

رسالة محمد



# مبانی بینایی کامپیوتر

مدرس: محمدرضا محمدی

۱۴۰۱

# ناحيه بندی تصوير

Image Segmentation

# رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیء در تصویر است که یک نقطه از آن را می دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می شود



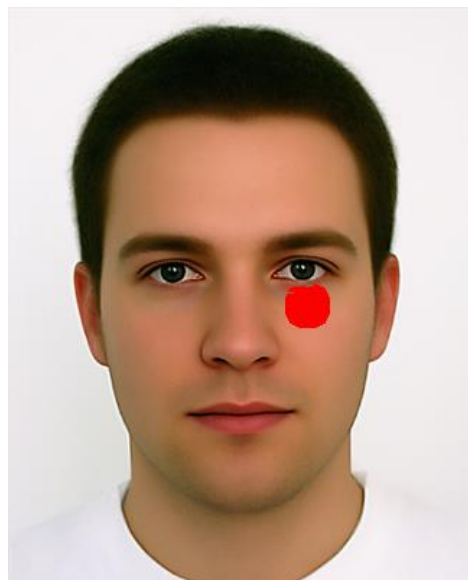
# رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیء در تصویر است که یک نقطه از آن را می دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می شود



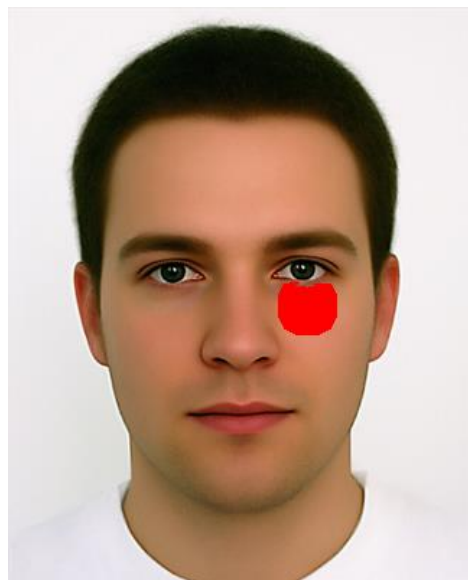
# رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیء در تصویر است که یک نقطه از آن را می دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می شود



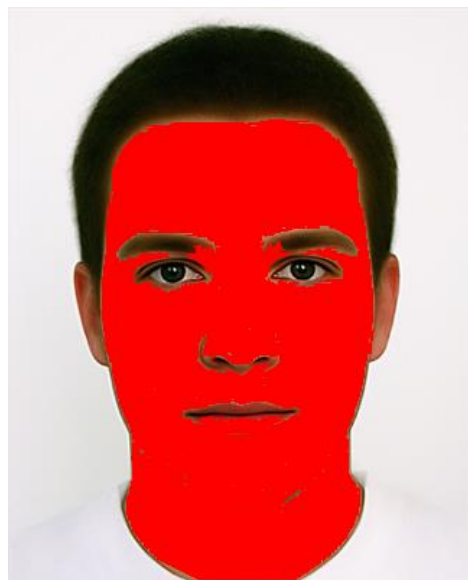
# رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیء در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود



# رشد ناحیه

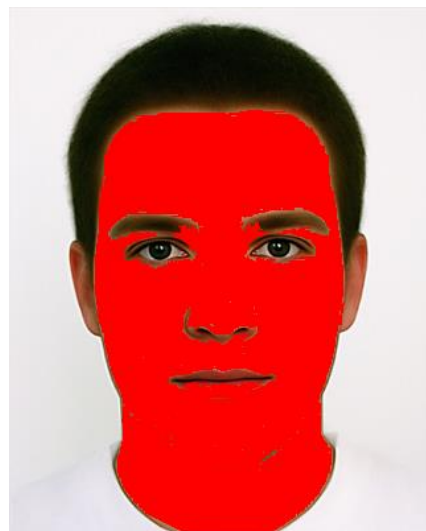
- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیء در تصویر است که یک نقطه از آن را می دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می شود





# رشد ناحیه

- الگوریتم رشد ناحیه مشابه با استخراج یک جزء متصل در تصویر باینری است
- تفاوت با تصویر باینری آن است که مقادیر پیکسل‌ها باینری نیستند و حتی می‌توانند رنگی باشند
- در پیاده‌سازی، تفاوت اصلی در این است که پیکسل‌های همسایه به چه شرطی به ناحیه اضافه شوند؟
- باید محتوای مشابهی داشته باشد که معادل با اختلاف کم است
- اختلاف با چه معیاری سنجیده شود؟



# استخراج یک ناحیه متصل

```
// Finding the connected component containing an  
object pixel p
```

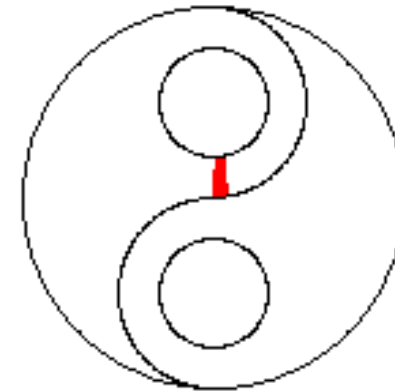
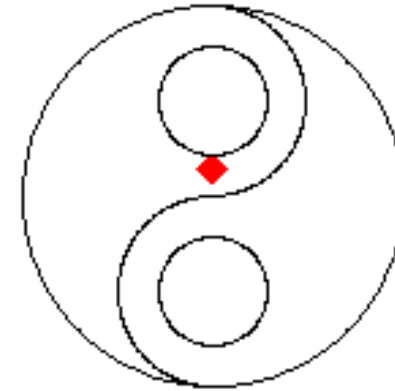
## 1. Initialize

1. Create a result set  $S$  that contains only  $p$
2. Create a Visited flag at each pixel, and set it to be False except for  $p$
3. Initialize a queue (or stack)  $Q$  that contains only  $p$ .

## 2. Repeat until $Q$ is empty:

1. Pop a pixel  $x$  from  $Q$ .
2. For each unvisited object pixel  $y$  connected to  $x$ , add  $y$  to  $S$ , set its flag to be visited, and push  $y$  to  $Q$ .

