检测算子：

梯度算子：仅计算相邻像素的灰度差，对噪声比较敏感，无法抑止噪声的影响。

Roberts 算子：与梯度算子类似，效果略好于梯度算子

Prewitt 算子：在检测边缘的同时，能抑制噪声的影响

Sobel 算子：(1) 对 4 邻域采用带权方法计算差分

(2) 能进一步抑止噪声，但检测的边缘较宽

Kirsch 算子（方向算子）：

在计算边缘强度的同时可以得到边缘的方向，各方向间的夹角为  $45^\circ$

用法：取其中最大的值作为边缘强度，而将与之对应的方向作为边缘方向（共 8 个模板）

### ★Laplacian 算子:

优点: (1) 各向同性、线性和位移不变;

(2) 对细线和孤立点检测效果较好。

缺点: (1) 对噪音的敏感, 对噪音有双倍加强作用;

(2) 不能检测出边的方向;

(3) 常产生双像素的边缘。

注意: 由于梯度算子和 Laplace 算子都对噪声敏感, 因此一般在用它们检测边缘前要先对图像进行平滑。

**Marr 算子:** 马尔算子是以拉普拉斯算子为基础, 首先用一个二维高斯函数对图像卷积以减低图像噪声的影响(平滑); 再用二阶导数差分算子(拉普拉斯算子)计算

优点: 是快速, 能得到一个闭合的轮廓。

缺点: 由于使用二阶导数, 对噪声敏感。

曲面拟合法: 求平均后再求差分, 因而对噪声有抑制作用

## 5、单方向锐化处理:

定义: 单方向的一阶锐化是指对某个特定方向上的边缘信息进行增强。因为图像为水平、垂直两个方向组成, 所以, 单方向锐化实际上是包括水平方向与垂直方向上的锐化。

特点: 处理结果对于人工设计制造的具有矩形特征物体(例如: 楼房、汉字等)的边缘的提取很有效。但是, 对于不规则形状(如: 人物)的边缘提取, 则存在信息的缺损。

后处理: 这种锐化算法需要进行后处理, 以解决像素值为负的问题

方法 1: 整体加一个正整数, 以保证所有的像素值均为正。

这样做的结果是: 可以获得类似浮雕的效果。

方法 2: 将所有的像素值取绝对值。

这样做的结果是, 可以获得对边缘的有方向提取。

方法 3: 为了检测边缘点, 选取适当的阈值  $T$ , 对梯度图像进行二值化

这样形成了一幅边缘二值图像  $g(x,y)$

## 6、交叉方向锐化处理:

特点: 这类锐化方法对边缘的方向没有选择, 又称为无方向的锐化算法。

交叉 Priwitt 锐化算法: 与 Sobel 相比, 有一定的抗干扰性。图像效果比较干净

交叉 Soble 算法: 锐化的边缘信息较强

## 7、Canny 边缘检测算子:

定义: Canny 边缘检测——最优的阶梯型边缘检测算法

原理: 图像边缘检测必须满足两个条件: 一能有效地抑制噪声; 二必须尽量精确确定边缘的位置。根据对信噪比与定位乘积进行测度, 得到最优化逼近算子。这就是 Canny 边缘检测算子。

★最优边缘检测算子应有的指标:

