

代码:

<https://blog.csdn.net/sunny2038/article/details/9137759>



北京交通大学

图像处理与机器学习

Digital Image Processing and Machine Learning

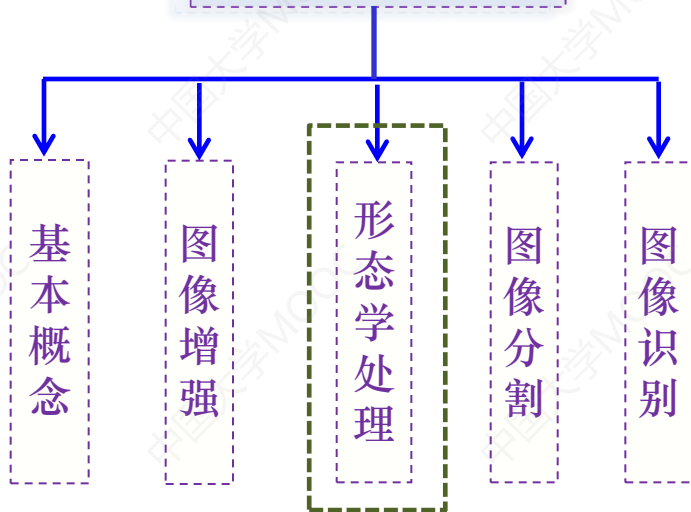
主讲人：黄琳琳

电子信息工程学院

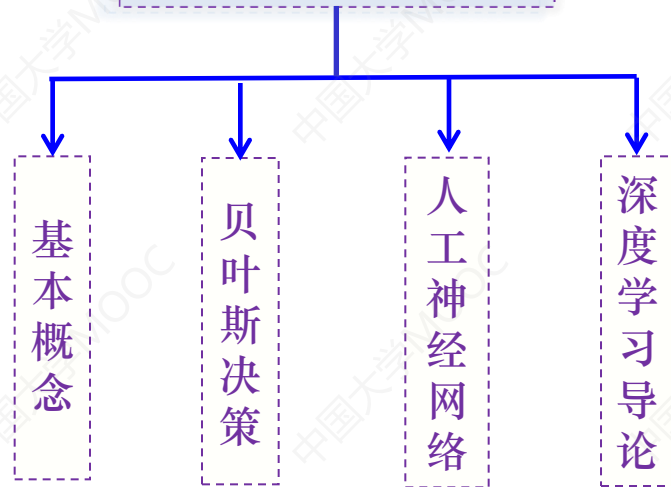


3. 课程主要内容

数字图像处理



机器学习基础





第三章 形态学处理

- ◆ 基本概念
- ◆ 集合论基础
- ◆ 数学形态学处理



基本概念

◆ 形态学 (morphology)

-- 一般指生物学中研究动物和植物**结构**的一个分支

◆ 数学形态学 (mathematical morphology)

-- 1964年，法国巴黎矿业学院马瑟荣 (G. Matheron) 等提出

-- 建立在**集合代数**的基础上

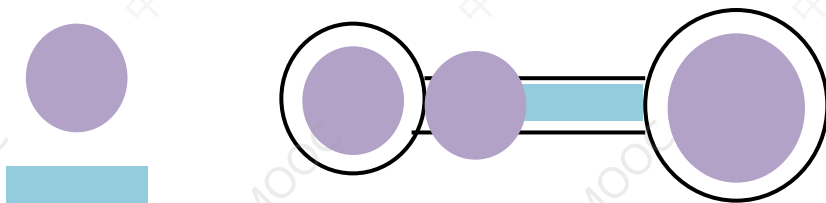
-- 用**集合论**方法定量描述**目标几何结构**的学科



基本概念

◆ 图像数学形态学处理

- 以**形态**为基础对**图像**进行分析数学工具
- 用具有一定形态的**结构元素**
- 度量和提取图像中的对应**形状**
- 达到对图像**分析和识别**的目的





集合论

◆ 集合论

- 研究集合的**结构**、**运算**及**性质**的一个数学分支
- 研究对象是由平面(或空间)上一些**点**组成的**集**，称为“**点集**”
- 点集可以是某些孤立的点，或是某**曲线**上或某**区域**内的所有点
- 研究点集所包含的点的**位置**及**数量**关系方面的共同特征
- 定量**描述**物体几何**结构**



