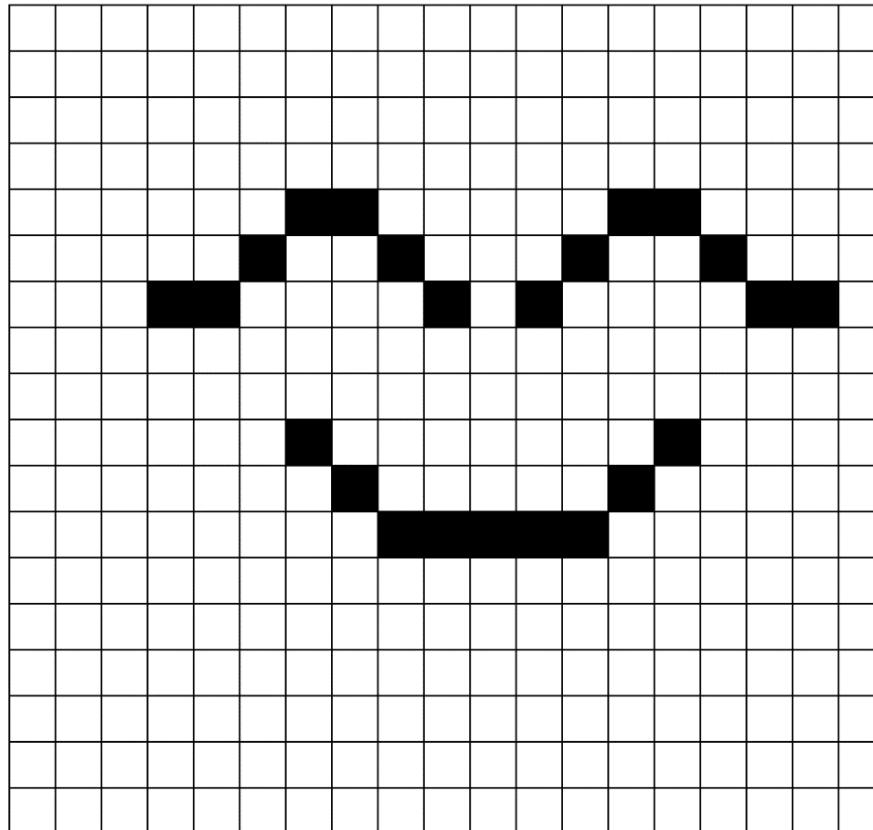


数字图像处理

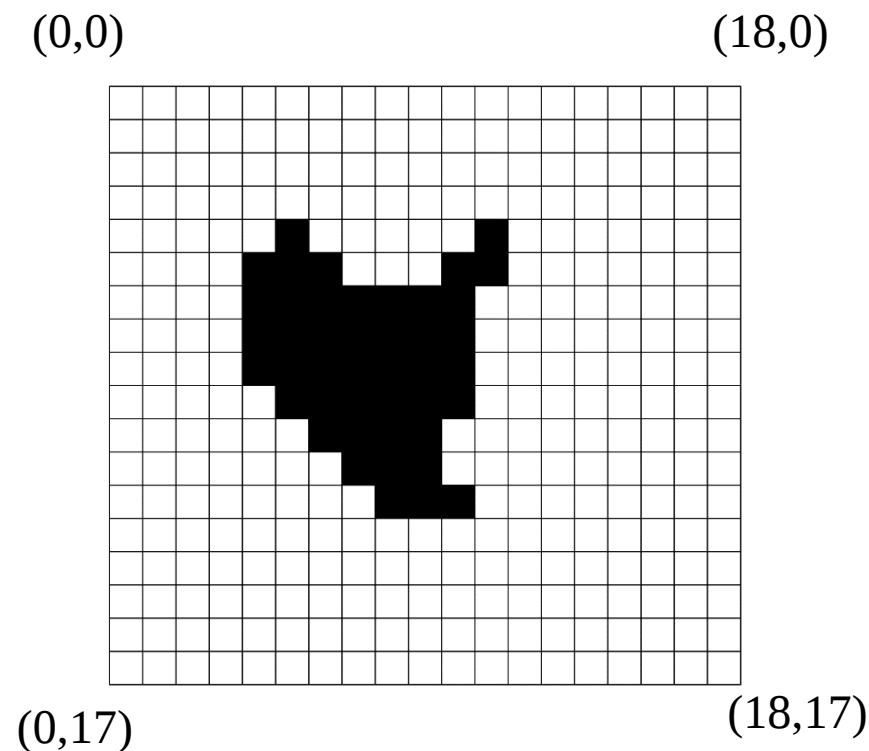
二值图像与像素关系

二值图像



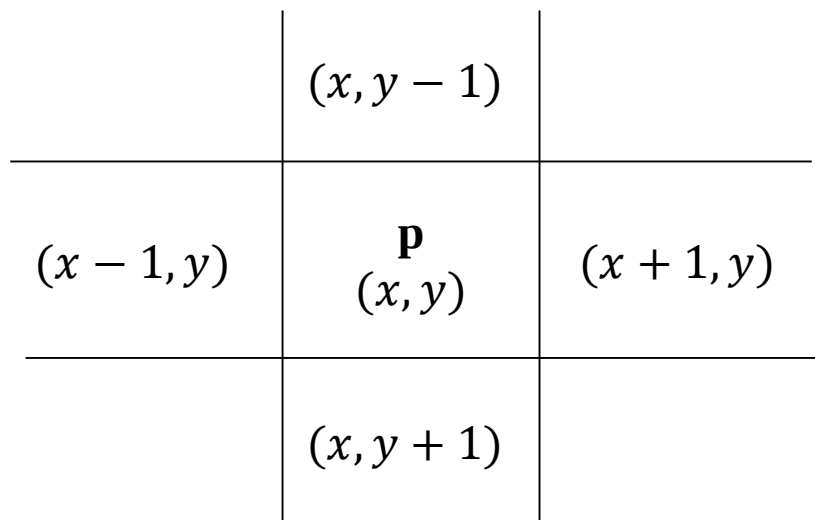
像素关系

- 图像可以表示为 $f(x, y)$
 - (x, y) 表示像素位置