(1) 低误判率

(2) 高定位精度

(3) 抑制虚假边缘

## 8、边缘跟踪：

出发点：由于噪音的原因，边界的特征很少能够被完整地描述，在亮度不一致的地方会中断。

因此典型的边检测算法后面总要跟随着连接过程和其它边界检测过程，用来归整边缘像素，成为有意义的边

概念：将检测的边缘点连接成线就是边缘跟踪（线是图像的一种中层符号描述）

由边缘形成线特征的两个过程：

（1）可构成线特征的边缘提取

（2）将边缘连接成线

连接边缘的方法：

（1）光栅跟踪：一种采用电视光栅行扫描顺序，结合门限检测，对遇到的像素进行分析，从而确定是否为边缘的跟踪方法

（2）全向跟踪：跟踪方向可以是任意方向，并且有足够大的跟踪距离的跟踪方法

特点：全向跟踪改进了光栅扫描跟踪法，跟踪时把初始点的八邻点全部考虑进行跟踪

## 9、阈值分割法：

基本思想：确定一个合适的阈值  $T$ ，将大于等于阈值的像素作为物体或背景，生成一个二值图像，在四邻域中有背景的像素，既是边界像素。

特点：（1）适用于物体与背景有较强对比的情况，重要的是背景或物体的灰度比较单一

（2）这种方法总可以得到封闭且连通区域的边界。

通过交互方式得到阈值：

实施方法：（1）通过光标获得样点值  $f(x_0, y_0)$

（2）选取容忍度  $R$

（3）if  $(|f(x, y) - f(x_0, y_0)| \leq R)$  set 255 else set 0

通过直方图得到阈值：

基本思想：边界上的点的灰度值出现次数较少

取值的方法：取直方图谷底，为最小值的灰度值为阈值  $T$

缺点：会受到噪音的干扰，最小值不是预期的阈值，而偏离期望的值；

改进：取两个峰值之间某个固定位置，如中间位置上。由于峰值代表的是区域内的典型值，一般情况下，比选谷底更可靠，可排除噪音的干扰

## 10、复杂图像区域分割的主要步骤：

（1）自动直方图平滑

（2）确定区域分类数

（3）自动搜索阈值

## 11、特征空间聚类的步骤：

（1）任意选  $K$  个初始聚类中心值

（2）使用最小距离判别，将新读入的像素分到  $k$  类中的某一类

（3）重新计算中心值，中心值等于这类中元素的平均值

（4）当新旧差异不大时停止

## 12、质心区域增长法

（1）选择一个为划分类型的像素作为起点

（2）起点周围未被划分的点与起点所在区域的灰度平均值差异小于阈值合并为一区域，并标记

（3）从新合并来的像素开始，反复进行第（2）步

（4）反复进行（2）（3），直到不能合并

（5）对图像中所有未被划分的像素反复（1）—（4）步

## 第八章 二值图像处理与形状分析

### ★1、如何判断像素是否可删除：

二值图像上改变一个像素的值后，整个图像的连接性不改变，则这个像素可删除

### ★2、腐蚀算法的思想和步骤：

思想：设计一个结构元素，结构元素的原点定位在待处理的目标像素上，通过判断是否覆盖，来确定是否该点被腐蚀掉。

步骤：（1）扫描原图，找到第一个像素值为 1的目标点；  
（2）将预先设定好形状以及原点位置的结构元素的原点移到该点；  
（3）判断该结构元素所覆盖的像素值是否全部为 1：  
    如果是，则腐蚀后图像中的相同位置上的像素值为 1；  
    如果不是，则腐蚀后图像中的相同位置上的像素值为 0；  
（4）重复（2）和（3），直到所有原图中像素处理完成。

作用：腐蚀处理可以将粘连在一起的不同目标物分离，并可以将小的颗粒噪声去除。

### ★3、膨胀算法的思想和步骤：

思想：设计一个结构元素，结构元素的原点定位在背景像素上，判断是否覆盖有目标点，来确定是否该点被膨胀为目标点。

步骤：（1）扫描原图，找到第一个像素值为 0的背景点；  
（2）将预先设定好形状以及原点位置的结构元素的原点移到该点；  
（3）判断该结构元素所覆盖的像素值是否存在为 1 的目标点：  
    如果是，则膨胀后图像中的相同位置上的像素值为 1；  
    如果不是，则膨胀后图像中的相同位置上的像素值为 0；  
（4）重复（2）和（3），直到所有原图中像素处理完成。

作用：膨胀处理可以将断裂开的目标物进行合并，便于对其整体的提取。

### 4、图形线性化：

思想：图像压缩或是图像分析的过程中需要用图形部分像素来代表整个图形，因此提出图形线化的思想

方法：图像线化通常使用骨架法和图形细化两种方法

骨架法：（1）骨架是从距离变换图得来，是距离变换图中灰度值最大的像元集合，  
（2）即使是无空洞的连通图像它的骨架不一定连通。  
（3）骨架可看作是图像压缩表示之一，对骨架图经过加粗运算（加粗量=骨架像元灰度值-1）可近似恢复成原图像。

细化：（1）细化是从二值图像中提取线宽为 1 像素的中心线的操作。  
（2）细化与骨架化不同，只要原图像连通（不管有无空洞），细化的结果总是连通的。

### 5、边界跟踪法：

理论基础：先根据某些严格的“探测准则”找出目标物体轮廓上的像素，再根据这些像素的某些特征用一定的“跟踪准则”找出目标物体上的其他像素。

跟踪准则：边缘跟踪从图像左上角开始逐像点扫描，当遇到边缘点时则开始顺序跟踪，直至跟踪的后续点回到起始点（对于闭合线）或其后续点再没有新的后续点（对于非闭合线）为止

实现步骤（1）获得原图像的首地址，及图像的高和宽。  
（2）开辟一块内存缓冲区，初始化为 255。  
（3）将图像进行二值化处理。  
（4）跟踪边界点，找到 1 个边界点，就将内存缓冲区中该点相应位置置 0。  
（5）按照跟踪准则，重复执行（4），直到回到初始点。  
（6）将内存缓冲区的内容复制到原图像中