



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

2.4 像素间的关系

杨 杰 主讲

像素空间的关系

图像由像素组成，像素在图像空间上按规律排列，相互之间有一定的联系。

像素的邻域与连接

连通性

距离度量

像素间联系

□ 像素的邻域 - 邻接关系

- 4邻域—— $N_4(p)$:

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

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

- 对角邻域—— $N_D(p)$:

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

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

- 8-邻域—— $N_8(p)$:

注意：边缘像素的邻域

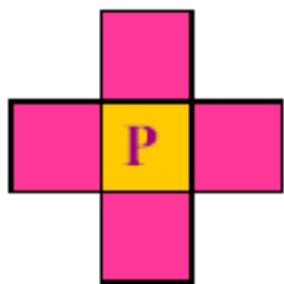
	r	
r	p	r
	r	

s		s
	p	
s		s

s	r	s
r	p	r
s	r	s

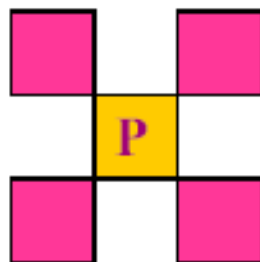
像素的邻域

4 - 邻域



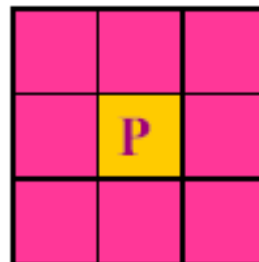
$$N_4(p)$$

4 - 对角邻域



$$N_D(p)$$

8 - 邻域



$$N_8(p)$$

像素间联系

□ 连接(connectivity)

- 邻接仅考虑像素间的空间关系
- 连接：空间上邻接且像素灰度值相似
- 两个像素是否连接：
 - ① 是否接触（邻接）
 - ② 灰度值是否满足某个特定的相似准则。
灰度值相等 或 同在一个灰度值集合中

