

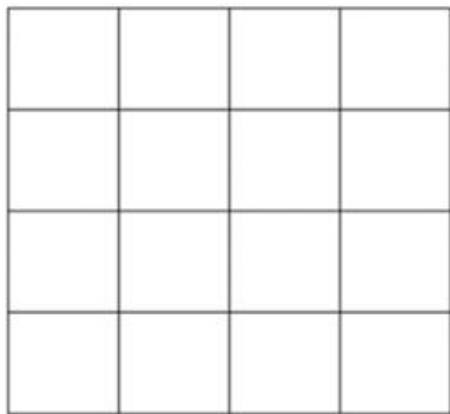
图像形态学处理

教学目标：

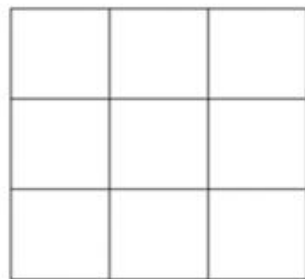
1. 掌握形态学的基本运算，感受集合之美
2. 了解形态学的在图像领域的基本应用
3. 引导小组协作，编写形态学简单算法

2.5.1 形态学基本运算

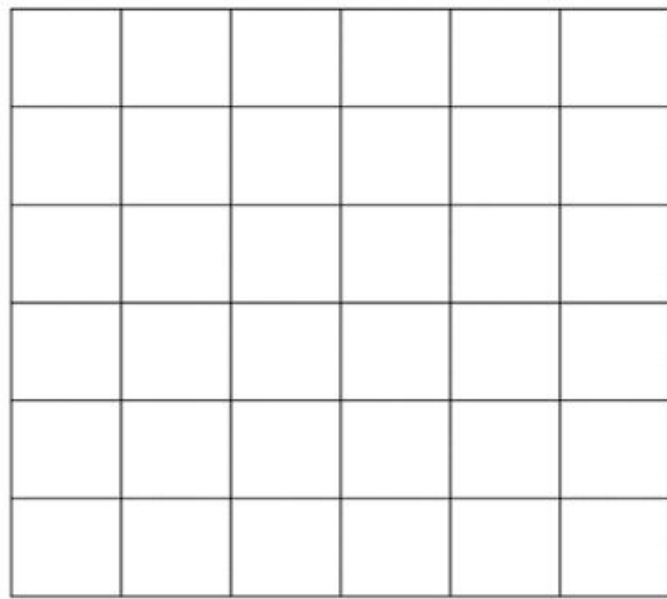
- ▶ 腐蚀和膨胀是两种最基本的也是最重要的形态学运算，其他的形态学算法也都是由这两种基本运算复合而成的。
- ▶ 1.膨胀
- ▶ 膨胀是形态学运算中的最基本的运算子之一，它在图像处理中的主要作用是扩充物体边界点，连接两个距离很近的物体。集合A用集合B膨胀，记作
$$A \oplus B = \{x | \hat{B}_x \cap A \neq \emptyset\}$$
- ▶ 上式表明，用集合B膨胀集合A，即当集合B的原点在集合A中移动，集合B中元素所对应位移后的元素组成的集合。在图像处理中，集合A一般是待膨胀的图像，称集合B为结构元素。膨胀可以填充图像内部的小孔及图像边缘处的小凹陷部分，并能够磨平图像向外的尖角，如图所示。



