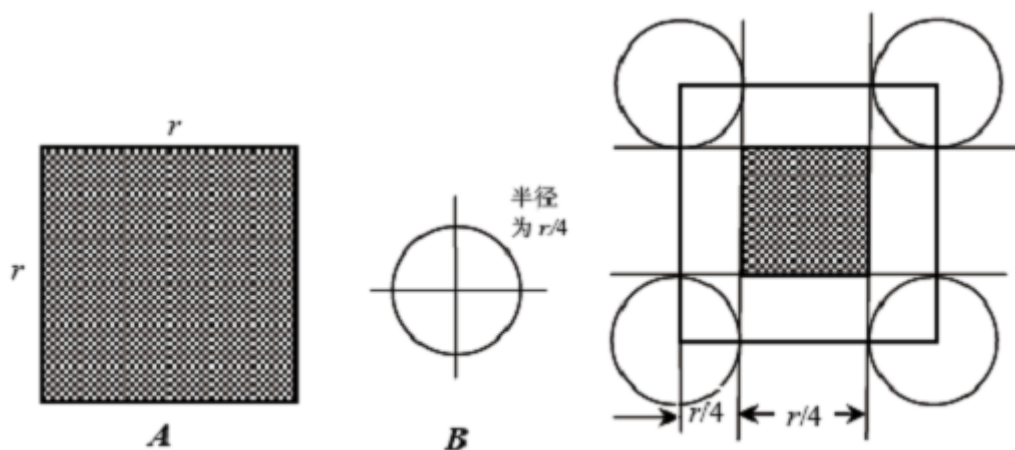


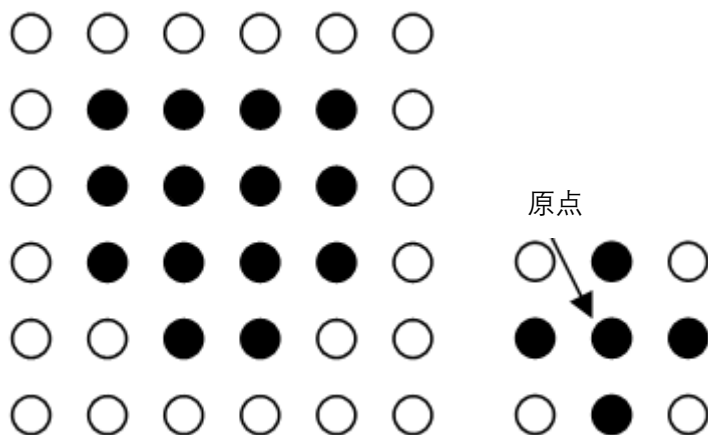
### 第三次书面作业答案

1. 画出用一个半径为  $r/4$  的圆形结构元素腐蚀一个  $r \times r$  的正方形的示意图。

解：根据数学形态学腐蚀的定义：集合  $A$  被集合  $B$  腐蚀为：



2. 已知二值图像  $X$  和结构元  $B$  如下：

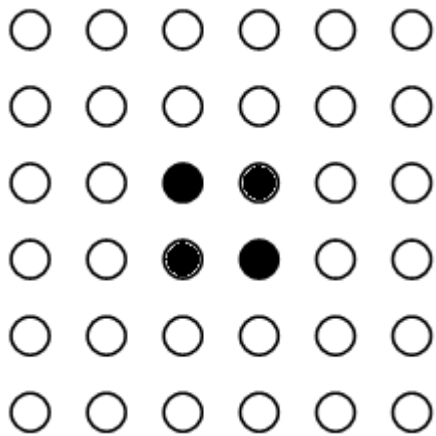


(1) 计算  $Y1 = X \ominus B$

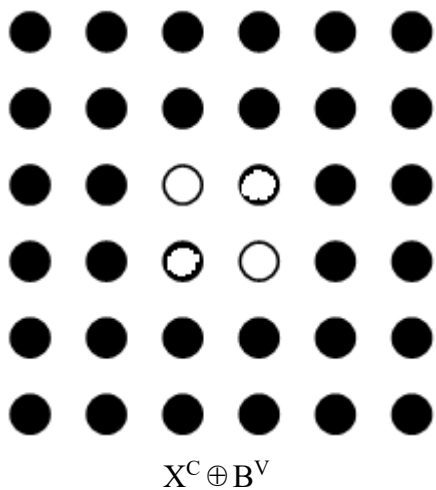
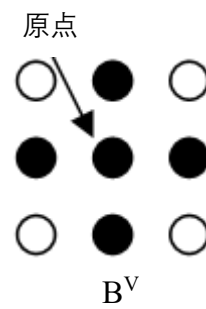
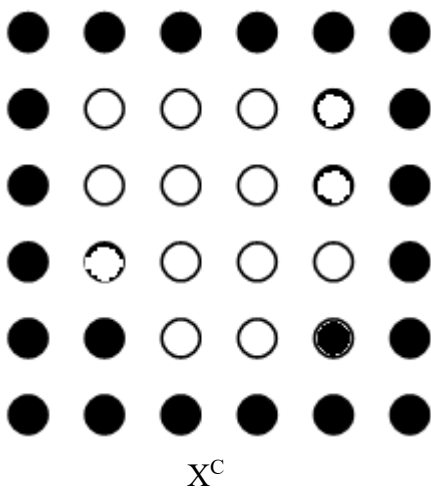
(2) 计算  $Y2 = X^C \oplus B^V$

(3)  $Y1$  和  $Y2$  是什么关系？

解：(1) 计算  $Y1 = X \ominus B$



(2) 计算  $X^C$ ,  $B^V$



(3) 易见  $Y_1=Y_2^C$ , 即  $(X \ominus B)^C = X^C \oplus B^V$

3. 写出下面的图像进行区域生长的过程和结果。其中，种子选择准则：最亮的点；相似性准则：新加入像素值与已生长的区域的平均值小于 2，且为 4 连通。终止准则：没有像素加入。

3	3	4	7	6	4	5	2
4	4	8	9	7	4	3	3
2	3	4	8	4	4	5	4
2	4	3	7	7	4	5	4
4	3	4	8	9	8	3	3
2	4	4	2	7	2	5	2
4	4	3	2	6	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

解:

3	3	4	7	6	4	5	2
4	4	8	⑨	7	4	3	3
2	3	4	8	4	4	5	4
2	4	3	7	7	4	5	4
4	3	4	8	⑨	8	3	3
2	4	4	2	7	2	5	2
4	4	3	2	6	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

选择种子, 均值为 9

3	3	4	7	6	4	5	2
4	4	⑧	⑨	7	4	3	3
2	3	4	⑧	4	4	5	4
2	4	3	7	7	4	5	4
4	3	4	⑧	⑨	⑧	3	3
2	4	4	2	7	2	5	2
4	4	3	2	6	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

第一次生长, 均值约为 8.3

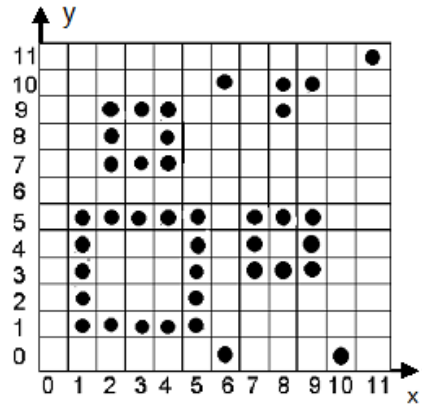
3	3	4	⑦	6	4	5	2
4	4	⑧	⑨	⑦	4	3	3
2	3	4	⑧	4	4	5	4
2	4	3	⑦	⑦	4	5	4
4	3	4	⑧	⑨	⑧	3	3
2	4	4	2	⑦	2	5	2
4	4	3	2	6	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

第二次生长, 均值约为 7.8

3	3	4	⑦	⑥	4	5	2
4	4	⑧	⑨	⑦	4	3	3
2	3	4	⑧	4	4	5	4
2	4	3	⑦	⑦	4	5	4
4	3	4	⑧	⑨	⑧	3	3
2	4	4	2	⑦	2	5	2
4	4	3	2	⑥	2	3	3
4	3	3	3	4	4	3	4

第三次生长, 均值为 7.5, 生长终止

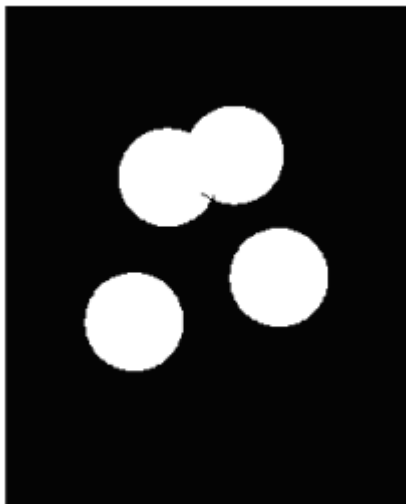
4. 用极坐标来表示直线方程:  $x \cos\theta + y \sin\theta = \rho$ . 则 Hough 变换将 xy-平面中的一点  $(x_0, y_0)$  对应到  $(\rho, \theta)$ -参数空间中的一条曲线。如果对如下图像施行该 Hough 变换, 则  $(\rho, \theta)$  空间中的累加器数组的峰值是多少? 对应的  $(\rho, \theta)$  值是什么? (注: 图中的数字指 x,y 坐标)



解：最大值是 8，对应  $y$  坐标是 5 的水平直线。因为有 8 个点共这条直线，这条直线的参数为  $\rho = 5$ ,  $\theta = \pi/2$ .

5. 对于如下二值图像，图中的粒子都是大小相同半径为  $r$  的圆粒子：

- 1) 设计一个处理流程，移除粘连的粒子；
- 2) 为正确计数粒子个数，需要将这些粒子目标进行分割，尤其是对粘连的目标分割，设计一个将这些粒子分割的方法。

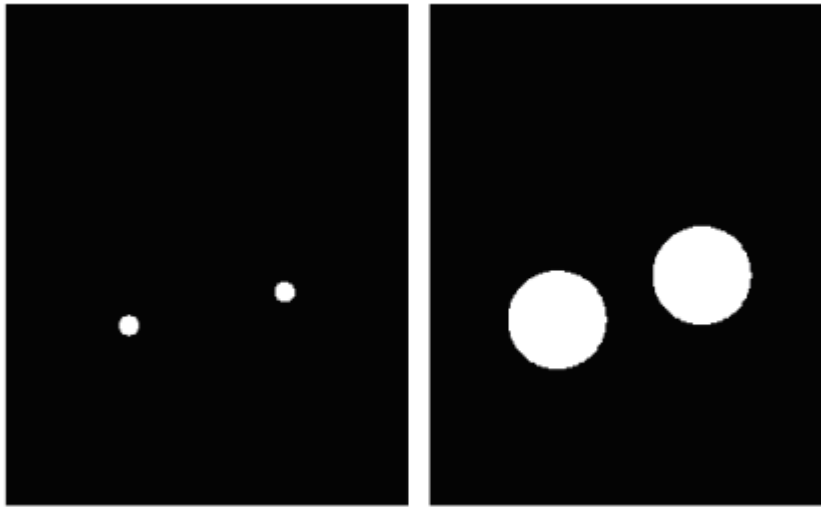


解：1) 使用与圆粒子大小一样的结构元  $B_{ob}$ ，再构造一个  $B_{ob}$  外围围一圈薄黑环的结构元  $B_{bk}$



用  $B_{bk}$  做 hit-and-miss 运算后，只有形状与  $B_{ob}$  一致的圆粒子中心会保留，即两个

不重叠的圆粒子中心像素得以保留；然后用 Bob 做膨胀运算即可以恢复这两个分离的粒子，也就是把重叠粒子去掉了。



2) 对目标做距离变换，能后用分水岭分割方法。

6. 统计任意一点和其“在左上方的一个像素”，这样的点对取各种灰度值的次数，即写出下列图像这时的灰度共生矩阵，并提取图像的纹理特征：对比度、能量和熵。

0	0	0	1	2
1	1	0	1	1
2	2	1	0	0
1	1	0	2	0
0	0	1	0	1

解：

灰度共生矩阵：

3/16	2/16	1/16
2/16	3/16	1/16
0	2/16	0

$$\text{对比度} \sum_{g_1} \sum_{g_2} |g_1 - g_2|^2 P(g_1, g_2) = \left[ \frac{2}{16} + \frac{1}{16} \times 4 + \frac{2}{16} + \frac{1}{16} + \frac{2}{16} \right] = \frac{11}{16}$$

$$\text{能量} \sum_{g_1} \sum_{g_2} [P(g_1, g_2)]^2 = \frac{9}{256} + \frac{4}{256} + \frac{1}{256} + \frac{4}{256} + \frac{9}{256} + \frac{1}{256} + \frac{4}{256}$$

$$\text{熵} - \sum_{g_1} \sum_{g_2} P(g_1, g_2) \log_2 P(g_1, g_2) = - \left[ \frac{6}{16} \log_2 \frac{3}{16} + \frac{2}{16} \log_2 \frac{1}{16} + \frac{6}{16} \log_2 \frac{2}{16} \right]$$

7.用直方图相交法计算下面两幅图像的匹配度。(灰度级范围 0~3)

3	2	1	0
1	1	2	2
2	3	0	1
3	3	3	1

图 a

3	3	3	3
2	2	0	0
2	0	0	1
3	1	0	1

图 b

解：

图 a 的直方图：Ha(0)=2, Ha(1)=5, Ha(2)=4, Ha(3)=5

图 b 的直方图：Hb(0)=5, Hb(1)=3, Hb(2)=3, Hb(3)=5

两图的匹配度按下式计算：

$$d(A,B) = \sum_{k=0}^3 \min[H_a(k), H_b(k)] / \sum_{k=0}^3 H_a(k)$$

$$=(2+3+3+5)/16=13/16$$