



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

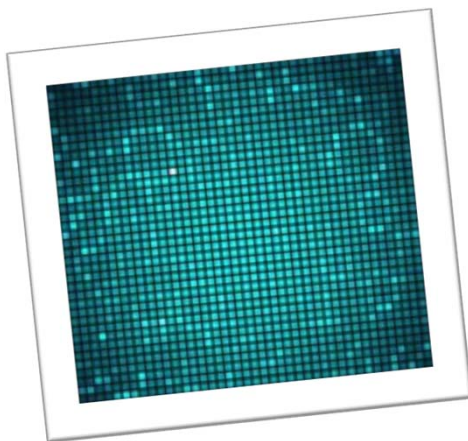
School of Information Engineering

8.6 二值图像处理

王昱 主讲

8.6 二值图像处理 (Binary Image Processing)

- ◆ 二值图像是只具有两个灰度级的图像，它是数字图像的一个重要子集。
- ◆ 一个二值图像通常是由一个图像分割操作产生的。
- ◆ 如果初始的分割不够令人满意，对二值图像的某些形式的处理通常能提高其质量。



8.6 二值图像处理 (Binary Image Processing)

【例8.7】 二值图像的4连通和8连通区域标记。

```
BW=[1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1  
    1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1  
    0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1  
    1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1  
    0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1]
```

□ `L4=bwlabel(BW,4)` %按4连通标记出各个连通区域

□ `L8=bwlabel(BW,8)` %按8连通标记出各个连通区域

8.6 二值图像处理 (Binary Image Processing)

程序运行结果：

1	1	1	0	0	0	5	0	7	0	6	6
1	0	1	0	4	4	0	6	0	6	0	6
0	2	0	3	0	4	0	6	6	6	6	6
2	2	0	3	0	4	4	0	0	6	6	6
0	0	0	3	0	0	4	0	8	0	6	6

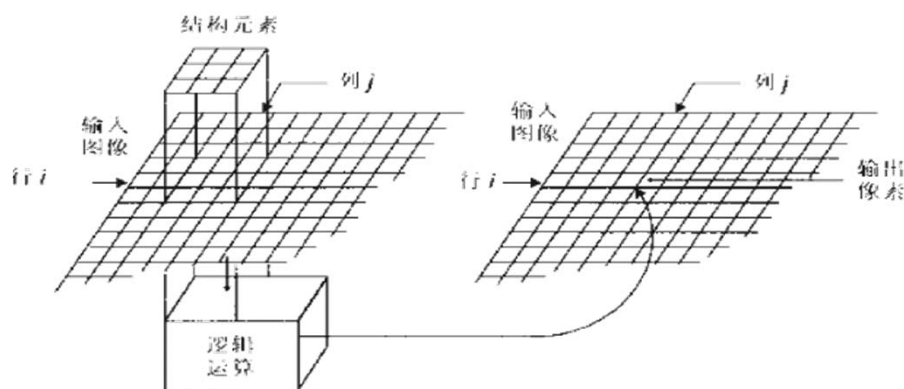
(a) 4 连通结果

1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1

(b) 8 连通结果

8.6.1 数学形态学图像处理 (Morphological Image Processing)

- ✓ 在通常的情况下，形态学图像处理以在图像中移动一个结构元素并进行一种类似于卷积操作的方式进行。
- ✓ 在每个像素位置，结构元素核与它下面的二值图像之间进行一种特定的逻辑运算。逻辑运算的二进制结果存在输出图像中对应于该像素的位置上。
- ✓ 产生的效果取决于结构元素的大小、内容以及逻辑运算的性质。



8.6.1 数学形态学图像处理 (Morphological Image Processing)

1. 集合论术语 (Definition)

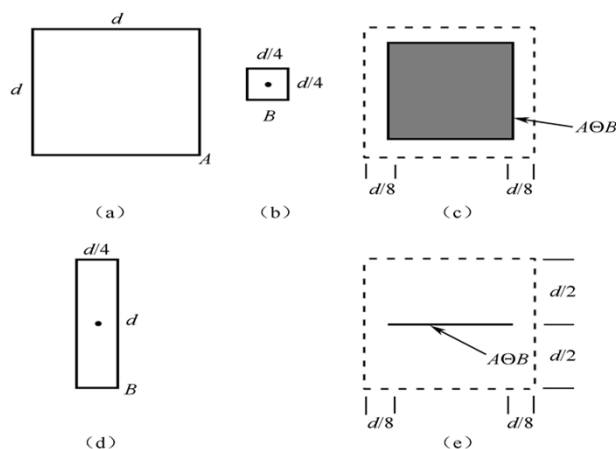
- 在形态学处理语言中，二值图像 A 和结构元素 B 都是定义在二维笛卡尔网格上的集合，“1”是这些集合中的元素。
- 当一个结构元素的原点位移到点 (x,y) 处时，我们将其记为 B_{xy} 。形态学运算的输出是另一个集合，这个运算可用一个集合论方程来确定。