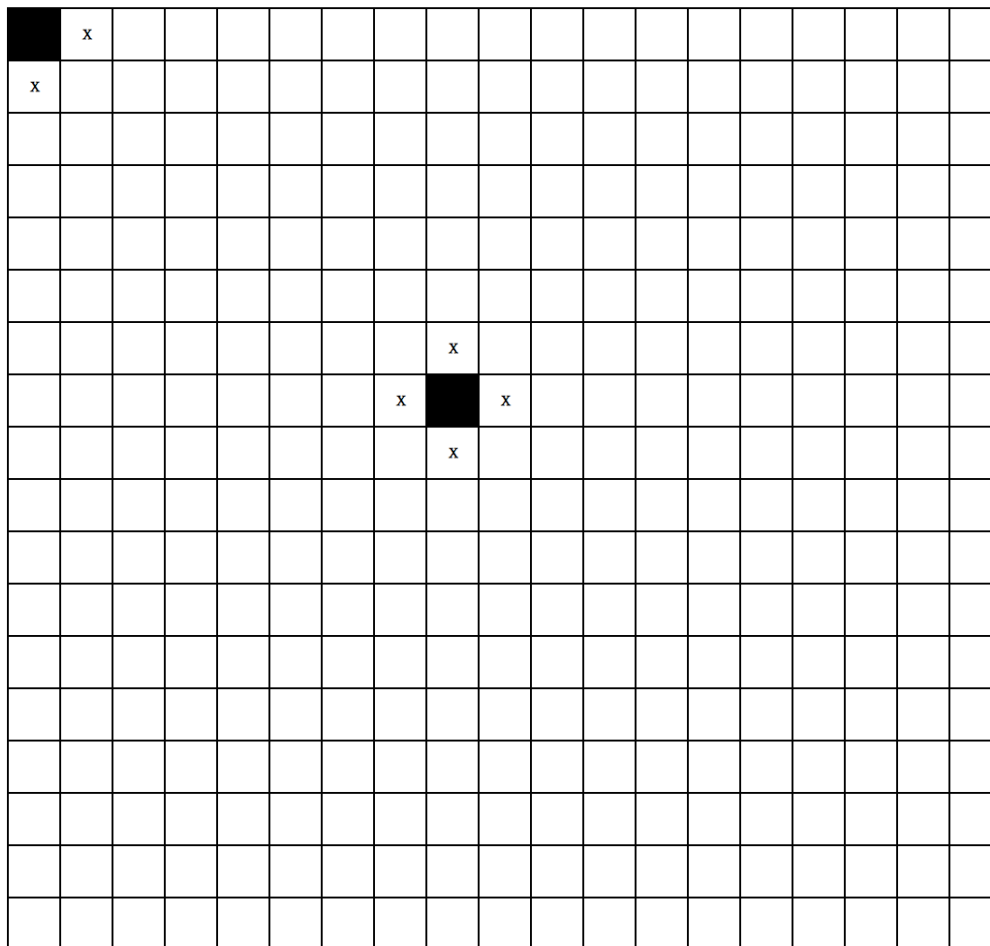
像素关系

- 邻域关系：4邻域
 - 邻域距离： ≤ 1
 - $N_4(p)$



像素关系

- 邻域关系：4邻域
 - 邻域距离： ≤ 1
 - $N_4(p)$



像素关系

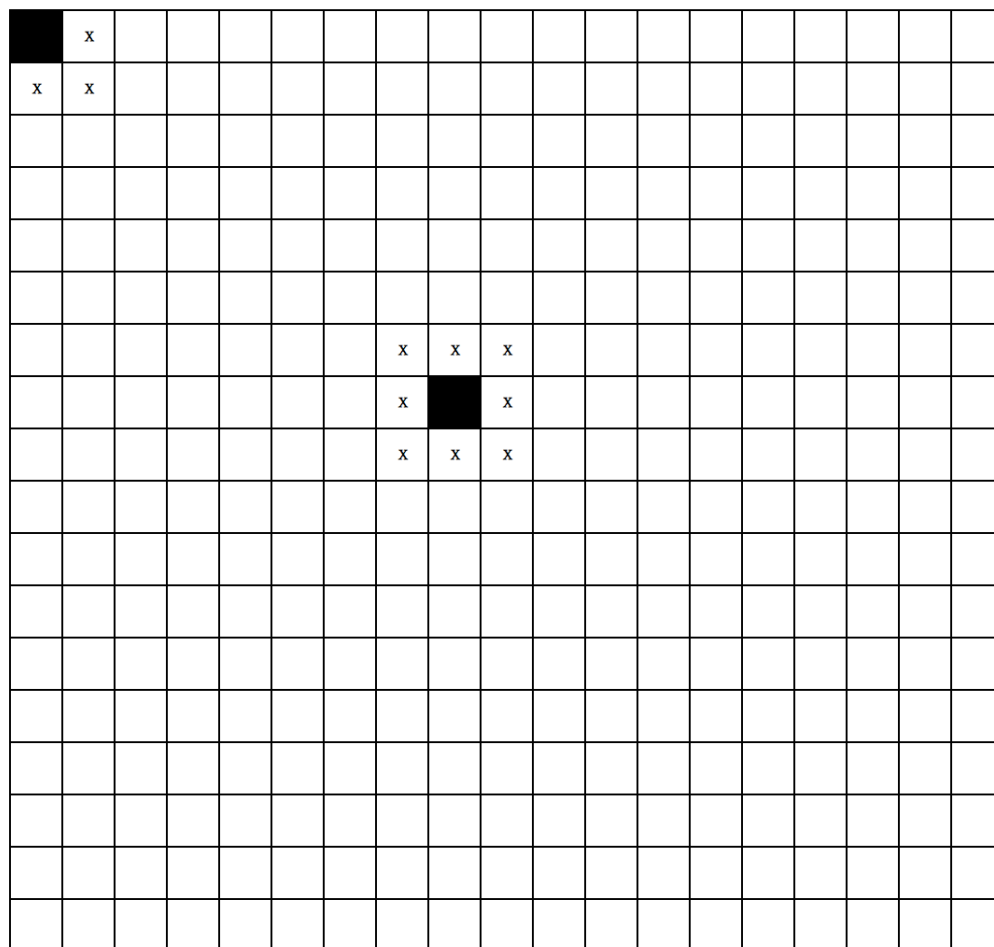
- 邻域关系：8邻域
 - 邻域距离： < 2
 - $N_8(p) = N_4(p) + ND(p)$ 对角线邻域

