

提纲

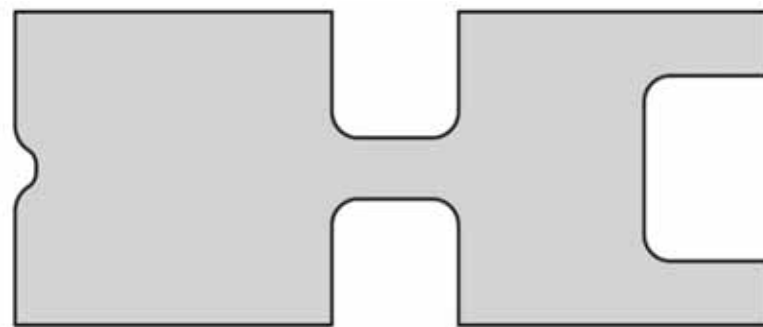
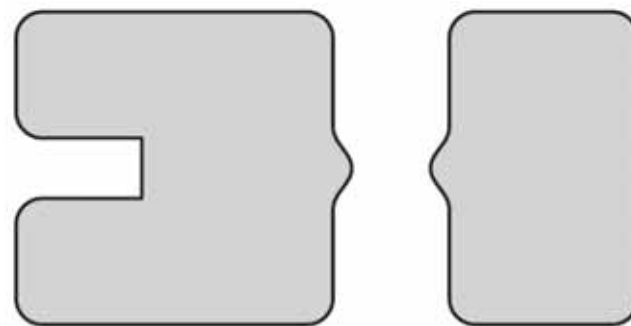
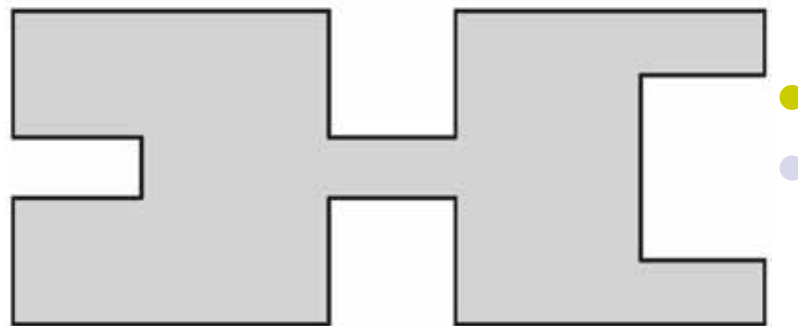


- 预备知识
- 腐蚀和膨胀
- 开操作和闭操作
- 击中或击不中变换
- 基本形态学算法
 - 边界提取、孔洞填充
 - 连通分量提取、凸包
 - 细化、粗化
 - 骨架、裁剪



开操作和闭操作

- 开操作 (opening)
 - 平滑物体的轮廓
 - 断开窄的连接
 - 消除细的突出
- 闭操作 (closing)
 - 平滑部分轮廓
 - 融合窄的间断和长沟壑
 - 消除小孔洞
 - 填补轮廓中的缝隙



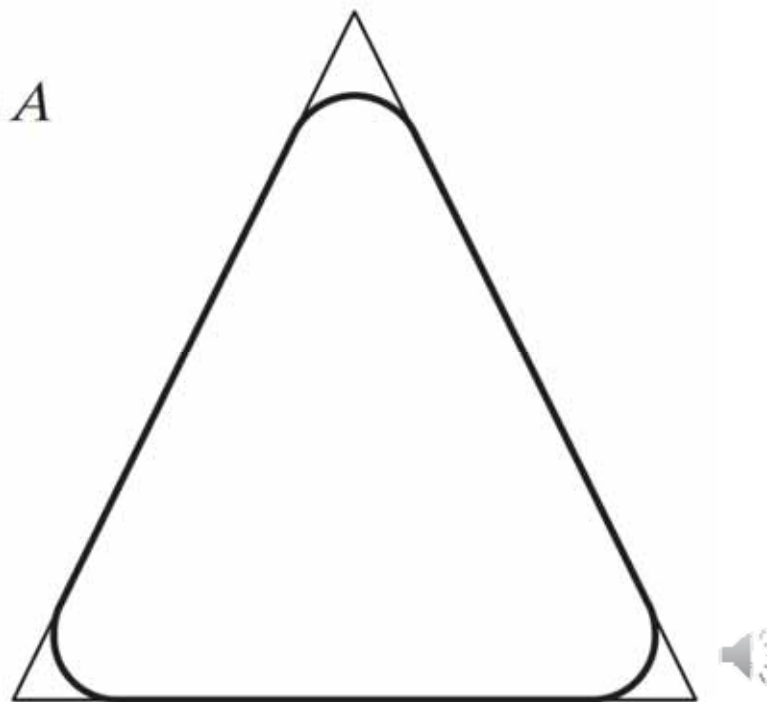
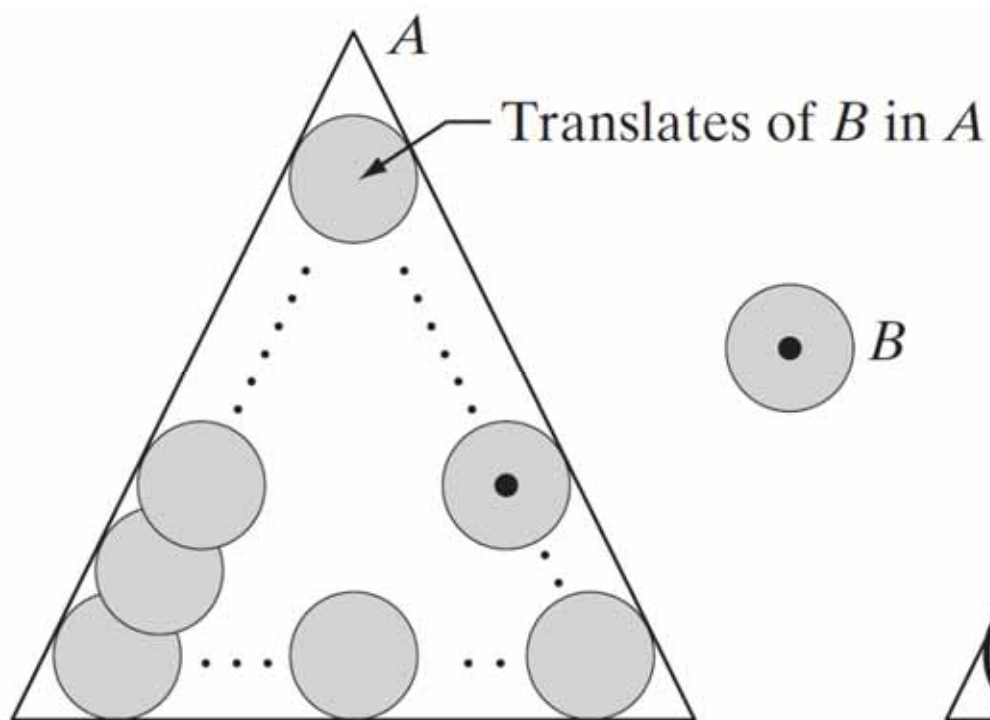
开操作