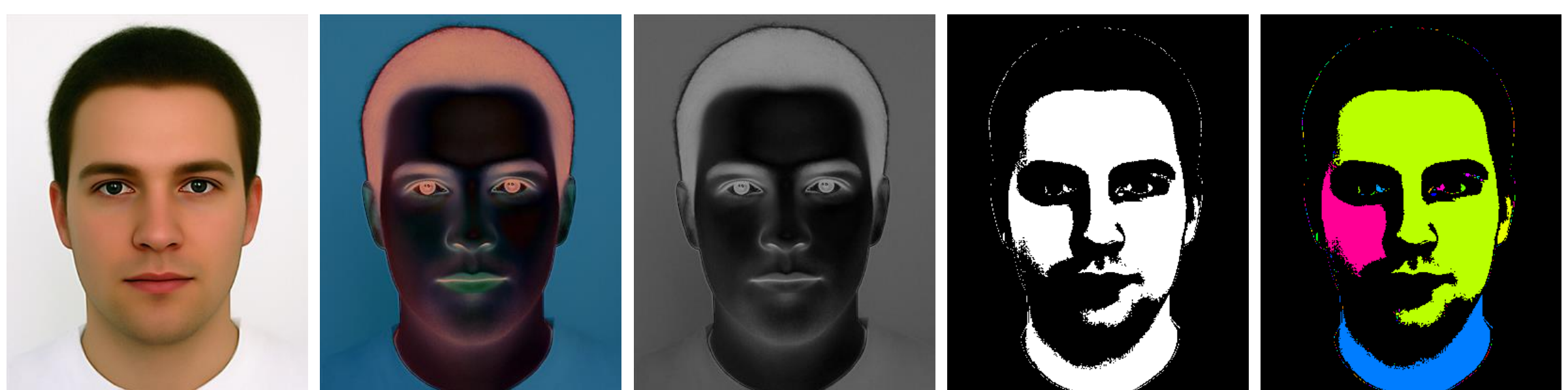
## 3. Output $S$



# معیار اختلاف برای رشد ناحیه

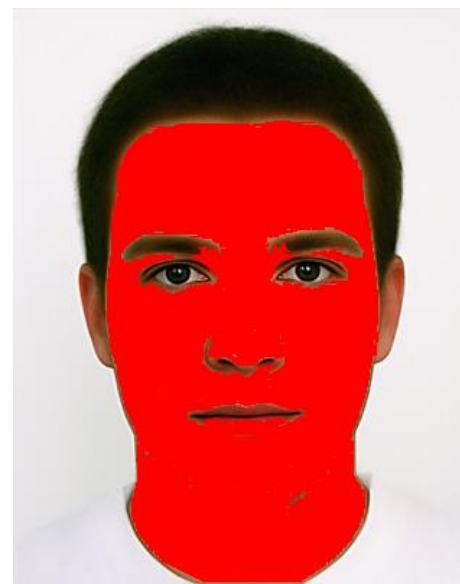
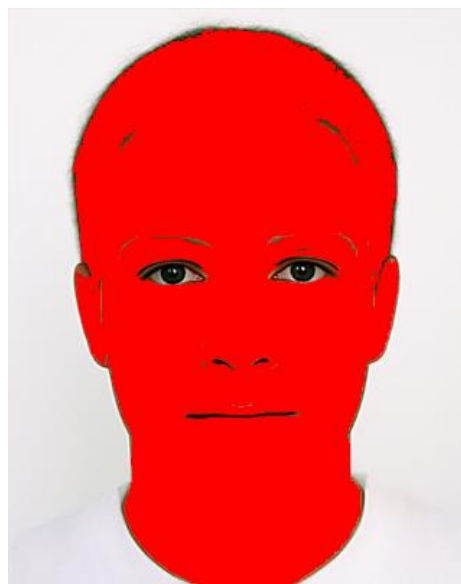
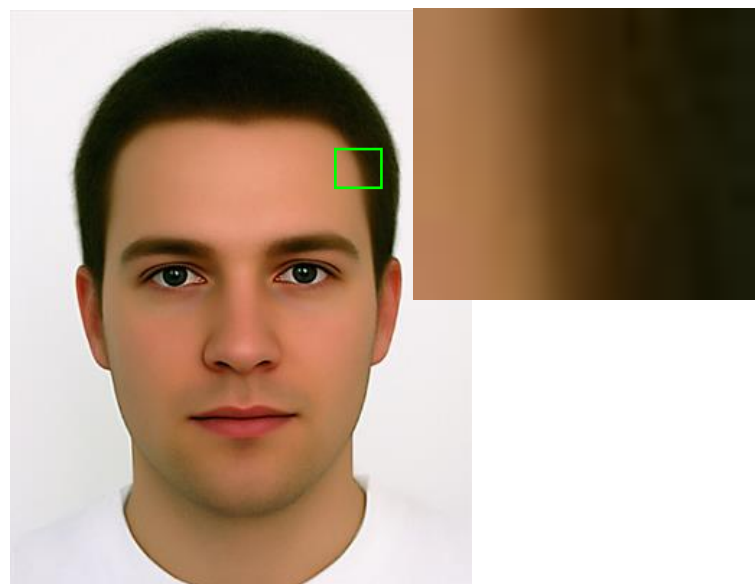
- می‌توان رنگ پیکسل مورد نظر را با رنگ پیکسل بذر مقایسه کرد و اگر اختلاف آنها از حدی کمتر بود به ناحیه اضافه شوند

- این روش معادل با این است که ابتدا تصویر را بر اساس اختلاف با رنگ مورد نظر باینری کرده و سپس ناحیه متصل به این پیکسل را استخراج کنیم



# معیار اختلاف برای رشد ناحیه

- می‌توان مقایسه را بجای پیکسل بذر با پیکسل‌های مجاور انجام داد
  - به این حالت رشد محلی (در برابر رشد سراسری) گفته می‌شود
  - این روش برای حالت‌هایی که مرز ضعیف وجود دارد دچار نشت می‌شود

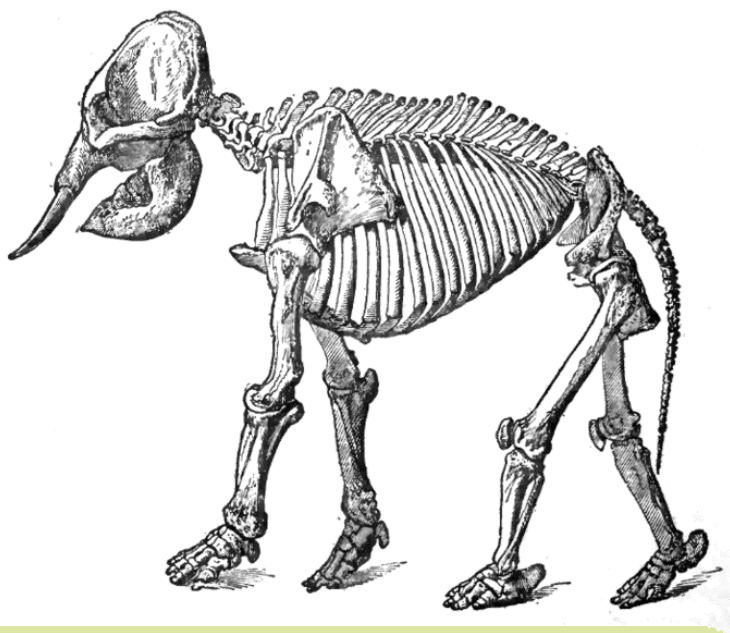


# پردازش‌های مورفولوژی

Morphological Image Processing

# مورفولوژی

- مورفولوژی (ریخت‌شناسی) شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است که به مطالعه شکل ظاهری و ویژگی‌های ساختاری خاص حیوانات و گیاهان می‌پردازد
- پردازش‌های مورفولوژی به ابزار و روش‌هایی گفته می‌شود که برای استخراج اجزای مفید تصویر نظیر مرزها و گوشه‌ها استفاده می‌شود
- عملگرهای مورفولوژی اغلب برای تصاویر باینری استفاده می‌شوند

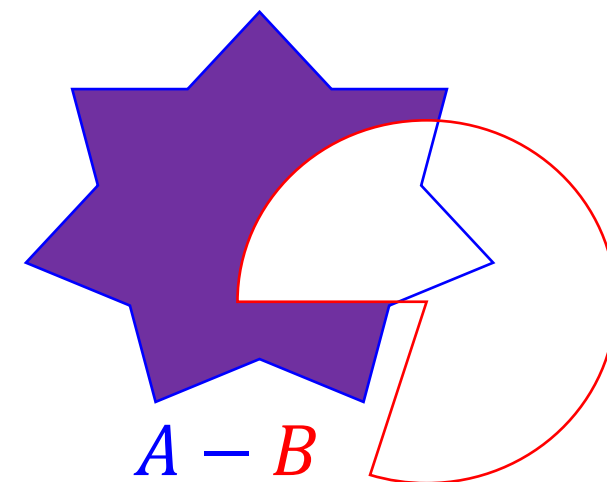
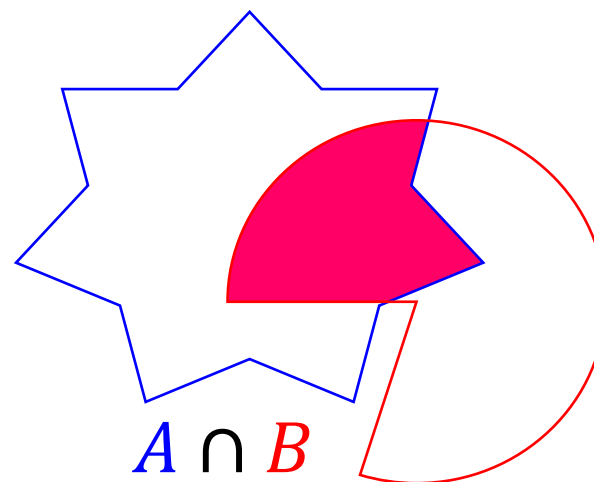
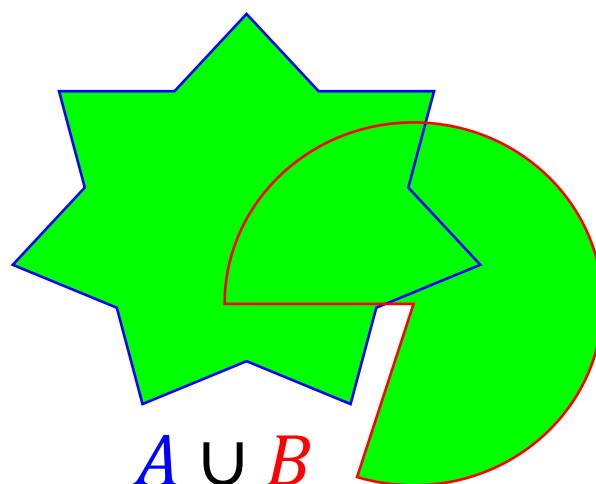
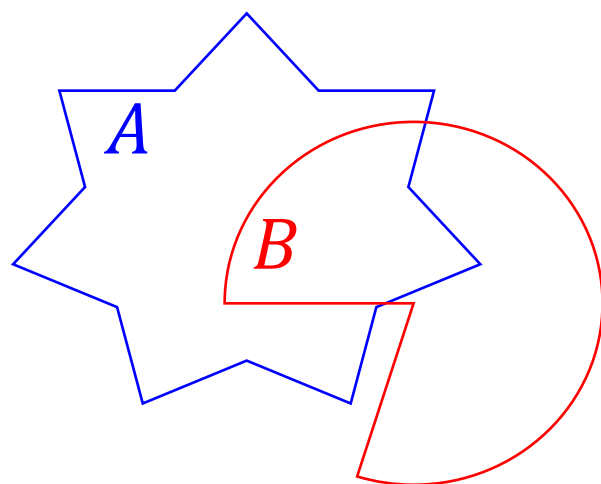