$(x - 1, y - 1)$	$(x, y - 1)$	$(x + 1, y - 1)$
$(x - 1, y)$	p (x, y)	$(x + 1, y)$
$(x - 1, y + 1)$	$(x, y + 1)$	$(x + 1, y + 1)$

邻域数量？

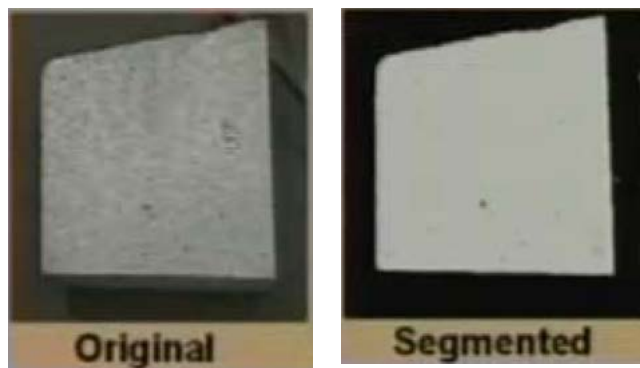
像素关系

- 邻域关系：8邻域
 - 邻域距离： < 2
 - $N_8(p)$



像素关系

- 连接关系
 - 分离物体
 - 鉴定边界



像素关系

- 连接关系

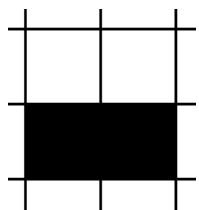
- 在二值图像上通过邻域进行定义

- p 是 q 的邻域 (N_4, N_D, N_8)

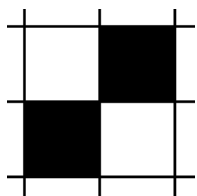
- 4连接 $\rightarrow p$ 属于 $N_4(q)$

- 8连接 $\rightarrow p$ 属于 $N_8(q)$

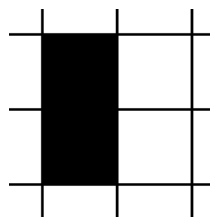
- m 连接 $\rightarrow p$ 属于 $N_D(q)$ 并且 $N_4(p)$ 交 $N_4(q)$ 为空



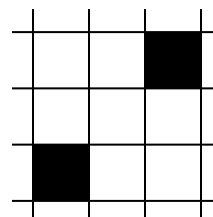
4,8连接



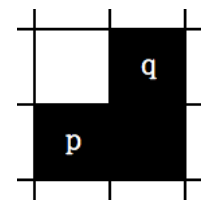
8连接



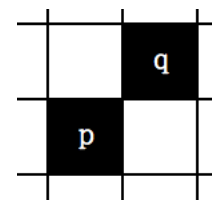
4,8连接



不连接



非m连接



m连接

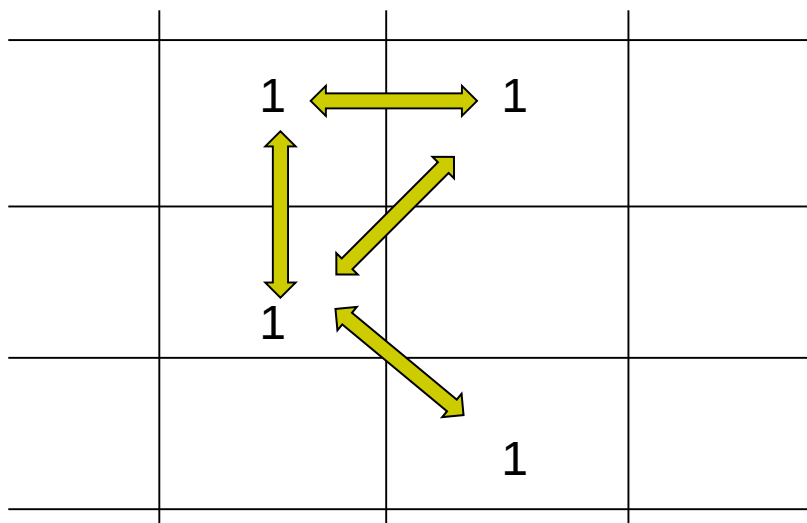
像素关系

- 连接关系

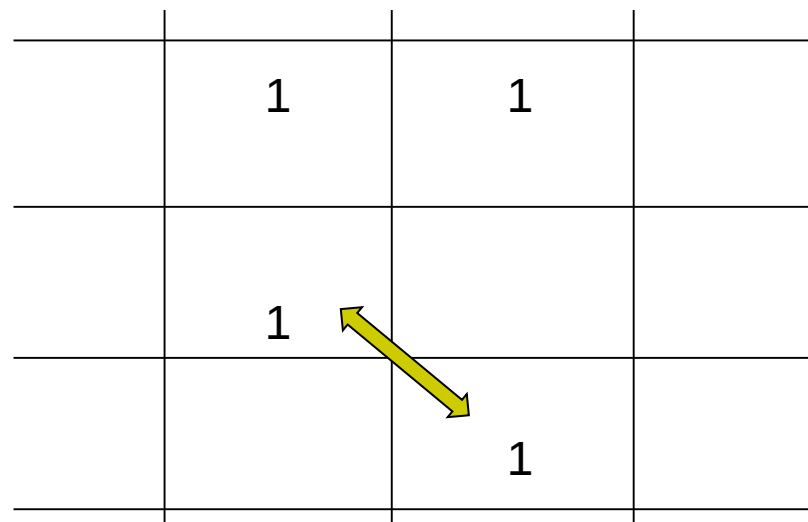
- 在二值图像上通过邻域进行定义

- p 是 q 的邻域 (N_4, N_D, N_8)

- m 连接 $\rightarrow p$ 属于 $N_D(q)$ 并且 $N_4(p) \cap N_4(q)$ 为空



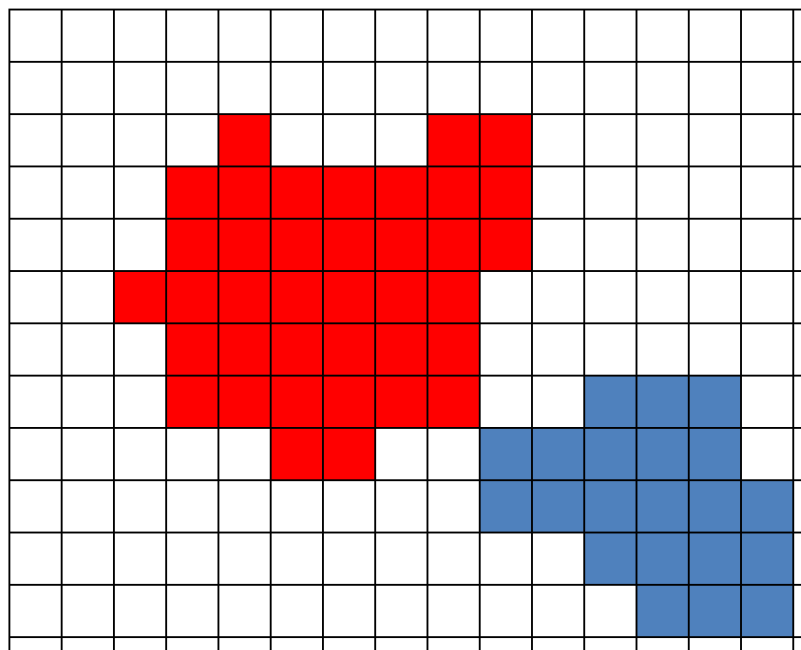
8连接



m连接

像素关系

- 邻接关系：
 - 有连接关系(4、8、 m)的像素 q, p 是邻接关系
 - 两个子图像 S_1, S_2 ，如果存在 S_1 中的某像素与 S_2 中的某像素是邻接关系，则两子图像是邻接关系



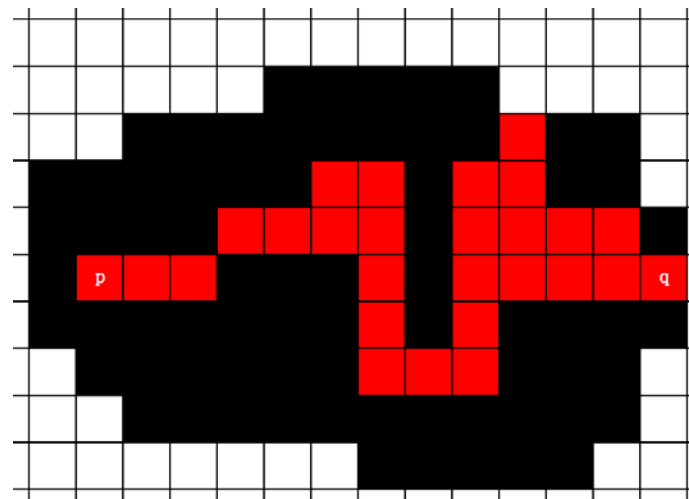
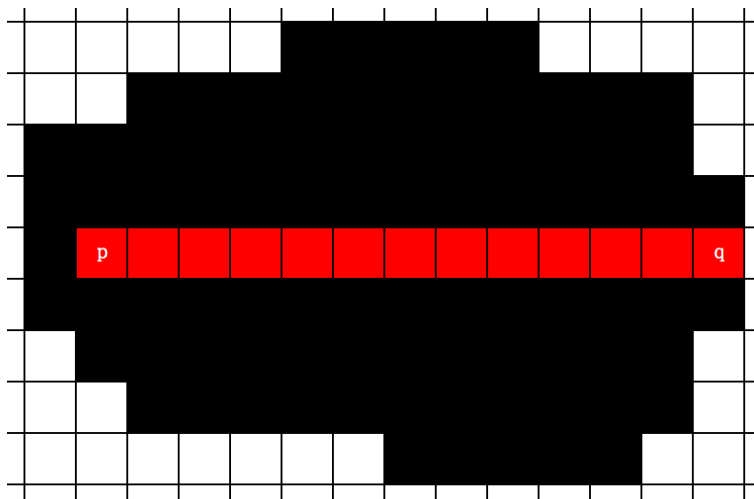
像素关系