- 结构元 B 对集合 A 的开操作

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

- 先用 B 腐蚀 A ，然后再用 B 对结果进行膨胀

在 A 的边界内侧滚动 B ， B 的最远点决定了轮廓



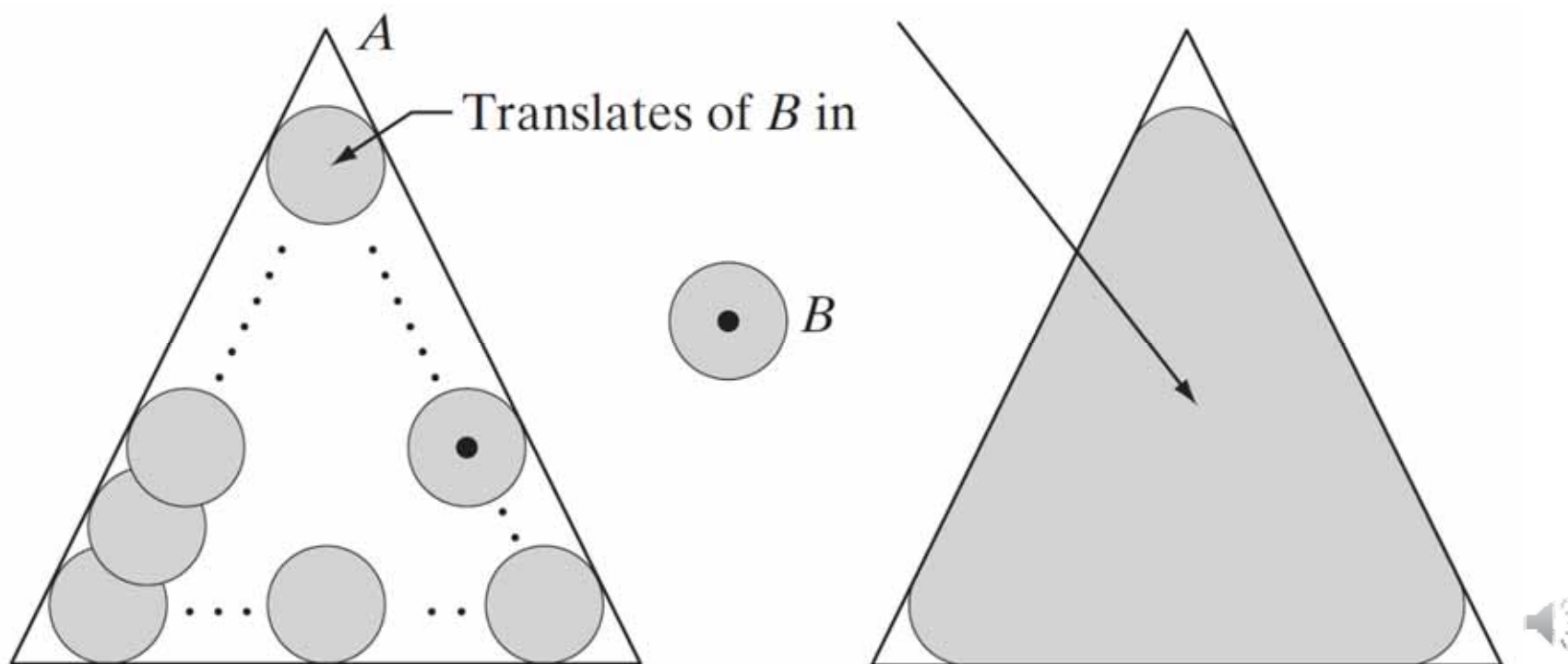
开操作



- 结构元 B 对集合 A 的开操作

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

$$A \circ B = \bigcup \{ (B)_z \mid (B)_z \subseteq A \}$$



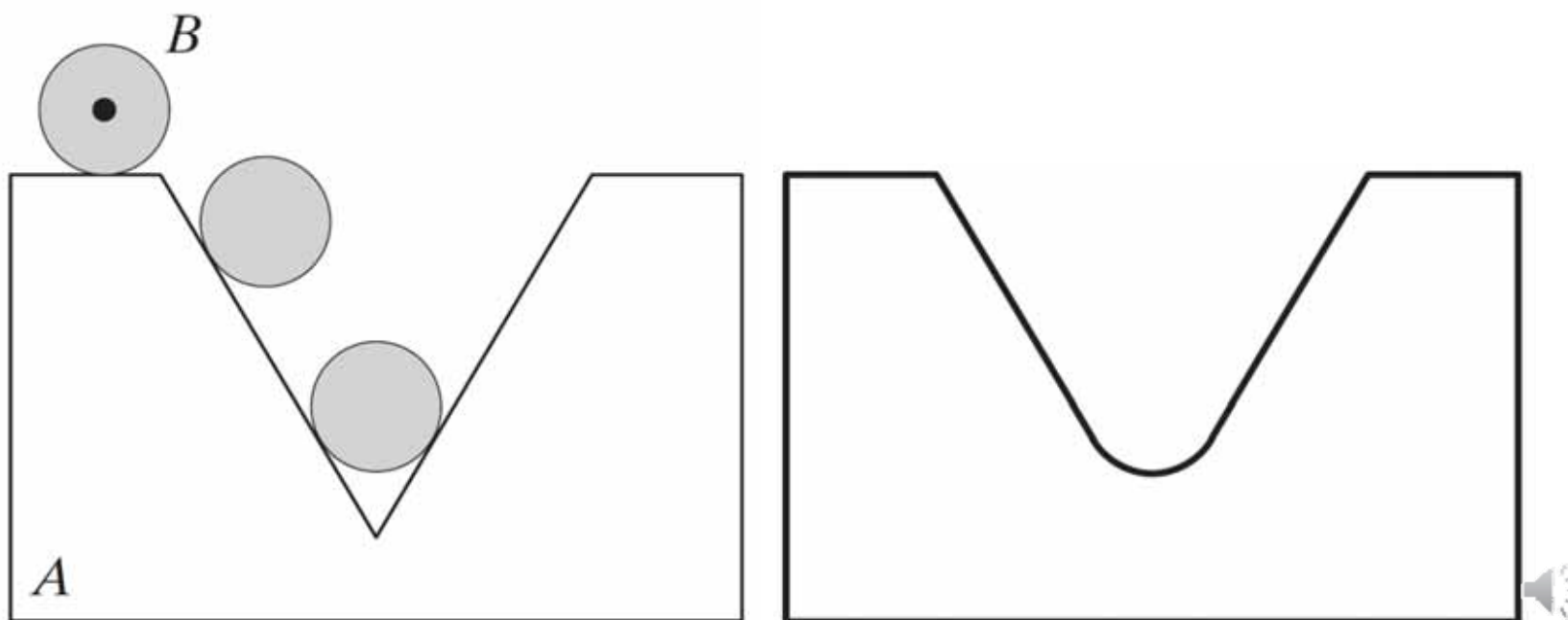
闭操作

- 结构元 B 对集合 A 的闭操作

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

- 先用 B 膨胀 A ，然后再用 B 对结果进行腐蚀

在 A 的边界外侧滚动 B ， B 的最近点决定了轮廓



闭操作

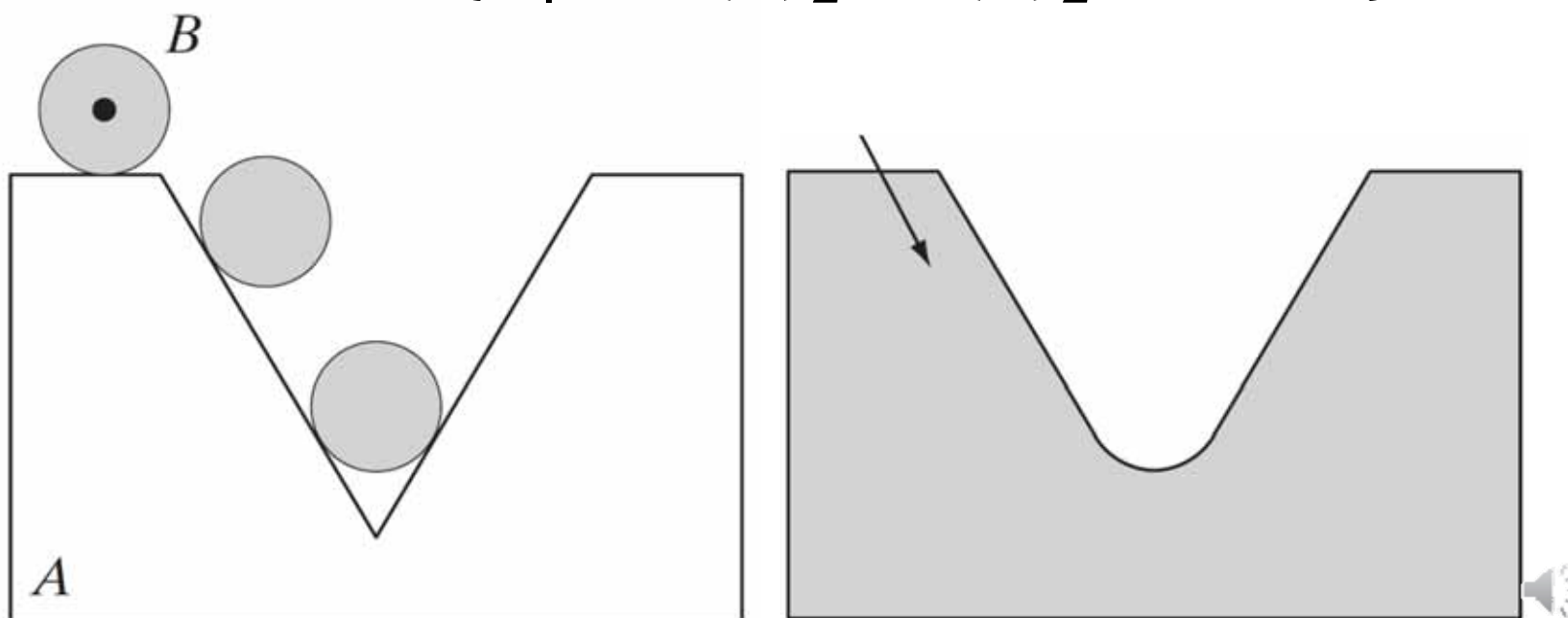


- 结构元 B 对集合 A 的闭操作

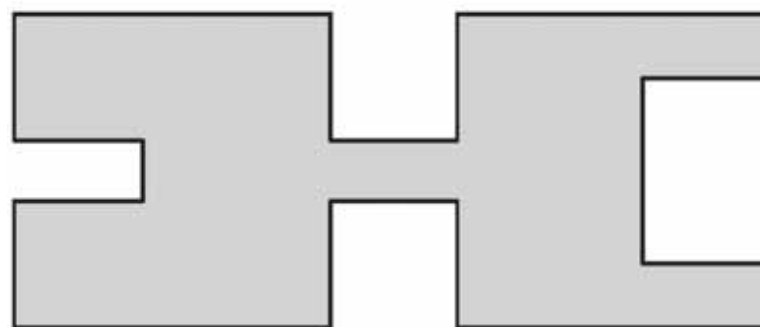
$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$$