# نظریه مجموعه‌ها

- اگر  $A$  یک مجموعه در  $Z^2$  و  $a = (a_1, a_2)$  یک عنصر از این مجموعه باشد، از نماد  $a \in A$  استفاده می‌کنیم
- و اگر  $a$  یک عنصر از  $A$  نباشد، نماد  $a \notin A$  را استفاده می‌کنیم
- مجموعه بدون عضو، مجموعه تهی نامیده می‌شود با نماد  $\emptyset$
- اگر تمام عناصر مجموعه  $A$  در مجموعه  $B$  وجود داشته باشند، در آن صورت  $A$  زیرمجموعه  $B$  است و با نماد  $A \subseteq B$  نشان داده می‌شود

# نظریه مجموعه‌ها

- اجتماع مجموعه‌های  $A$  و  $B$  شامل تمام عناصر این دو مجموعه است
- اشتراک مجموعه‌های  $A$  و  $B$  تنها شامل عناصر مشترک در دو مجموعه است
- تفاضل مجموعه  $A$  از مجموعه  $B$  شامل عناصری از  $A$  است که در  $B$  وجود ندارند  $A - B = A \cap B^c$
- مکمل مجموعه  $A$  شامل تمام عناصری است که در مجموعه  $A$  وجود ندارند و با  $A^c$  نشان داده می‌شود





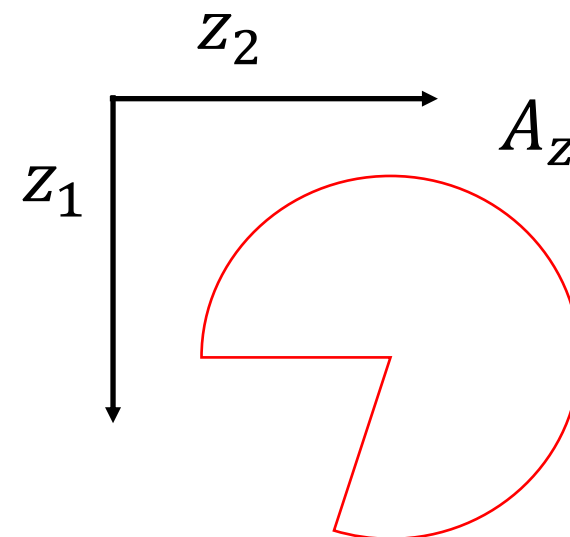
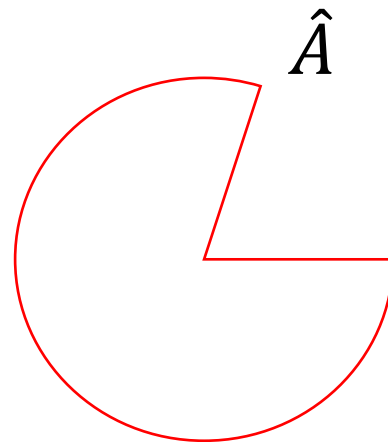
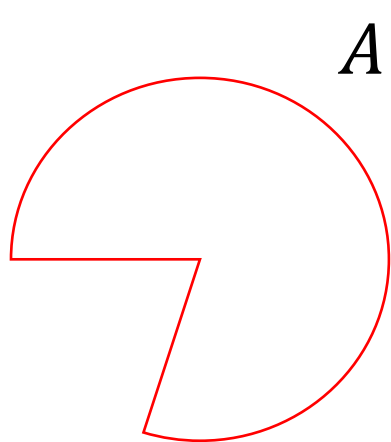
# نظریه مجموعه‌ها

- انعکاس مجموعه  $A$  به صورت زیر تعریف می‌شود

$$\hat{A} = \{w | w = -a, \text{ for } a \in A\}$$

- انتقال مجموعه  $A$  به اندازه نقطه  $z = (z_1, z_2)$  عبارت است از

$$A_z = \{w | w = a + z, \text{ for } a \in A\}$$



# عملگر گسترش

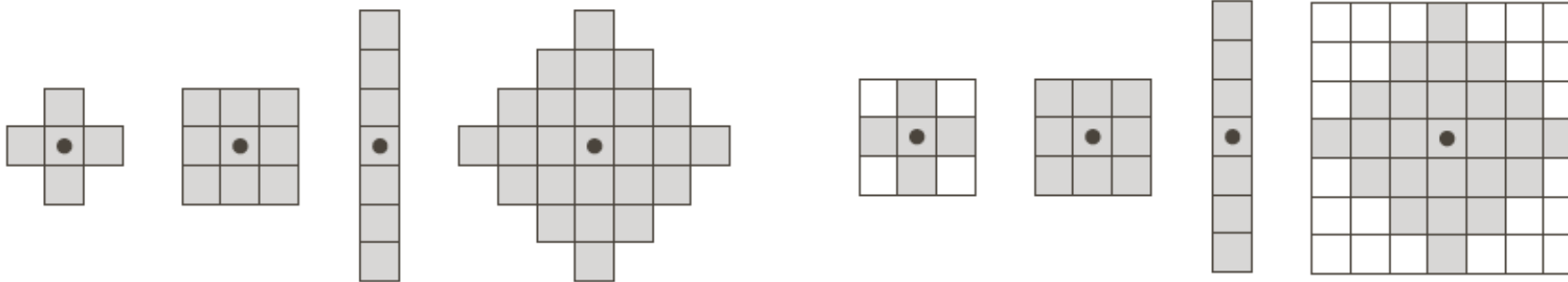
- عملگر گسترش (dilate) برای گسترش مجموعه  $A$  توسط  $B$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

- این رابطه به مفهوم بدست آوردن انعکاس  $B$  حول مرکز (لنگر) خودش و جابجایی آن به اندازه  $z$  است که اگر این نسخه از  $B$  دارای اشتراک با  $A$  بود،  $z$  جزء مجموعه جدید خواهد بود

# عنصر ساختاری

- به مجموعه  $B$  در عملگر گسترش (و عملگرهای بعدی) عنصر ساختاری (Structuring Element) گفته می‌شود که انتخاب مناسب آن نتیجه مستقیم در عملکرد عملگرها دارد



## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|

## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|

## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|



## مثال: گسترش 1D

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

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

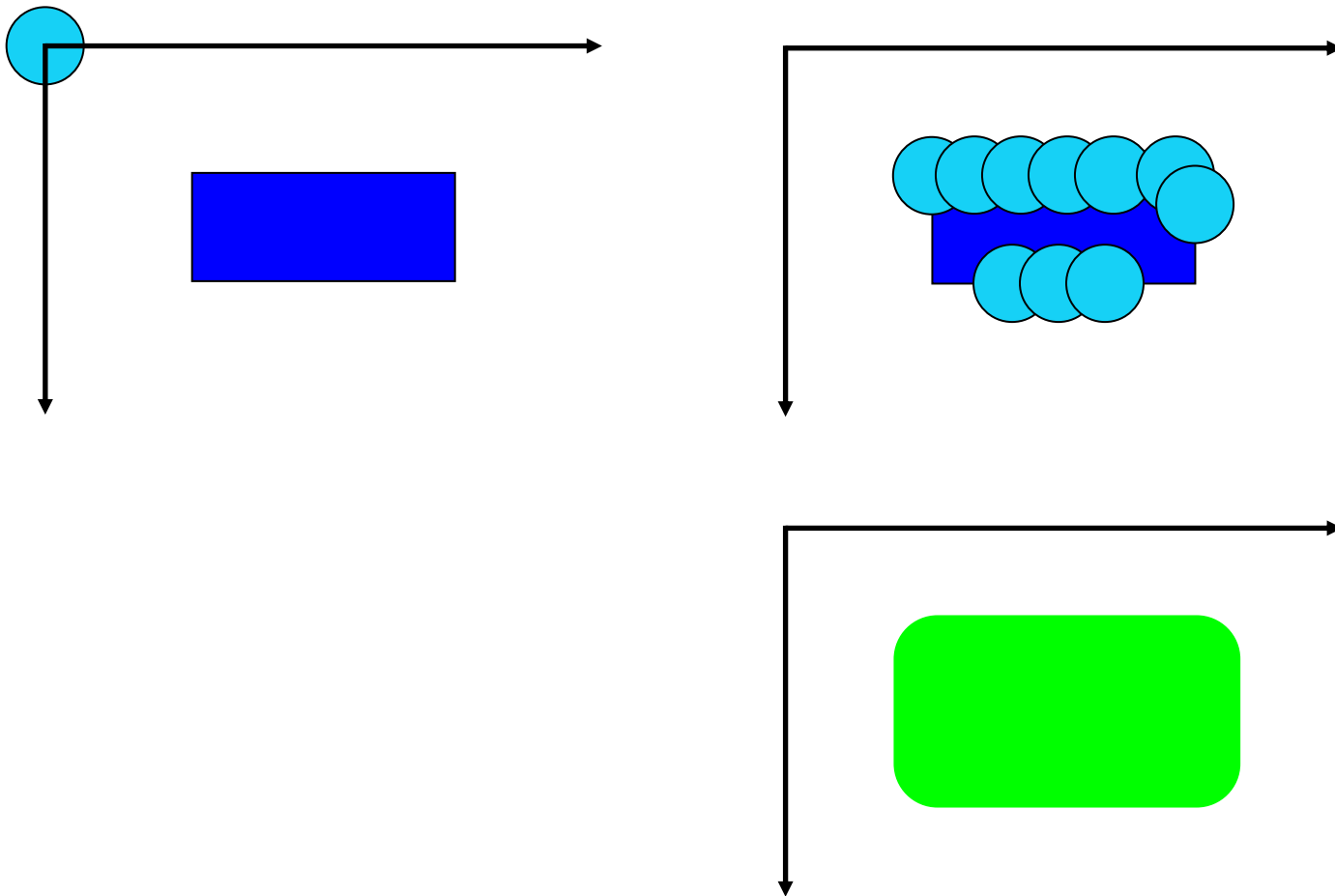
|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