(a) 原图像



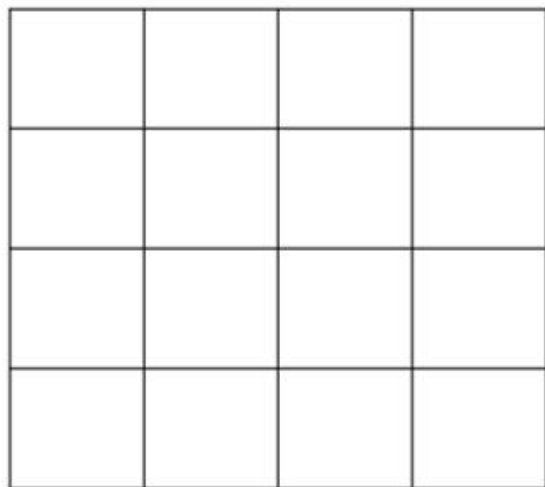
(b) 结构元素



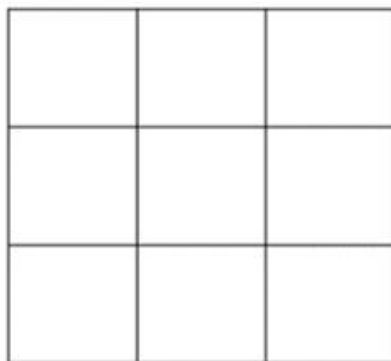
(c) 膨胀后图像

- 2.腐蚀

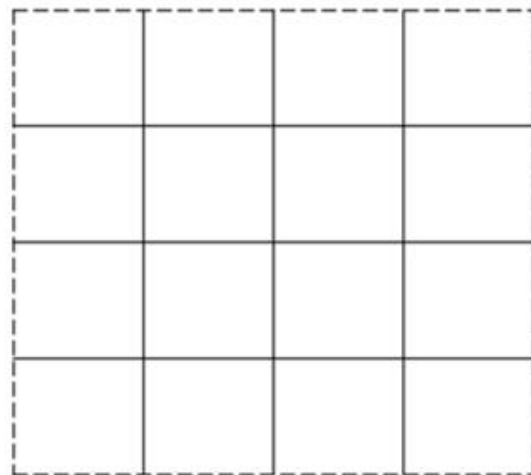
- 腐蚀也是形态学运算中最基本的算子之一，它是与膨胀相对应的运算。它在图像处理中的主要作用是消除物体的边界点，消除图像中小于结构元素的物体，分开具有细小连接的两个物体。集合A被集合B腐蚀，记作 $A \ominus B$ ，定义为 $A \ominus B = \{x | B_x \subseteq A\}$ ；上式表明，用集合B腐蚀集合A，即集合B完全包含于集合A时，集合B原点元素所在位置的集合。在图像处理中，集合A一般是待腐蚀的图像，称集合B为结构元素。如图所示。



(a) 原图像



(b) 结构元素



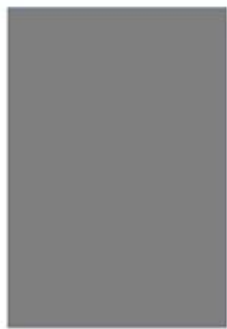
(c) 腐蚀后图像

- 3.开、闭运算

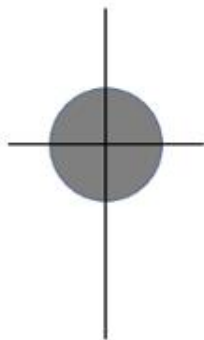
- 开运算和闭运算都是由腐蚀和膨胀复合而成的，开运算是先腐蚀后膨胀，而闭运算是先膨胀后腐蚀。利用结构元素B对输入图像A进行开运算用符号表示为 $A \circ B$ ，其定义为

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

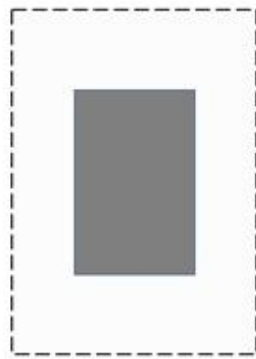
- 开运算是A先被B腐蚀，然后再被B膨胀的结果。开运算能够使图像的轮廓变得光滑，还能使狭窄的连接断开及消除细毛刺。用圆盘对输入图像进行开运算如图所示。



