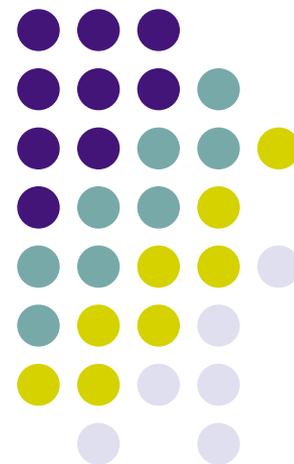
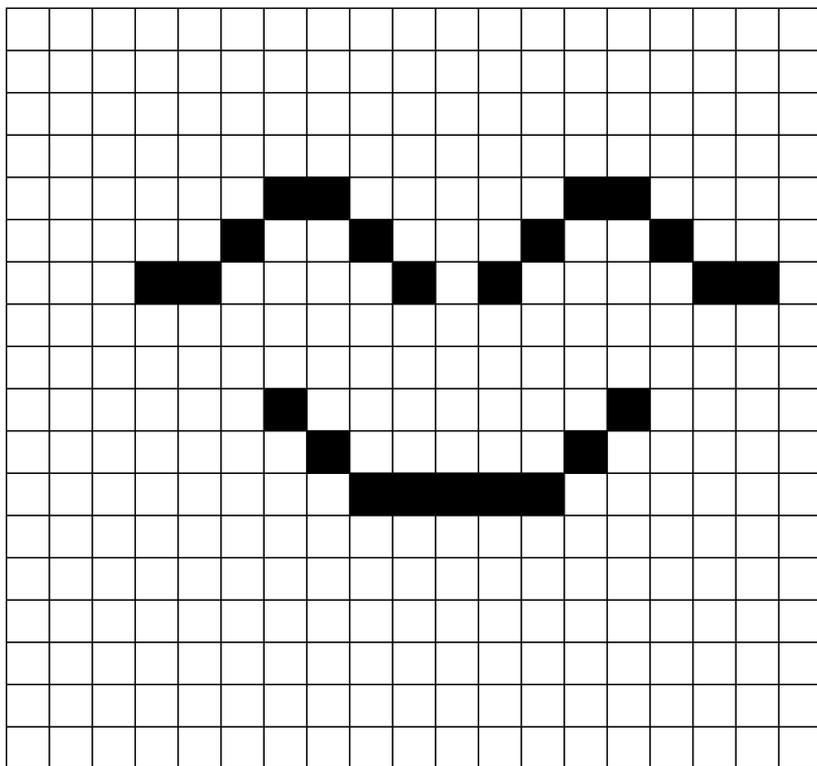


# 数字图像处理

## 像素关系与二值图像



# 二值图像

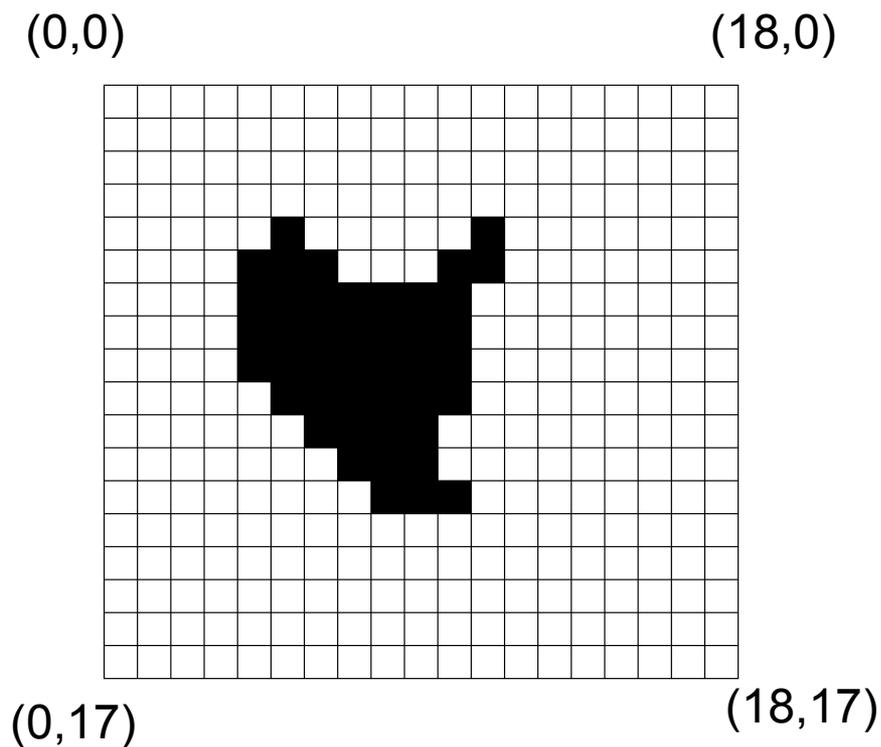


- Matlab中二值图像的表达

# 像素关系



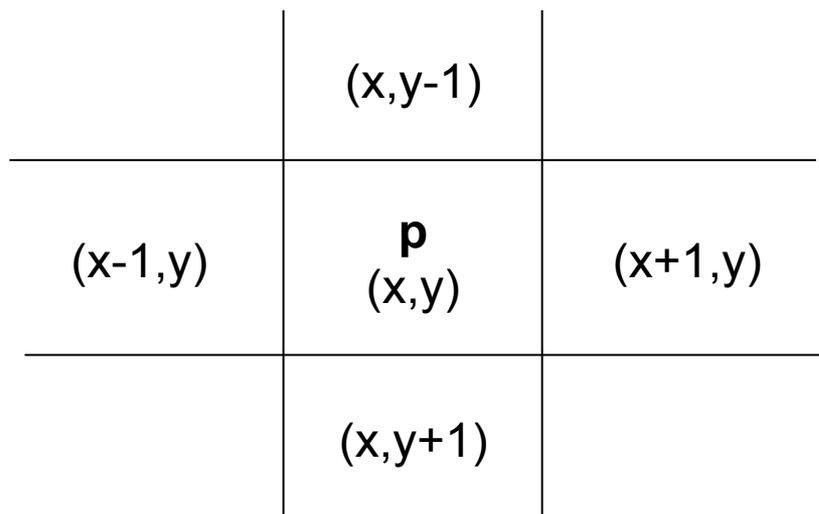
- 图像可以表示为 $f(x,y)$ 
  - $(x,y)$  表示像素位置



# 像素关系



- 邻域关系：4邻域
  - 邻域距离： $\leq 1$
  - $N_4(p)$

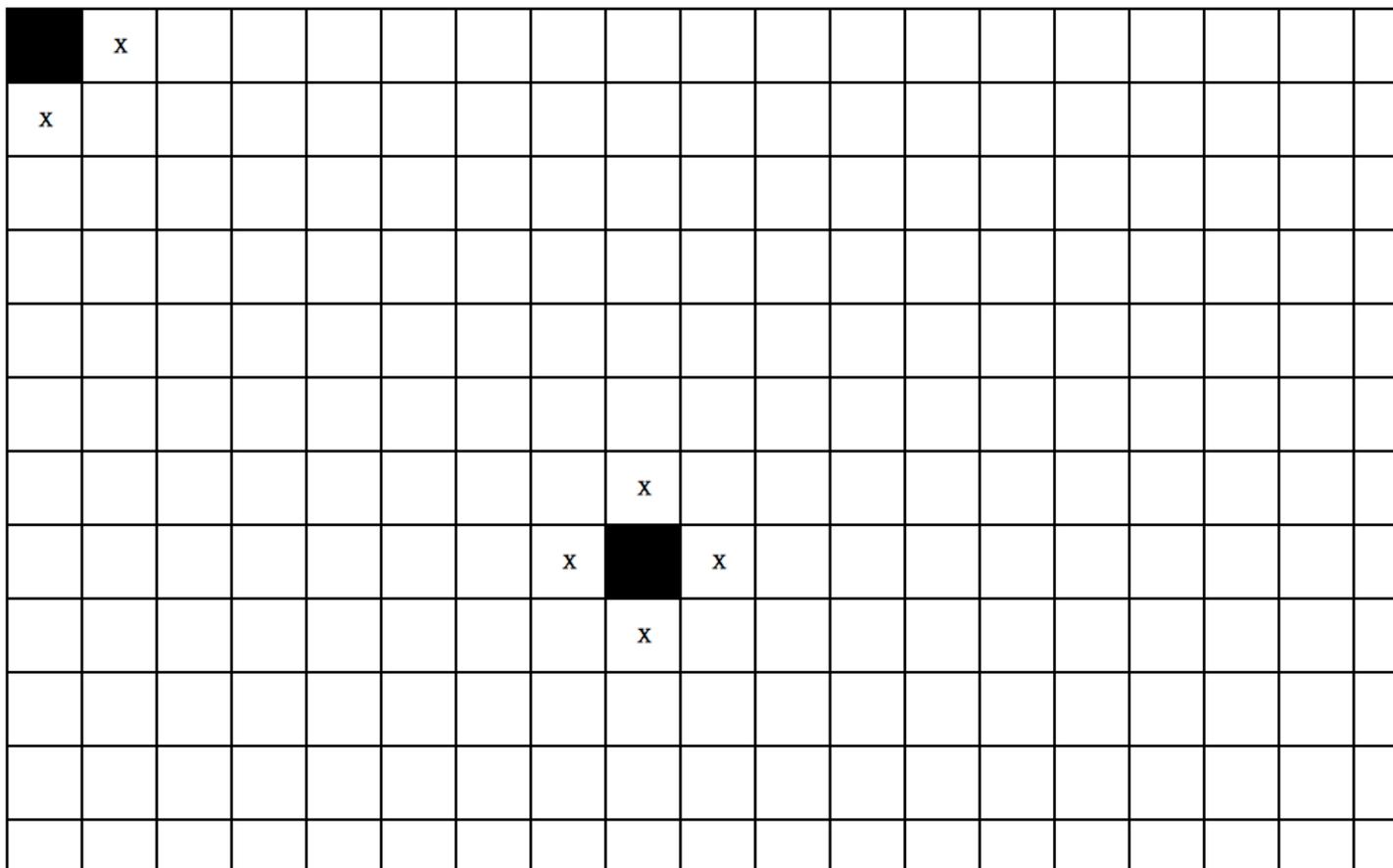


邻域数量？

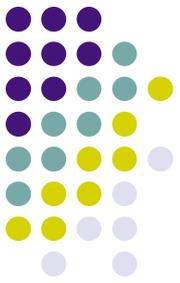
# 像素关系



- 邻域关系：4邻域
  - 邻域距离： $\leq 1$
  - $N_4(p)$



# 像素关系



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

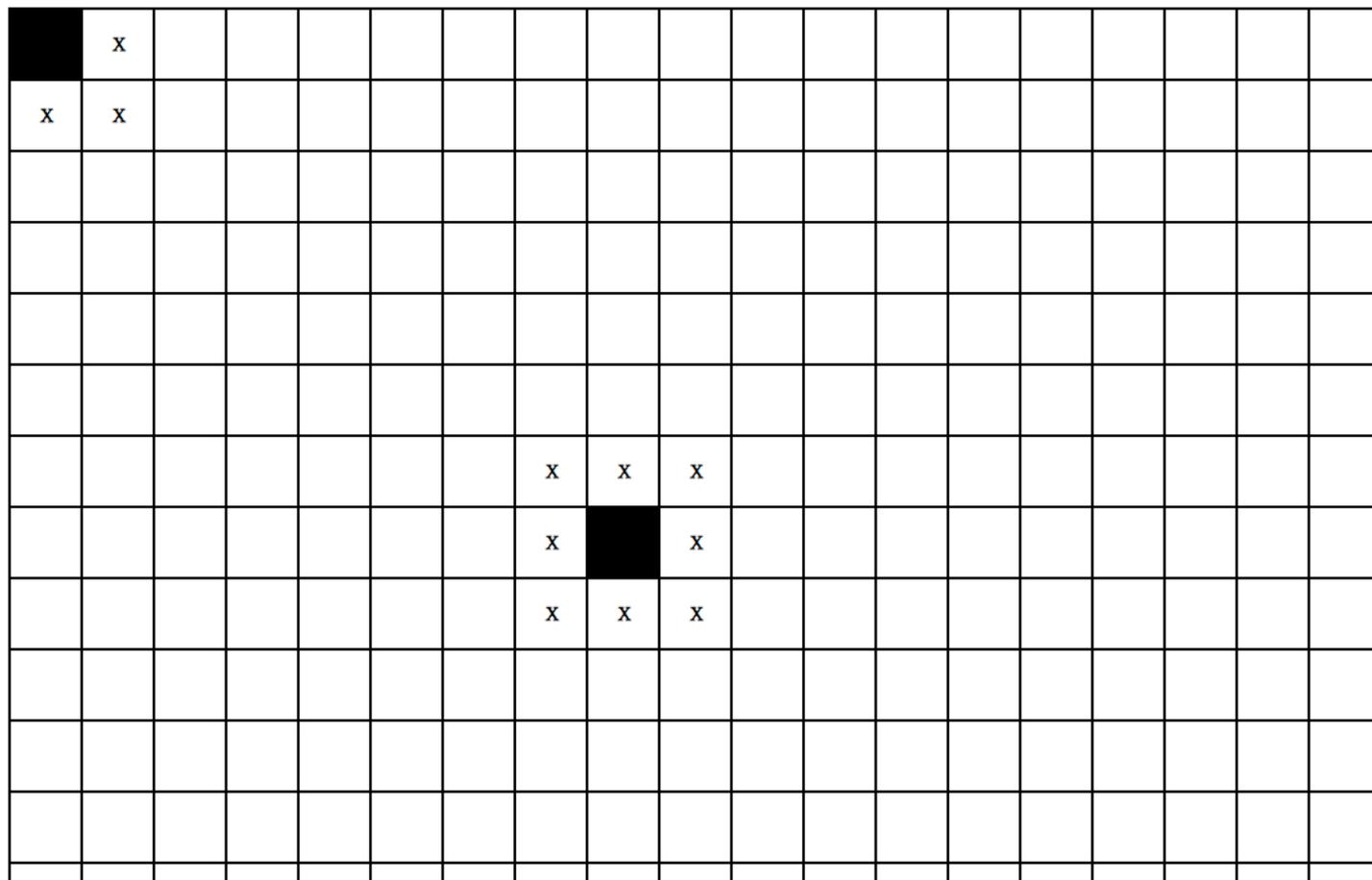
$(x-1,y-1)$	$(x,y-1)$	$(x+1,y-1)$
$(x-1,y)$	<b>p</b> $(x,y)$	$(x+1,y)$
$(x-1,y+1)$	$(x,y+1)$	$(x+1,y+1)$

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

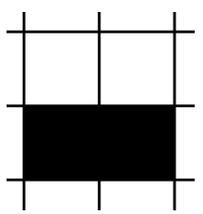


# 像素关系

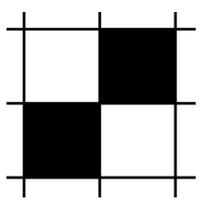


- 连接关系

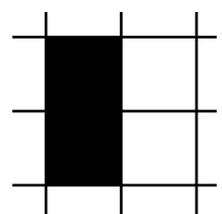
- 在二值图像上通过邻域进行定义
- $p$ 是 $q$ 的邻域 ( $N_4, N_D, N_8$ )
  - 4连接- $\rightarrow$   $p$ 属于 $N_4(q)$
  - 8连接- $\rightarrow$   $p$ 属于 $N_8(q)$
  - $m$ 连接- $\rightarrow$   $p$ 属于 $N_D(q)$  并且  $N_4(p)$  交  $N_4(q)$ 为空



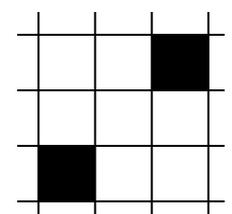
4,8连接



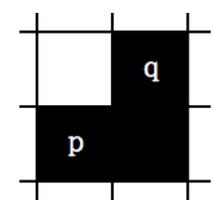
8连接



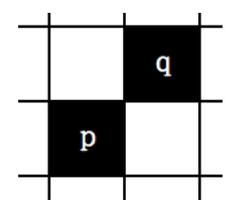
4,8连接



不连接

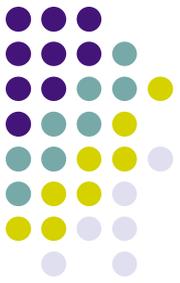


非 $m$ 连接



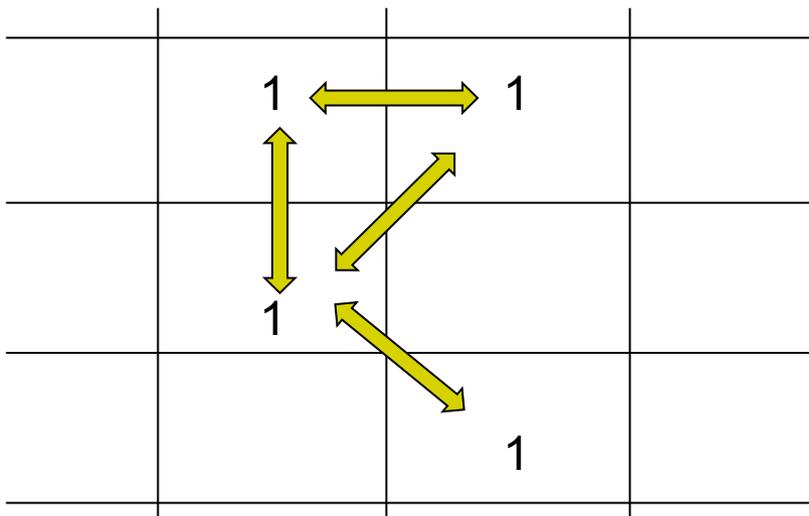
$m$ 连接

# 像素关系

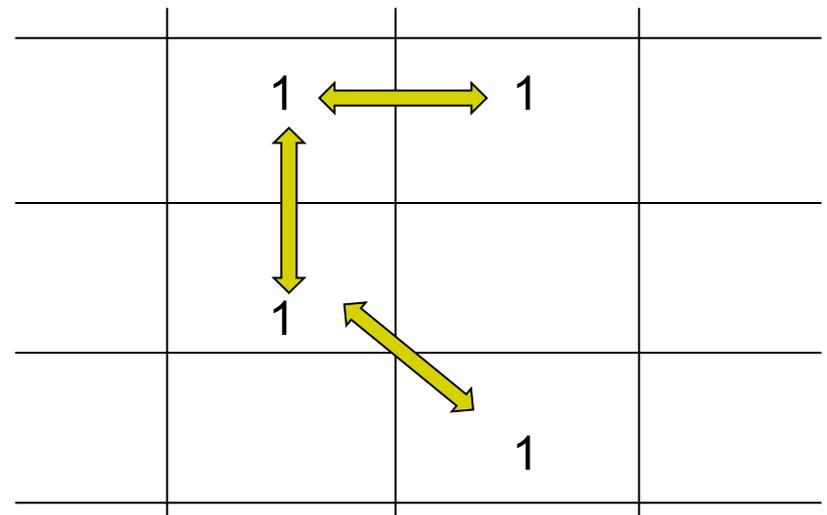


- 连接关系

- 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

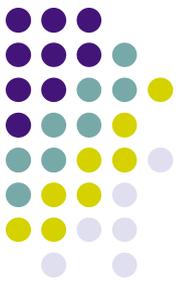


8连接

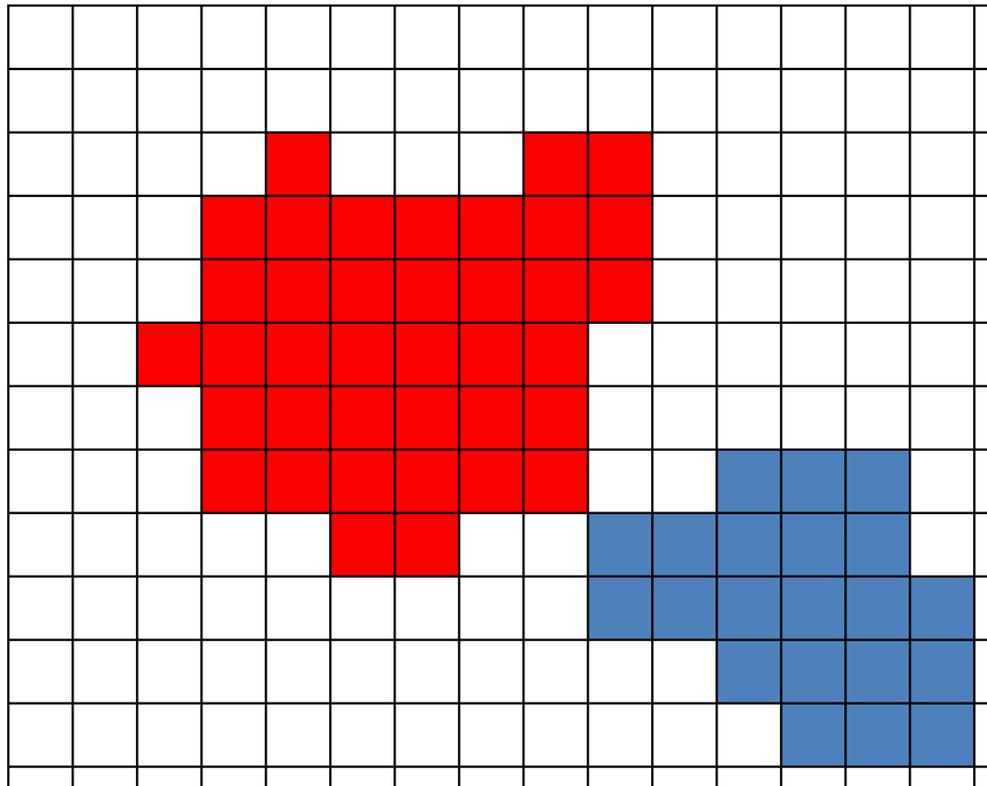


m连接

# 像素关系



- 邻接关系：
  - 有连接关系（4、8、m）像素q，p是邻接关系
  - 两个子图像S1, S2，如果存在S1中的某像素与S2中的某像素是邻接关系，则两子图像是邻接关系

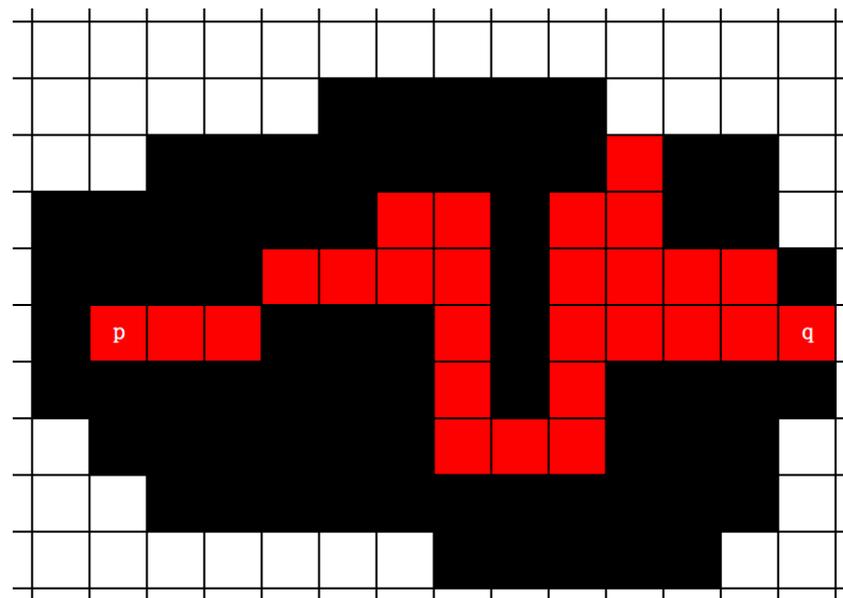
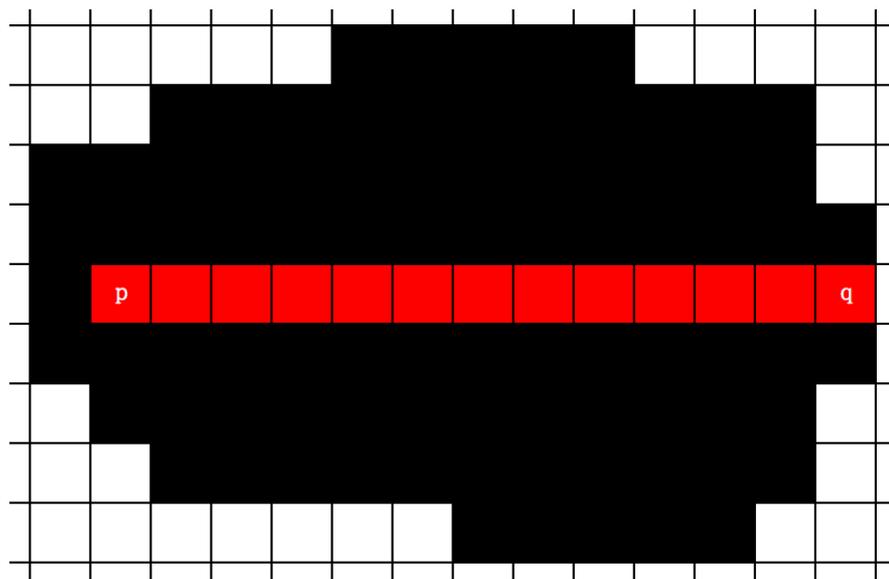


# 像素关系



- 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  $i=1, 2, \dots, n-1$

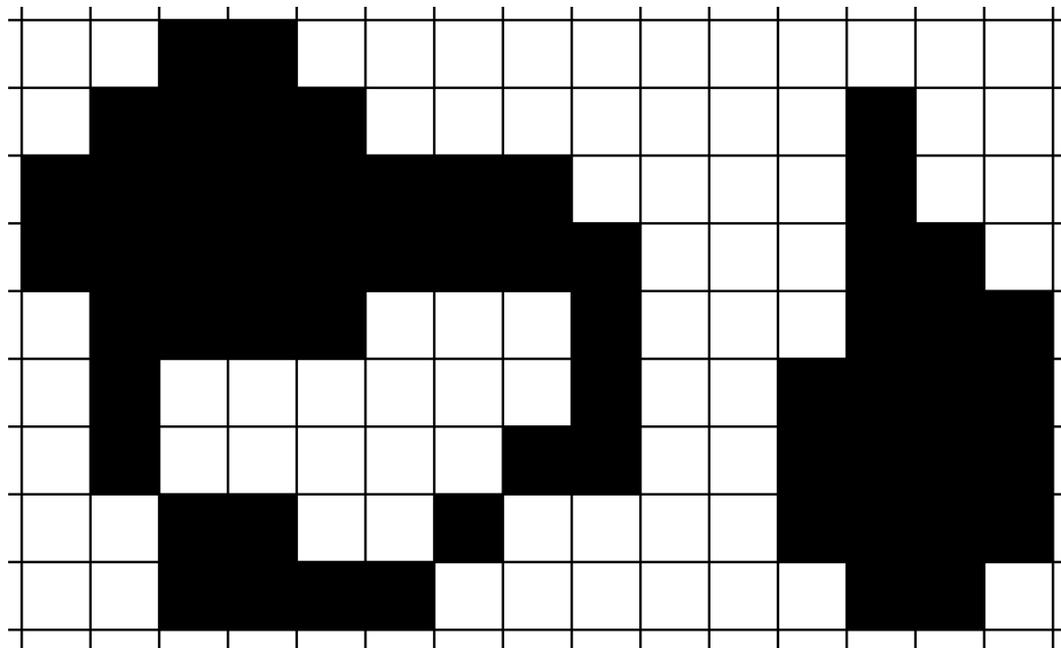


# 像素关系



- 联通：
  - 像素 $q$ 、 $p$ 之间存在一条路径，则称 $q$ 、 $p$ 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

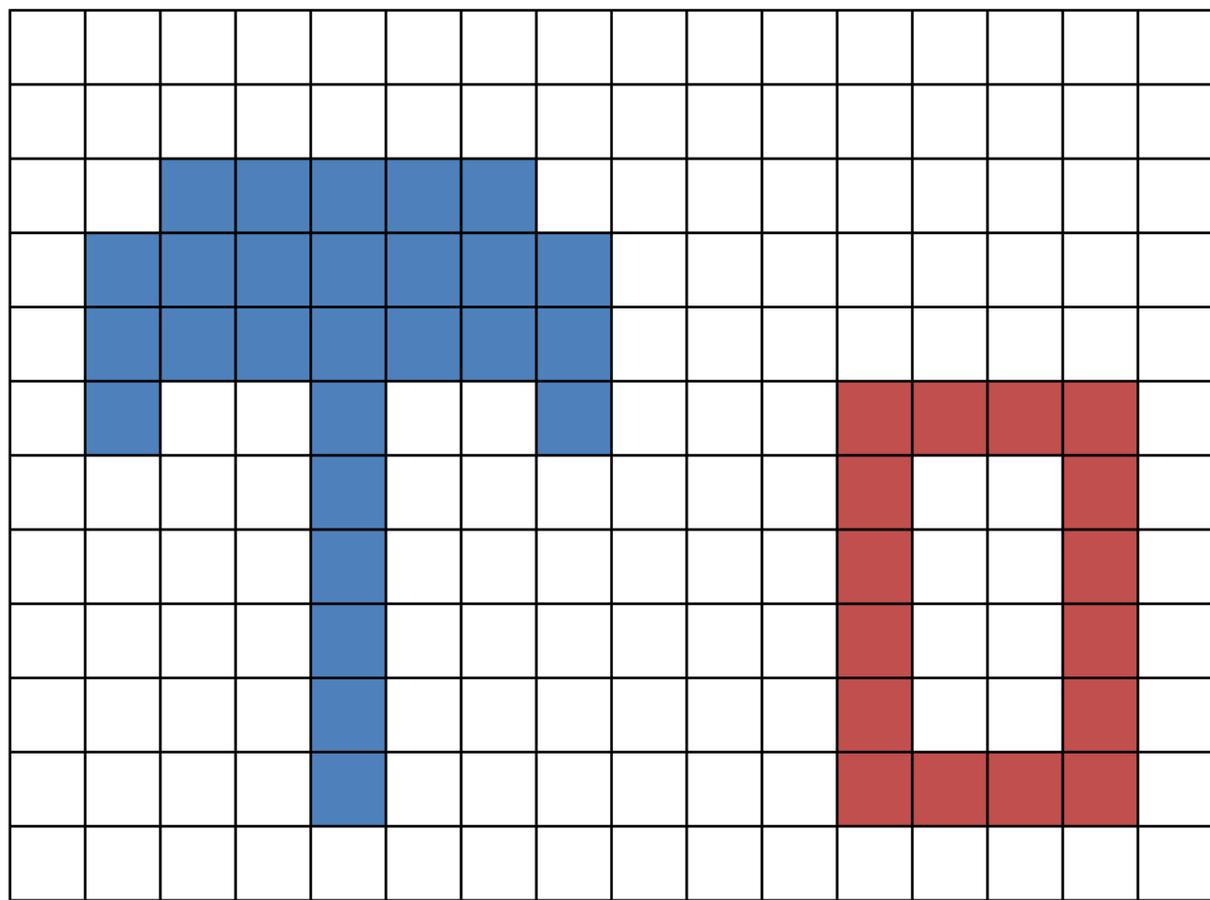


- 联通分量：
  - 4连接：4联通分量
  - 8连接：2联通分量
  - m连接：2联通分量 (= 8连接)

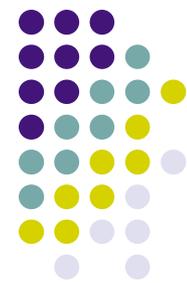
# 像素关系



- 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：

从左往右，从上往下扫描图像像素

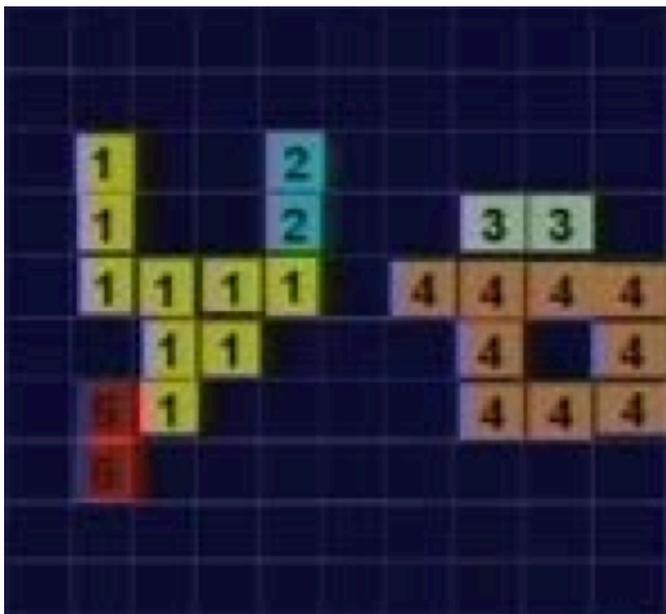
如果像素未与已扫描像素邻接，则给出标记

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

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，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:

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

$$D(p, q) \geq 0$$

$$D(q, q) = 0$$

$$D(p, q) \geq D(p, z) + D(q, z)$$

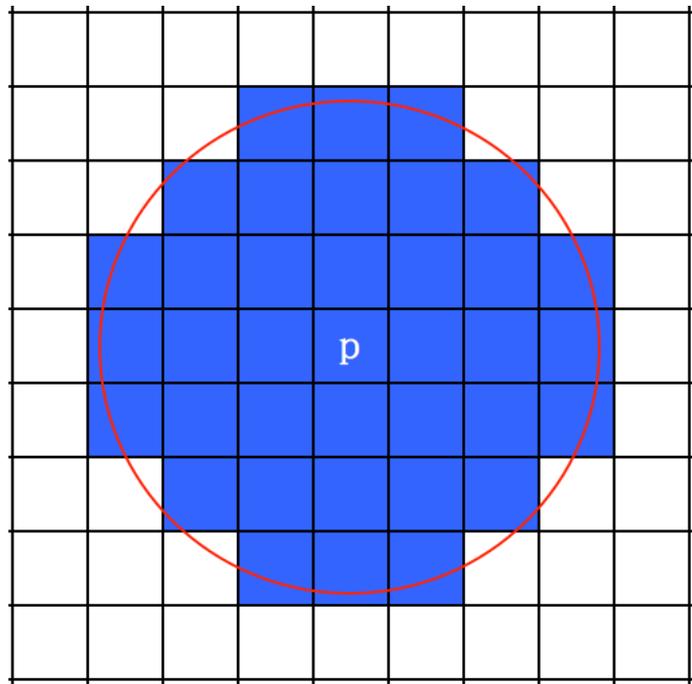
Minkowski 距离

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

# 像素关系

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

k=2:  $\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$

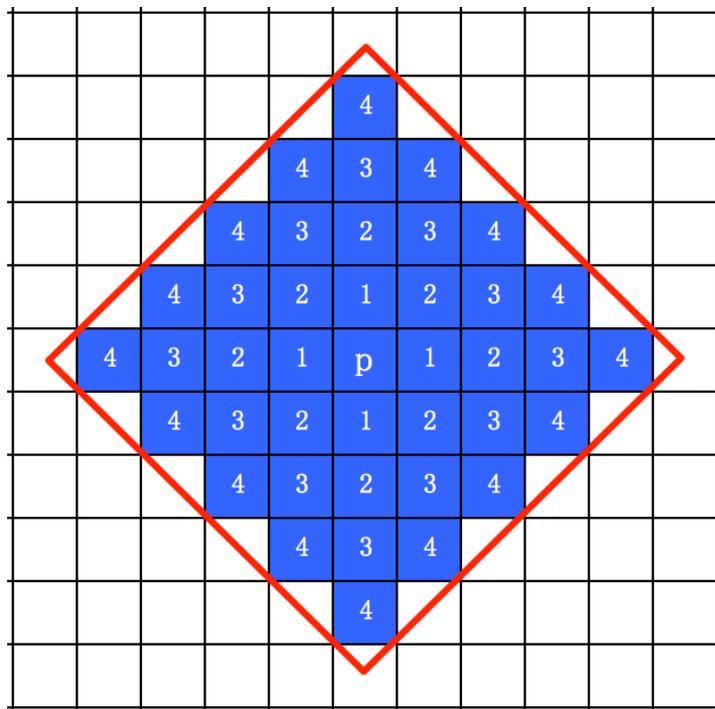


# 像素关系



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

$$k=1: \sum_{i=1}^n |p_i - q_i|$$

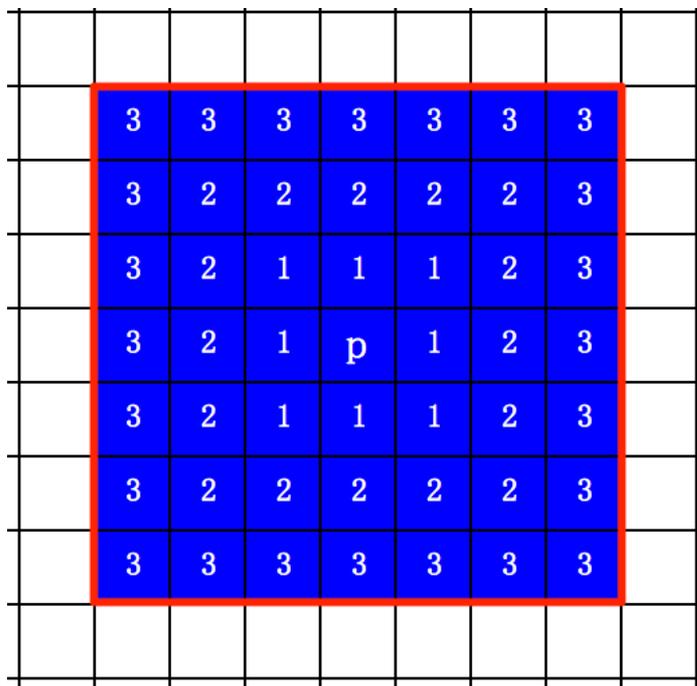


# 像素关系



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

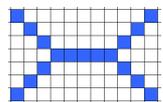
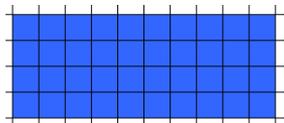
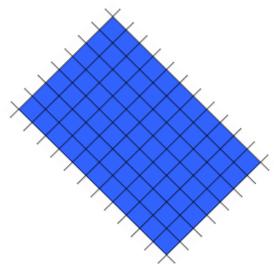
$$k \rightarrow +\infty: \max_{i=1,2,\dots,n} |p_i - q_i|$$



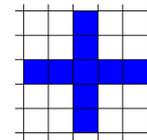
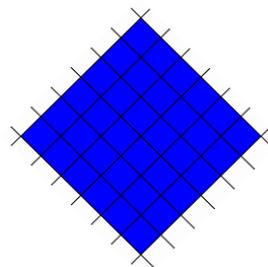
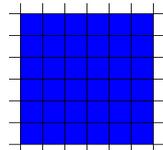


# 骨架抽取

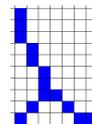
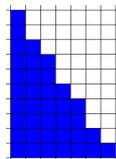
用于一些图形的区分



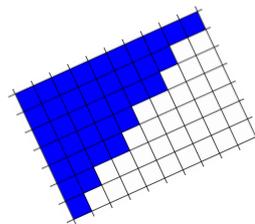
3交点: 2  
4交点: 0



3交点: 0  
4交点: 1



3交点: 1  
4交点: 0









# 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. 能够按照按照4连通和8连通判断连通分量