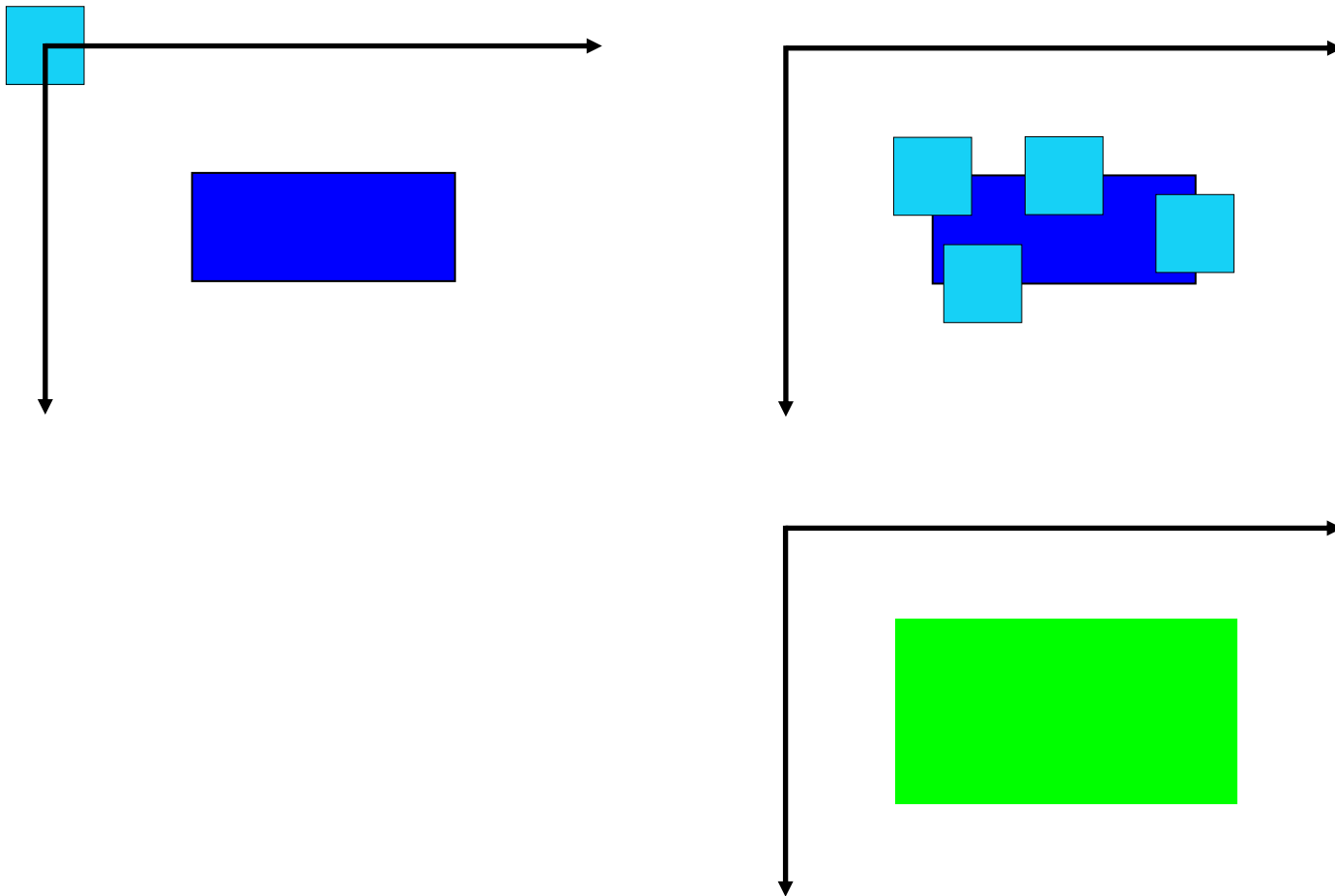
Output Image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

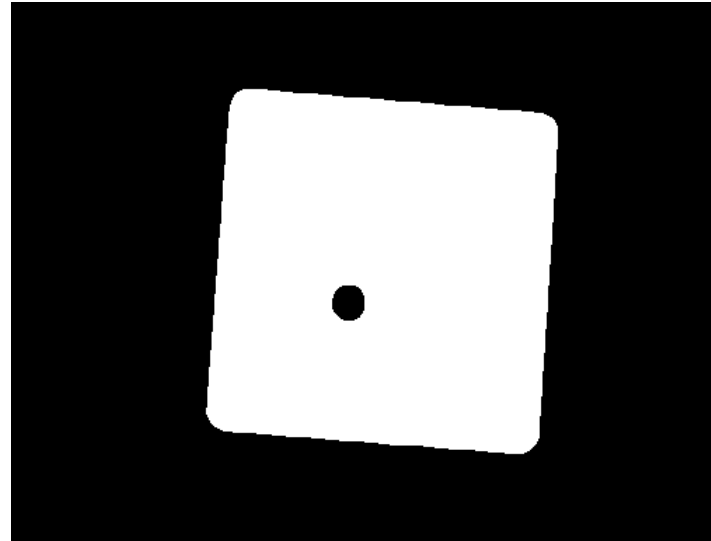
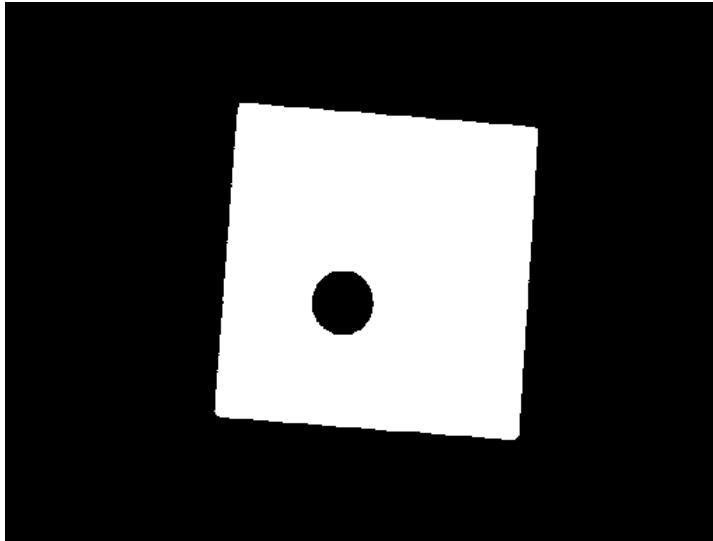
## مثال: گسترش 2D



## مثال: گسترش 2D



## مثال: گسترش 2D



|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

# عملگر سایش

- عملگر سایش (erode) برای فرسایش مجموعه  $A$  توسط  $B$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

- بنابراین سایش مجموعه  $A$  توسط  $B$  شامل مجموعه نقاطی است که به ازای آنها  $B$  به طور کامل درون  $A$  قرار می‌گیرد

# مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

# مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

## مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|



# مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|

# مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|

# مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|

## مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|

## مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|

## مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|

## مثال: سایش 1D

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Input image

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



Structuring Element

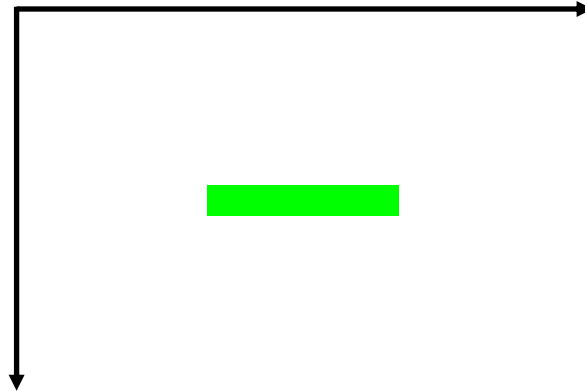
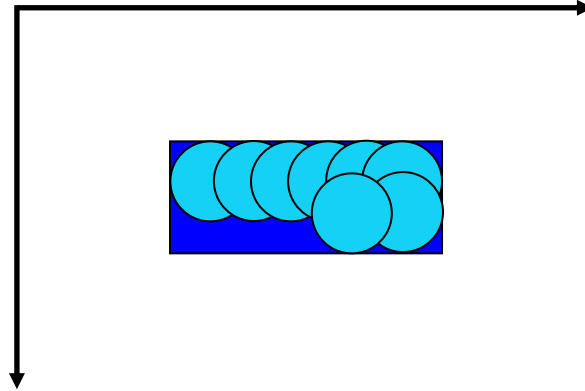
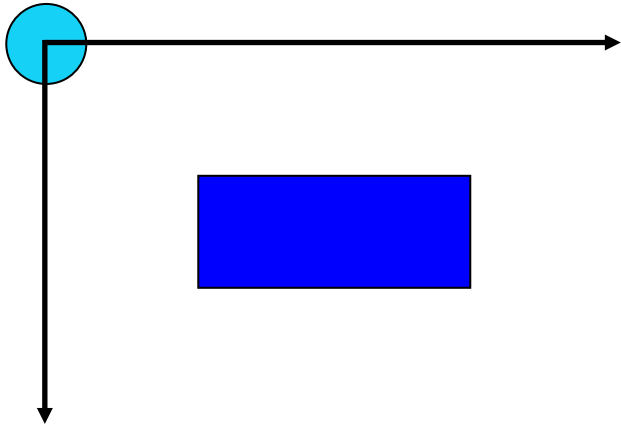
|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|



Output Image

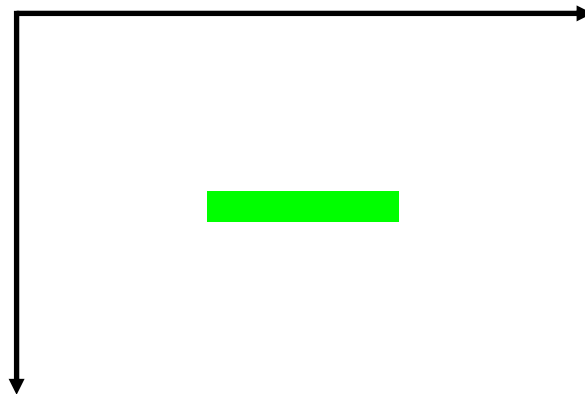
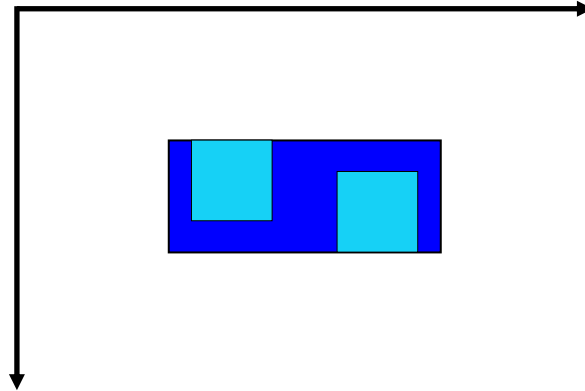
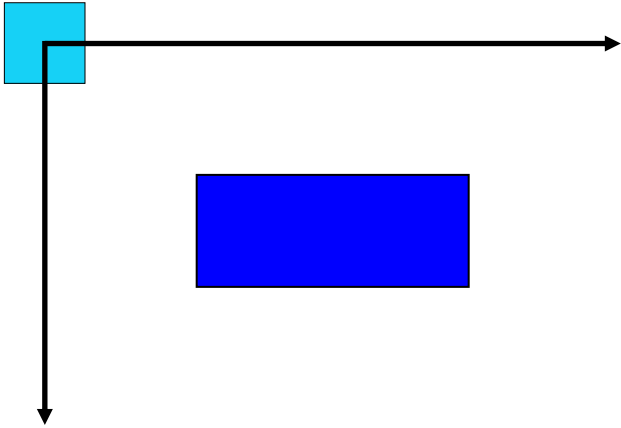
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## مثال: سایش 2D

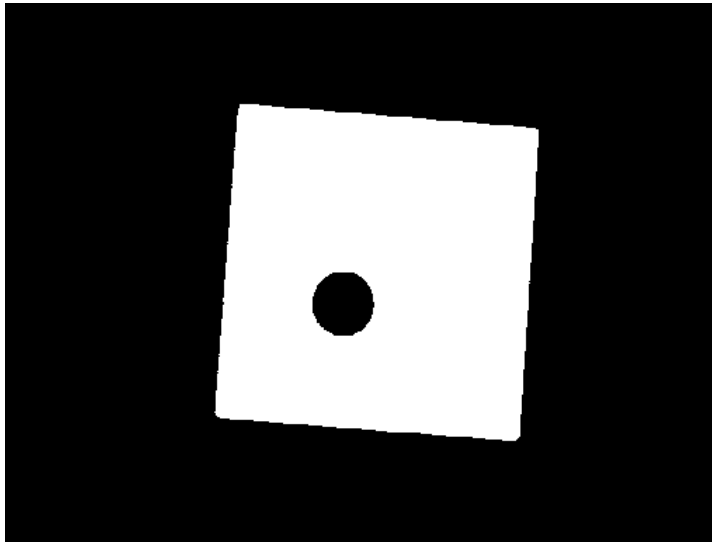




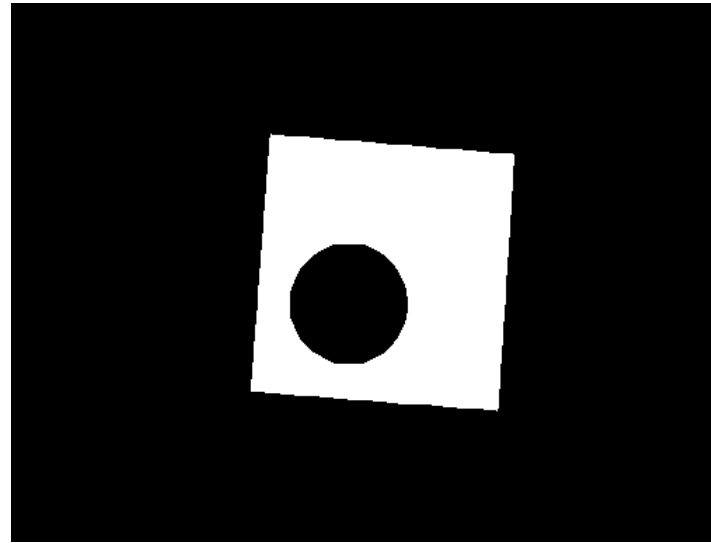
## مثال: سایش 2D



## مثال: سایش 2D

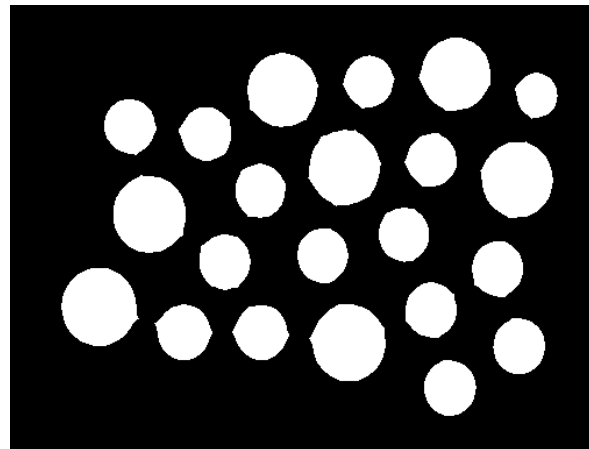
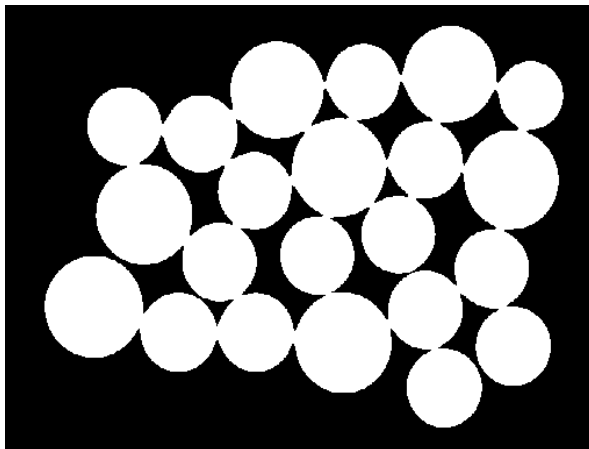
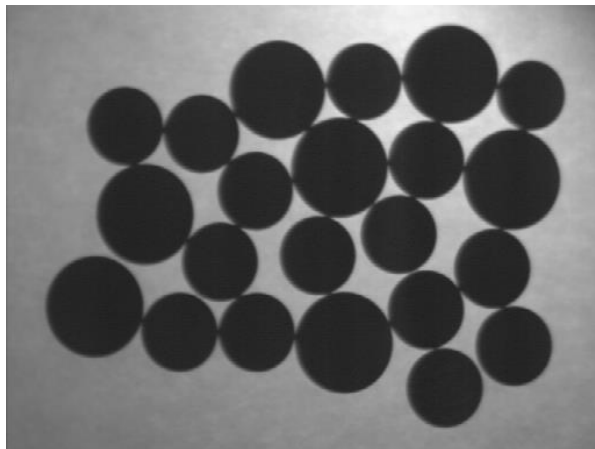