像素间联系

- 三种连接：

假设 V 为灰度值集合

- 4 - 连接

- 2个像素 p 和 r 在 V 中取值
且 r 在 $N_4(p)$ 中

0	1	0
0	1	0
0	0	1

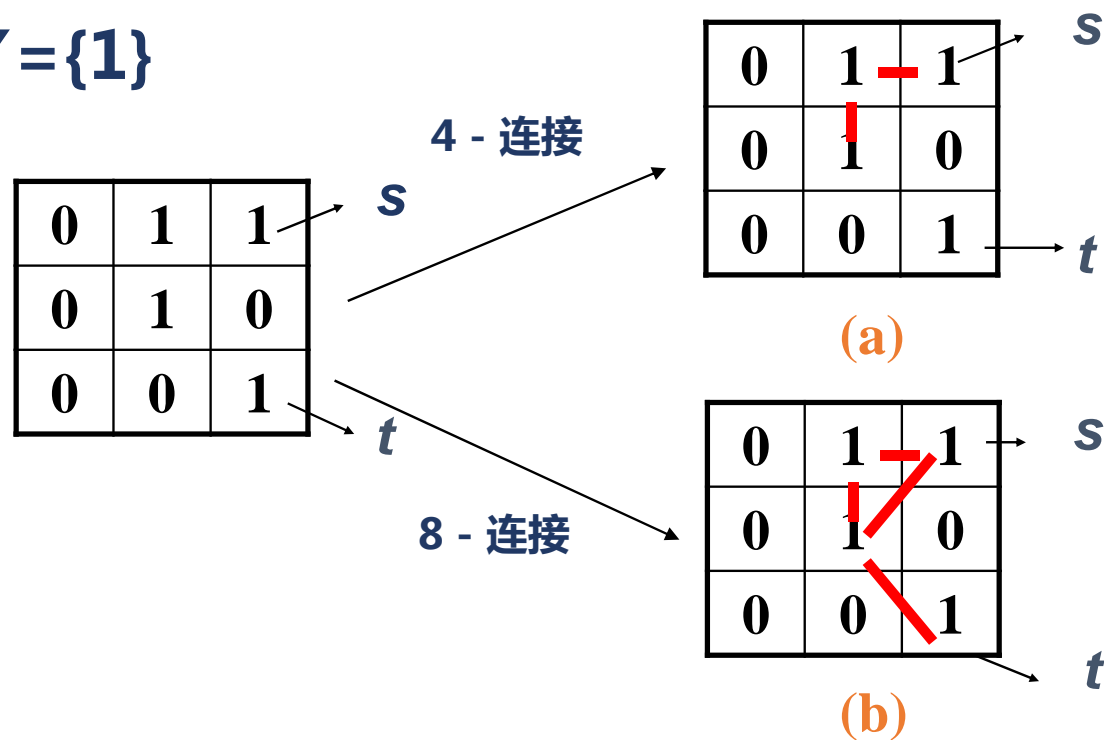
- 8 - 连接

- 2个像素 p 和 r 在 V 中取值
且 r 在 $N_8(p)$ 中

0	1	0
0	1	0
0	0	1

像素间联系

例子： $V=\{1\}$



像素间联系

3. m-连接（混合连接）

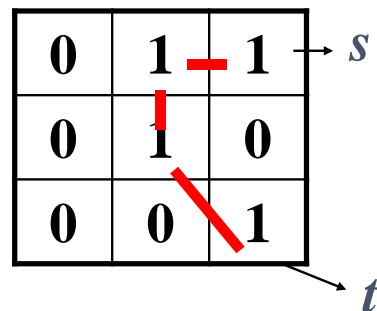
◆ 2个像素 p 和 r 在 V 中取值，且满足下列条件之一

① r 在 $N_4(p)$ 中

② r 在 $N_D(p)$ 中且集合 $N_4(p) \cap N_4(r)$ 是空集

（这个集合是由 p 和 r 的在 V 中取值的4-连接像素组成的）

当像素间同时存在4-连接和8-连接时，优先采用4-连接，屏蔽两个和同一像素间存在4-连接的像素之间的8-连接。



连通性

□ 像素的连通

- 反映两个像素间的空间关系

① 通路

0	1	1	→ p
0	1	0	
0	0	1	→ q

像素 $p(x, y)$ 到像素 $q(s, t)$ 的一条通路由一系列具有坐标 $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_i, y_i), \dots, (x_n, y_n)$ 的独立像素组成。这里 $(x, y) = (x_0, y_0), (x_n, y_n) = (s, t)$, 且 (x_i, y_i) 与 (x_{i-1}, y_{i-1}) **邻接**。其中 $1 \leq i \leq n$, n 为通路长度

- 通路种类：4-通路；8-通路

连通性

□ 像素的连通

② 连通：通路上的所有像素灰度值满足相似准则

即： (x_i, y_i) 与 (x_{i-1}, y_{i-1}) 连接

• 种类：4-连通；8-连通；m-连通

• 实例：像素s和t间（右图）

- 4-连通：不存在
- 8-连通：两条
- m-连通：一条

0	1	1	s
0	1	0	
0	0	1	t

距离度量

□ 距离

- 定义：对于像素 p , q 和 z , 分别具有坐标 (x, y) , (s, t) , (u, v) , 如果：

a. $D(p, q) \geq 0$ [$D(p, q) = 0$, 当且仅当 $p = q$]

b. $D(p, q) = D(q, p)$

c. $D(p, z) \leq D(p, q) + D(q, z)$

则 D 是距离函数或度量

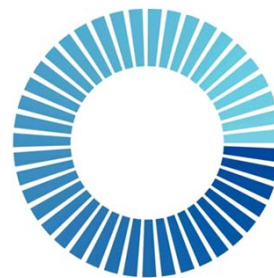
距离度量

□ 欧氏距离 D_e

- 定义

$$D_e(p, q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{\frac{1}{2}}$$

- 距点 (x, y) 的 D_e 距离小于或等于某一值 r 的像素形成一个中心在 (x, y) 的半径为 r 的圆平面



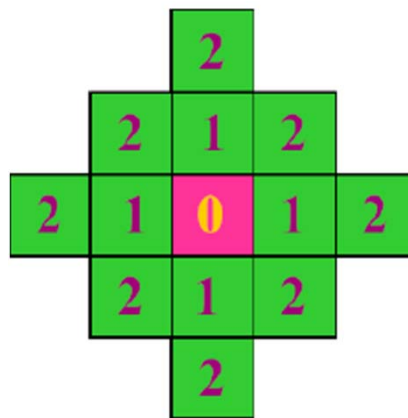
距离度量

□ D_4 距离 (城市距离)

- 定义

$$D_4(p, q) = |x - s| + |y - t|$$

- 距点 (x, y) 的 D_4 距离小于或等于某一值 r 的像素形成一个中心在 (x, y) 的菱形
- $D_4 = 1$ 的像素是 (x, y) 的 N_4



距离度量

□ D8距离 (棋盘距离)

- 定义

$$D_8(p, q) = \max(|x - s|, |y - t|)$$

- 距点(x, y)的D8距离小于或等于某一值 r 的像素形成一个中心在(x, y)的正方形
- $D_8 = 1$ 的像素是(x, y)的N8

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2



谢谢

THANK YOU