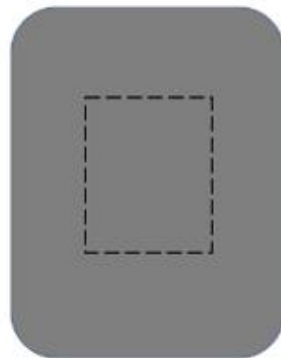
A



B

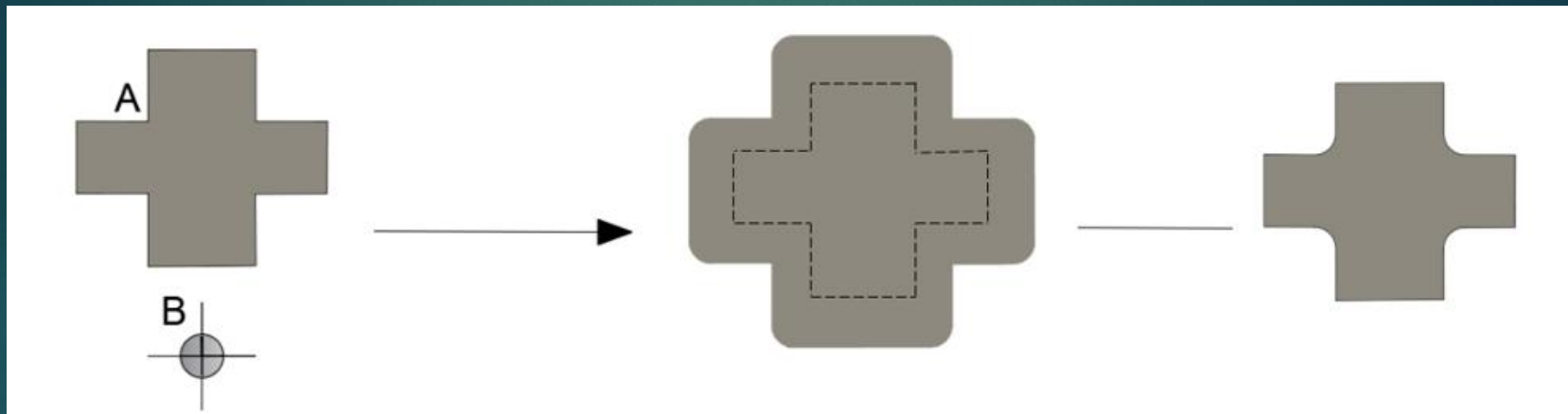


$A \ominus B$



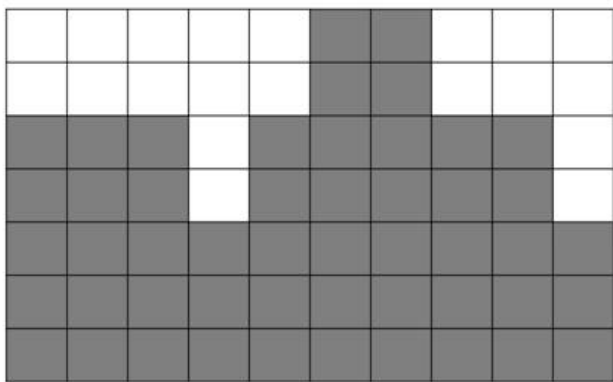
$A \circ B$

- 闭运算是开运算的对偶运算，定义为先作膨胀然后再作腐蚀。利用B对A作闭运算表示为 $A \cdot B$ ，定义为
- $A \cdot B = [A \oplus (-B) \ominus (-B)]$
- 闭运算是用-B对A进行膨胀，将其结果用-B进行腐蚀。闭运算相比开运算也会平滑一部分轮廓，但与开运算不同的是闭运算通常会弥合较窄的间断和细长的沟壑，还能消除小的孔洞及填充轮廓线的断裂。用圆盘对输入图像进行闭运算如图所示。



2.5.2 形态学的应用

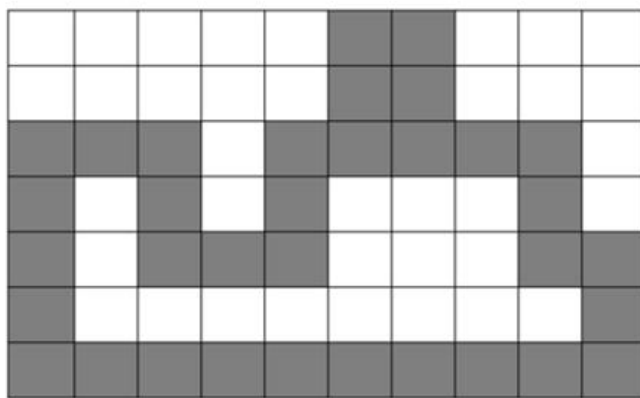
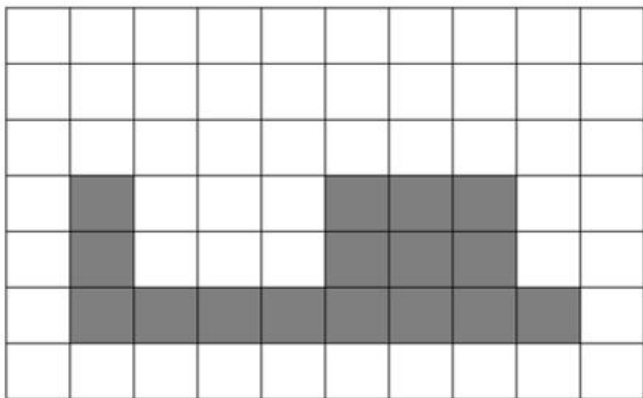
- 1.边界提取
- 要在二值图像中提取物体的边界，容易想到的一个方法是将所有物体内部的点删除（置为背景色）。逐行扫描原图像时如果发现一个黑点的8邻域都是黑点，那么该点为内部点，对于内部点需要在目标图像上将它删除，这相当于采用一个 3×3 的结构元素对原图像进行腐蚀，只有那些8邻域都是黑点的内部点被保持，再用原图像减去腐蚀后的图像，这样就恰好删除了这些内部点留下的边界，过程如图所示。