2. 腐蚀(Erosion)

腐蚀定义为： $E = A \ominus B = \{x, y \mid B_{xy} \subseteq A\}$

由B对A腐蚀所产生的二值图像E是这样点(x, y)的集合：

如果B的原点位移到点(x, y)，那么B将完全包含于A中。



Erosion

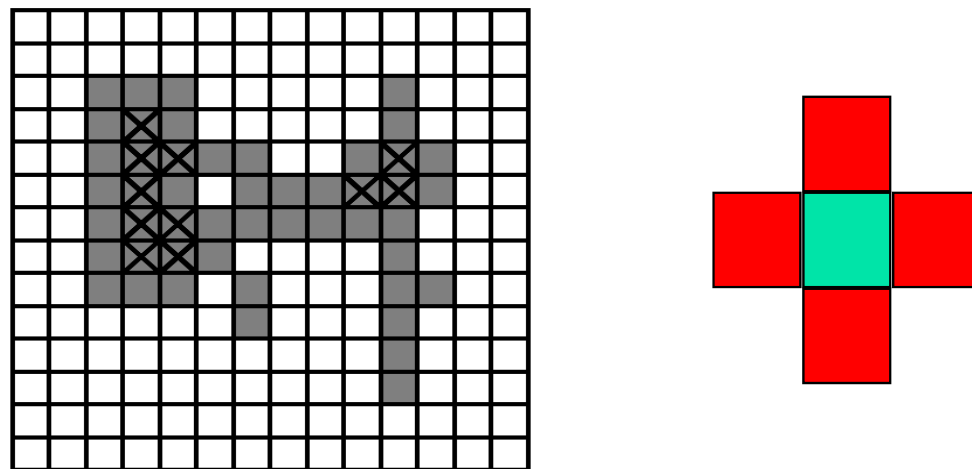


图8.28 用十字型结构元素对图像腐蚀

Erosion

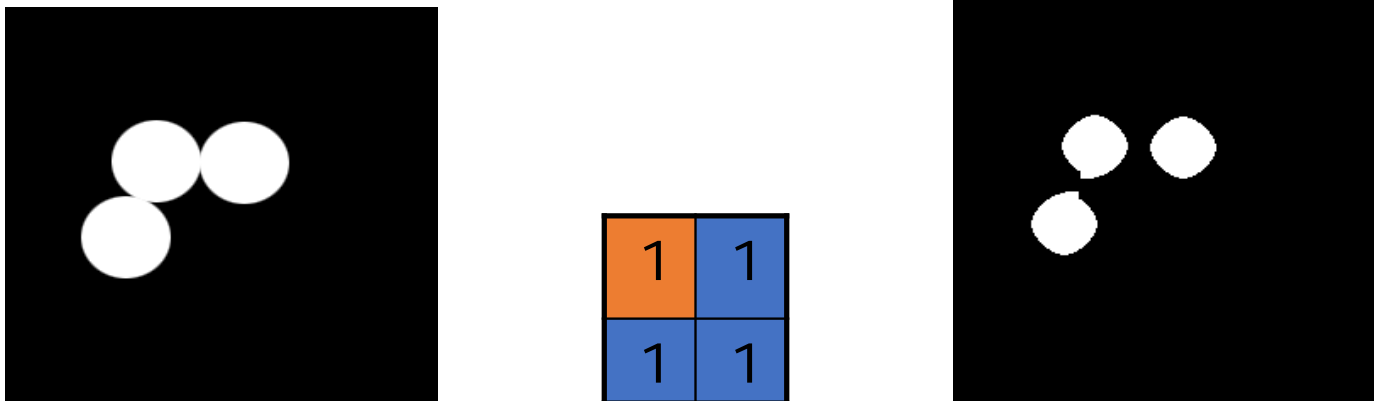


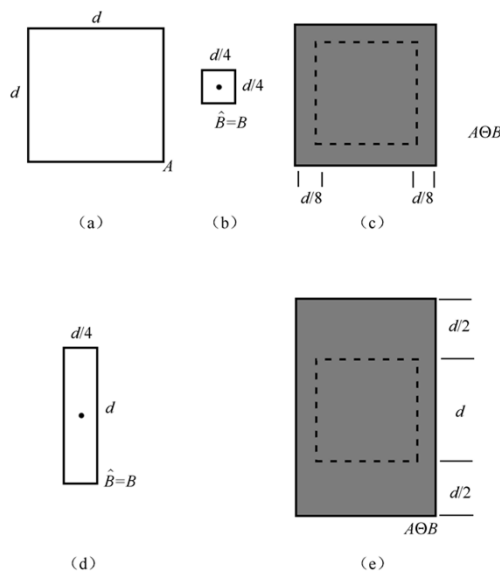
图 利用腐蚀算法消除物体之间的粘连示例

- ✓ 简单的腐蚀是消除物体的所有边界点的一种过程，其结果使剩下的物体沿其周边比原物体小一个像素的面积。
- ✓ 如果物体是圆的，它的直径在每次腐蚀后将减少2个像素。如果物体任一点的宽度少于三个像素，则它在该点将变为非连通的（变为两个物体）。
- ✓ 在任何方向的宽度不大于2个像素的物体将被除去。腐蚀对从一幅分割图像中去除小且无意义的物体来说是非常有用的。

3. 膨胀(Dilation)

➤ 膨胀定义为： $D = A \oplus B = \{x, y \mid B_{xy} \cap A \neq \emptyset\}$

➤ 也就是说，B对A膨胀产生的二值图像D是由这样的点 (x, y) 组成的集合，如果B的原点位移到 (x, y) ，那么它与A的交集非空。



Dilation

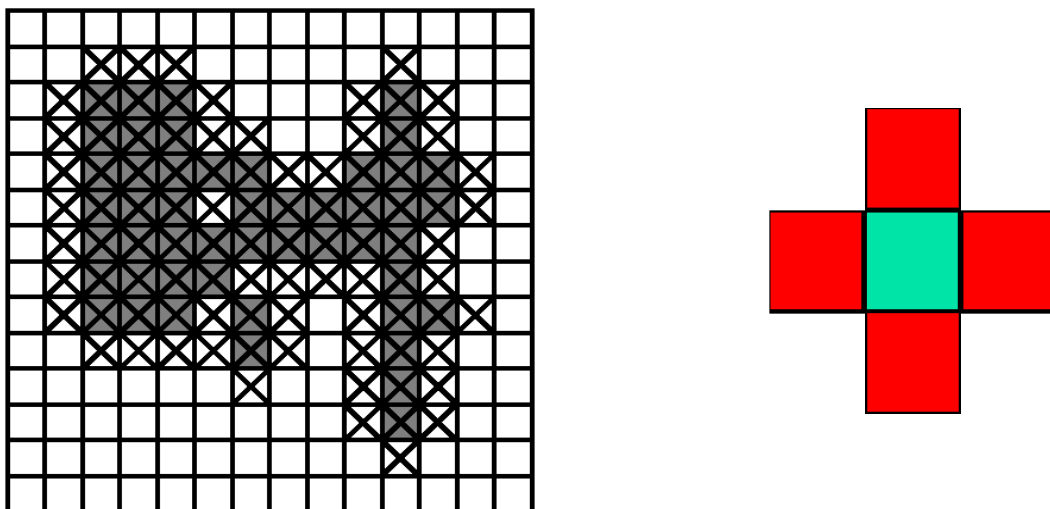


图8.30 用十字型结构元素对图像膨胀

Dilation

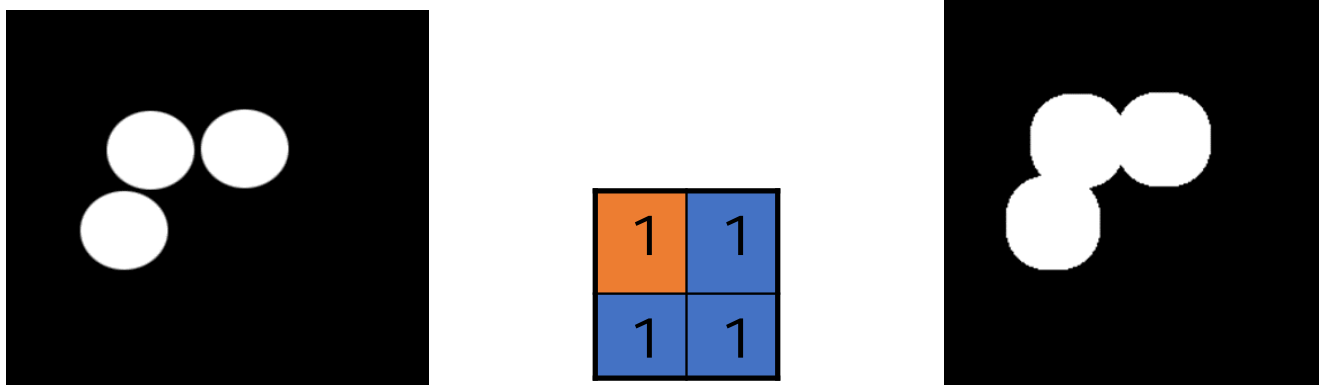
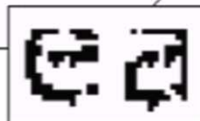


图 利用膨胀运算将相邻的物体连接起来

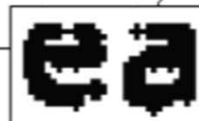
- ✓ 简单膨胀是将与某物体接触的所有背景点合并到该物体中的过程。过程的结果是使物体的面积增大了相应数量的点。
- ✓ 如果物体是圆的，它的直径在每次膨胀后增大两个像素。如果两个物体在某一点相隔少于三个像素，它们将在该点连通起来（合并成一个物体）。
- ✓ 膨胀在填补分割后物体中的空洞很有用。

Dilation

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



0	1	0
1	1	1
0	1	0

a c
b

FIGURE 9.5

(a) Sample text of poor resolution with broken characters (magnified view)
 (b) Structuring element.
 (c) Dilation of (a) by (b). Broken segments were joined.



谢谢

THANK YOU



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

8.6 二值图像处理

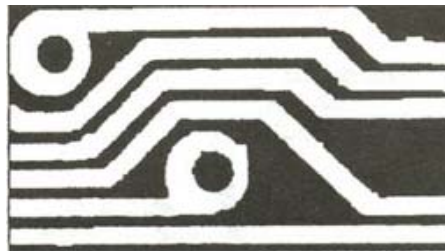
王昱 主讲

8.6.2 开运算和闭运算 (Open Operation and Close Operation)

- **开运算**：先腐蚀后膨胀的过程称为开运算。
- 它具有消除细小物体、在纤细点处分离物体、和平滑较大物体的边界的同时又不明显改变其面积的作用。
- 开运算定义为： $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$



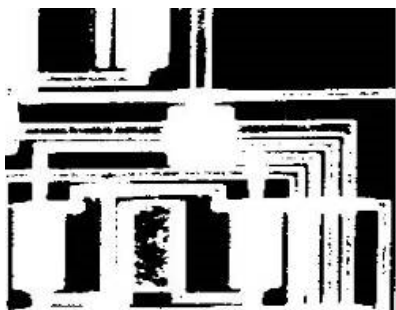
(a) 印刷电路板二值图像



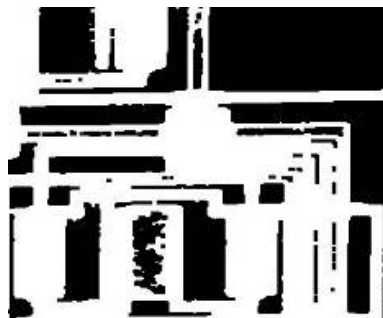
(b) 对(a)进行开运算的结果图像

8.6.2 开运算和闭运算 (Open Operation and Close Operation)

- **闭运算**：先膨胀后腐蚀的过程称为闭运算。
- 它具有填充物体内部细小空洞、连接邻近物体、在不明显改变物体面积的情况下平滑其边界的作用。
- 闭运算定义为： $A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$



(a) 电路板二值图像



(b) 对(a)进行闭运算的结果图像

8.6.2 开运算和闭运算 (Open Operation and Close Operation)

【例8.8】使用开运算除去图像的某些部分。

图8.32 (a) 显示的二值图像包含边长为1,3,5,7,9和15个像素的正方形。假设我们只想留下最大的正方形而除去其他的正方形，可以通过用比我们要保留的对象稍小的结构元素对图像进行开运算。这里我们选择 13×13 像素大小的结构元素。图8.32 (b) 显示了用这个结构元素对原图像进行腐蚀后得到的结果，此时只保留了3个最大正方形的点。再用同样大小的结构元素对这3个正方形进行膨胀恢复它们原来 15×15 像素的尺寸，如图8.32 (c) 所示。

图8.32

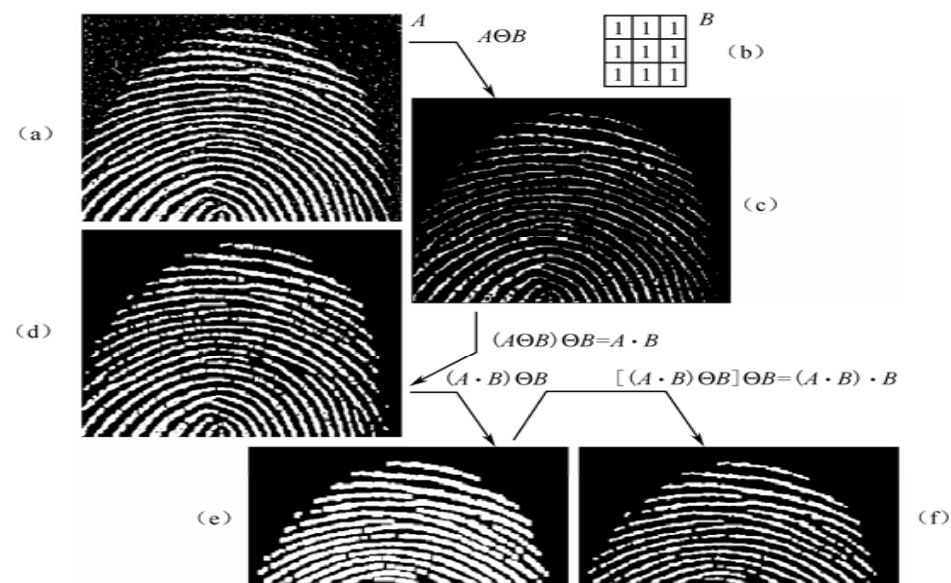


- a) 内部边长为1,3,5,7,9和15个像素的正方形图像
- b) 用方形结构元素 (边长为13) 对 (a) 进行腐蚀
- c) 使用相同的结构元素对 (b) 进行膨胀

8.6.2 开运算和闭运算 (Open Operation and Close Operation)

【例8.9】形态学滤波的开运算和闭运算的应用。

图8.33 (a) 中的二值图像显示了受噪声污染的部分指纹图像。这里噪声表现为黑色背景上的亮元素和亮指纹部分的暗元素。我们的目的是消除噪声及它对印刷所造成的影响，使图像失真尽可能减小。由开运算后紧跟着进行闭运算形成的形态学滤波器可用于实现这个目的。



8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

- 以前面的讨论作为背景，我们现在可以考虑一些形态学的实际用途。当处理二值图像时，形态学的主要应用是提取对于描绘和表达形状有用的图像成分。
- 形态学算法如提取边界、连通分量、凸壳、区域骨架等，预处理或后处理方法如区域填充、细化、粗化、修剪等，这些算法非常重要，在实际中非常有用。
- 限于篇幅，这里不一一介绍，仅对边界提取和区域填充进行讨论，其余内容可以参考其他相关资料。

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

- ✓ 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）。
- ✓ 实际上这相当于采用一个 3×3 的结构元素对原图像进行腐蚀，腐蚀保留的都是物体的内部点，再用原图像减去腐蚀后的图像，留下的就是边界像素。一般边界提取可以描述如下。
- ✓ 设 B 是一个适当的结构元素，集合 A 的边界表示为，它可以通过先由 B 对 A 腐蚀，而后用 A 减去腐蚀得到。即：

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

- ✓ 我们可以按照式（8.57）直接提取图像的边界轮廓。此外MATLAB图像处理工具箱提供了bwperim()函数，用来检测二值图像中对象的边缘像素。其语法格式为：

$$BW2 = \text{bwperim}(BW1, N)$$

- ✓ N 表示邻接的类型，可以为4、8等，默认值为4。

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

【例8.10】边界轮廓提取。

```
I=imread('fig834.jpg');      %读取图像
I=im2bw(I);                 %图像二值化
figure,imshow(I);           %显示原图
se=strel('square',3);        %选取3 3正方形结构元素
Ie=imerode(I,se);           %对原图像进行腐蚀
Iout1=I-Ie;                 %原图像减去腐蚀结果
figure,imshow(Iout1);       %显示边界轮廓
Iout2=bwperim(I,4);          %用bwperim提取边界
figure,imshow(Iout2);       %显示边界提取结果
```



(a) 人脸二值图像



(b) 直接边界轮廓提取



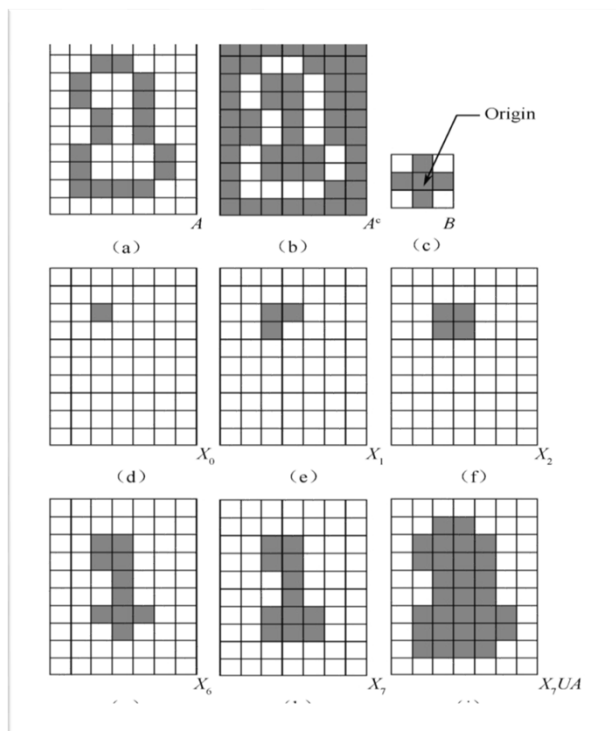
(c) 用bwperim提取边界

图8.34 边界轮廓提取

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

下面讨论一个简单的区域填充的算法，它以集合的膨胀、求补和交集为基础。在图8.35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。

这里的二值图像用1显示阴影区域，0显示白色。所有的非边界（背景）点标记为0，以1赋给 p 点开始。下面过程将整个区域用1填充：



$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c$$

(a) 集合 A

(b) A 的补集

(c) 结构元素 B

(d) 边界内的初始点

(e) ~ (h) 为式 (8.58) 使用的各个步骤

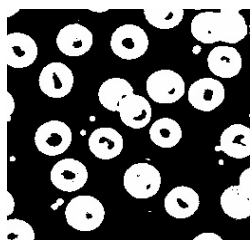
(i) 最后的结果

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

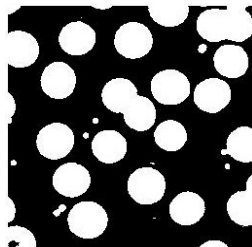
在MATLAB中提供了**bwfill()**函数实现二值图像的区域填充，其语法格式和使用说明可通过**help bwfill**查阅。下面的例子。

【例8.11】形态学区域填充。

```
I=imread('fig836.jpg');           %读取原图像
BW1=im2bw(I);                     %二值化
figure,imshow(BW1);                %显示二值图像
BW2=bwfill(BW1,'holes');           %进行区域填充
figure,imshow(BW2);                %显示填充后的结果
```



(a) 原图像



(b) 区域填充的结果

图8.36 形态学运算

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

- ◆ **定义:**将一个曲线形物体细化为一条单像素宽的线，从而图形化地显示出其拓扑性质。
- ◆ **腐蚀可编程过程：**
 - 第一步：**满足一个正常的腐蚀。
 - 第二步：**只将那些消除后并不破坏连通性的点消除，否则保留。

8.6.3 一些基本形态学算法 (Some Basic Morphological Algorithms)

- 定义：一个与细化有关的运算，也称为中轴变换 (Medialaxis transform) 或焚烧草地技术 (grass-fire technique)。
- 抽骨架的实现与细化相似，可采用一个两步有条件腐蚀实现，但是删除像素的规则略有不同。



(a) 原图像



(b) 提取的原图像的骨架图像

Chapter Summary

- 图像分割是一个将一幅数字图像划分为不交叠的、连通的像素集的过程，其中一个对应于背景，其它的则对应于图像中的各个物体。
- 利用为物体指定其像差或找出物体之间（或物体和背景之间）边界的方法来实现图像分割；在图像分割之前进行背景平滑和噪声消除，常常能改善分割时的性能。
- 图像分割中采用自适应阈值方法较采用直方图分割具有较好的分割效果。
- 针对较为复杂的图像我们则可以采用区域分割技术来实现。



谢谢

THANK YOU