

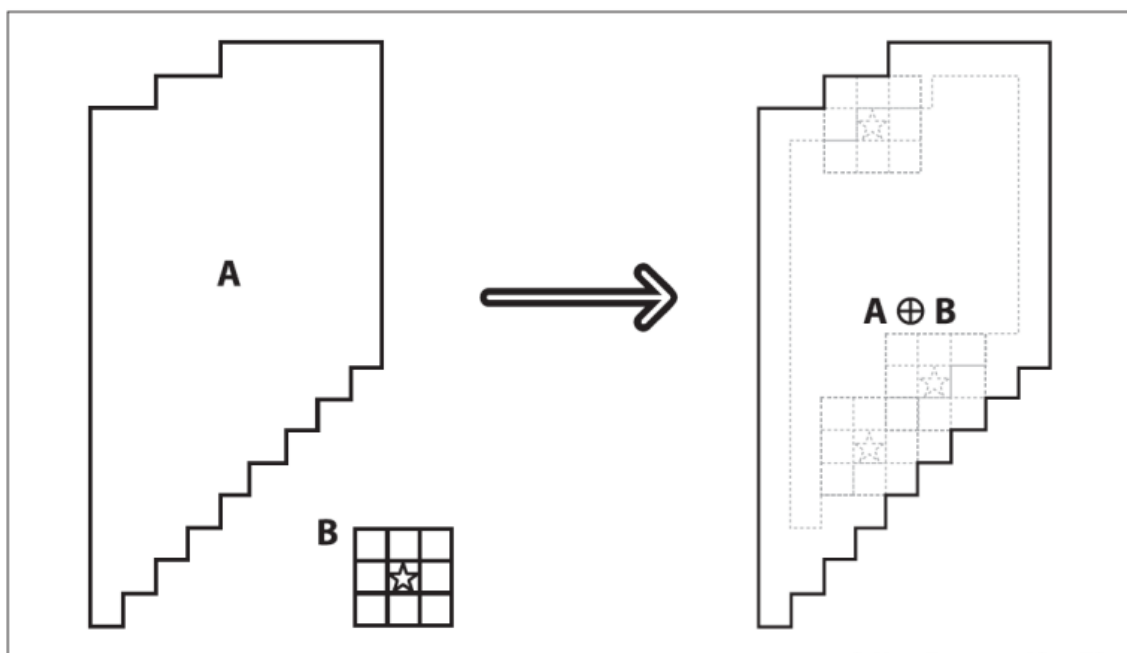
问题

形态学中的膨胀、腐蚀、开操作和闭操作是图像处理中常见的问题之一，因为自己偶尔会记混“开操作和闭操作”的概念和应用，所以整理一下当作复习复习。

形态学中最基本的操作是膨胀和腐蚀，它们能实现很多功能：例如消除噪声、分割出独立的图像元素以及在图像中连接相邻的元素等。

膨胀

- 膨胀是指使用卷积核B（可以理解为**模板**）对图像A（或者某部分区域）进行卷积操作，卷积核可以是任意形状或大小。
- 卷积核B通常有一个自定义的参考点(anchor point)，一般位于中心位置。
- **膨胀是求局部最大值的操作**。当卷积核B（模板）扫描图像A与其进行卷积操作时，计算模板B覆盖区域的最大值并将最大值赋给模板的参考点。因为图像中亮点的灰度值大，所以**膨胀操作会使得图像中的高亮区域逐渐增长**。