(a) 原图



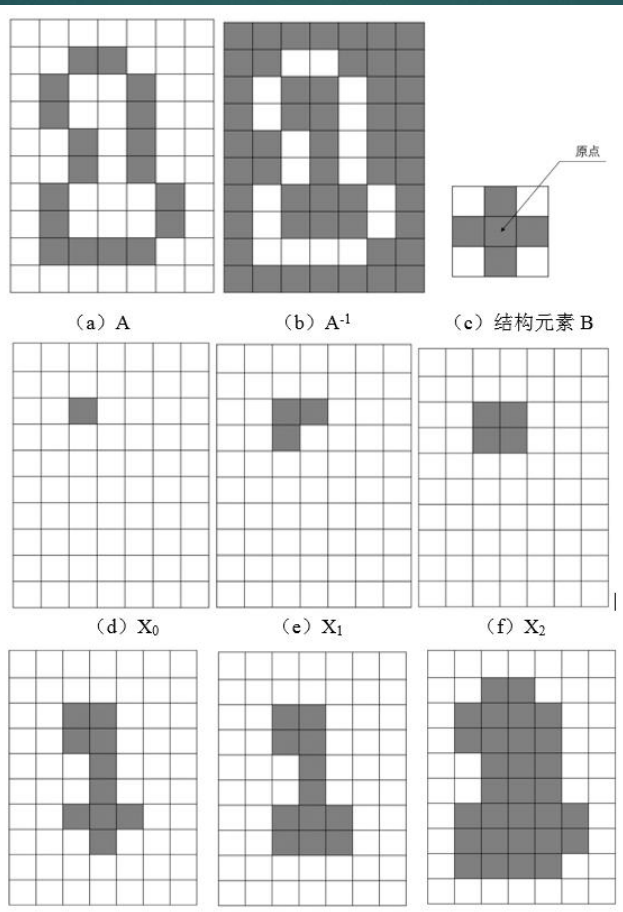
(b) 腐蚀的结构元素



- 2.区域填充

- 区域填充的算法，它以集合的膨胀、求补和交集为基础。在图2-27中，A表示一个包含子集的集合，其子集的元素均是区域的8连通边界点。目的是从边界内的一个点开始，用1填充整个区域。
- 如果采用惯例：所有非边界（背景）点标记为0，则以将1赋给p点开始。下列过程将整个区域用1填充：

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



- 3.图像细化与图像骨架
- 图像细化就是从原来的图像中去掉一些点，但仍要保持目标区域的原来形状。所谓细化就是沿着图案的边缘一点点地剥离边缘黑点，直到剩下宽度为一个像素的中心黑线为止，细化的结果被称为原图案的骨架。所谓骨架，可以理解为图像的中轴，例如一个长方形的骨架是它的长方向上的中轴线，正方形的骨架是它的中心点，圆的骨架是它的圆心，直线的骨架是它自身，孤立点的骨架也是它自身。骨架必须保持原图案的拓扑形状和连通性。

- 4.Blob分析

- 在计算机视觉中的Blob是指图像中的具有相似颜色、纹理等特征所组成的一块连通区域。Blob分析是对图像中相同像素的连通域进行分析（该连通域称为Blob）。其过程其实就是将图像进行二值化，分割得到前景和背景，然后进行连通区域检测，从而得到Blob块的过程。简单来说，Blob分析就是在一块“光滑”区域内，将出现“灰度突变”的小区域寻找出来。举例来说，假如现在有一块刚生产出来的玻璃，表面非常光滑，平整。如果这块玻璃上面没有瑕疵，那么，“灰度突变”是检测不到的；相反，如果在玻璃生产线上，由于种种原因，造成了玻璃上面有一个凸起的小泡、有一块黑斑、有一点裂缝，那么，就能在这块玻璃上面检测到纹理，经二值化处理后的图像中色斑可认为是Blob。而这些部分，就是生产过程中造成的瑕疵，这个过程，就是Blob分析。Blob分析工具可以从背景中分离出目标，并可以计算出目标的数量、位置、形状、方向和大小，还可以提供相关斑点间的拓扑结构。在处理过程中不是对单个像素逐一分析，而是对图像的行进行操作。图像的每一行都用游程长度编码（RLE）来表示相邻的目标范围。这种算法与基于像素的算法相比，大大提高了处理的速度。

- 适用范围：针对二维目标图像和高对比度图像，适用于有无检测和缺陷检测。常用于二维目标图像、高对比度图像、存在/缺席检测、数值范围和旋转不变性需求。显然，纺织品的瑕疵检测，玻璃的瑕疵检测，机械零件表面缺陷检测，可乐瓶缺陷检测，药品胶囊缺陷检测等很多场合都会用到Blob分析。