|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |



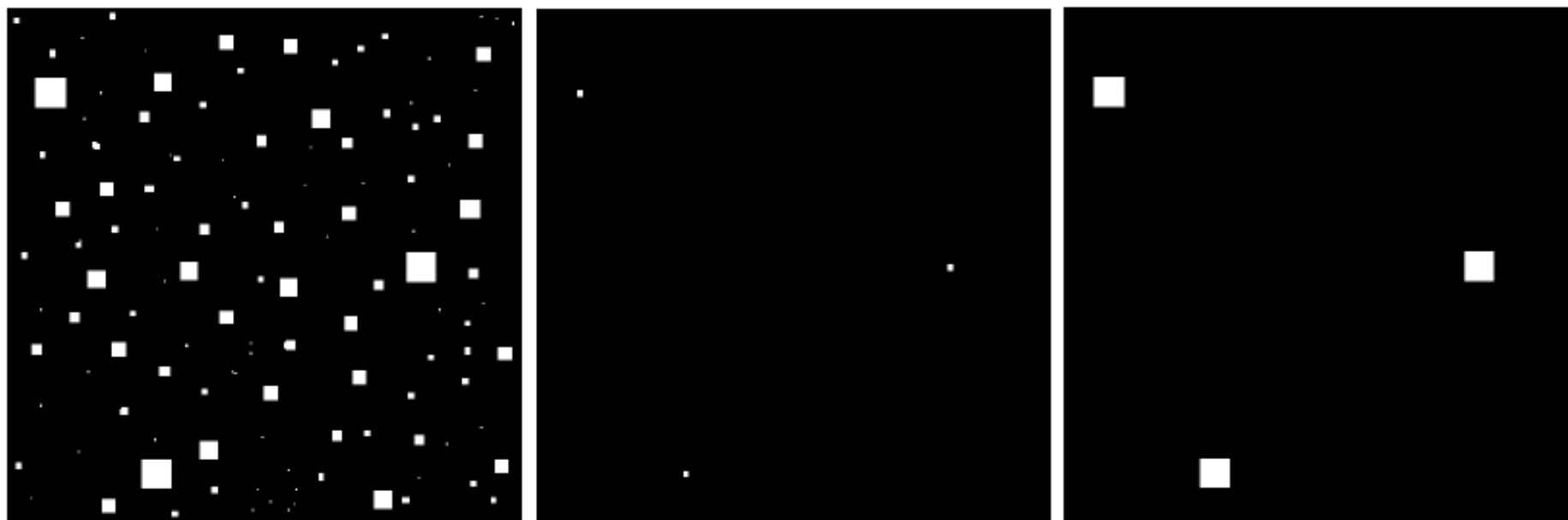
## مثال: شمارش سکه‌ها

- چگونه می‌شود تعداد سکه‌هایی را شمرد که با یکدیگر در تماس هستند؟
- می‌توان تصویر را دوسطحی کرد
- سپس، توسط عملگر سایش آنها را جدا نمود