- 路径

- 从 p 到 q 的路径是一个像素序列

$p_1, p_2, \dots, p_n$ 其中 $p_1 = p, p_n = q$

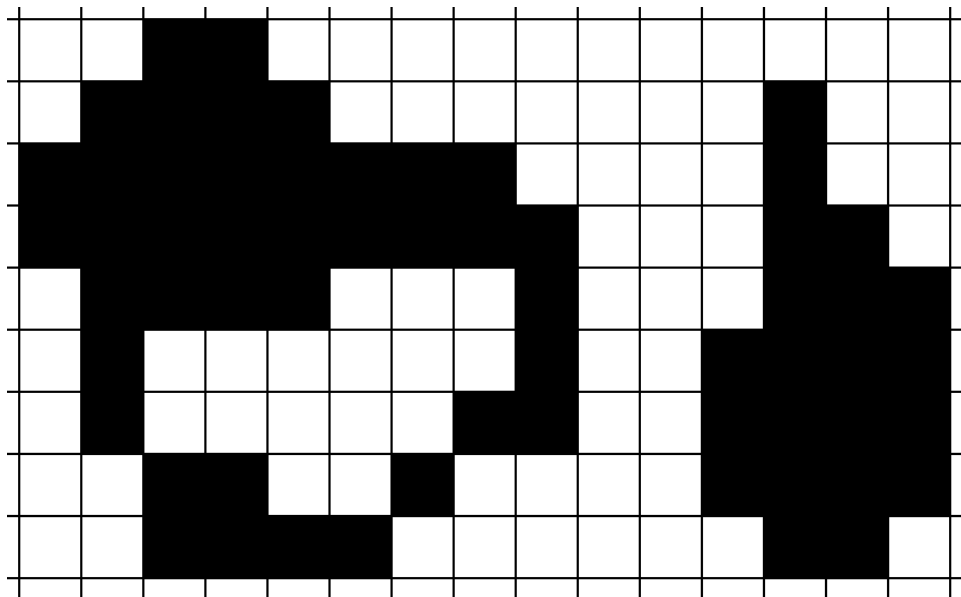
- 并且 p_i 与 p_{i+1} 邻接, 当 $i = 1, 2, \dots, n - 1$



像素关系

- 联通：
 - 像素 p 、 q 之间存在一条路径，则称 p 、 q 联通
- 联通分量：
 - 图像 S 中的任何一个像素 p ，与 p 联通的所有像素的集合构成一个联通分量
 - 联通分量中的所有像素两两联通