- 先用 B 膨胀 A ，然后再用 B 对结果进行腐蚀

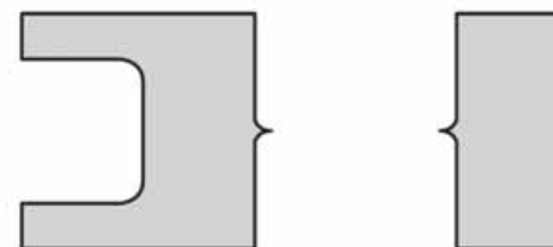
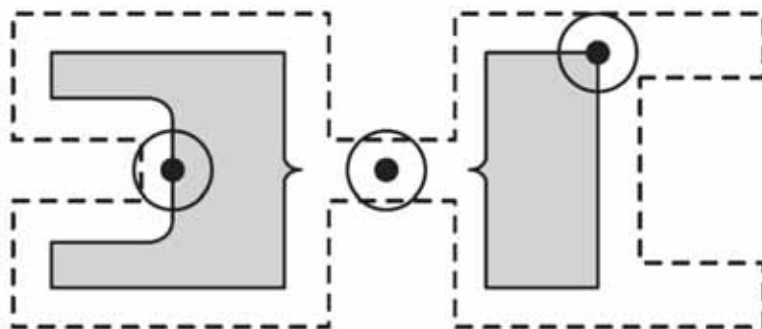
$$A \cdot B = \{w | w \in (B)_Z \Rightarrow (B)_Z \cap A \neq \emptyset\}$$



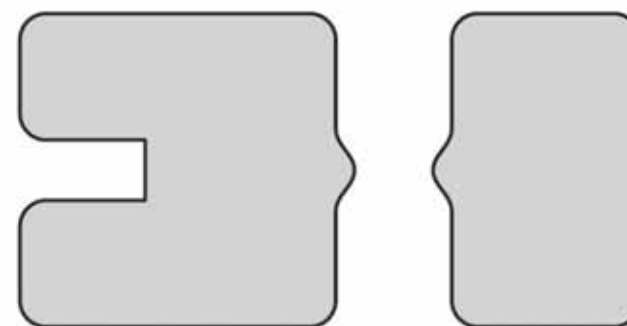
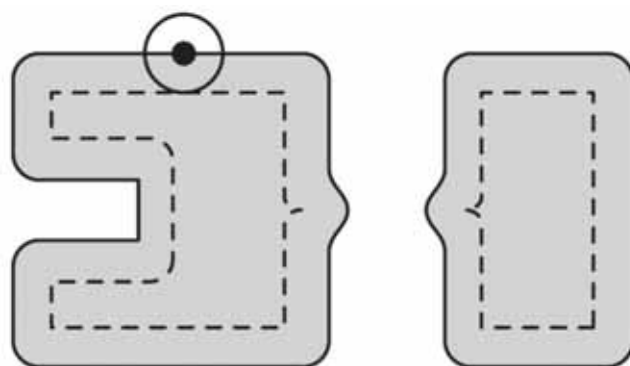
举例



A



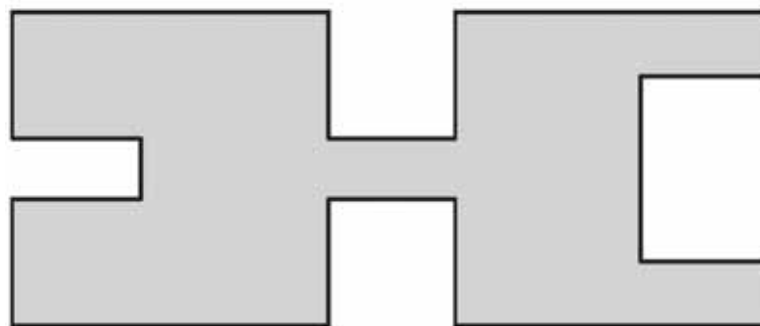
$A \ominus B$



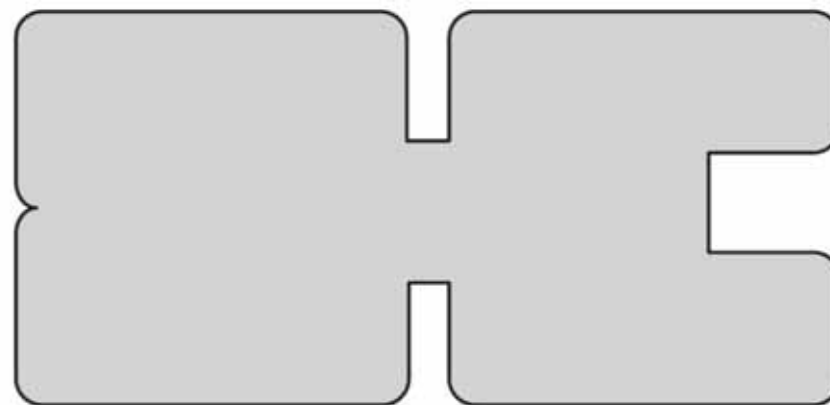
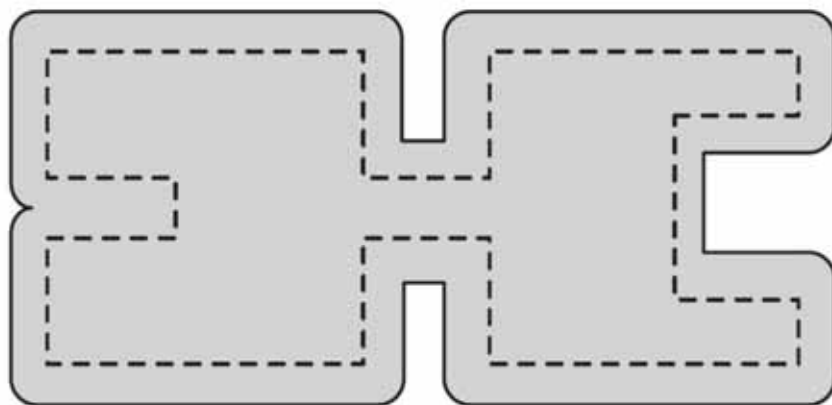
$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$



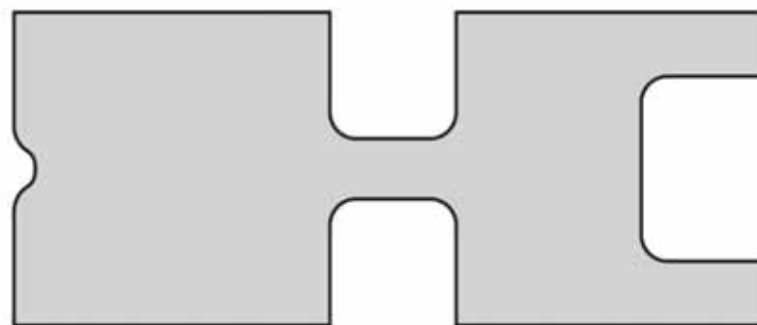
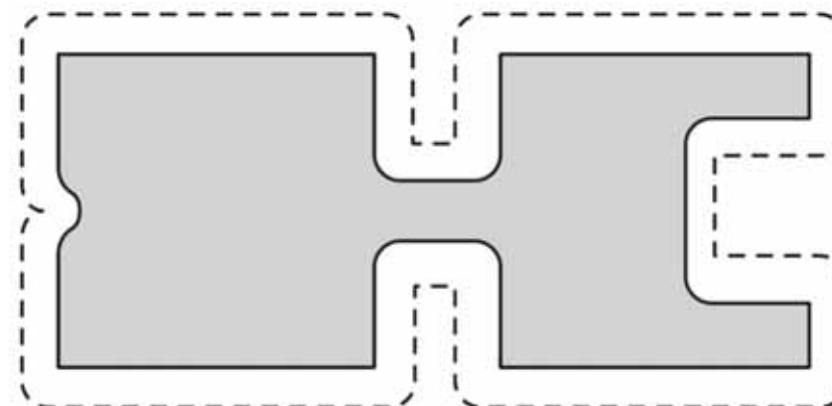
举例



A



$A \oplus B$



$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$

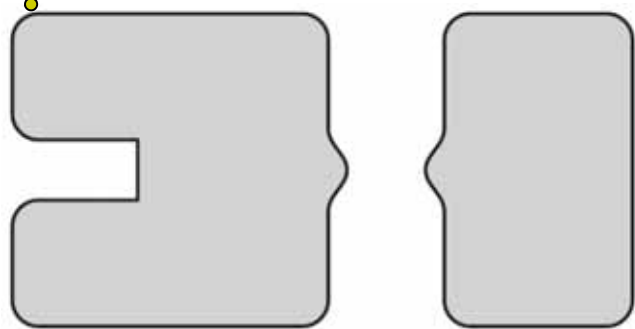


举例

- 对比

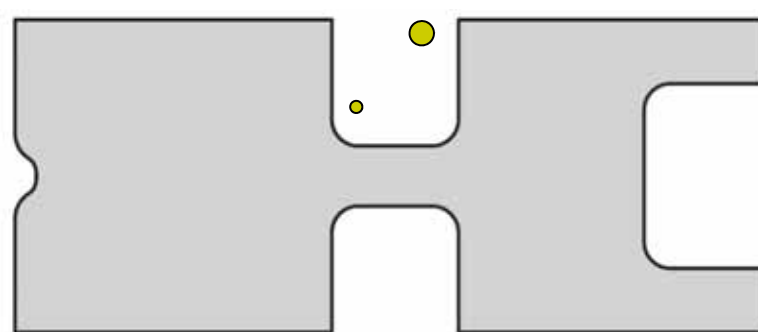
方向向外的角变圆

方向向内的角变圆



$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

开操作



$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

闭操作



性质



- 对偶性

$$(A \bullet B)^c = (A^c \circ \hat{B}) \quad (A \circ B)^c = (A^c \bullet \hat{B})$$

- 开操作

1. $A \circ B$ 是 A 的子集
2. 如果 C 是 D 的子集，那么 $C \circ B$ 是 $D \circ B$ 的子集
3. $(A \circ B) \circ B = A \circ B$

- 闭操作

1. A 是 $A \bullet B$ 的子集
2. 如果 C 是 D 的子集，那么 $C \bullet B$ 是 $D \bullet B$ 的子集
3. $(A \bullet B) \bullet B = A \bullet B$



举例

● 去噪

结构元

1	1	1
1	1	1
1	1	1

B

1. 黑色背景中的白噪音被去除
2. 白色指纹中的黑噪声被加强

A



含噪声的指纹

$A \ominus B$



腐蚀



举例

● 去噪

1. 白色指纹中的黑噪声被削弱
2. 指纹纹路产生了断裂

1. 纹路中的大部分断裂被修复
2. 纹路变得更粗

$$(A \ominus B) \oplus B = A \circ B$$



开操作

$$(A \circ B) \oplus B$$



开操作的膨胀



举例

● 去噪

1. 纹路变细
2. 噪声被消除
3. 存在部分断裂

$$[(A \circ B) \oplus B] \ominus B = (A \circ B) \cdot B$$



开操作的闭操作



含噪声的指纹



提纲



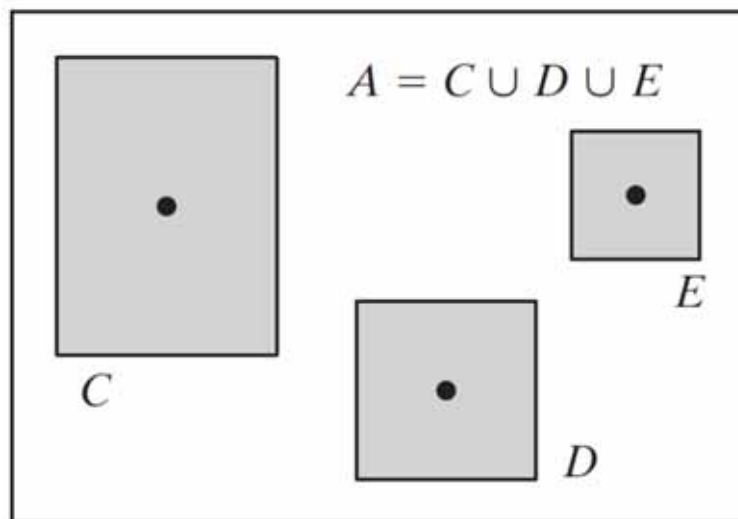
- 预备知识
- 腐蚀和膨胀
- 开操作和闭操作
- 击中或击不中变换
- 基本形态学算法
 - 边界提取、孔洞填充
 - 连通分量提取、凸包
 - 细化、粗化
 - 骨架、裁剪



击中或击中不中变换



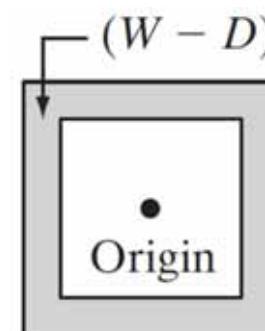
- 击中或击中不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 检测形状 D



包含三个形状的组合A



包含 D 的
小窗口 W



相对 W 而言，
 D 的局部背景

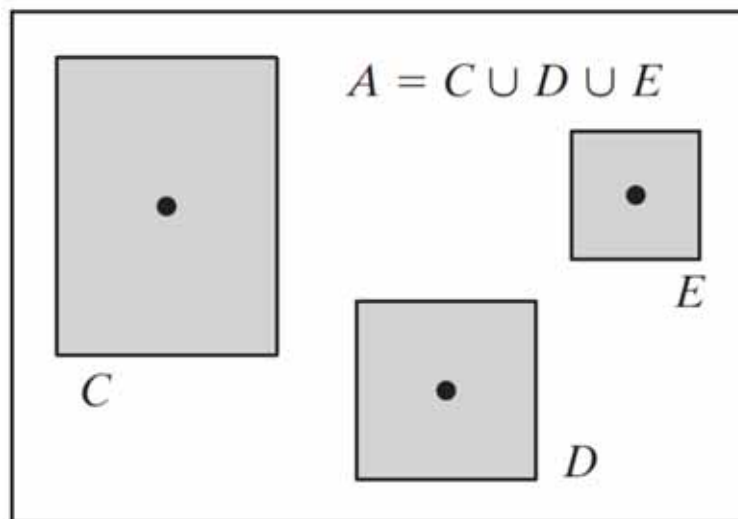


击中或击中不中变换

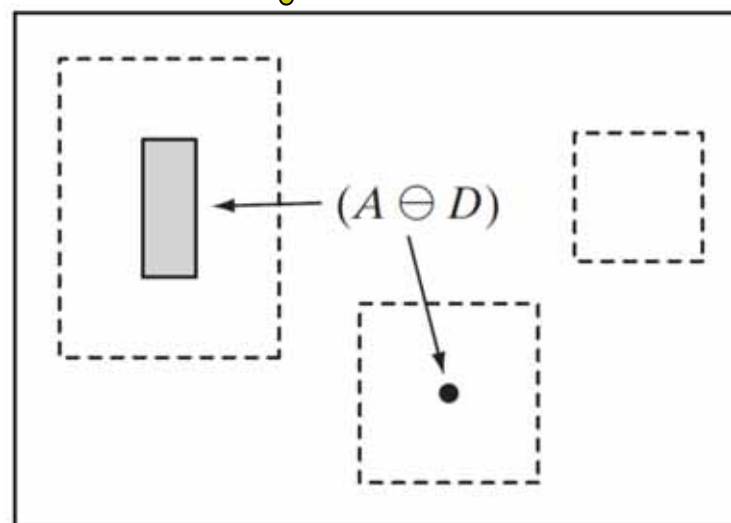


- 击中或击中不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 检测形状 D

表示 D 的匹配 (击中)



包含三个形状的组合 A

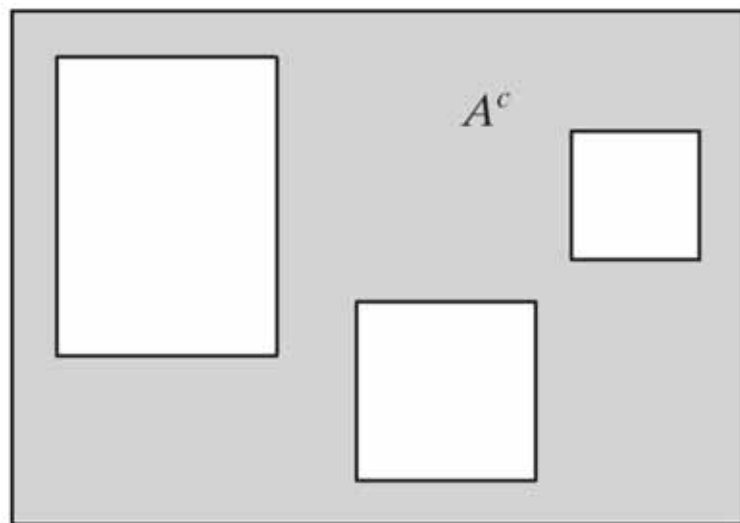


D 对 A 的腐蚀

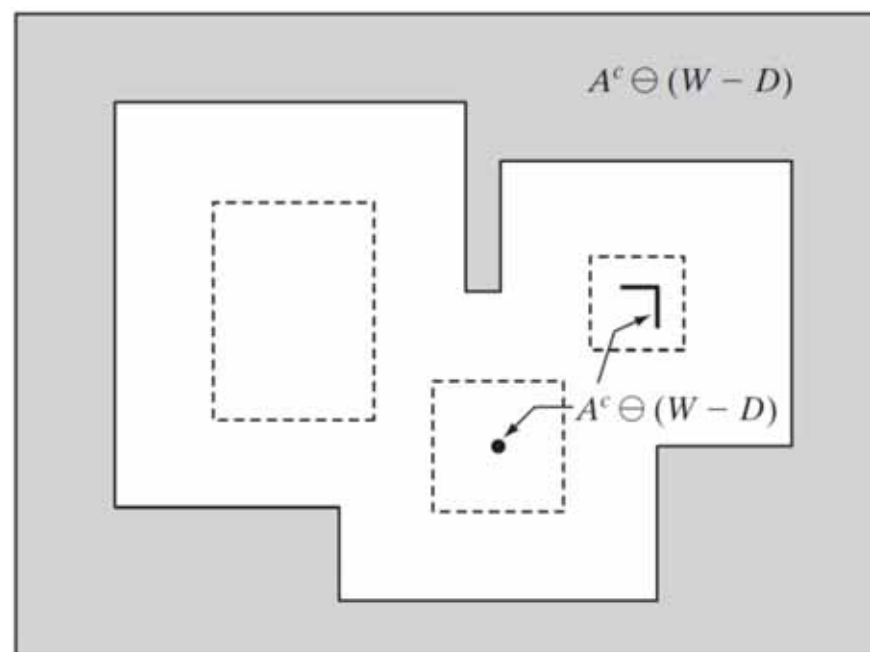


击中或击中不中变换

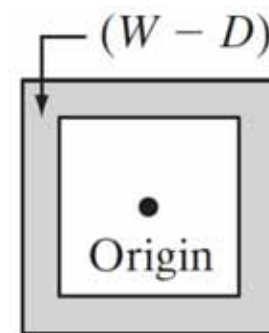
- 击中或击中不中变换
 - 用于检测图像中的形状
- 检测形状 D



集合 A 的补集 A^c



$W-D$ 对 A^c 的腐蚀



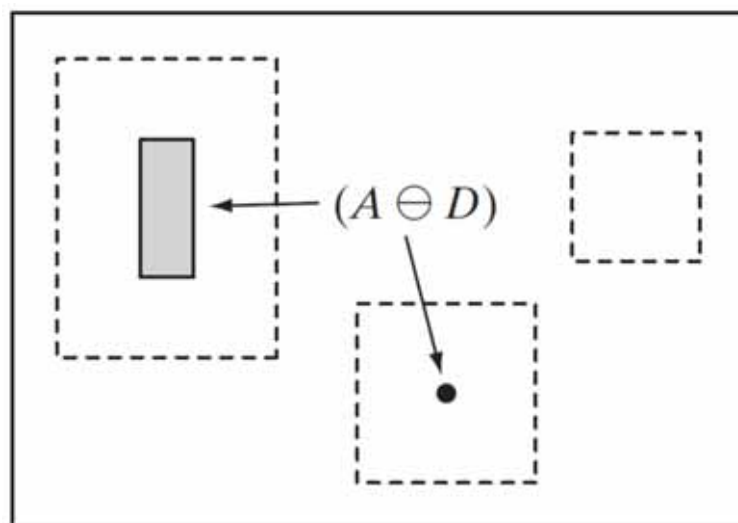
相对 W 而言,
 D 的局部背景



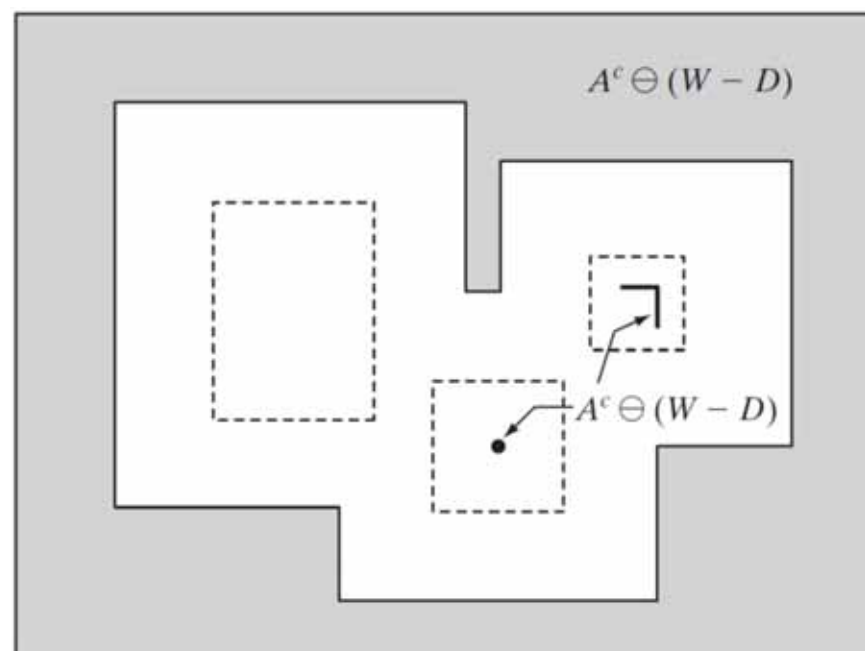
击中或击中不中变换



- 击中或击中不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 检测形状 D



D 对 A 的腐蚀



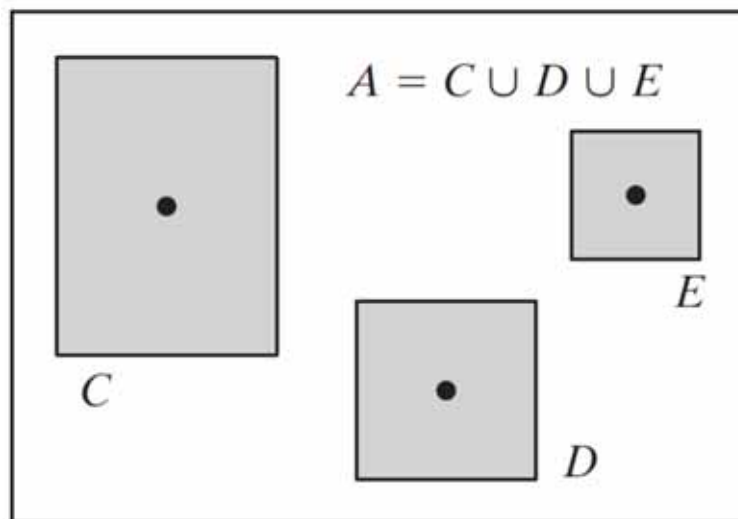
$W - D$ 对 A^c 的腐蚀



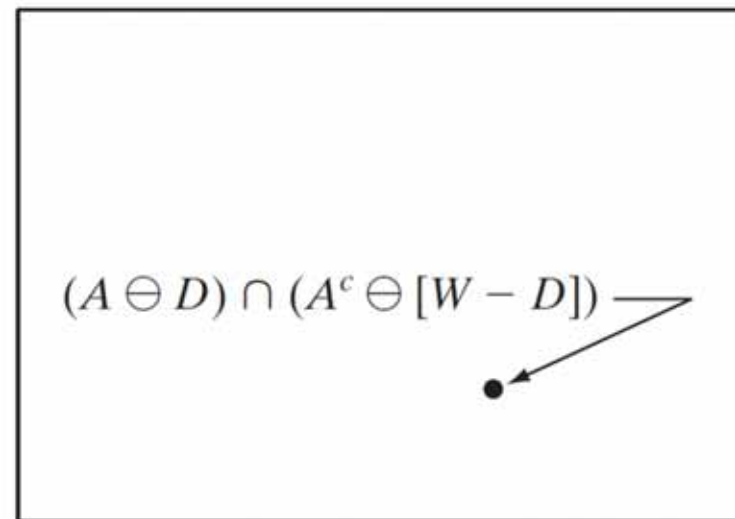
击中或击不中变换



- 击中或击不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 检测形状 D

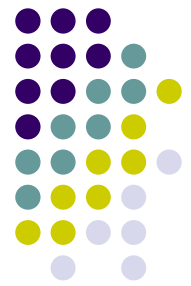


包含三个形状的组合 A



交集确定 D 的位置





击中或击不中变换

- 击中或击不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 集合 B 在 A 中的匹配

$$A \circledast B = (A \ominus D) \cap [A^c \ominus (W - D)]$$

- B 表示集合 D 及其背景

- 背景使物体独立出现
- 无背景时变成腐蚀

- 令 $B = (B_1, B_2)$

- $B_1 = D$ 表示物体 , $B_2 = W - D$ 表示背景

$$A \circledast B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$$

- B_1 在 A 中匹配 , B_2 在 A^c 中匹配





击中或击不中变换

- 击中或击不中变换 (hit-or-miss transform)
 - 用于检测图像中的形状
- 集合 B 在 A 中的匹配

$$A \circledast B = (A \ominus D) \cap [A^c \ominus (W - D)]$$

- B 表示集合 D 及其背景
- 令 $B = (B_1, B_2)$

$$A \circledast B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$$

- 等价形式

$$A \circledast B = (A \ominus B_1) - (A \oplus \hat{B}_2)$$



提纲



- 预备知识
- 腐蚀和膨胀
- 开操作和闭操作
- 击中或击不中变换
- 基本形态学算法
 - 边界提取、孔洞填充
 - 连通分量提取、凸包
 - 细化、粗化
 - 骨架、裁剪





基本的形态学算法

- 提取表示区域形状的形象成分
 - 边界
 - 连通分量
 - 凸包
 - 骨架
- 配合上述算法的预处理或后处理
 - 区域填充
 - 细化、粗化
 - 裁剪



提纲



- 预备知识
- 腐蚀和膨胀
- 开操作和闭操作
- 击中或击不中变换
- 基本形态学算法
 - 边界提取、孔洞填充
 - 连通分量提取、凸包
 - 细化、粗化
 - 骨架、裁剪

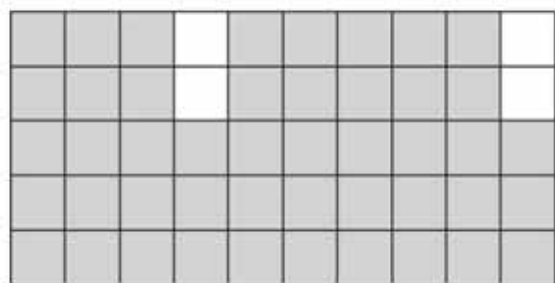


边界提取

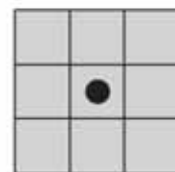
- 集合 A 的边界

$$\beta(A) = A - (A \ominus B)$$

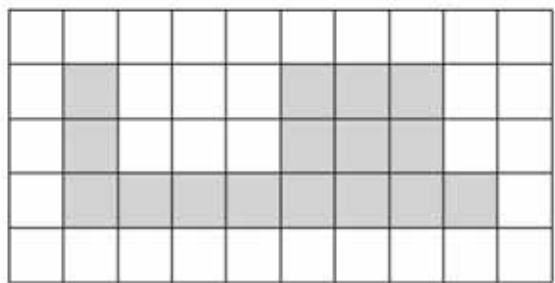
- B 是一个合适的结构元



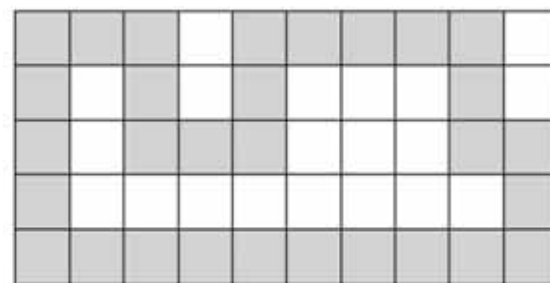
A



B



$A \ominus B$



$\beta(A)$



举例

- 白色代表1





孔洞填充

- 孔洞 (hole)
 - 由前景像素连成的边界包围的背景区域
- 孔洞填充
 - 利用膨胀、求补、交集等操作
- A 表示一个集合
 - 元素为8连通的边界
 - 每个边界包含一个孔洞 (背景区域)
 - 给定每个孔洞内1个点



填充算法



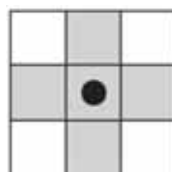
1. 构造初始 X_0

- 给定的孔洞内初始点设为1，其他为0

2. 按照下面的公式更新

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

- 其中 B 为结构元



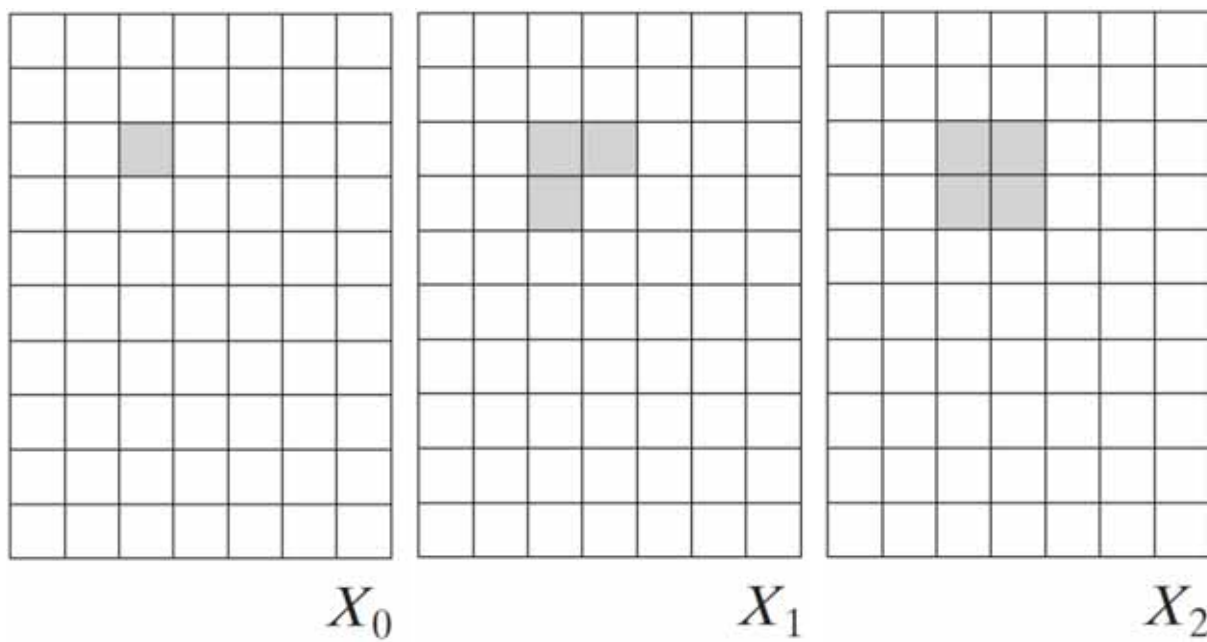
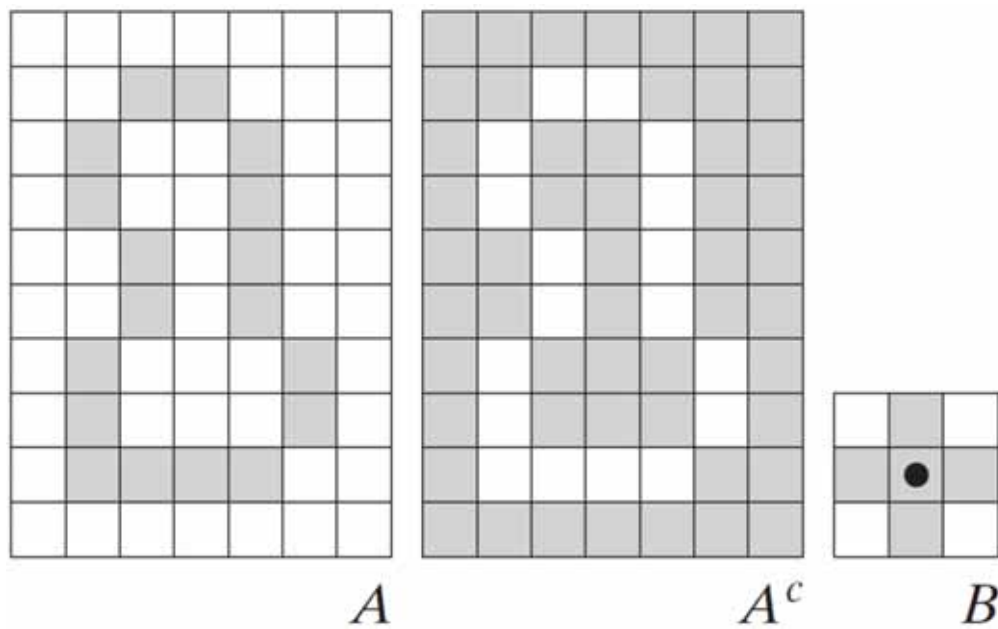
条件膨胀，
否则膨胀
会填充整
个空间

3. 重复上述公式，直到 $X_k = X_{k-1}$

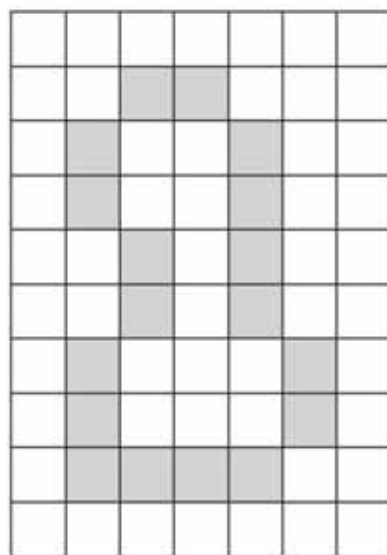
- X_k 包含填充后的孔洞
- $A \cup X_k$ 为填充后的图像



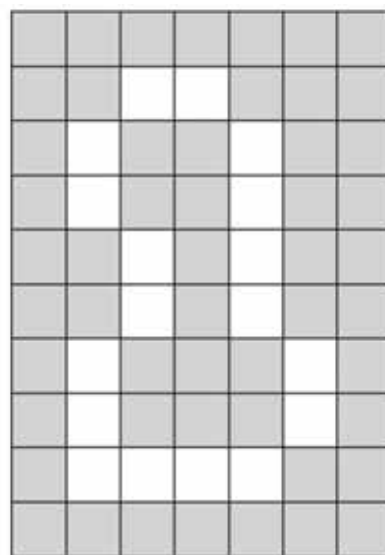
举例



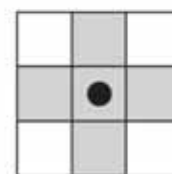
举例



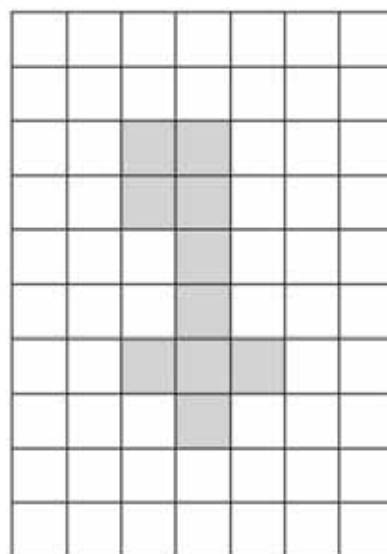
A



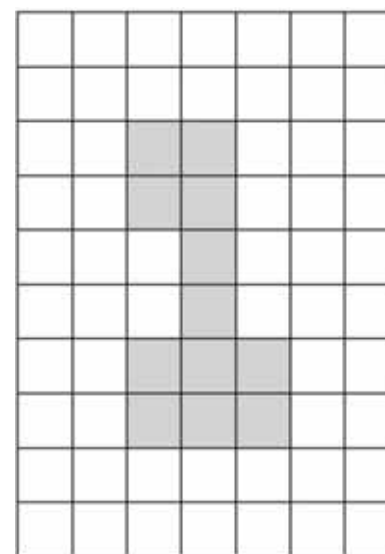
A^c



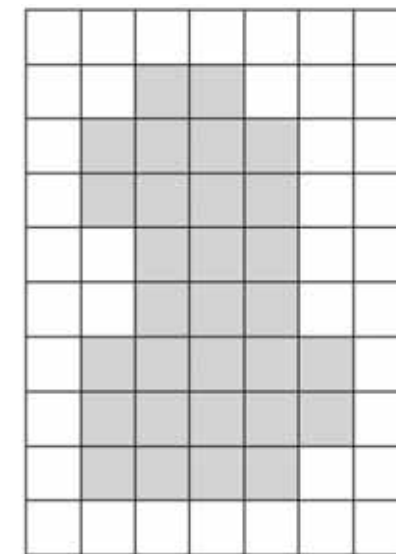
B



X_6



X_8

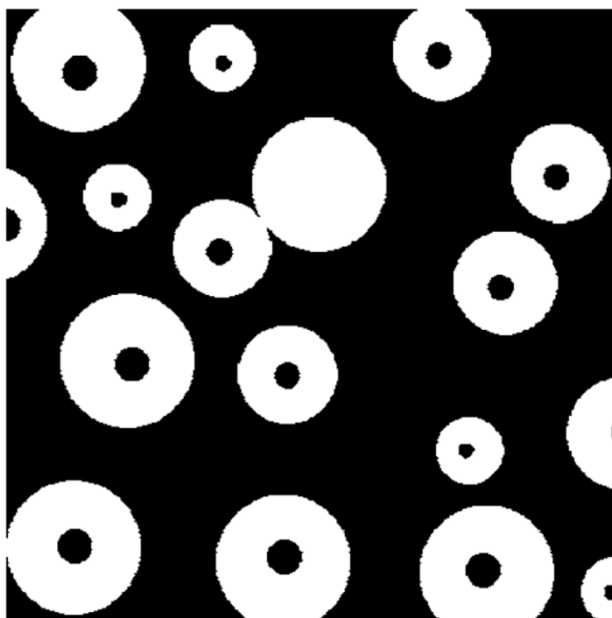
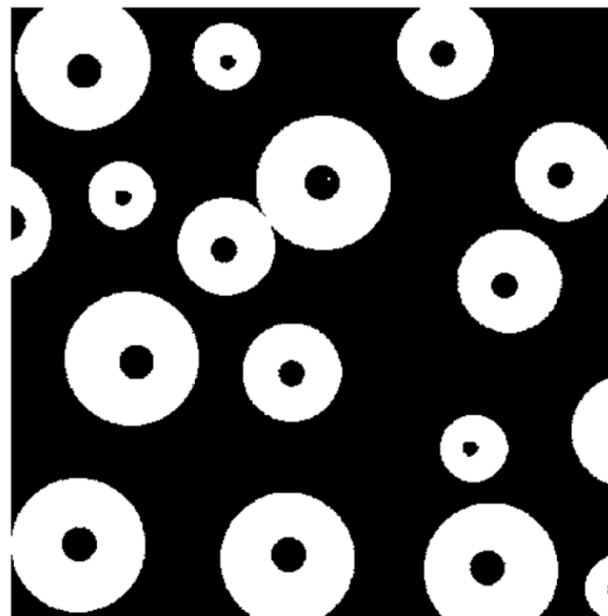


$X_8 \cup A$

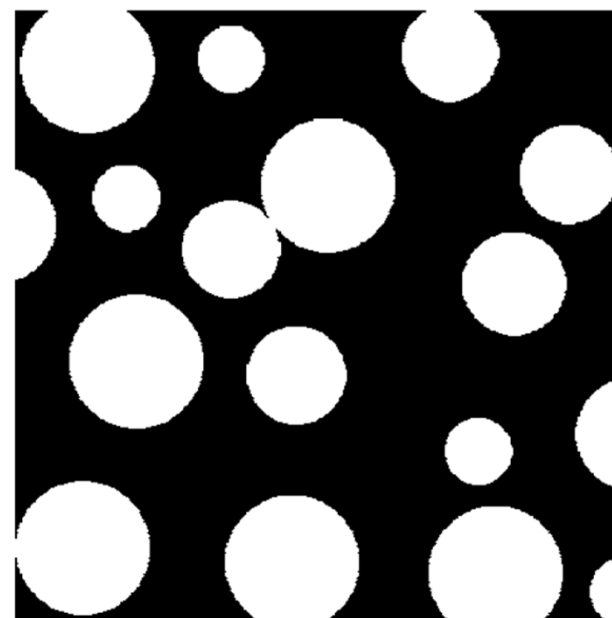


举例

包含一个初始点的原图



填充1个孔



全部填充





提纲

- 预备知识
- 腐蚀和膨胀
- 开操作和闭操作
- 击中或击不中变换
- 基本形态学算法
 - 边界提取、孔洞填充
 - 连通分量提取、凸包
 - 细化、粗化
 - 骨架、裁剪



邻接性



- 令 V 是用于定义邻接性的灰度值集合
 - 对于二值图像, $V = \{1\}$ 或 $V = \{0\}$
 - 对于非二值图像, V 是灰度级任意一个子集, 比如 $V = \{128, 129, \dots, 255\}$
- 1. 4邻接 (4-adjacency)
 - p 和 q 的灰度值均属于集合 V
 - q 属于 p 的4邻域, 即 $q \in N_4(p)$



邻接性



2. 8邻接 (8-adjacency)

- p 和 q 的灰度值均属于集合 V
- q 属于 p 的8邻域, 即 $q \in N_8(p)$

3. m 邻接 (m -adjacency)

- p 和 q 的灰度值均属于集合 V

a) q 属于 p 的4邻域, 即 $q \in N_4(p)$

a') q 属于 p 的4对角邻域, 即 $q \in N_D(p)$, 并且 $N_4(p) \cap N_4(q)$ 中没有元素的灰度属于 V

消除歧义





连通分量提取

- 连通分量
 - 连接在一起的像素集合
 - 4邻接、8邻接、 m 邻接
- A 表示一个集合
 - 元素为若干连通分量
 - 给定每个连通分量内1个点



连通分量提取算法



1. 构造初始 X_0

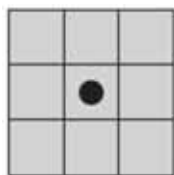
- 给定的连通分量内初始点设为1，其他为0

2. 按照下面的公式更新

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

- 其中 B 为结构元

- 考虑8连通



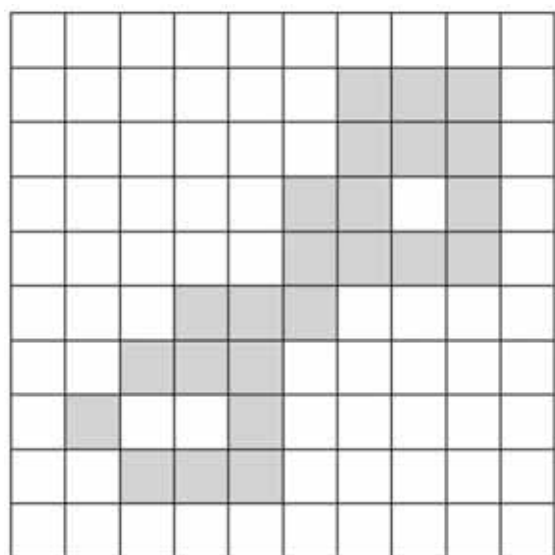
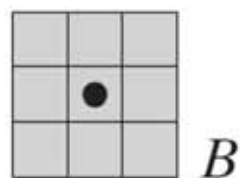
条件膨胀，
否则膨胀
会填充整
个空间

3. 重复上述公式，直到 $X_k = X_{k-1}$

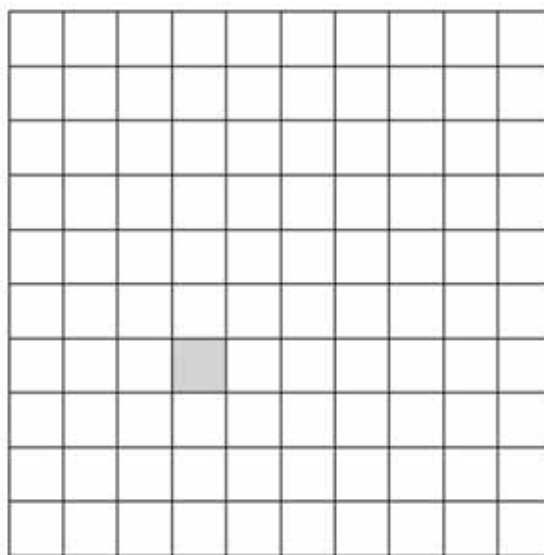
- X_k 包含提取的连通分量



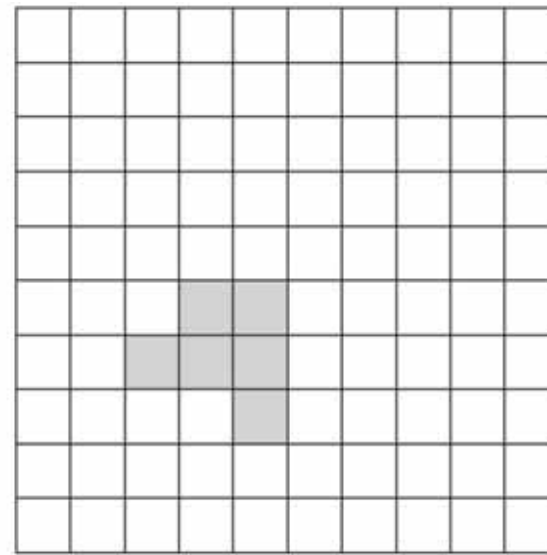
举例



A



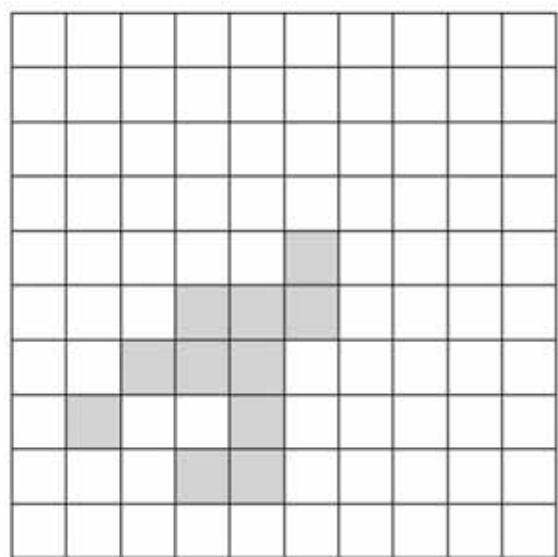
X_0



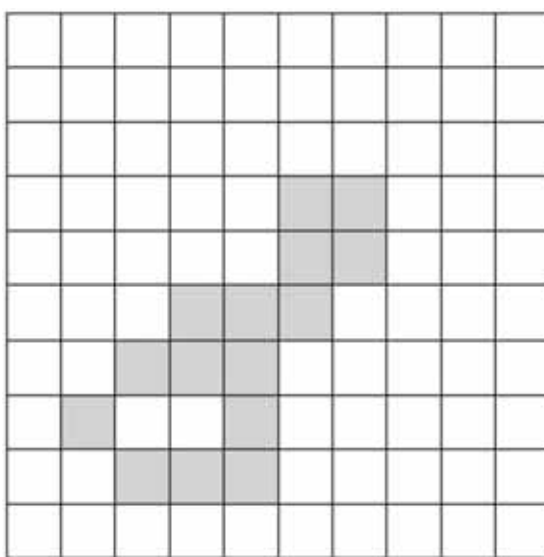
X_1



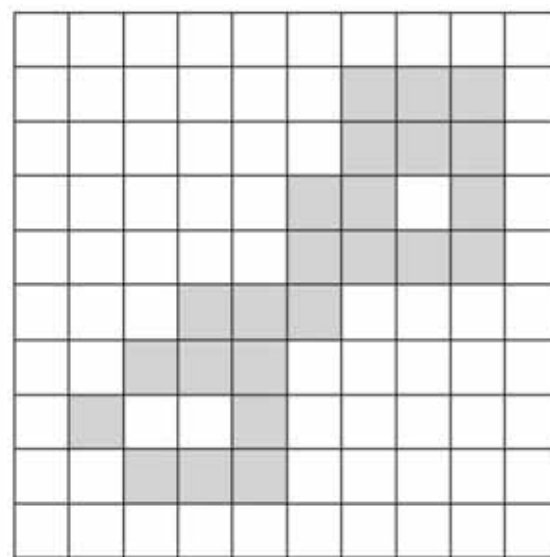
举例



X_2



X_3

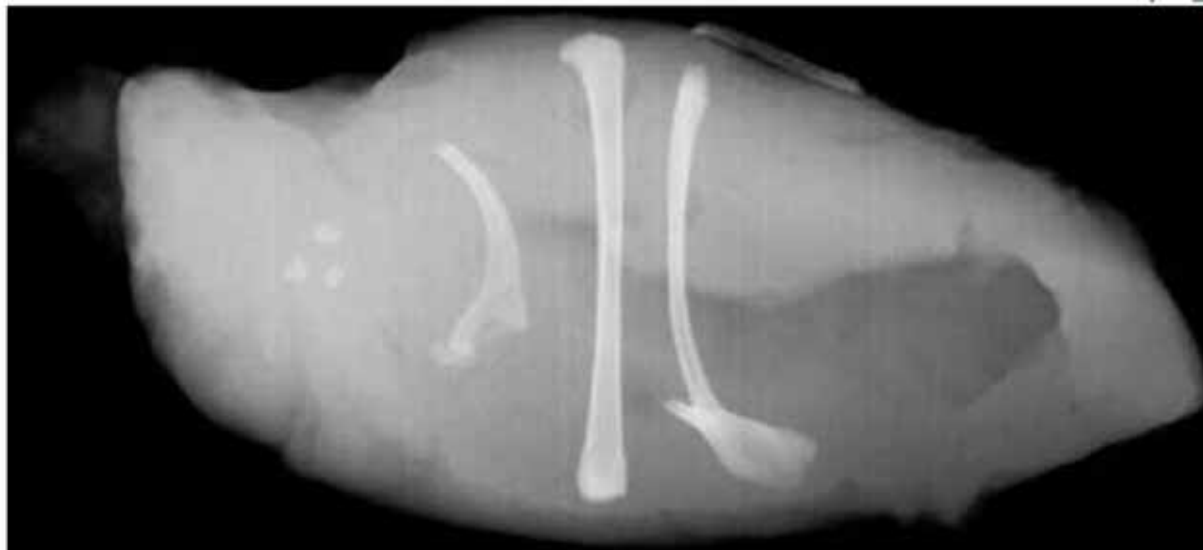


X_6



举例

包含碎骨头
的鸡胸肉



阈值化



举例

4个尺寸较大，
证明有碎骨头



利用 5×5 结构元腐蚀（去掉小区域）

Connected component	No. of pixels in connected comp
01	11
02	9
03	9
04	39
05	133
06	1
07	1
08	743
09	7
10	11
11	11
12	9
13	9
14	674
15	85

连通分量提取