集合论

◆ 集合论运算

-- 集合A和B的并集，符号为 $A \cup B$

-- 在集合A或B中出现的元素

例：集合 $\{1, 2, 3\}$ 和集合 $\{2, 3, 4\}$ 的并集为？

集合 $\{1, 2, 3, 4\}$



集合论

◆ 集合论运算

- 集合A和B的交集，符号为 $A \cap B$
- **同时**在集合A和B中出现的元素

例： 集合{1,2,3} 和集合{2, 3, 4} 的交集为？

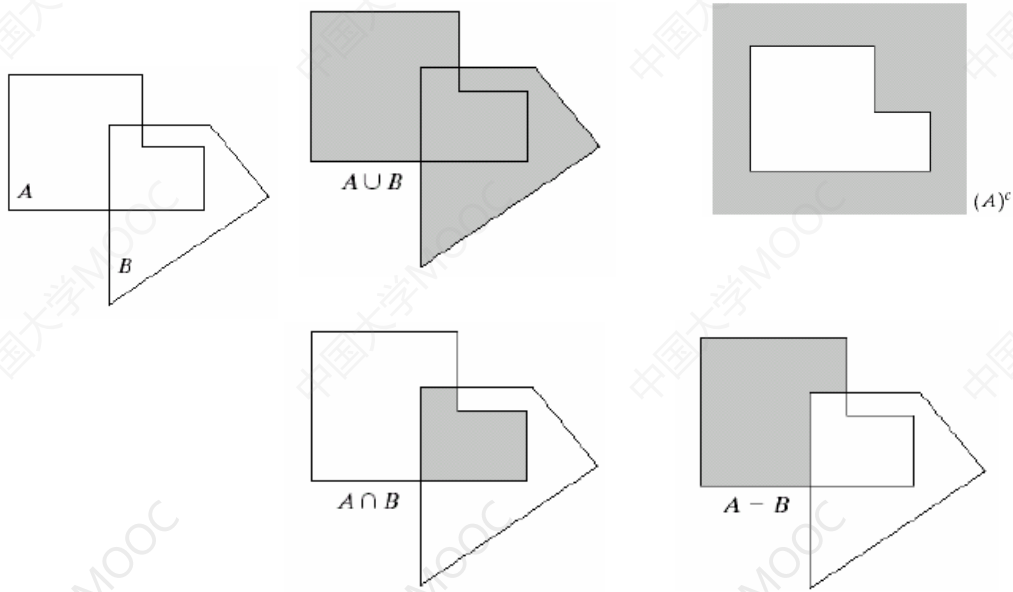
集合 { 2, 3 }



集合论

◆ 集合A与B

-- 并集、交集、补集、差集



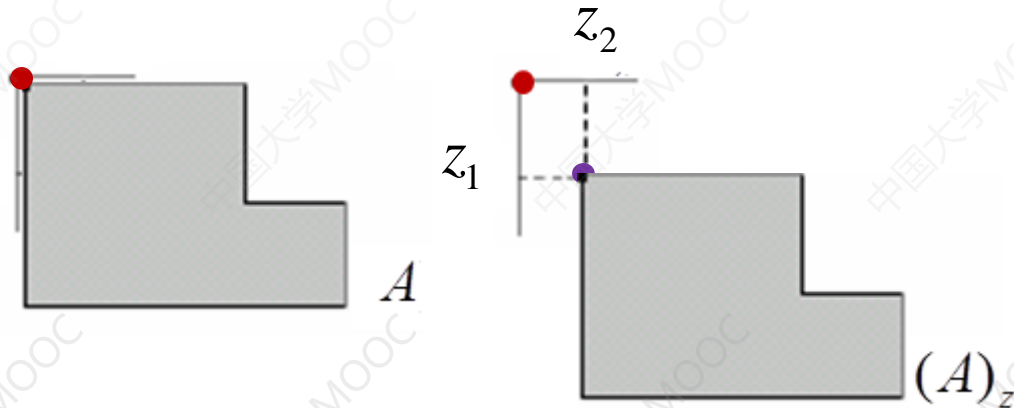


集合论

◆ 集合平移

-- 集合A**平移**到点 $z = (z_1, z_2)$ 表示为

$$(A)_z = \{c \mid c = a + z, z \in A\} \quad a \in A$$





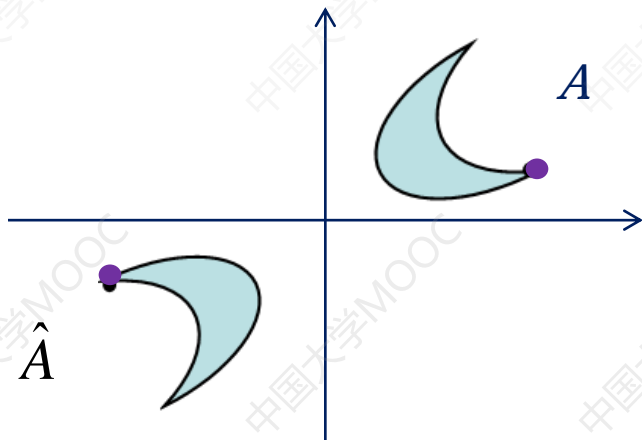
集合论

◆ 集合反射

-- 集合 A 的反射 \hat{A} ，即关于原集原点对称

$$\hat{A} = \{w \mid w = -a, a \in A\}$$

设有一幅图像 A ，将 A 中所有元素相对原点转 180° ，即令 (x, y) 变成 $(-x, -y)$ ，所得到的新集合称为 A 的反射集。





谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！



北京交通大学

图像处理与机器学习

Digital Image Processing and Machine Learning

主讲人：黄琳琳

电子信息工程学院



第三章 形态学处理

- ◆ 基本概念
- ◆ 集合论基础
- ◆ 数学形态学处理



数学形态学处理

- ◆ 膨胀 (dilation)
- ◆ 腐蚀 (erosion)
- ◆ 开运算 (opening)
- ◆ 闭运算 (Closing)



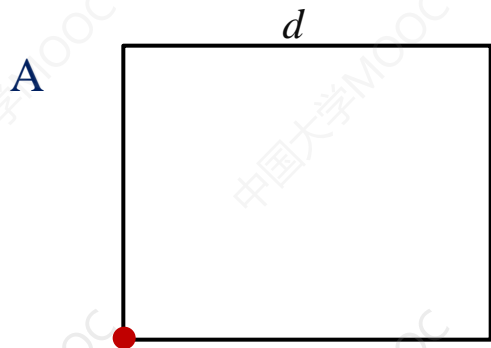
数学形态学处理

◆ 膨胀 (dilation)