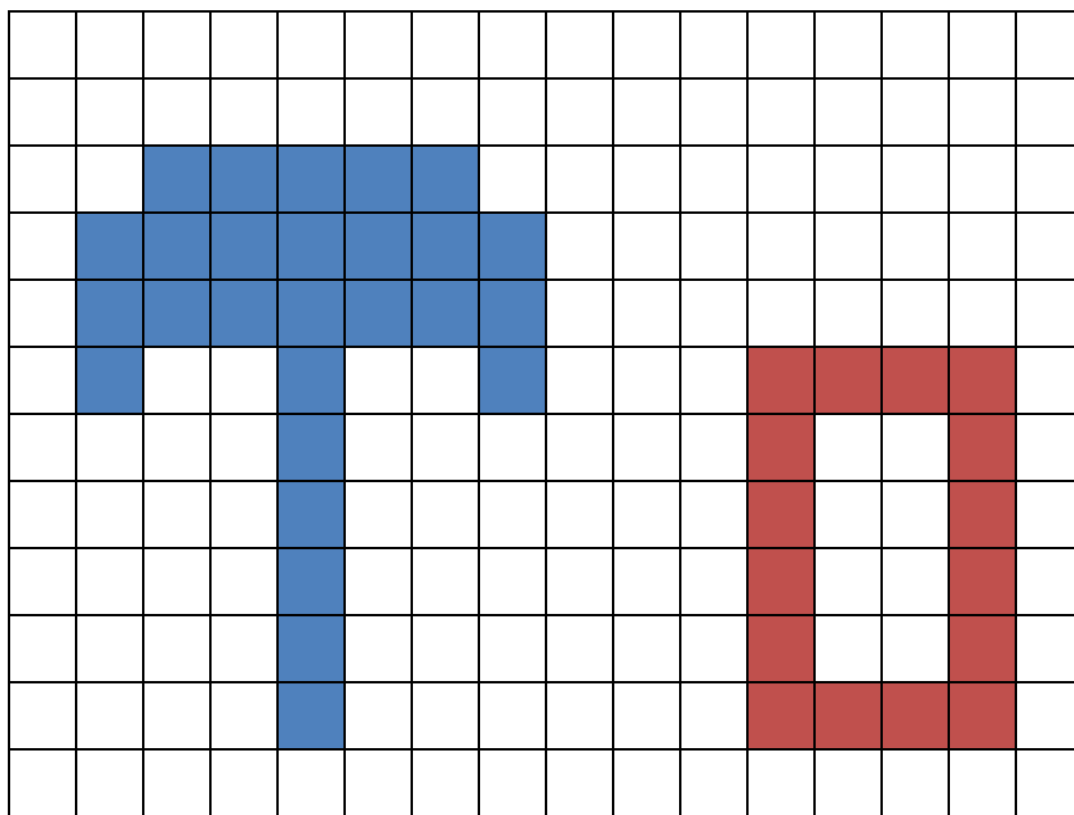
像素关系



- 联通分量：
 - 4连接： 4联通分量
 - 8连接： 2联通分量
 - m连接： 2联通分量（=8连接）

像素关系

- 对象分割：标记联通分量
 - 用于后续的形状、边界、区域的自动分析

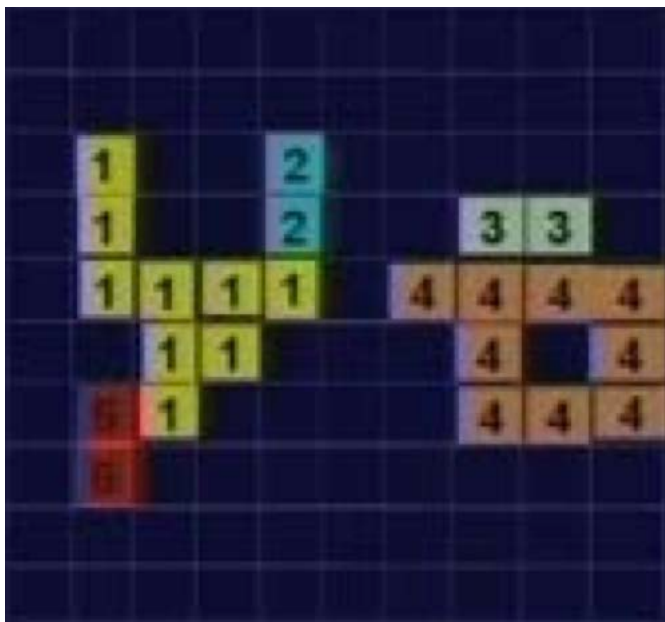


像素关系

- 对象分割：标记联通分量
- 算法：
 - 1、从左往右，从上往下扫描图像像素
 - 2、如果像素未与已扫描像素邻接，则给出标记
 - 3、如果像素只与一个已扫描像素连接，则标记为已扫描像素标记
 - 4、如果像素与多个已扫描像素连接，则标记为其中一个已扫描像素，并记录等价标记

像素关系

- 对象分割：标记联通分量
- 算法：



等价标记：

(1,2)

(3,4)

(1,5)

像素关系

- 距离：

$D(\cdot, \cdot)$ 是距离函数，当且仅当对于任意的向量 p, q, z

- 正定性： $D(p, q) \geq 0$ ，当且仅当 $p = q$ 时 $D(p, q) = 0$ ；
- 对称性： $D(p, q) = D(q, p)$ ；
- 三角不等式： $D(p, q) \leq D(p, z) + D(q, z)$.

- 常见距离：

Minkowski 距离

$$D(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = \left(\sum_{i=1}^n |p_i - q_i|^k \right)^{\frac{1}{k}}$$

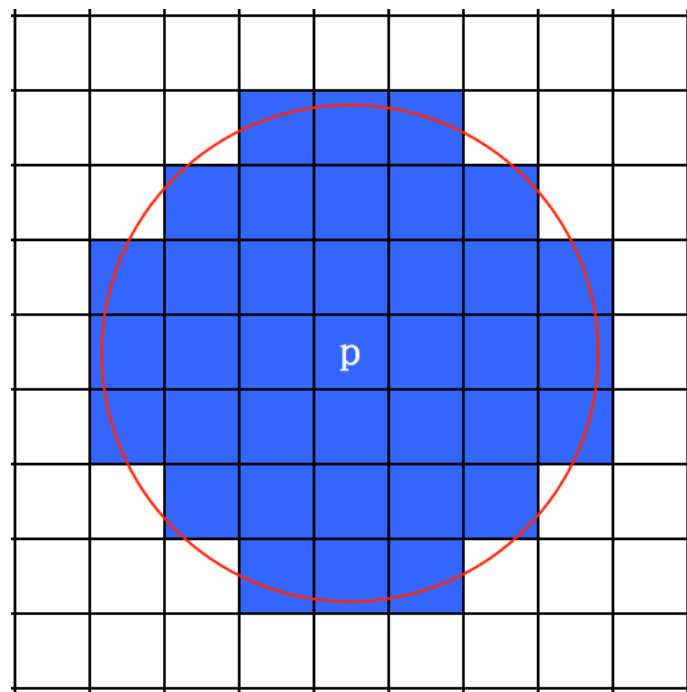
像素关系

- Minkowski距离:

$$D(p, q) = \left(\sum_{i=1}^n |p_i - q_i|^k \right)^{\frac{1}{k}}$$

当 $k = 2$ 时,

$$D_2(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$



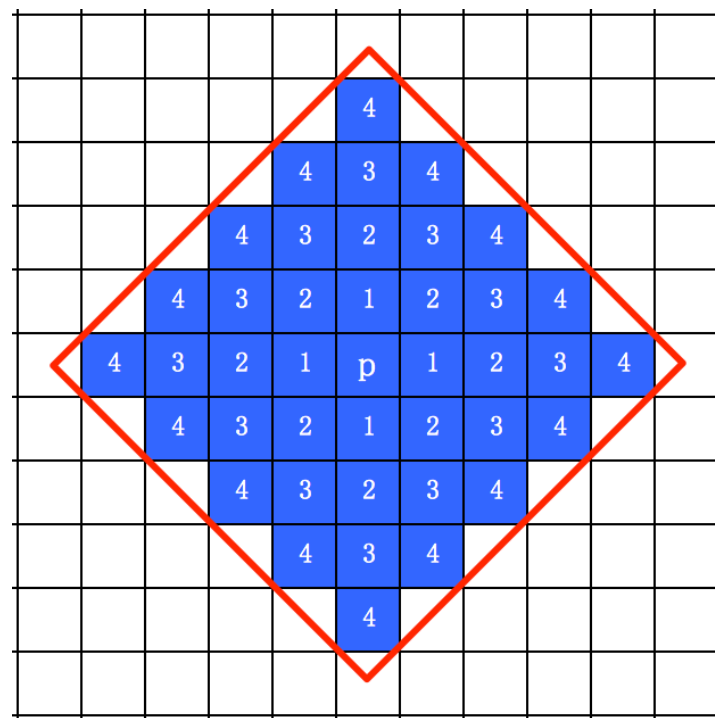
像素关系

- Minkowski距离:

$$D(p, q) = \left(\sum_{i=1}^n |p_i - q_i|^k \right)^{\frac{1}{k}}$$

当 $k = 1$ 时,

$$D_1(p, q) = \sum_{i=1}^n |p_i - q_i|$$



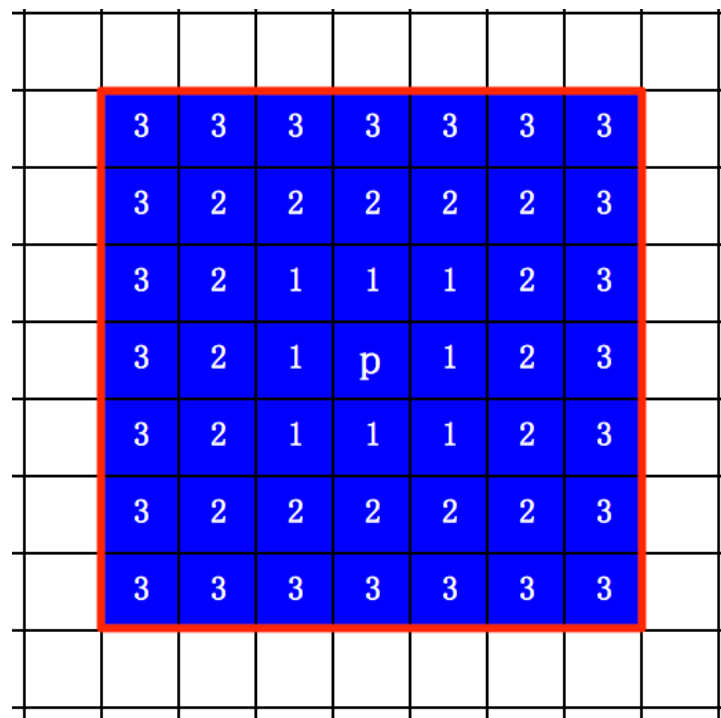
像素关系

- Minkowski距离:

$$D(p, q) = \left(\sum_{i=1}^n |p_i - q_i|^k \right)^{\frac{1}{k}}$$

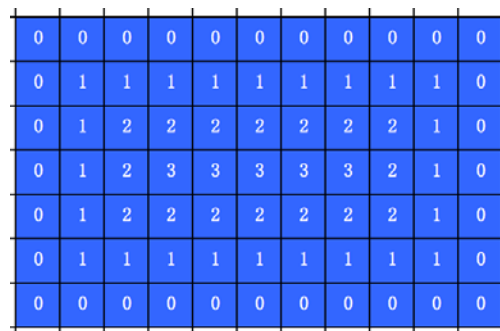
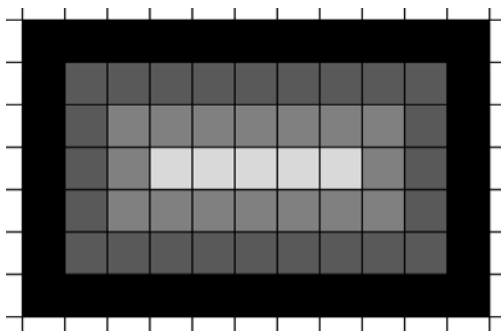
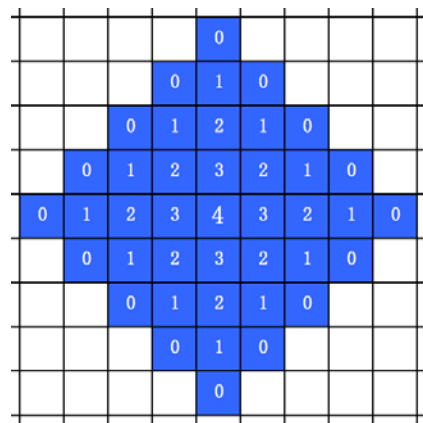
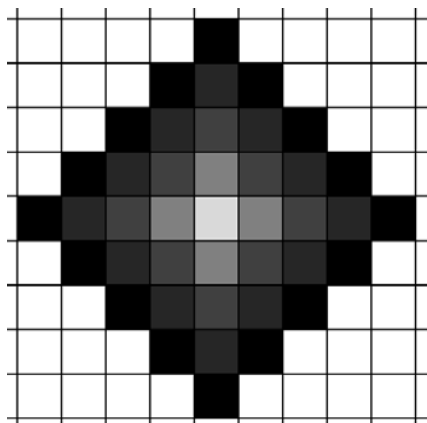
当 $k = +\infty$ 时,

$$D_{\infty}(p, q) = \max_{i=1,2,\dots,n} |p_i - q_i|$$



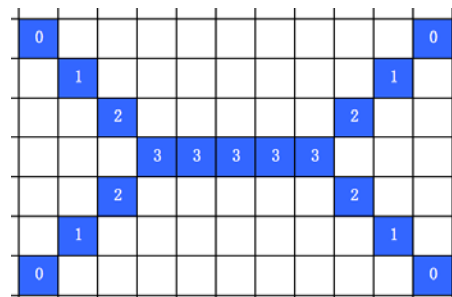
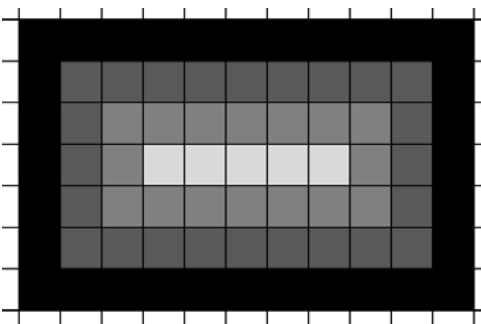
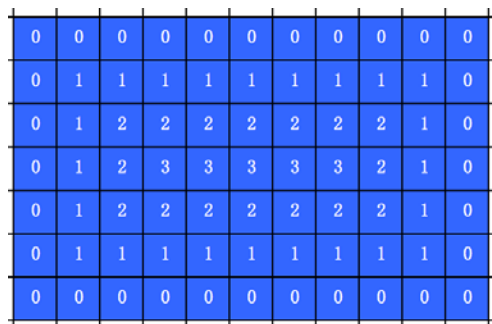
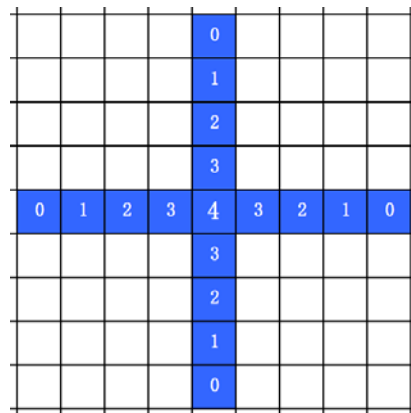
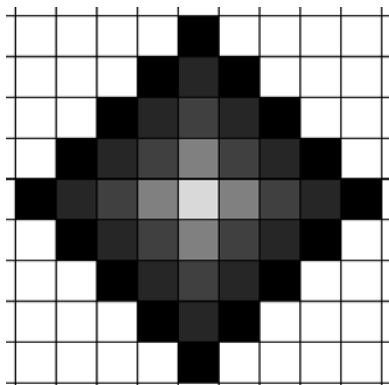
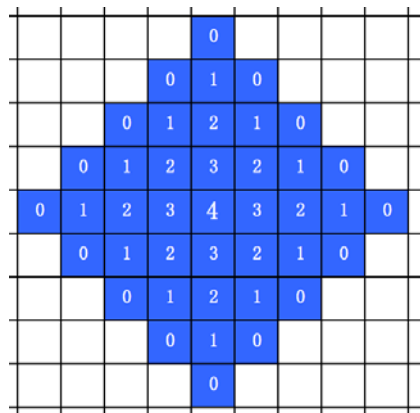
骨架抽取

一种骨架抽取方法：计算每个点到边缘的距离



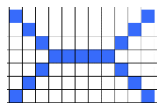
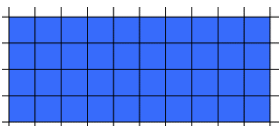
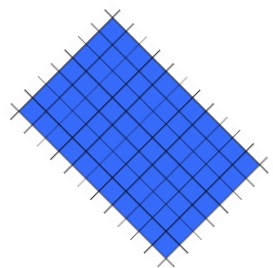
骨架抽取

一种骨架抽取方法：计算每个点到边缘的距离

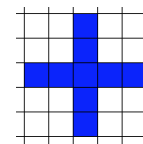
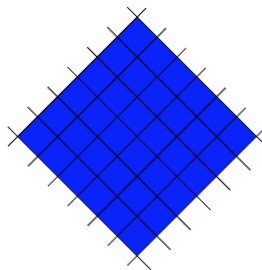
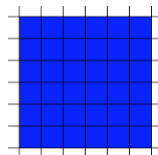


骨架抽取

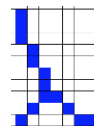
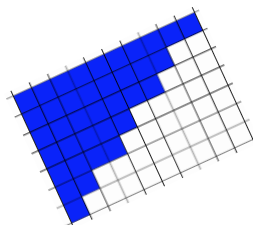
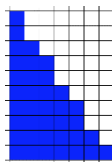
- 用于一些图形的区分



3交点: 2
4交点: 0



3交点: 0
4交点: 1



3交点: 1
4交点: 0

骨架抽取

- 计算距离图像：

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	2	3	3	3	3	3	2	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

骨架抽取

- 计算距离图像：

初始化距离为无穷大

边缘点：8邻域有背景点，距离为0

非边缘点：距离为8邻域中最小距离+1

反复扫描图像，重复上面步骤

第一遍

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	2	3	3	3	3	3	2	1	0
0	1	2	3	4	4	4	3	2	1	0
0	1	2	3	4	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

最终

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	2	3	3	3	3	3	2	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

骨架抽取

- 计算骨架图像：
 - 1. 最大值在骨架上
 - 2. 以最小剃度扩展

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	2	3	3	3	3	3	2	1	0
0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0										0
	1								1	
		2						2		
			3	3	3	3	3			
		2						2		
	1								1	
0										0

思考题

- 1、什么是4邻域和8邻域？
- 2、为什么需要引入 m 连接？
- 3、能够按照4连通和8连通判断连通分量