膨胀前



膨胀后



膨胀前

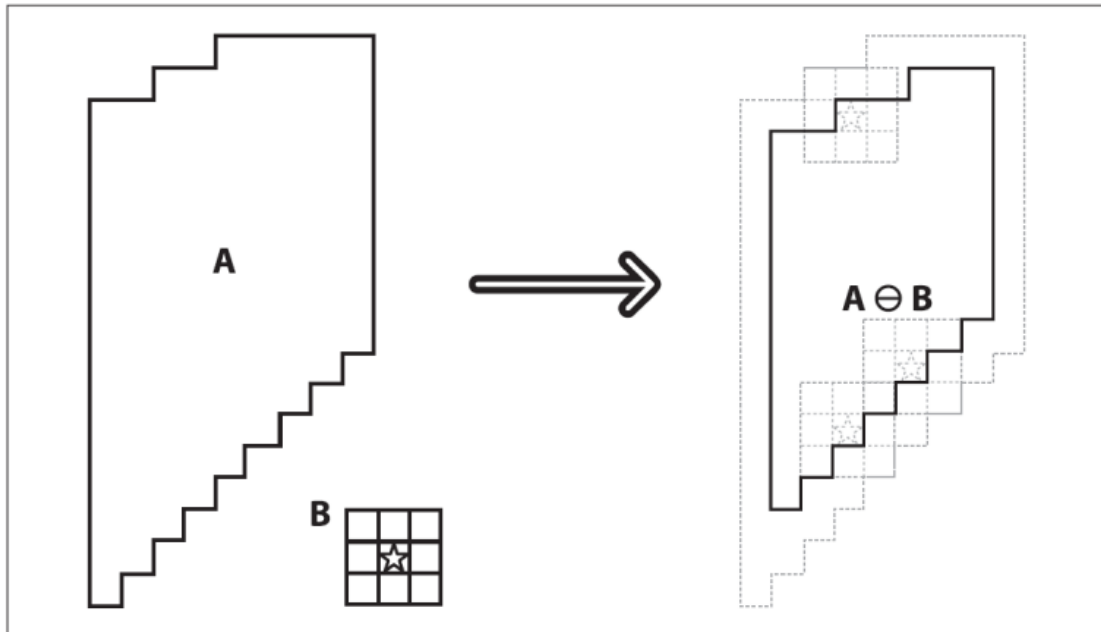


膨胀后

如上图所示，膨胀操作后图像中亮的区域会增长。

腐蚀

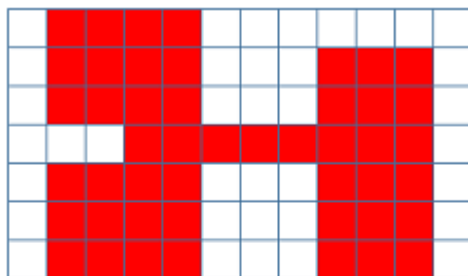
- 腐蚀是膨胀的反操作，**腐蚀计算的是局部区域的最小值**。
- 将卷积核B与图像A进行卷积，将B所覆盖区域的最小值赋给参考点。
- **腐蚀操作会使得图像中亮的区域变小，暗的区域变大。**



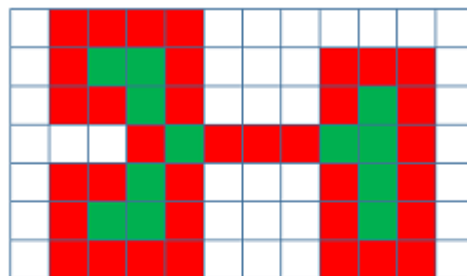
开操作

- 开操作是指：**先腐蚀，在膨胀**。
- 开操作可以**移除较小的明亮区域、在较细的地方分离物体**。（假设小物体是亮色，关注的前景是黑色，即可以移除小亮点）
- 应用例子：通过开操作将阈值处理后的细胞分离，可以更清晰地统计细胞数目

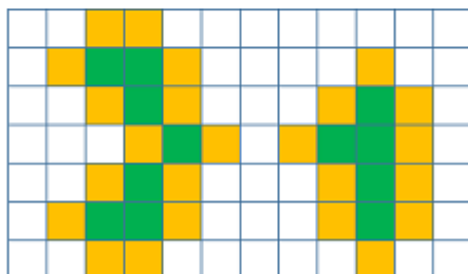
下面给出一个开操作示例，图片来自第2篇参考博客：<https://blog.csdn.net/Fishmemory/article/details/53113746?locationNum=6&fps=1>



开操作前



开操作-腐蚀操作（绿色）

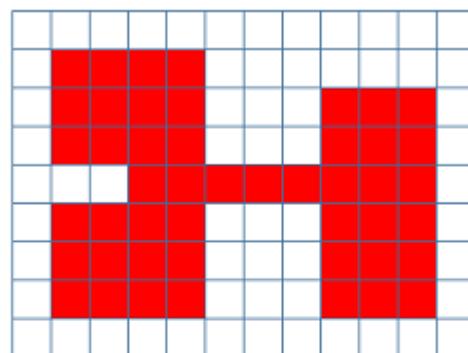


开操作-膨胀操作（绿色+黄色）

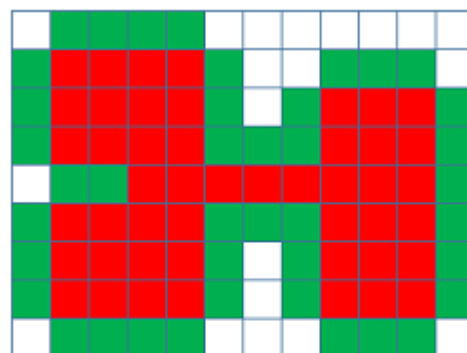
闭操作

- 闭操作是指：先膨胀，再腐蚀。
- 闭操作可以填充物体内的细小空洞、连接邻近的明亮物体。

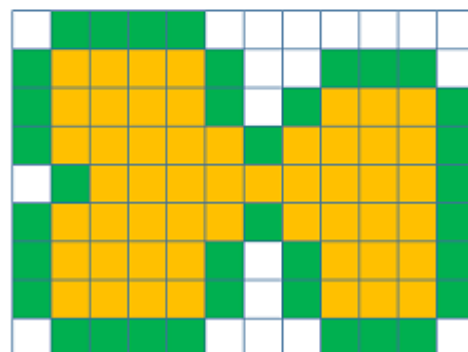
下面给出一个闭操作示例，图片来自第2篇参考博客：<https://blog.csdn.net/Fishmemory/article/details/53113746?locationNum=6&fps=1>



闭操作前



闭操作-膨胀操作（绿色+红色）



闭操作-腐蚀操作（黄色）

顶帽操作

- 顶帽操作是指：原图与开操作的差（ $\text{dst} = \text{src} - \text{open}$ ）

- 效果：局部亮度极大点被分割出来（可以分两步理解，开操作移除了明亮的小区域，当用原图减去开操作的结果之后，之前被移除的明亮区域就会凸显出来，因此看到的效果就是一些亮度较大的小区域）

下面图片摘自第3篇参考博客：https://blog.csdn.net/qq_36387683/article/details/80489631



黑帽操作

- 黑帽操作是指：闭操作与原图的差（ $\text{dst} = \text{close} - \text{src}$ ）
- 效果：局部黑色的洞被分割出来

下面图片摘自第3篇参考博客：https://blog.csdn.net/qq_36387683/article/details/80489631



参考资料

[形态学在图像处理中的应用](#)

[形态学-腐蚀、膨胀、开操作、闭操作](#)

[OpenCV学习笔记-顶帽、黑帽、形态学梯度](#)

《学习OpenCV3》