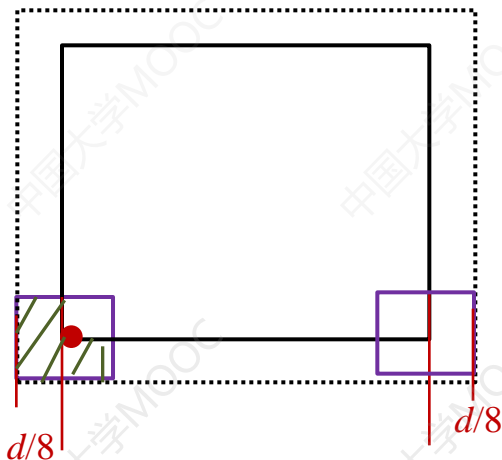
-- 集合A与B, A被B膨胀的定义

$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \phi \right\}$$

对B的反射 \hat{B} 进行**平移**, 使之与A的交集不为空的**点的集合**



保证B的反射的平移
与A的交集不为空



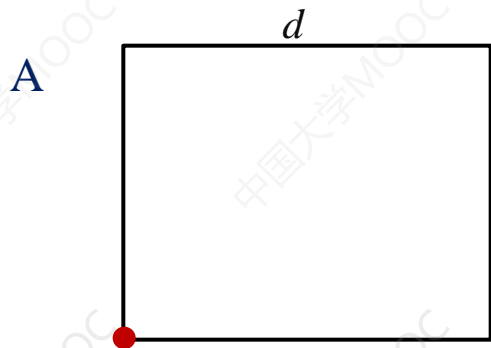


数学形态学处理

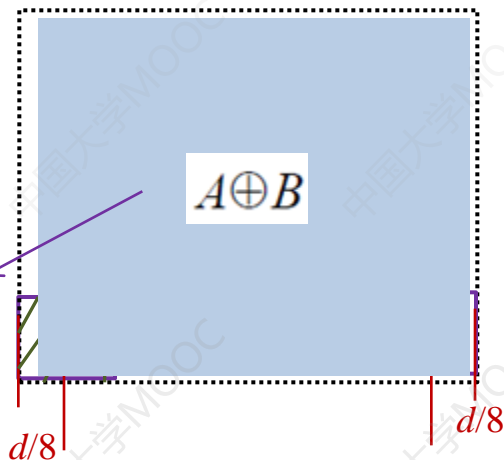
◆ 膨胀 (dilation)

-- 集合A与B, A被B膨胀的定义 $A \oplus B = \left\{ z \mid \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \phi \right\}$

对B的反射 \hat{B} 进行**平移**, 使之与A的交集不为空的**点的集合**



保证B的反射的平移
与A的交集不为空



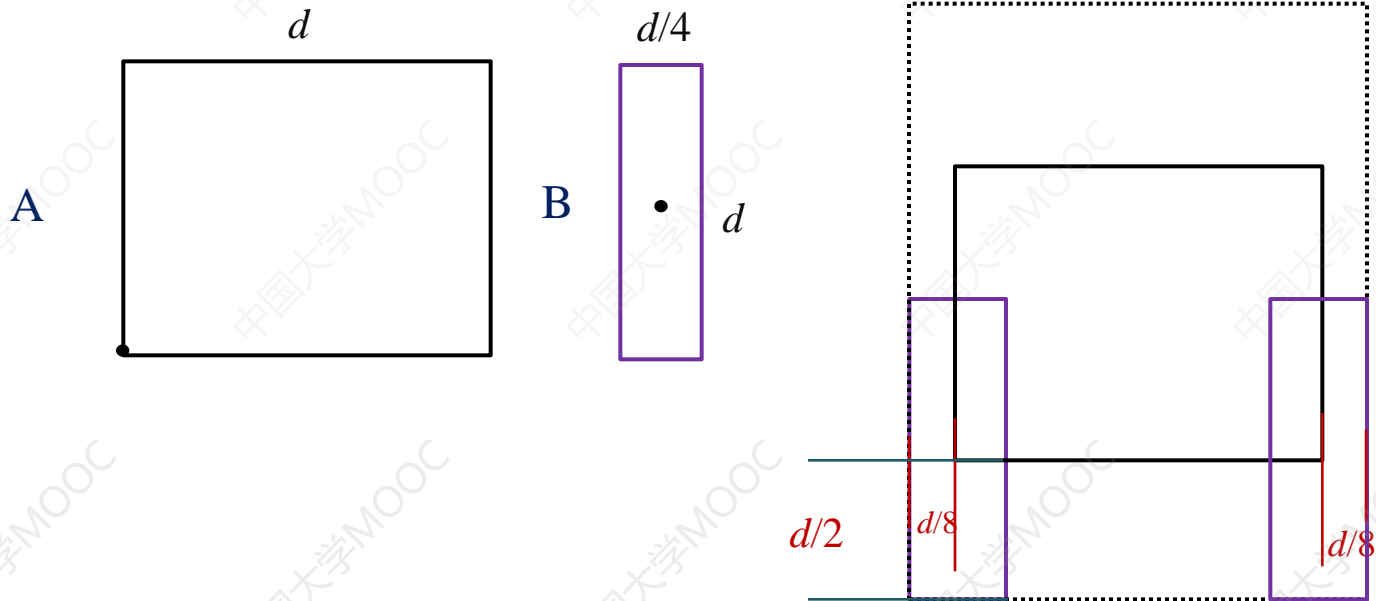


数学形态学处理

◆ 膨胀 (dilation)

-- 集合A与B, A被B膨胀的定义

$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \phi \right\}$$



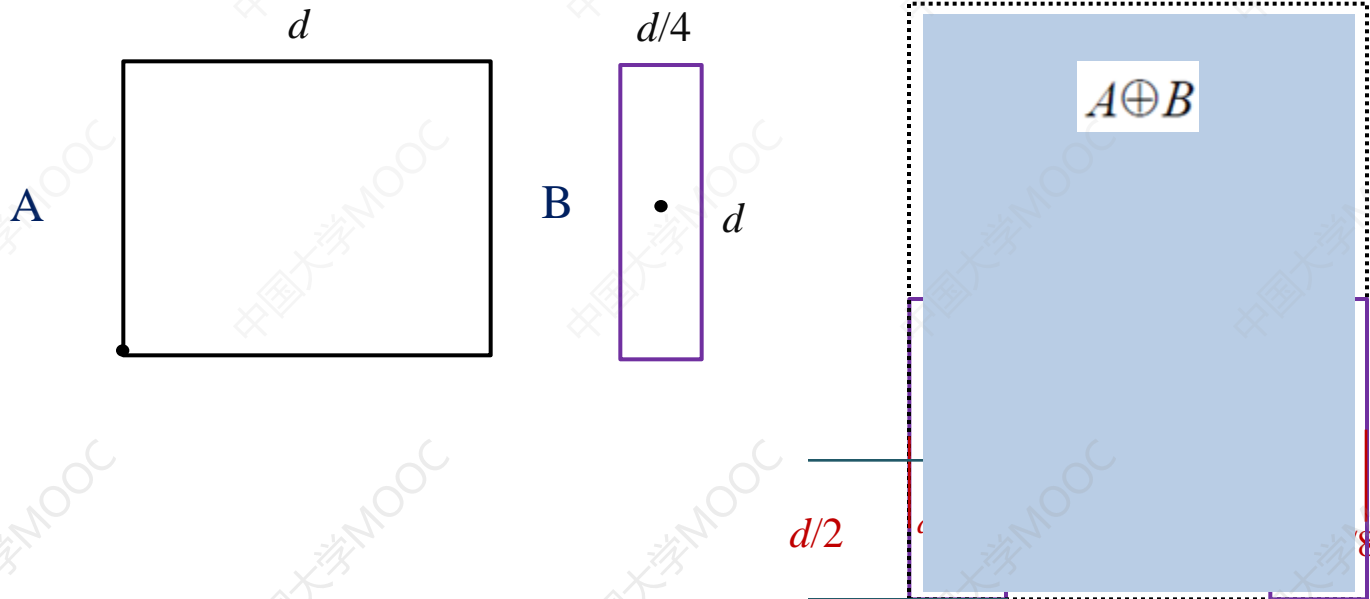


数学形态学处理

◆ 膨胀 (dilation)

-- 集合A与B, A被B膨胀的定义

$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \phi \right\}$$

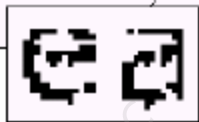




数学形态学处理

◆ 膨胀 (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.



A



B



$A \oplus B$

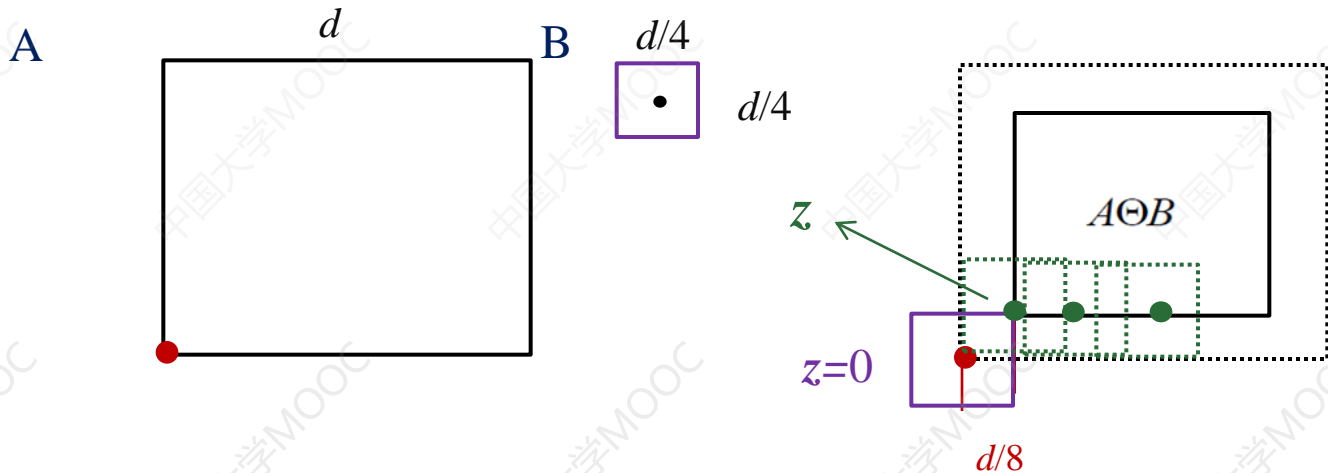


数学形态学处理

◆ 腐蚀 (dilation and erosion)

-- 集合A与B，A被B腐蚀的定义 $A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$

将B平移 z 之后， $(B)_z$ 被包含在A的点的集合



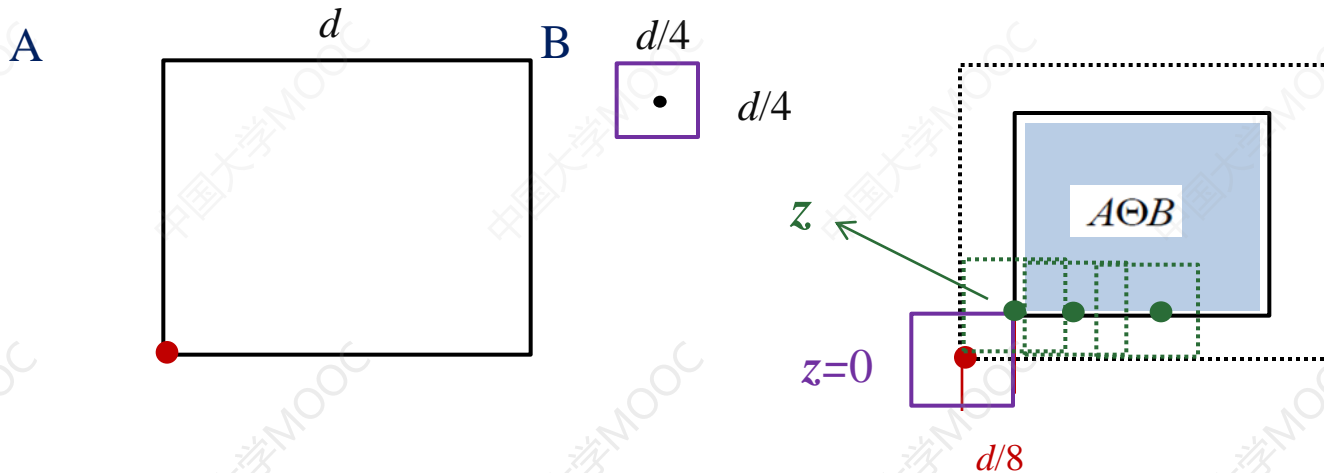


数学形态学处理

◆ 腐蚀 (dilation and erosion)

-- 集合A与B, A被B腐蚀的定义 $A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$

将B平移 z 之后, $(B)_z$ 被包含在A的点的集合



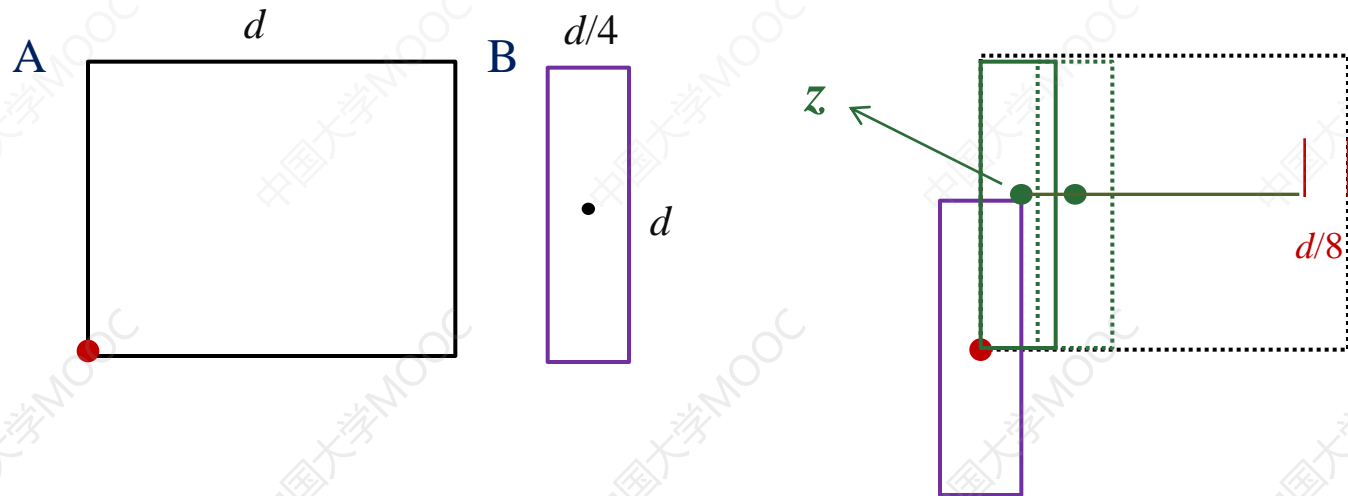


数学形态学处理

◆ 腐蚀 (dilation and erosion)

-- 集合A与B, A被B腐蚀的定义 $A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$

将B平移 z 之后, $(B)_z$ 被包含在A的点的集合



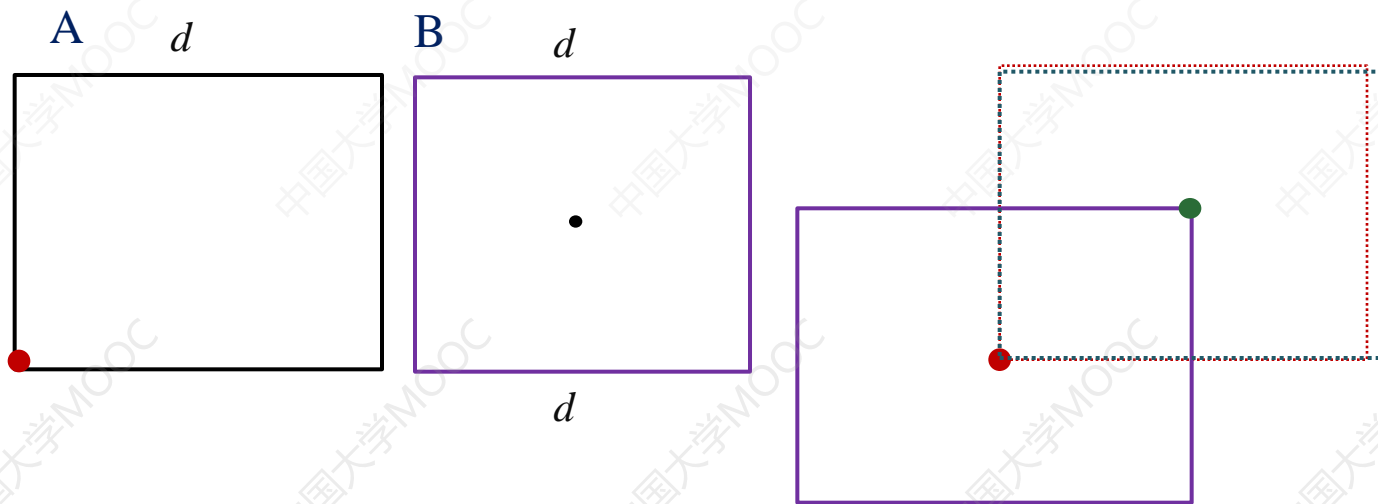


数学形态学处理

◆ 腐蚀 (dilation and erosion)

-- 集合A与B，A被B腐蚀的定义 $A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}$

将B平移 z 之后， $(B)_z$ 被包含在A的点的集合

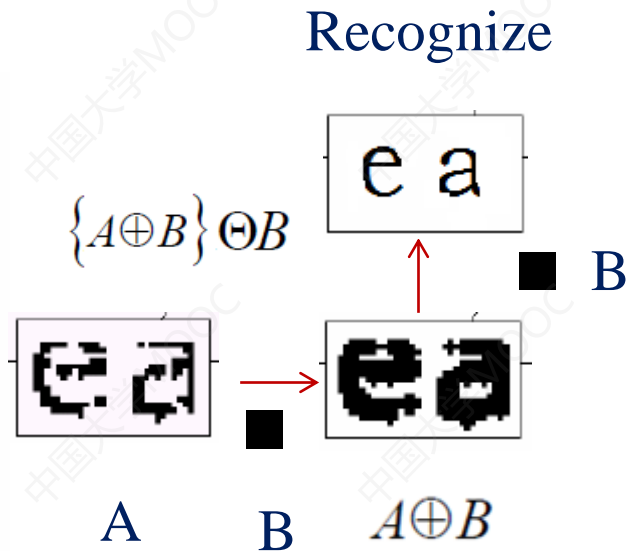
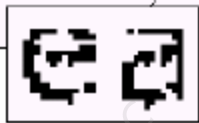




数学形态学处理

◆ 膨胀 (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.

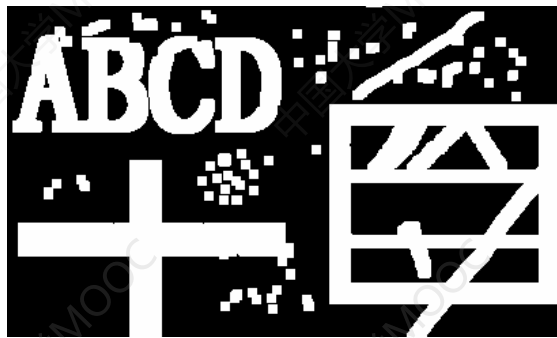




数学形态学处理

◆ 膨胀

- 将与物体接触所有背景点合并到该物体中
- 使边界向外部扩张的过程
- 可以用来填补物体中的空洞





数学形态学处理

◆ 腐蚀

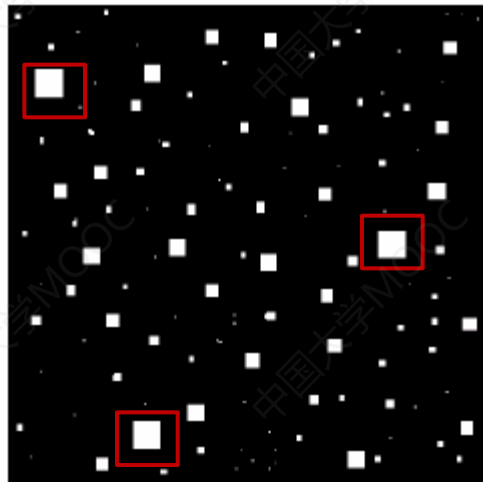
- 一种消除边界点，
- 使边界向内部收缩的过程
- 用来消除小且无意义的物体





数学形态学处理

包含边长为1,3,5,7,9
和15像素正方形



图a 二值图像

使用 13×13 像素大小
的结构元素腐蚀原图



图b a被腐蚀图像

使用 13×13 像素大小的
结构元素膨胀图b



图c b被膨胀图像

使用腐蚀消除图像的细节部分，产生滤波器的作用



数学形态学处理

◆ 图像形态学处理运算实现

-- 二值图像：0,1代表两个不同的灰度级

-- 逻辑运算：与、或、非

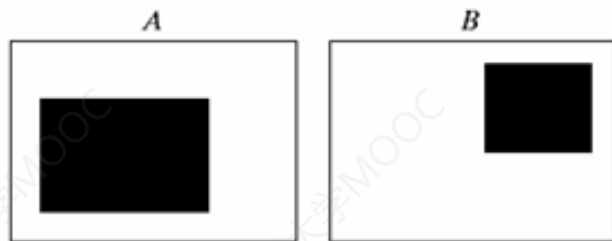
p	q	$p \text{ AND } q$ (also $p \cdot q$)	$p \text{ OR } q$ (also $p + q$)	NOT (p) (also \bar{p})
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0



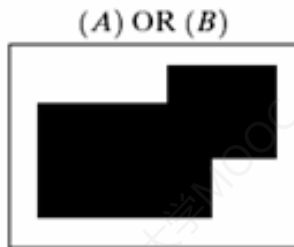
数学形态学处理

◆ 二值图像的逻辑运算

-- 集合A与B并集、交集、补集

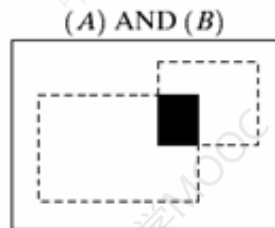


或运算 (or)



膨胀

与运算 (and)



腐蚀



数学形态学处理

◆ 形态学运算

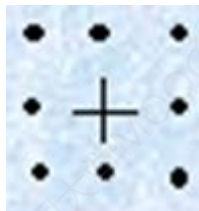
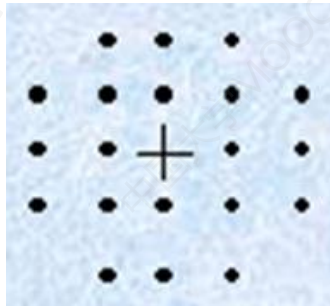
- 邻域运算
- 结构元素：特殊定义的邻域 (structure element)
- 在每个像素位置上, 结构元素与二值图像对应的区域
- 进行特定的逻辑运算
- 逻辑运算的结果为输出图像的相应像素取值



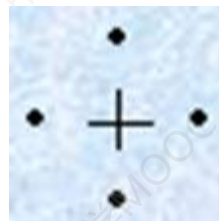
数学形态学处理

◆ 几种简单的结构元素

-- 圆形、方形、菱形等



1	1	1
1	1	1
1	1	1



0	1	0
1	1	1
0	1	0



数学形态学处理

◆ 腐蚀运算

-- 给定二值图像 $I(x, y)$

-- 结构元素的二值模板 $T(i, j)$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

-- 输出二值图像 $E(x, y)$

$$E(x, y) = (I \odot T)(x, y) = \bigwedge_{i=0, j=0}^{m, n} [I(x+i, y+j) \& T(i, j)]$$



数学形态学处理

◆ 腐蚀运算的编程实现

$$E(x, y) = (I \odot T)(x, y) = \bigwedge_{i=0, j=0}^{m, n} [I(x+i, y+j) \& T(i, j)]$$



图形点(gray=255)在其3x3 邻域
只要有若干个背景点
则该点设为背景点(0)。





数学形态学处理

◆ 膨胀运算

-- 给定二值图像 $I(x, y)$

-- 结构元素的二值模板 $T(i, j)$

-- 输出二值图像 $E(x, y)$

$$E(x, y) = (I \oplus T)(x, y) = \underset{i=0, j=0}{\overset{m, n}{OR}} [I(x+i, y+j) \& T(i, j)]$$



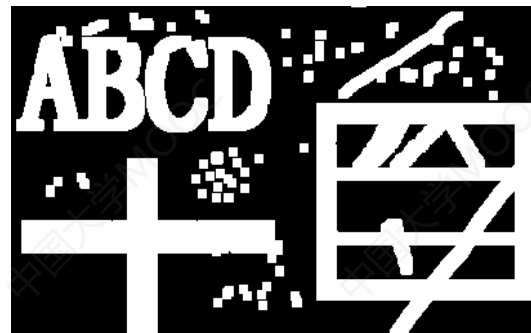
数学形态学处理

◆ 膨胀运算的编程实现

$$E(x, y) = (I \oplus T)(x, y) = \bigvee_{i=0, j=0}^{m, n} [I(x+i, y+j) \& T(i, j)]$$



背景点(gray=0)在其3x3 邻域
只要有若干个图形点
则该点设为图形点(255)。





谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！



北京交通大学

图像处理与机器学习

Digital Image Processing and Machine Learning

主讲人：黄琳琳

电子信息工程学院



数学形态学处理

- ◆ 膨胀 (dilation)
- ◆ 腐蚀 (erosion)
- ◆ 开运算 (opening)
- ◆ 闭运算 (Closing)



数学形态学处理

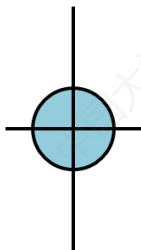
◆ 开运算

-- 用图像B对图像A做开运算：先腐蚀再膨胀

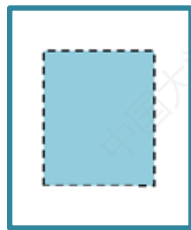
$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$



A



B



$A \ominus B$



$A \circ B$



数学形态学处理

◆ 开运算

- 用来消除小物体、在纤细处分离物体
- 平滑较大物体的边界同时并不明显改变其面积



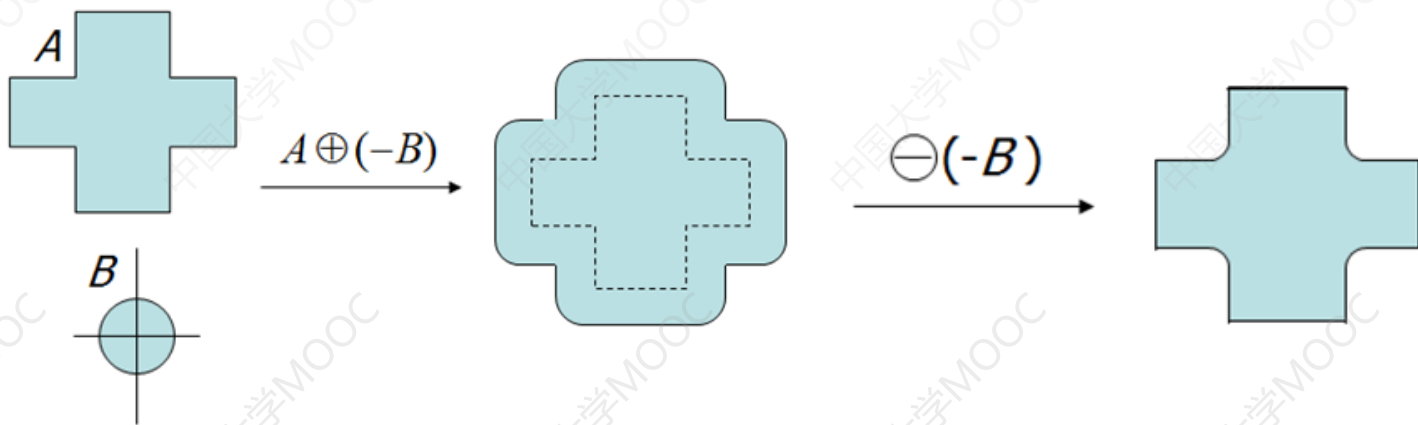


数学形态学处理

◆ 闭运算

--用图像B对图像A做闭运算:先膨胀再腐蚀

$$A \bullet B = [A \oplus (-B)] \ominus (-B)$$

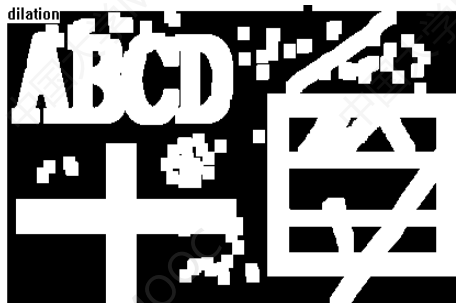




数学形态学处理

◆ 闭运算

- 用来填充物体内细小空洞
- 连接邻近物体
- 平滑其边界的同时并不明显改变其面积





腐蚀



1	1	1
1	1	1
1	1	1

 B

开运算(腐蚀再膨胀)



膨胀



闭运算(膨胀再腐蚀)





数学形态学处理

◆ 形态学处理应用：边界提取

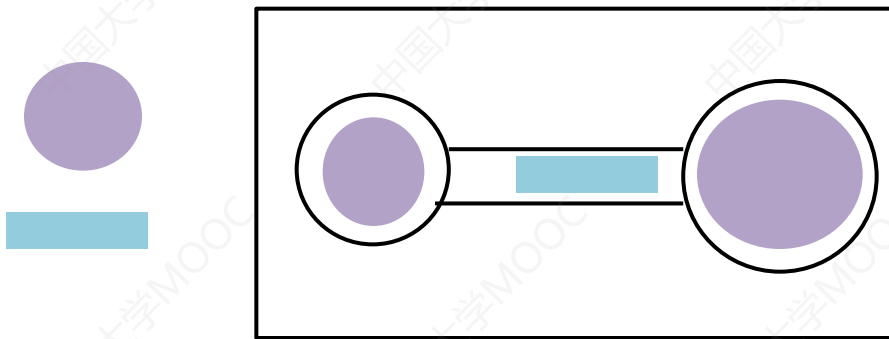


腐蚀



数学形态学处理

◆ 形态学处理应用：识别物体形状



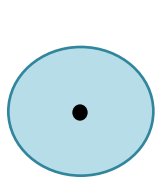


数学形态学处理

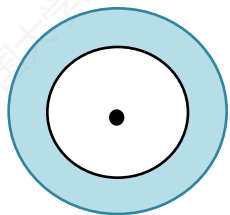
◆ 击中击不中变换(hit-miss transformation)

- 两个结构元素，记为E和F, 构成结构元素对 $B = (E, F)$ $E \cap F = \emptyset$
- 分别探测图像内部和外部，从而确定物体形状

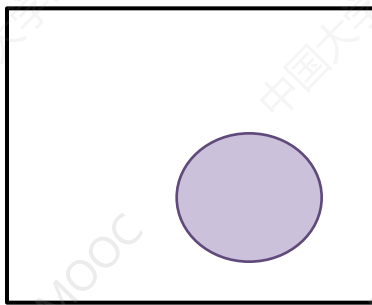
$$A * B = (A \ominus E) \cap (A^c \ominus F)$$



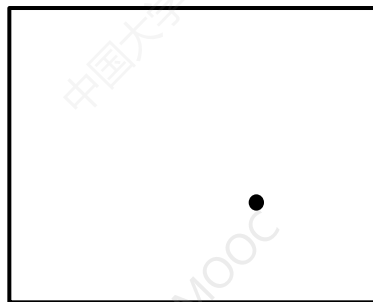
E



F



A

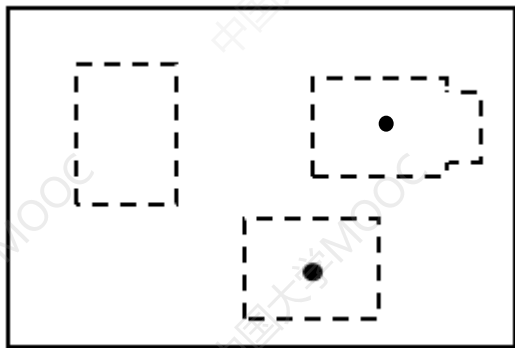
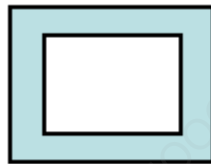
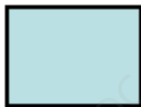
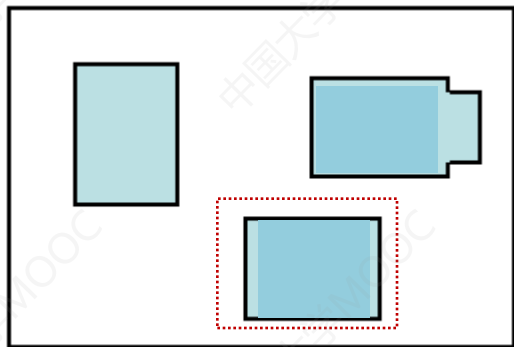


$A * B$

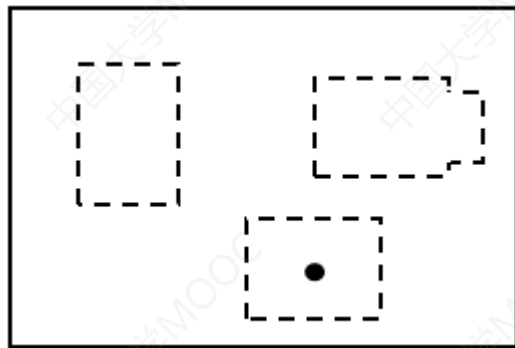


数学形态学处理

◆ 形态学处理应用：识别物体形状



$A \ominus E$



$$A * B = (A \ominus E) \cap (A^c \ominus F)$$



谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！