# حذف جزئیات غیر ضروری

- یکی از ساده‌ترین کاربردهای سایش حذف جزئیات غیر ضروری است

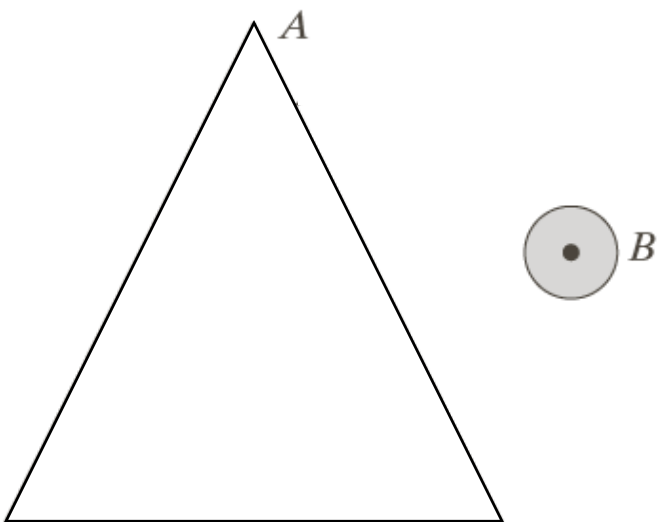


# عملگر باز

- عملگر باز (opening) برای حذف جزئیات کوچک و هموار کردن محیط نواحی تعریف شده است

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

- این عملگر ناحیه‌های سفید که در احاطه پیکسل‌های سیاه هستند را حذف می‌کند

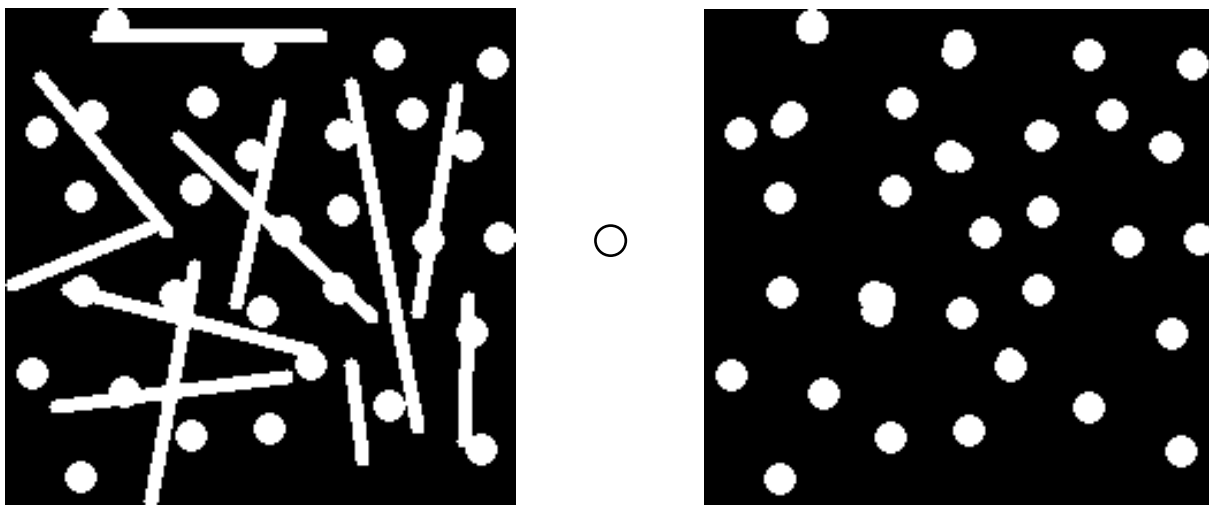


# عملگر باز

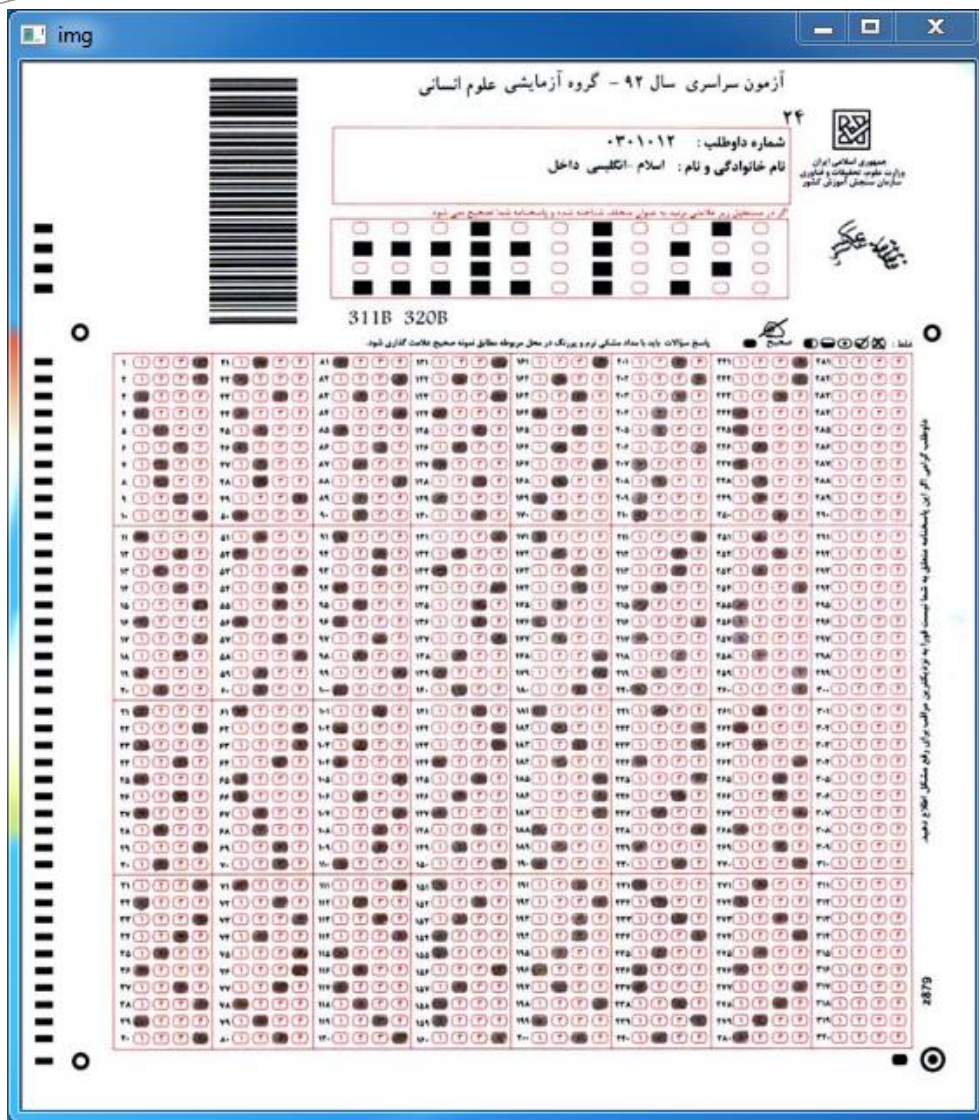
- عملگر باز (opening) برای حذف جزئیات کوچک و هموار کردن محیط نواحی تعریف شده است

