

1. 图像分辨率: 原始图像的采样分辨率, 图像水平或垂直单位长度上所包含的采样点数

灰度、灰度级: 每个像素点的取值称为灰度,
一幅图像所包含的灰度总数称为灰度级

像素之间的关系: 相邻性、连通性、距离

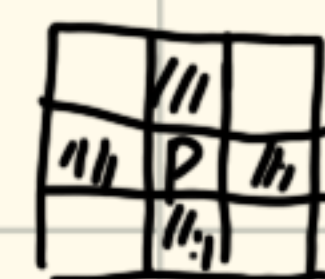
一. 相邻性

(一) 邻域

1. 4-邻域 $N_4(p)$ 上下左右 4 个像素

2. D-邻域 $N_D(p)$ 对角 4 个

3. 8-邻域 $N_8(p)$ 周围 8 个



(二) 邻接

1. $p \in p$ 4-邻接 $\iff q \in N_4(p)$

2. $p \in p$ D-邻接 $\iff q \in N_D(p)$

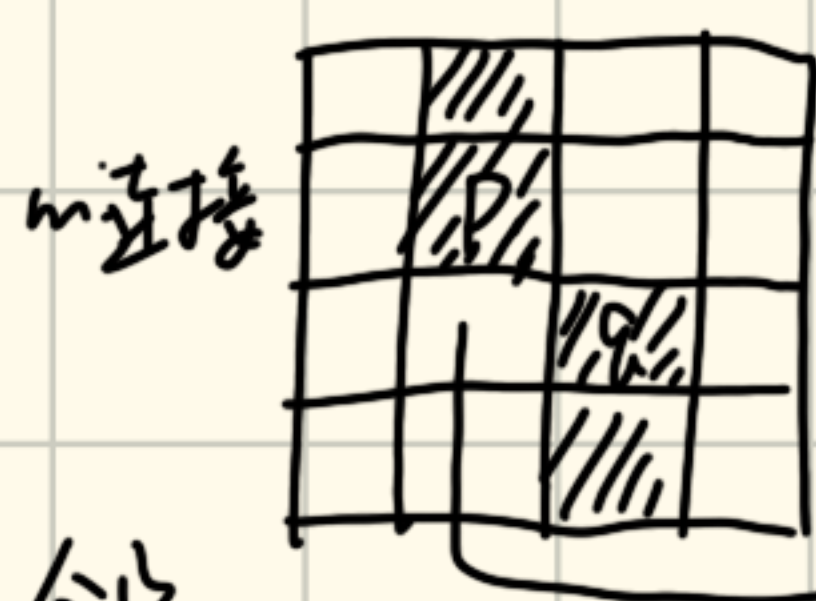
3. $p \in p$ 8-邻接 $\iff q \in N_8(p)$

二. 连通性

(一) 连接

1. p, q 连接条件: ① 邻接 ② 灰度值相近 (即 $p, q \in V$, V 是连接的灰度值集合)

2. 连接分类: ① 4-连接 ② 8-连接



③ m-连接: $p, q \in V$ 且满足任一条件

(1) $q \in N_4(p)$

(2) $q \in N_D(p)$ 且 $N_4(p) \cap N_4(q) = \emptyset$ 空集, 即 $\emptyset \notin V$

(二) 毗邻

1. 像素毗邻 $p-q \iff p \in q$ 连接

2. 像素子集毗邻 $S-T \iff \exists p \in S, q \in T$ 且 $p-q$

也称 S 和 T 连通

(三) 通路

$P(x, y)$ 到 $Q(s, t)$ 的像素序列 序列中的点都是毗邻。

4-通路 (L_4) 8-通路 (L_8) m -通路 (L_m)

(四) 连通

4-连通 8-... m -...

三. 距离

1. 欧氏: $D_E(P, Q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{\frac{1}{2}}$

2. 街区 (曼哈顿): $D_4(P, Q) = |x-s| + |y-t|$

3. 棋盘: $D_8 = \max(|x-s|, |y-t|)$

$D_4=1$ 即 4 邻域是

$D_8=1$ 即 8 邻域是

算术和逻辑运算

+, -, ×, ÷, &, 或, 补 (非)

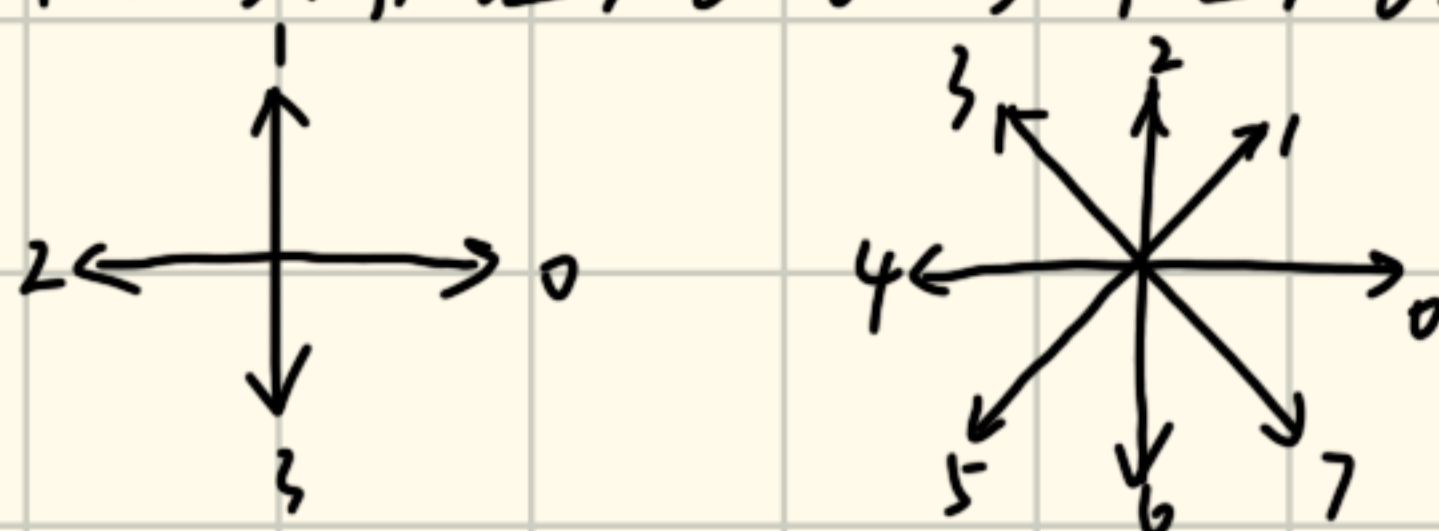
邻域运算

边界的链码表示

A. 链码

(1) 定义: 一系列具有特定长度和方向的相连的直线段

(2) 常用两类: (a) 4-方向链码 8-方向链码



B. 边界表示

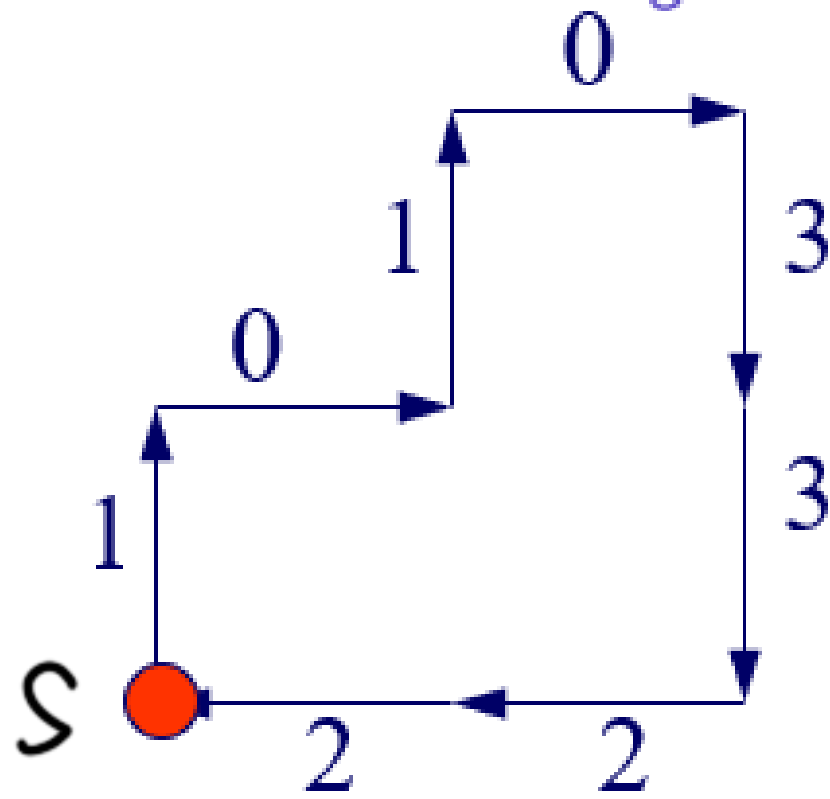
(1) 原链码

1). 方法：从边界(曲线)起点S开始，观察每一线段走向，并用相应的指向符表示，结果形成表示边界的数码序列。闭合边界时，会回到起点。

2). 举例：以4链码为例

$M_4 = S10103322$

封闭时可省去S

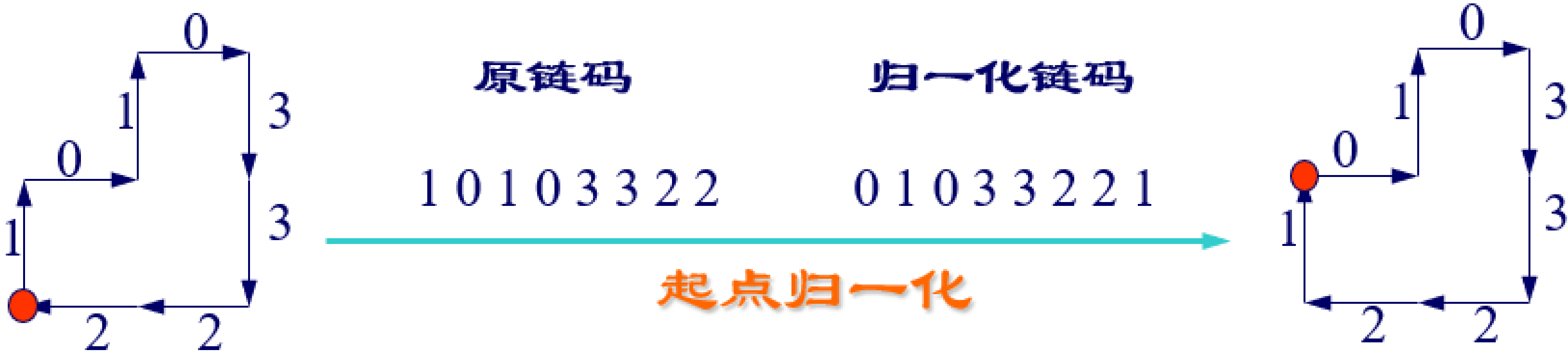


原链码具有平移不变性(平移并不改变指向符)

但当改变起点S，链码表示不同，没有唯一性

(2) 起点归一化链码

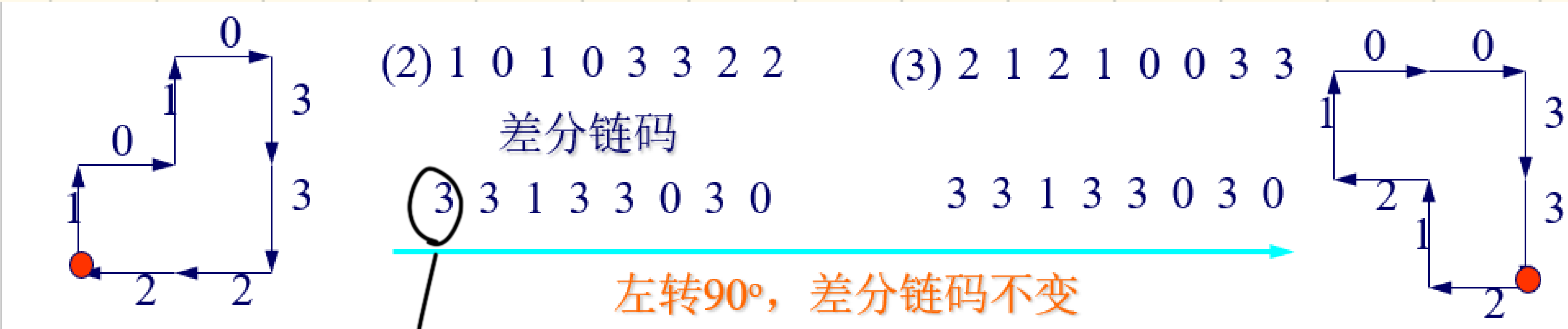
归一化方法：将链码看作由各方向数构成的n位自然数，将该码按一个方向循环，使其构成的n位自然数最小，此时就形成起点唯一的链码，称为归一化链码，也称为规格化链码。



归一化链码具有平移性和唯一性，无旋转不变性

(3) 差分码

相邻元素方向变化的次数(按逆时针)



最后一个2 -> 1的次数

(4) 归一化差分码

同 起点归一化

有旋转、平移不变性

边界的形状数表示

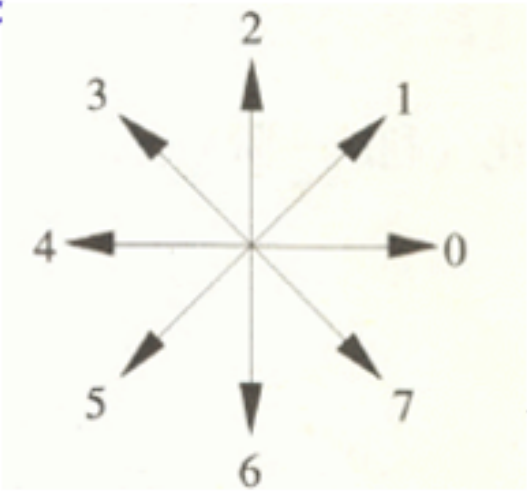
A. 定义：形状数是基于链码的一种边界形状描述符。
它定义为**归一化差分码**，即取值最小的差分码。

B. 举例 (8链码表示)

S

		1	1	1	1	
	1	1				1
1						1
	1		1	1	1	
		1				

C. 形状数的阶
形状数序列的长度定义为阶，也可近似为周长。
闭合曲线的4-链形状数阶为偶数。



29

人工智能学院 School of Artificial Intelligence

边界的链码跟踪

——以8链码为例

A. 方法：从起点开始，按顺时针方向向左看跟踪，像素到与起点8连通的最长边缘曲线；
若最终能回到起点，则为一闭合曲线，即目标物边界。
对4链码(4连通)也类似。

B. 举例

C. 用途
目标物边界检测
参数(几何特征)获得

- ① 曲线长度(边界周长)
- ② 闭合边界内面积

0	0	0	0	0	
0	0	1	→	1	0
		↗		↘	
1	→	1	0	1	
↑					
1	0	0	0	0	
	↖				
0	1	←	1	0	0

S

边缘曲线跟踪

0	1	0	0	1	
↗		↘			
1	0	1	0	0	
↑			↘		
1	1	0	1	→	1
↑					↓
1	0	1	1	←	1
	↖		↙		
0	1	←	1	0	0

目标物边界跟踪

线性系统：齐次、叠加

卷积计算

一维：翻转、平移、相乘、求和

ex: $x(n) = [0, 1, 2, 3]$ $h(n) = [1, 1, 1]$ 求 $y(n) = x(n) * h(n)$

$y(n) = [0, 1, 3, 6, 5, 3]$

二维：

$$x = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}, h = \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

计算 $y = x * h$

(1) 将 h 进行逆时针旋转180°得到 h' ;

$h' = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -2 & -1 \end{bmatrix}$

(2) 然后将 h' 沿着矩阵 x 进行移动，对应位置相乘求和。

1

2

-2

1×-1

2

3

4

1×(-1) = -1

1

2

1×-2

2×-1

3

4

1×(-2) + 2×(-1) = -4

1

2

1×

2×2

-1

3

4

2×(-2) = -4

1

1×2

2

-2

3×-1

4

1×(2) + 3×(-1) = -1

1

1

2×2

3×-2

4×-1

1×1 + 2×2 + 3×(-2) + 4×(-1) = -5

1

2

1

2×1

2

3

4×2

-1

2×(1) + 4×(-2) = -6

1

2

1

3×2

4

-2

-1

3×(2) = 6

1

2

3×1

4×2

-2

-1

3×(1) + 4×(2) = 11

1

2

3

4×1

2

-2

-1

4×(1) = 4

$$y = \begin{bmatrix} -1 & -4 & -4 \\ -1 & -5 & -6 \\ 6 & 11 & 4 \end{bmatrix}$$