

计算机图像处理

COMPUTER IMAGE PROCESSING



项目类型: BMP 文件
 修改日期: 2020/3/17 14:28
 分辨率: 512 x 512
 大小: 257 KB

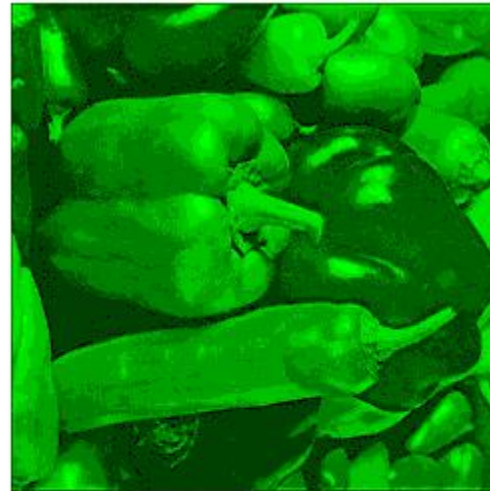


项目类型: BMP 文件
 修改日期: 2020/6/11 14:38
 分辨率: 512 x 512
 大小: 257 KB



222缩小

项目类型: BMP 文件
 修改日期: 2020/6/11 14:42
 分辨率: 256 x 256
 大小: 65.0 KB



222旋转

图像表示与描述

图像表示与描述是图像识别和理解的重要组成部分

图像表示

概述

图像表示分两大类:

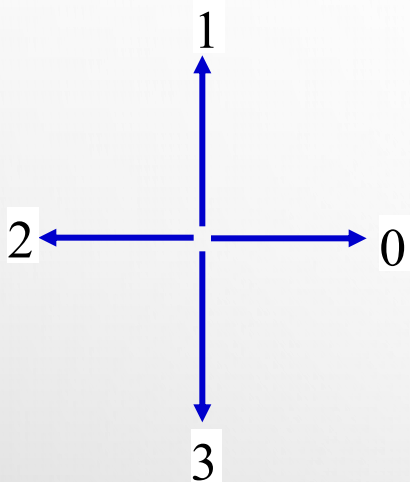
👉 边界表示

关心的是图像中区域的形状特征
如链码、边界分段等

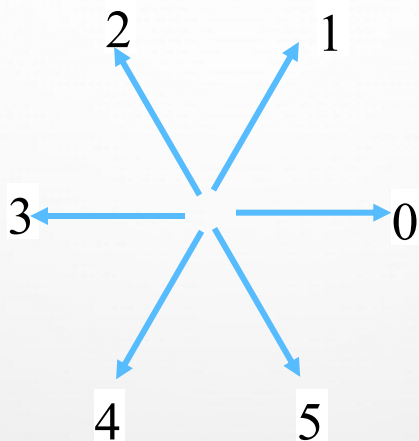
👉 区域表示

则倾向于反映区域的灰度、颜色、纹理等特征的特点
如四叉树、骨架等

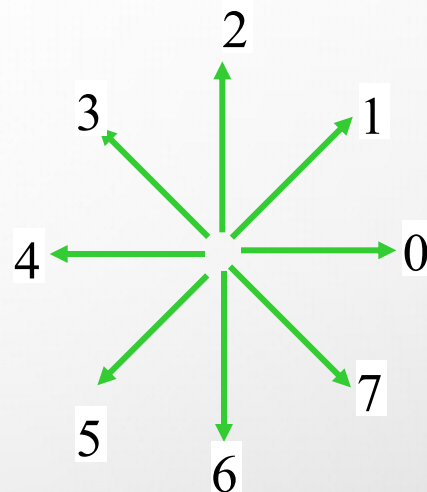
链码



(A) 4-链码



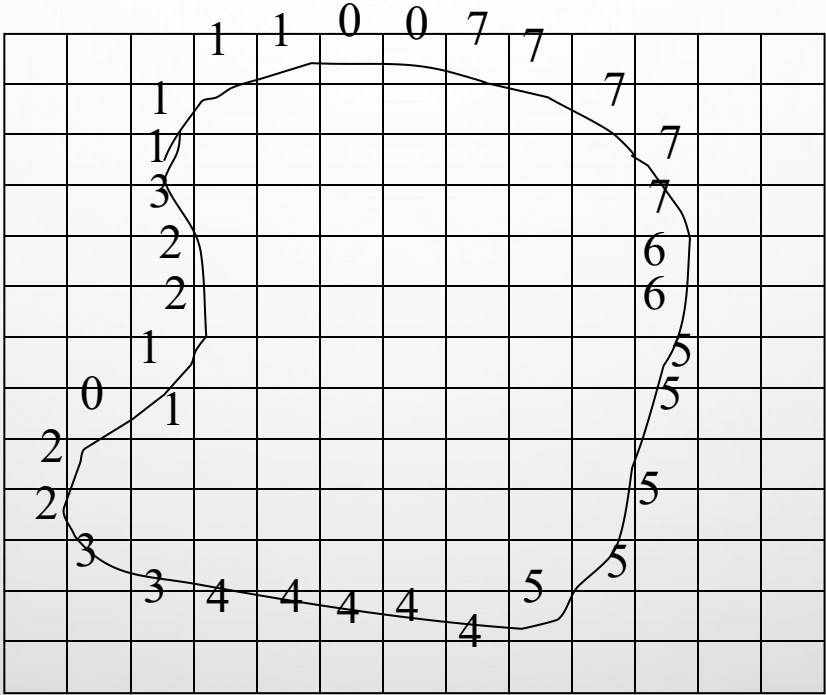
(B) 6-链码



(C) 8-链码

三种链码的形式：4-链码，6-链码以及8-链码

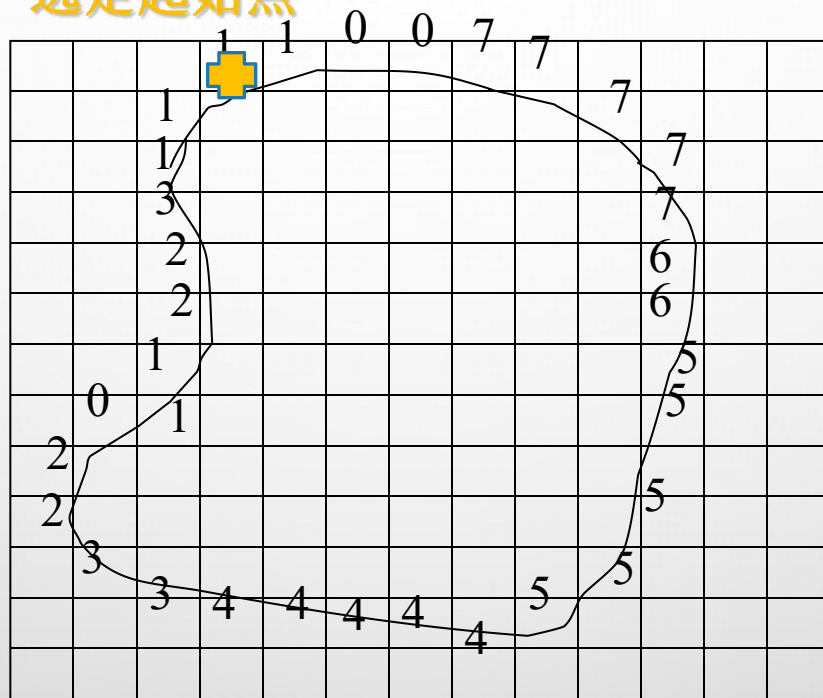
链 码



用8-链码表示边界

链 码

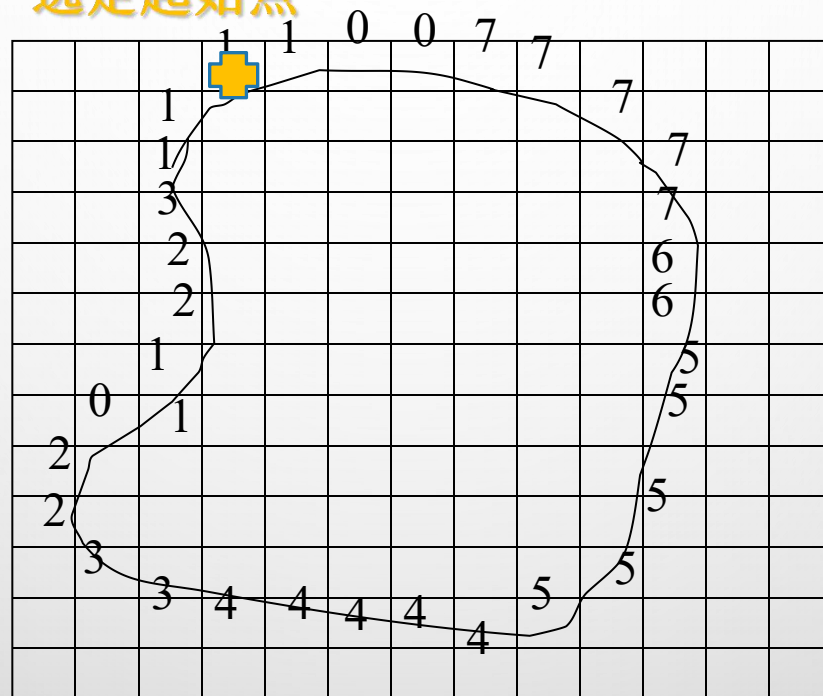
选定起始点



用8-链码表示边界

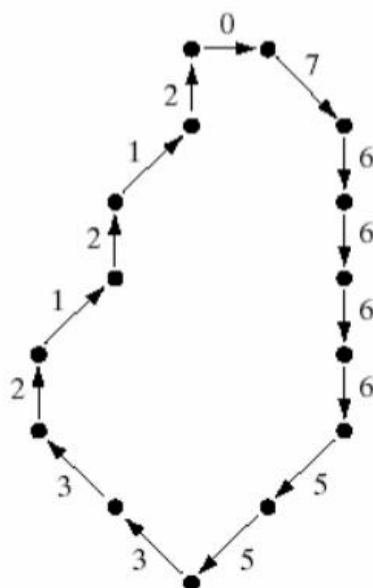
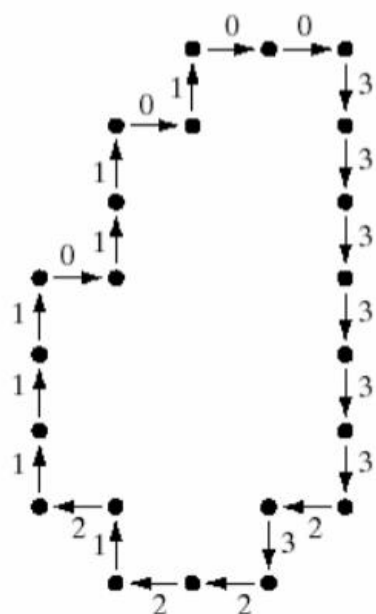
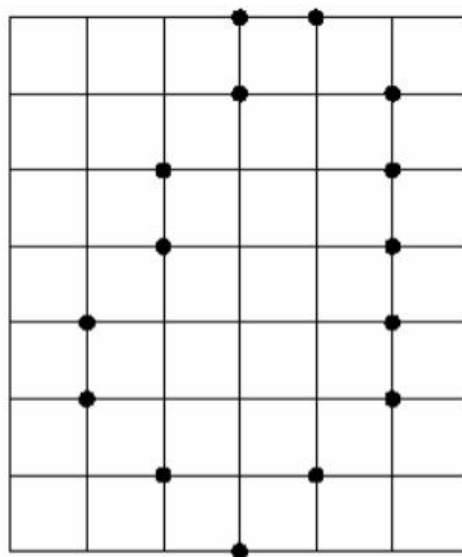
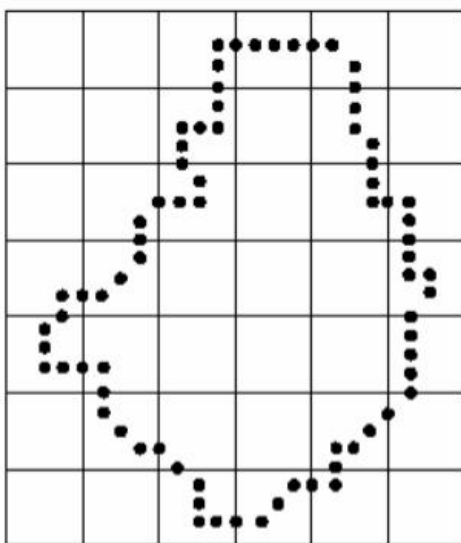
链码

选定起始点

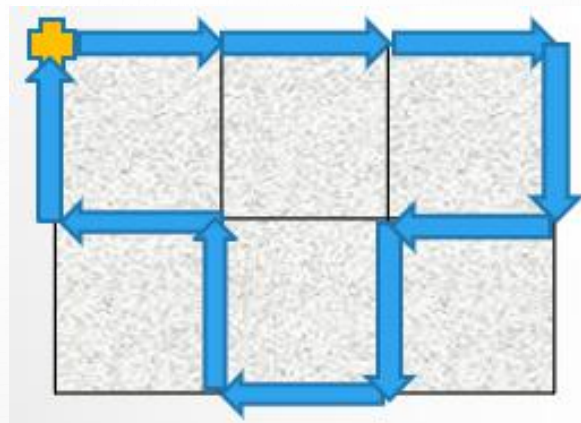
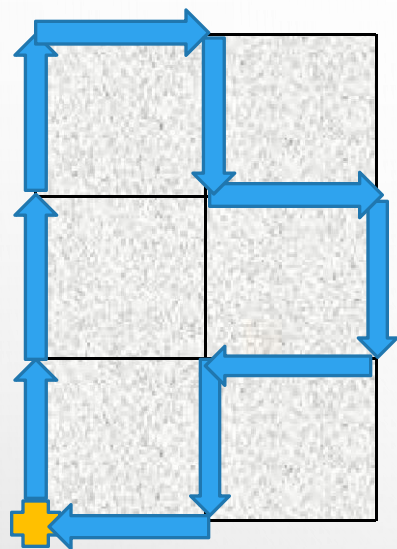


用8-链码表示边界

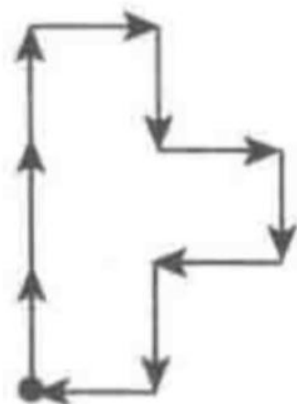
链码: 110077777665555544444332201122311



链码码长过长时采用较大的网格进行重采样，从而减少边界点，减少码长的同时提高抗噪声干扰能力。



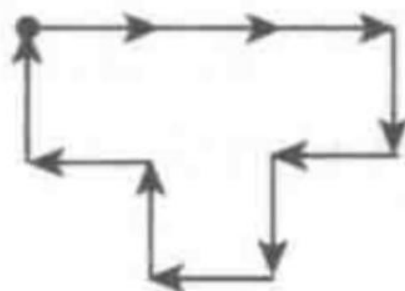
两者链码是否相同？



链码: 1 1 1 0 3 0 3 2 3 2 (1)

一阶差分码: 0 0 3 3 1 3 3 1 3 3

a) 原边界及其链码和一阶差分码



链码: 0 0 0 3 2 3 2 1 2 1 (0)

一阶差分码: 0 0 3 3 1 3 3 1 3 3

b) 旋转后的边界及其链码和一阶差分码

边界分段

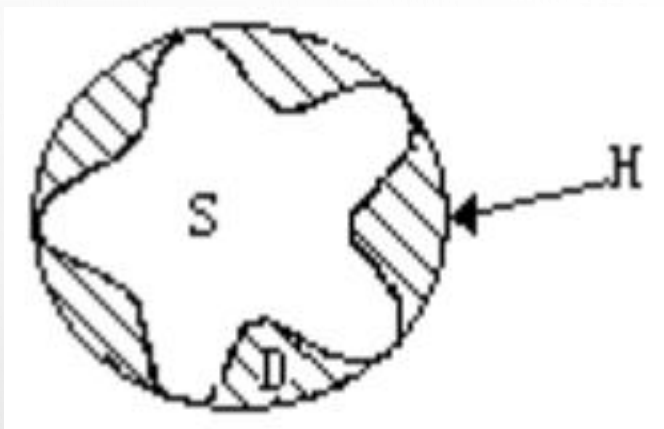
基本方法

将边界分成若干段，然后分别对每一段进行表示，从而降低了边界的复杂度，并简化表示过程，尤其是当边界具有多个凹点的时候这种方法更为有效。

基本步骤

- 👉 构造边界的凸包（包含边界的最小凸集）
- 👉 跟踪区域凸包的边界，记录凸包边界进出区域的转变点即可实现对边界的分割

边界分段



(a) 区域 S ，其凸包 H ，
及其凸残差 D



(b) 区域 S 的边界
分段结果

区域的边界分段

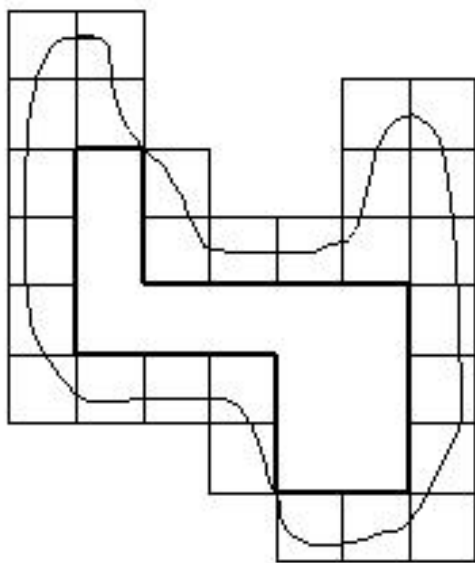
多边形近似

数字边界也可以用多边形近似来逼近。由于多边形的边用线性关系来表示，所以关于多边形的计算比较简单，有利于得到一个区域的近似值。

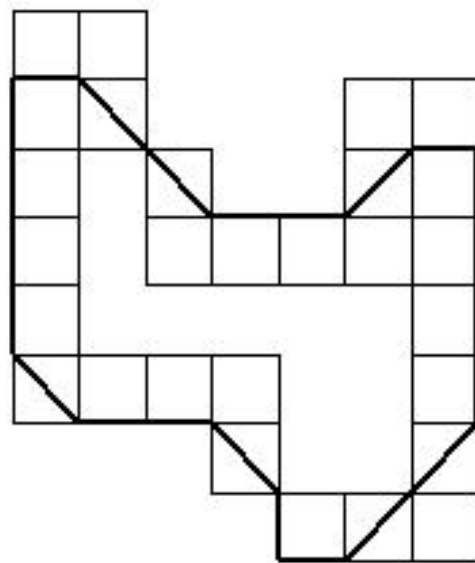
👉 多边形近似比链码、边界分段更具有抗噪声干扰的能力。对封闭曲线而言，当多边形的线段数与边界上点数相等时，多边形可以完全准确的表达边界。

👉 但在实际应用中，多边形近似的目的是用最少的线段来表示边界，并且能够表达原边界的本质形状

多边形近似



(a) 用多边形包围的边界



(b) 绷紧后的边界

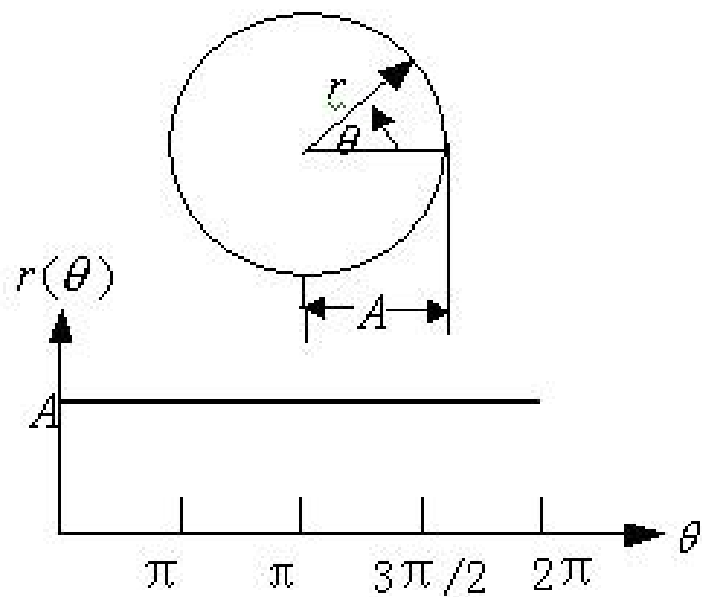
边界的多边形近

标记图

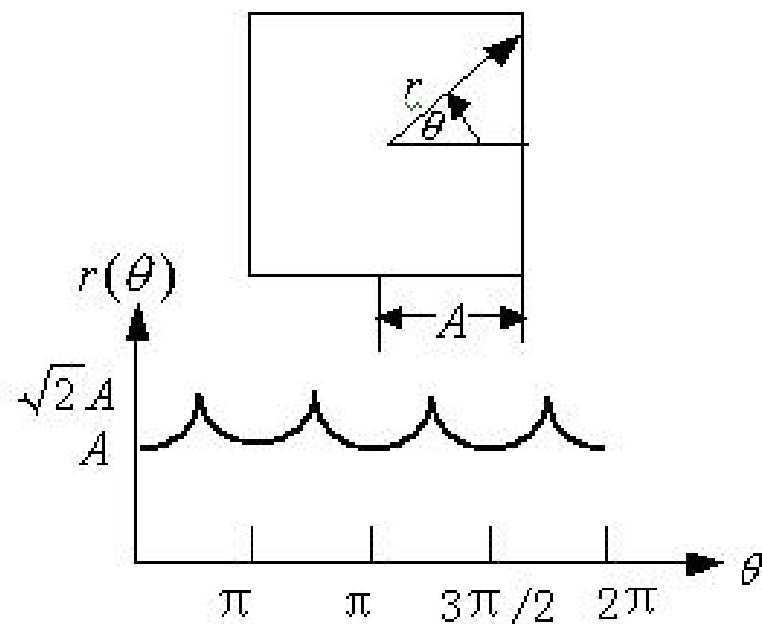
👉 标记（signature）是边界的一维表达

👉 基本思想是将原始的二维边界用一个一维函数来表示，以达到降低表达难度的效果。

标记图



(a) 圆形边界及其距离-角度标记



(b) 方形边界及其距离-角度标记

边界以及其标记图表示

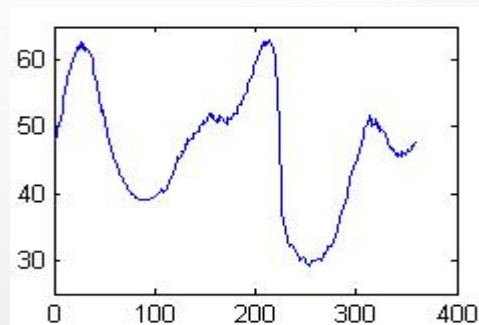
标记图



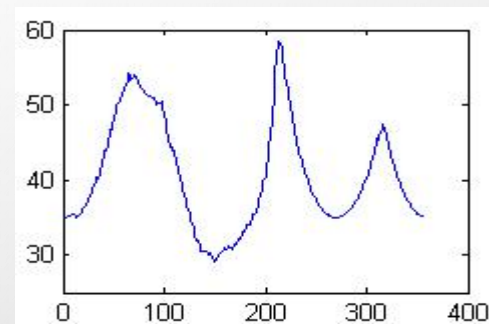
边界1



边界2



边界1的标记图



边界2的标记图

边界的标记图

边界描述

边界长度

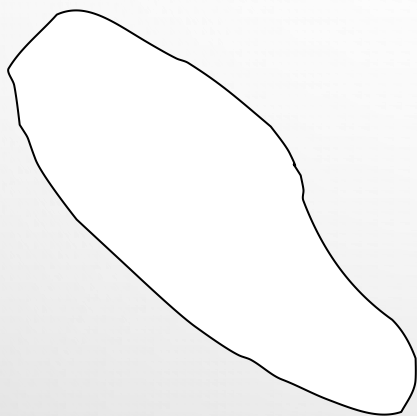
边界长度是边界所包围的区域的轮廓的周长

👉 4-连通边界：其长度为边界上像素点个数；

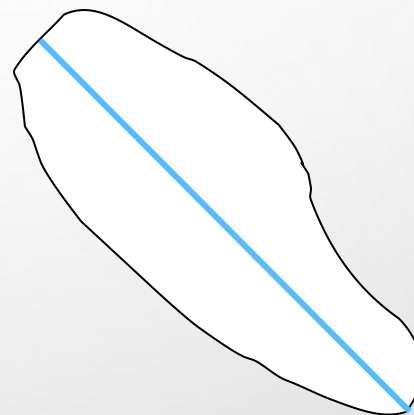
👉 8-连通边界：其长度为对角码个数乘上 $\sqrt{2}$ 再加上水平和垂直像素点的个数的和。

边界直径

边界直径是边界上任意两点距离的最大值



(a) 原边界



(b) 边界的直径

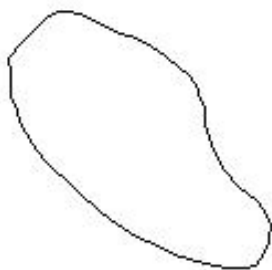
边界及其直径

形状数

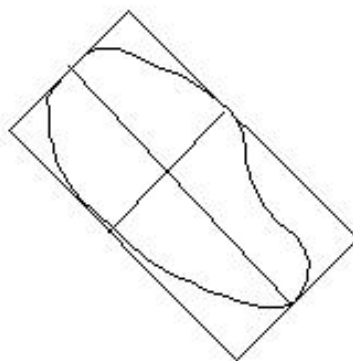
形状数是基于4-链码的边界描述符

形状数定义为值最小的4-链码的一阶差分码

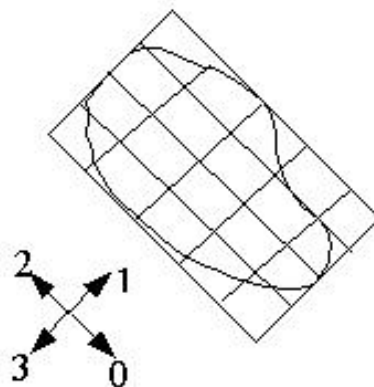
形状数



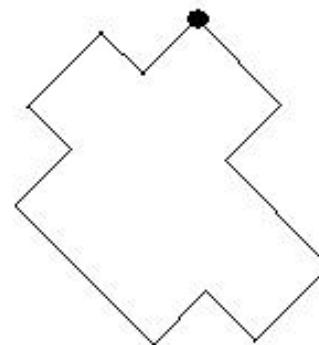
(a) 原边界



(b) 选取长短比最接近原边界的矩形以及相应坐标轴



(c) 将矩形进行等间隔划分。四方向如下面的坐标所示。



(d) 得到与边界最吻合的多边形。起始点用黑点标出。

链码: 00300323222121101

一阶差分码: 30310331300313031

形状数: 00313031303103313

获取形状数的步骤

傅里叶描述子

图像边界点序列 $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_{K-1}, y_{K-1})$

令

$$x(k) = x_k, y(k) = y_k$$

记

$$s(k) = x(k) + jy(k), \quad k = 0, 1, \dots, K-1$$

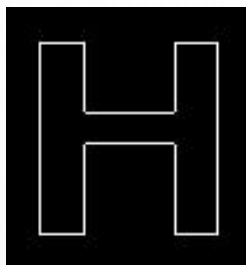
$$a(u) = \sum_0^{K-1} s(k) e^{-j2\pi uk/K}, \quad u = 0, 1, \dots, K-1$$

边界的傅立叶描述子

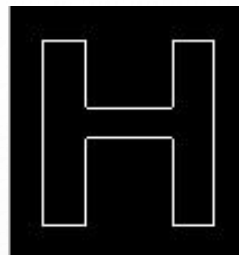
傅里叶描述子



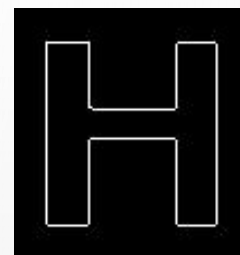
(A) 字母 ‘H’



(B) 边界图



(C) 全部傅立叶



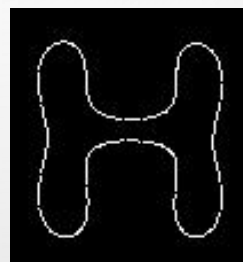
(D) 采用225项(50%)



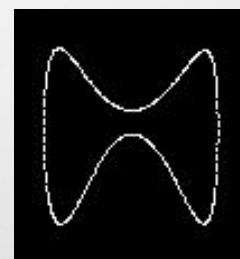
(E) 采用45项(10%)



(F) 采用27项(6%)



(G) 采用18项(4%)



(H) 采用9项(2%)

边界的傅立叶描述子及重构

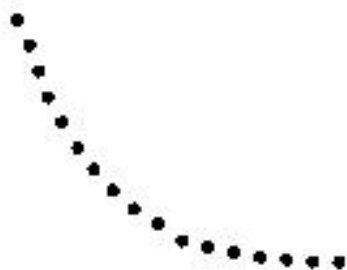
统计矩

统计矩： 用1-D函数描述边界曲线，易于实现
并且具有对边界形状的物理意义

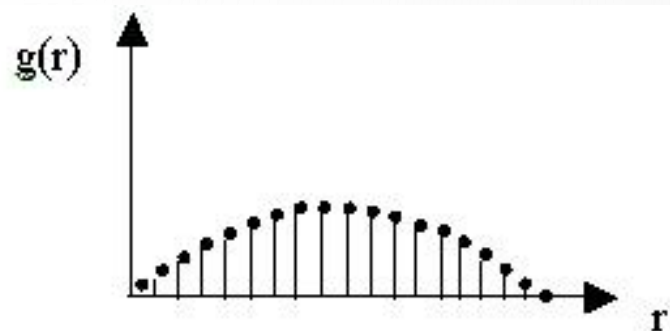
$$\mu_n = \sum_{i=0}^{K-1} (r_i - m)^n g(r_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{K-1} r_i g(r_i)$$

统计矩



(a) 边界分段



(b) 用 1-D 函数描述

统计矩描述

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{K-1} (r_i - m)^n g(r_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{K-1} r_i g(r_i)$$

区域描述

区域面积与重心

$A = \text{REGIONPROPS}(A, \text{'AREA'})$

$C = \text{REGIONPROPS}(A, \text{'CENTROID'})$

区域A的 { 面积
重心

重心计算

$$\bar{x} = \frac{1}{A} \sum_{(x,y \in R)} x$$

$$\bar{y} = \frac{1}{A} \sum_{(x,y \in R)} y$$

纹 理

反映像素灰度的空间分布属性的图像特征
通常变现为局部不规则但宏观有规律性

常用的纹理描述方法

👉 统计法

👉 频谱法

纹 理

统计法

统计法是基于图像的灰度直方图的特性来描述纹理

灰度均值 m 的 n 阶矩

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i)$$

L 为图像可能的灰度极

纹 理

统计法

均值

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i)$$

标准差

$$\sigma = \sqrt{\mu_2(z)}$$

平滑度

$$R = 1 - 1/(1 + \mu_2)$$

一致性

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i)$$

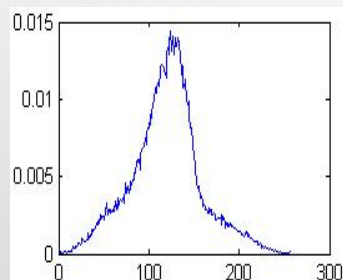
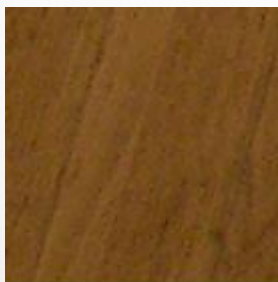
熵

$$e = - \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i)$$

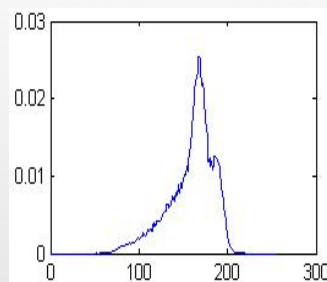
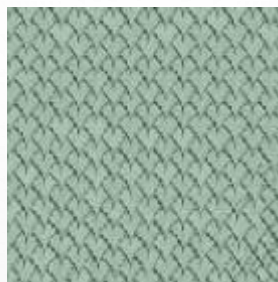
常用的纹理的统计度量

纹 理

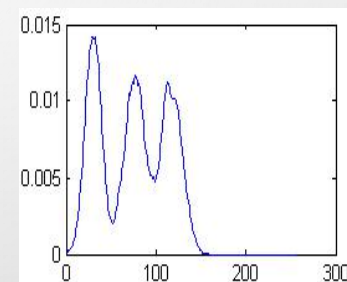
统计法



木纹



周期纹理



砖块

纹理图像及其直方图

纹 理

频谱法



(A) 鹅卵石



(B) 沙石



(C) 鹅卵石频谱图



(D) 沙石频谱图

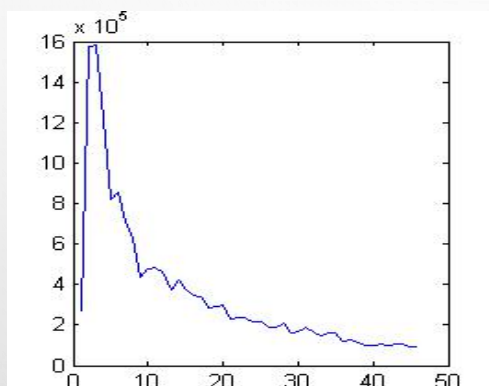
纹理图像及其频谱图

纹 理

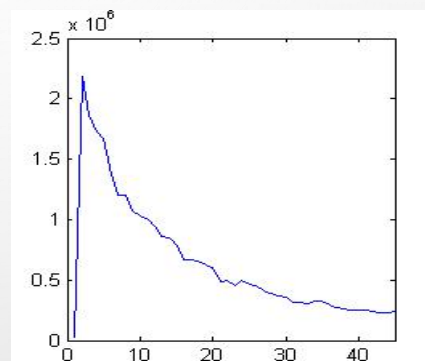
频谱法

$$S(r) = \sum_{\theta=0}^{\pi} S_{\theta}(r)$$

$$S(\theta) = \sum_{r=1}^{R_0} S_r(\theta)$$



(a) 鹅卵石图像的 $S(r)$

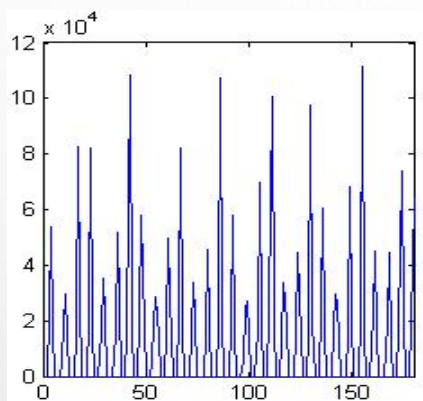


(b) 沙石图像的 $S(r)$

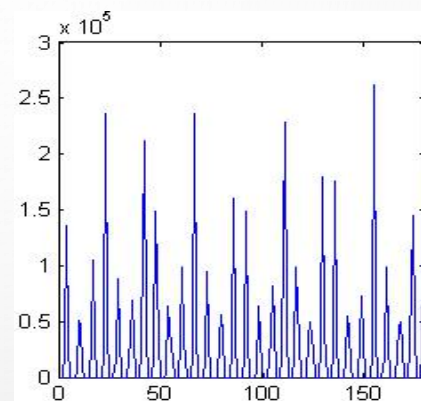
纹理图像的频谱特征

纹理

频谱法



(c) 鹅卵石图像的 $S(\theta)$



(d) 沙石图像的 $S(\theta)$

纹理图像的频谱特征