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

- این عملگر ناحیه‌های سفید که در احاطه پیکسل‌های سیاه هستند را حذف می‌کند

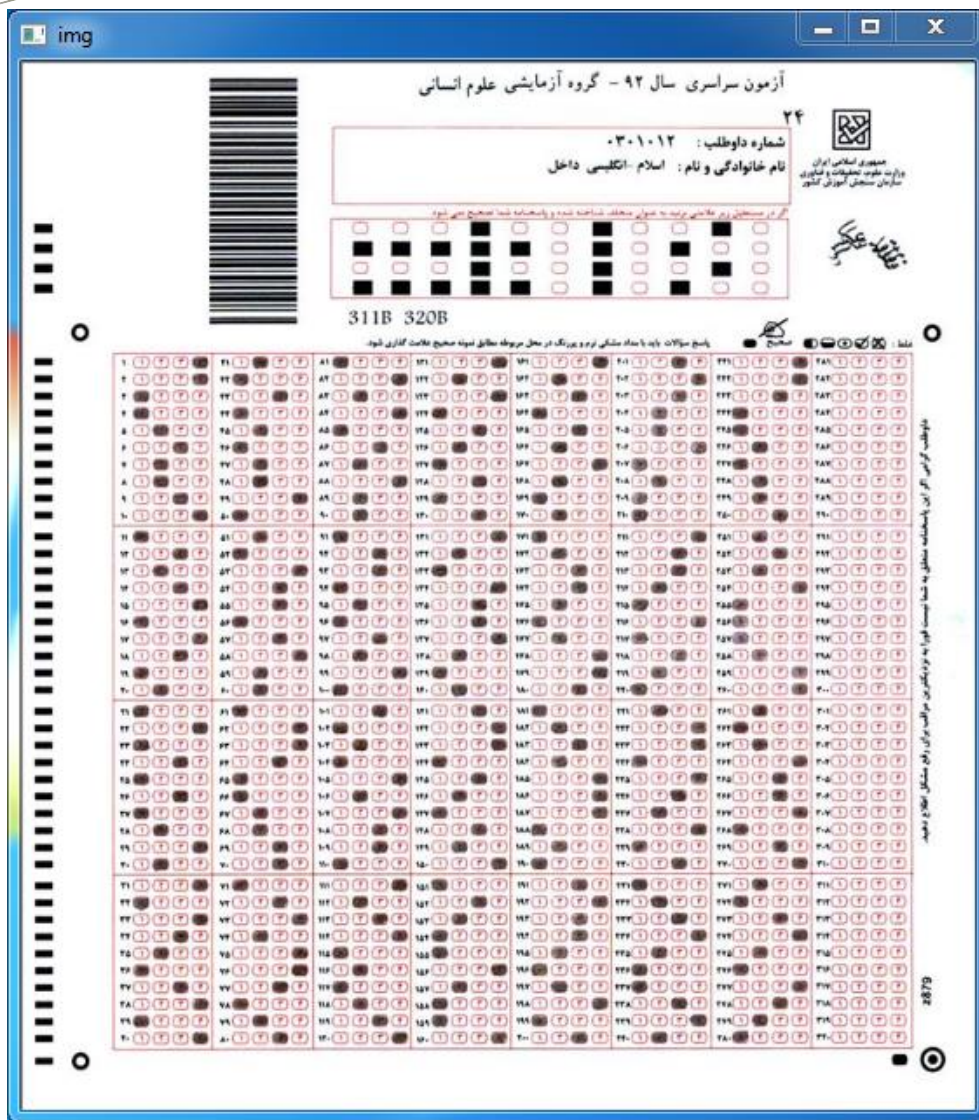


# عملگر باز



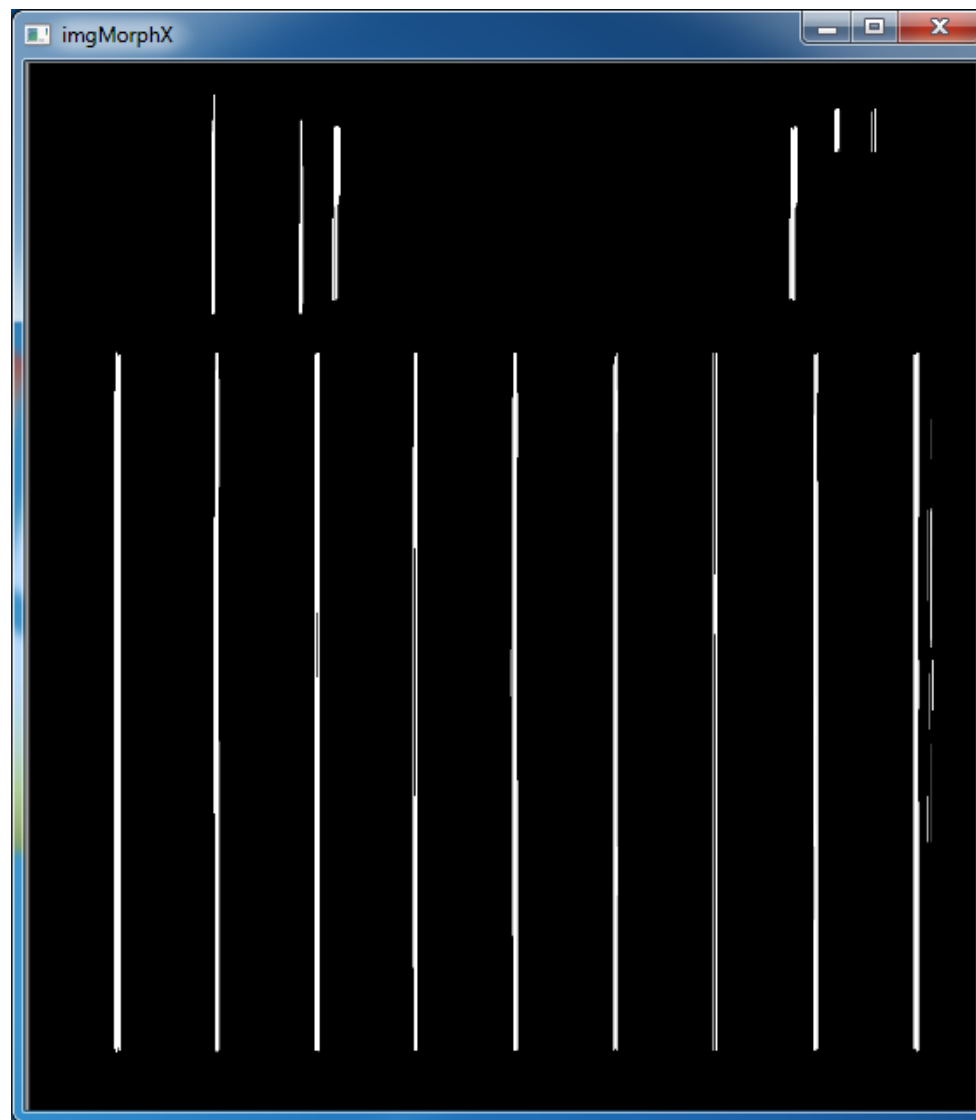
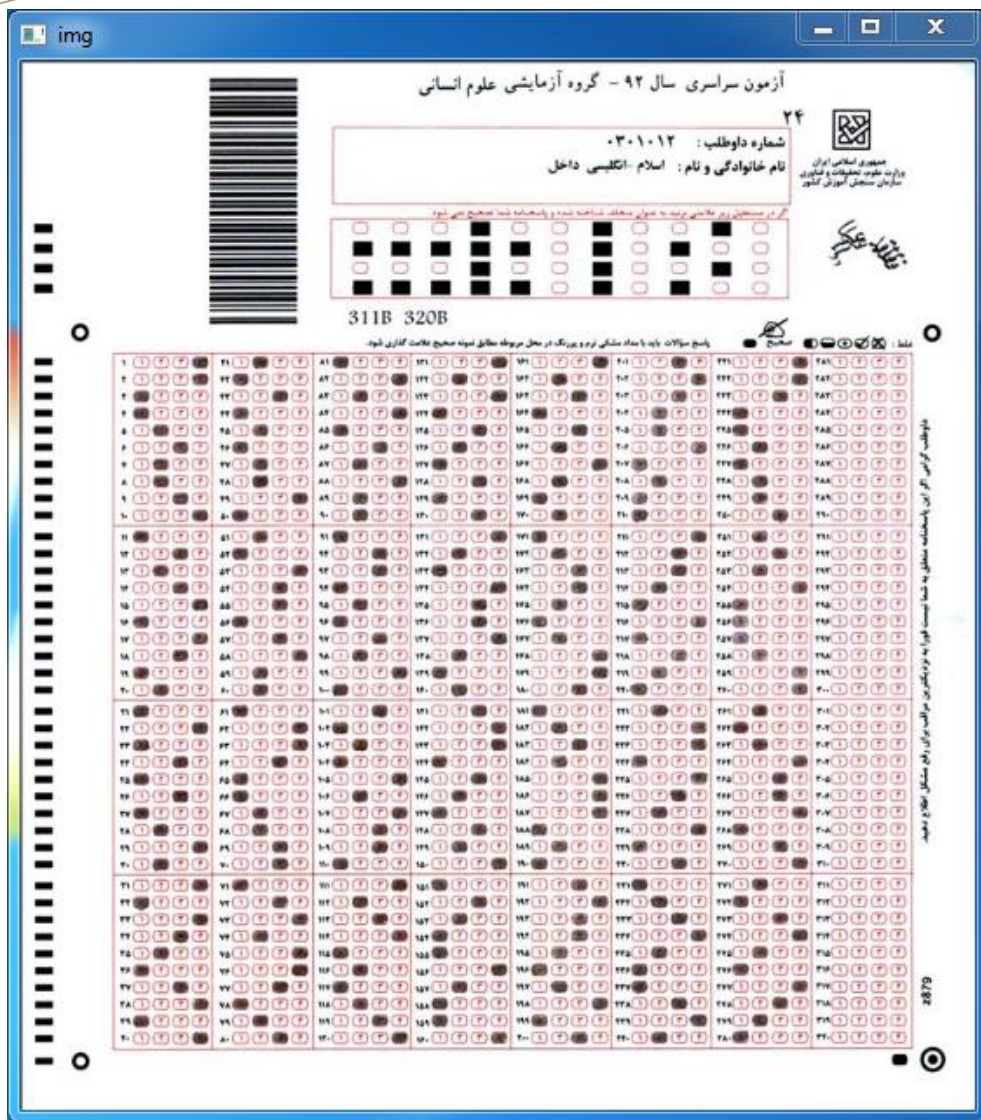


# عملگر باز





# عملگر باز

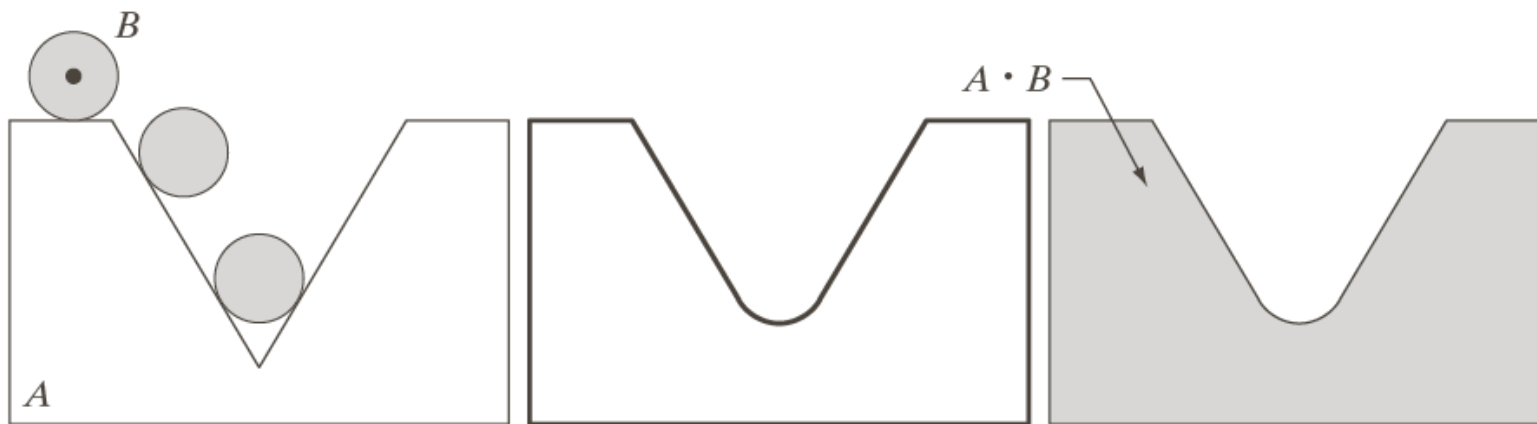


## عملگر بسته

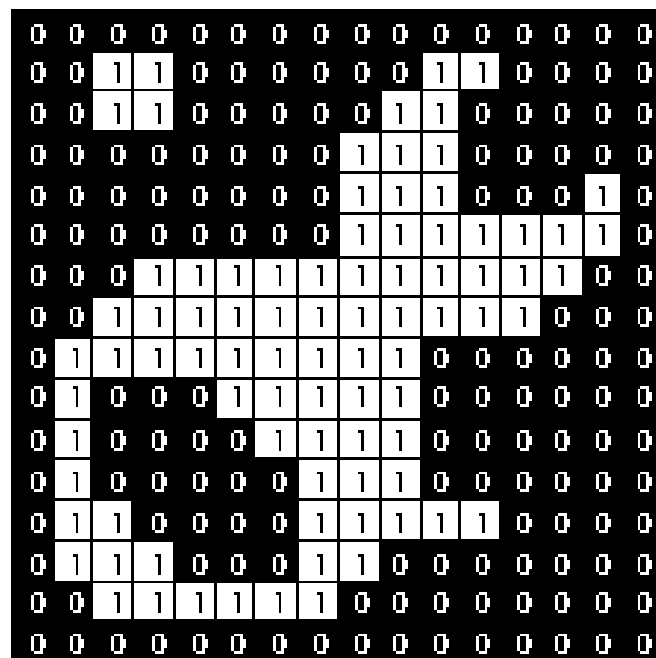
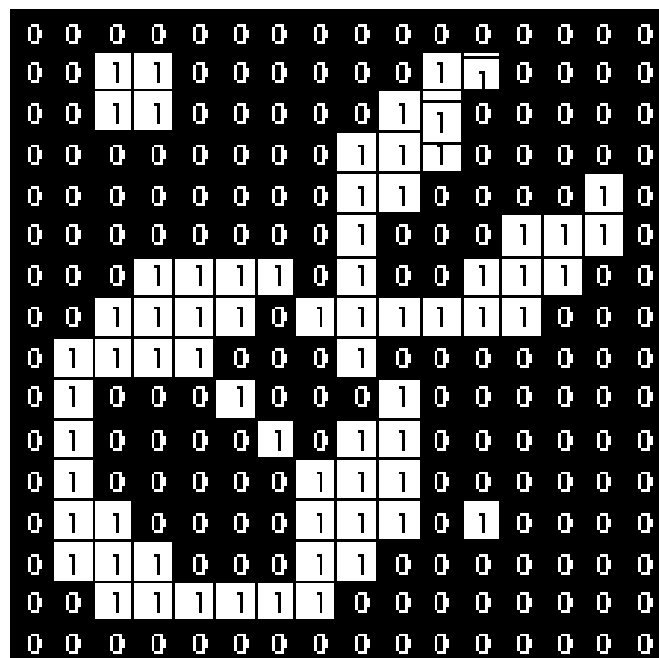
- عملگر بسته (closing) برای حذف حفره‌های کوچک و هموار کردن محیط نواحی تعریف شده است

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

- این عملگر ناحیه‌های سیاه که در احاطه پیکسل‌های سفید هستند را حذف می‌کند



# عملگر بسته



|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |